TU Delft Delft University of Technology

PLUREL TECHNIEK IN BEWEGING

BAANVRIENDELIJKHEID VIRM 4

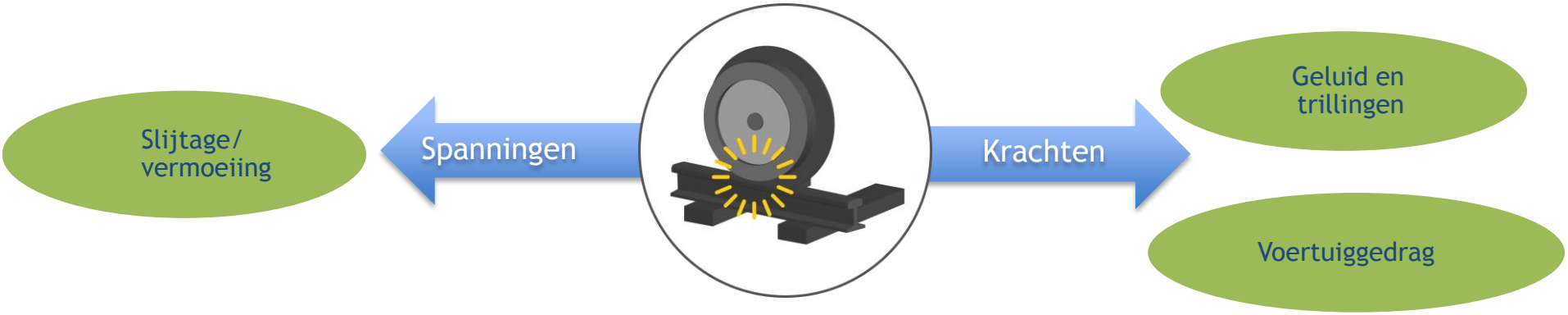
Februari 2015

Martin Hiensch

Performance Plus

Inhoud

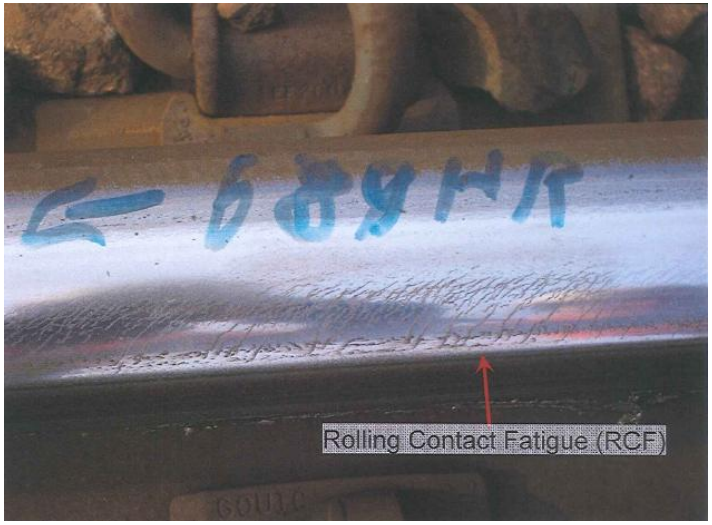
- De wiel-rail-interface en haar omgeving
- Sub-optimalisatie vs. Synergie
  - Voorbeeld van samenwerken op het raakvlak:
- Project verbetering baanvriendelijkheid VIRM-4
  - Stand van zaken & voortgang

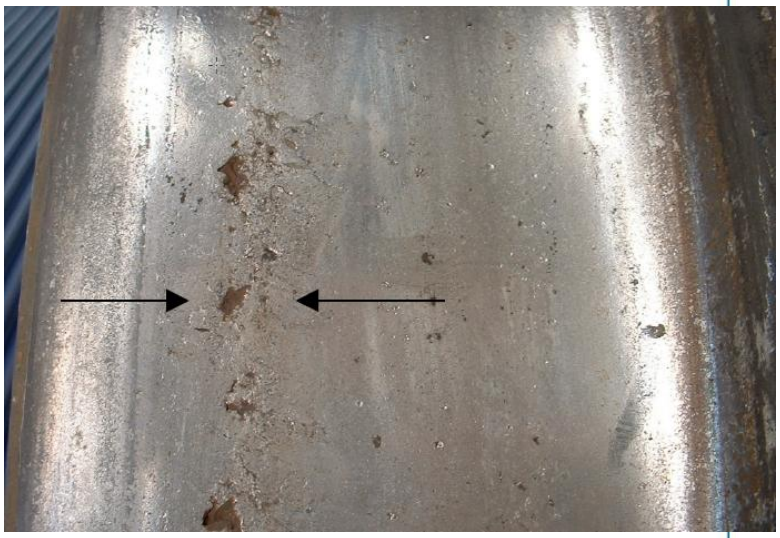

Slijtage/
vermoeiing
Spanningen
Krachten
Geluid en
trillingen
Voertuiggedrag

Loopvlakschade aan wiel en rail - Vermoeiing

<u>Rolling Contact Fatigue (RCF schade)</u> maatgevend t.a.v.

- Onderhoudsinterval loopvlak wiel (3-maandelijks afdraaien)
- Onderhouden loopvlak rail (slijpbudget > 10 mio/j)
- Spoorstaaflevensduur in bogen (20% van totale netwerk)

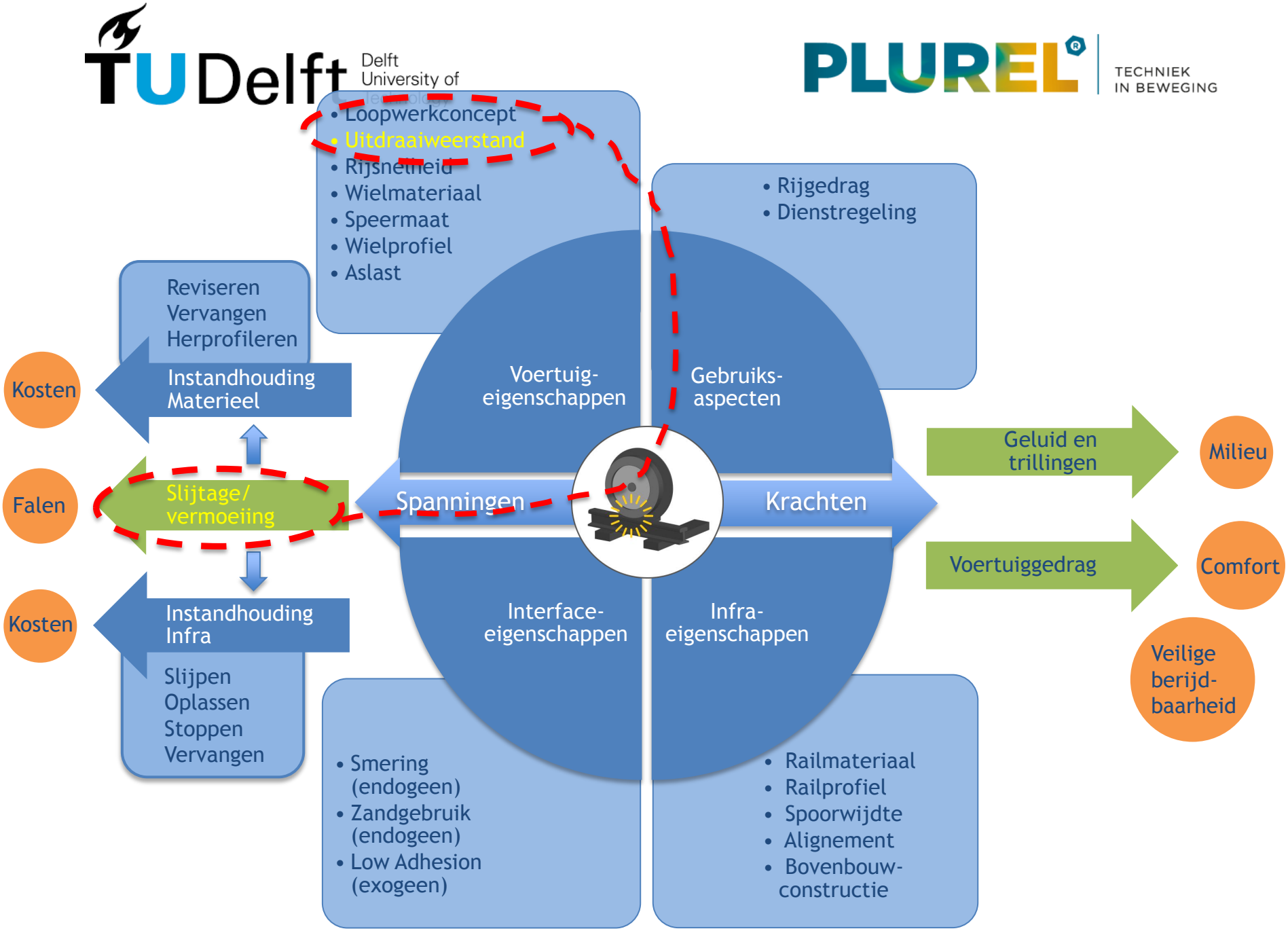




Loopvlakschade aan wiel en rail - Slijtage

Slijtage maatgevend t.a.v.

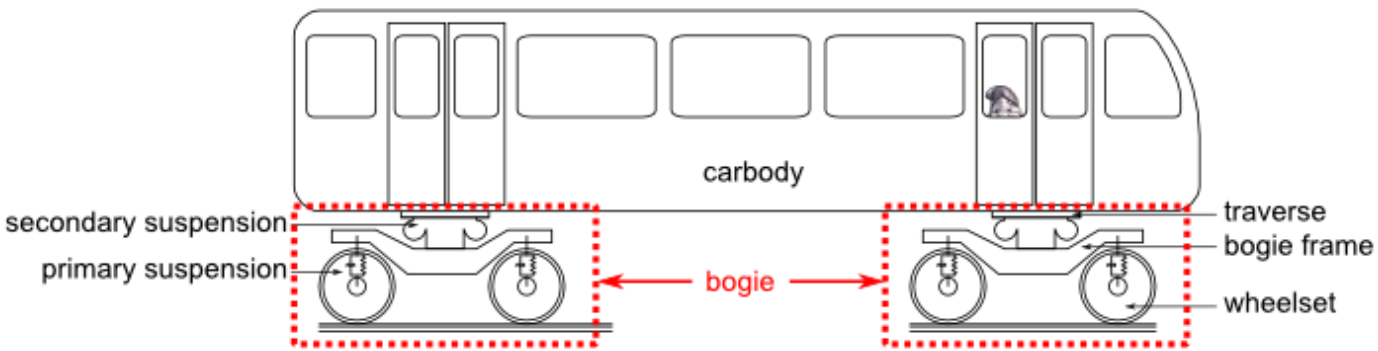
- Onderhoudsinterval wissels (ca. 9000 wissels in netwerk NL)
- Levensduur wisseltongen en boogspoorstaven (boogstraal<750m)


TU Delft
Delft University of Technology
PLUREL
TECHNIEK IN BEWEGING
• Loopwerkconcept
• Uitdraaiweerstand
• Rijsnelheid
• Wielmateriaal
• Speermaat
• Wielprofiel
• Aslast
• Rijgedrag
• Dienstregeling
Reviseren
Vervangen
Herprofileren
Kosten
Instandhouding Materieel
Voertuig-eigenschappen
Gebruiks-aspecten
Falen
Slijtage/ vermoeiing
Spanningen
Krachten
Geluid en trillingen
Milieu
Voertuiggedrag
Comfort
Kosten
Instandhouding Infra
Interface-eigenschappen
Infra-eigenschappen
Veilige berijd-baarheid
Slijpen
Oplassen
Stoppen
Vervangen
• Smering (endogeen)
• Zandgebruik (endogeen)
• Low Adhesion (exogeen)
• Railmateriaal
• Railprofiel
• Spoorwijdte
• Alignement
• Bovenbouw-constructie

Uitdraaiweerstand voertuig vs. RCF/slijtage

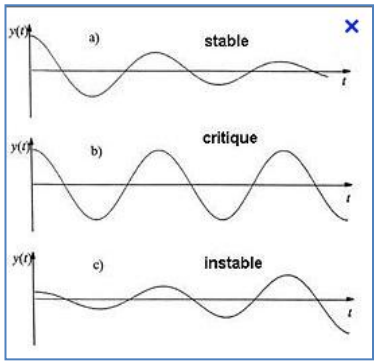
Performance Plus

Voertuigstabiliteit op recht spoor vs. bogenloop



<u>Toename uitdraaiweerstand wielstellen:</u>

- >> loopstabiliteit van het voertuig
- >> instelkrachten tijdens bogenloop
- >> tangentiële spanningen en slip
- >>RCF schade aan wielen en spoorstaven
- > slijtage aan wielen en spoorstaven



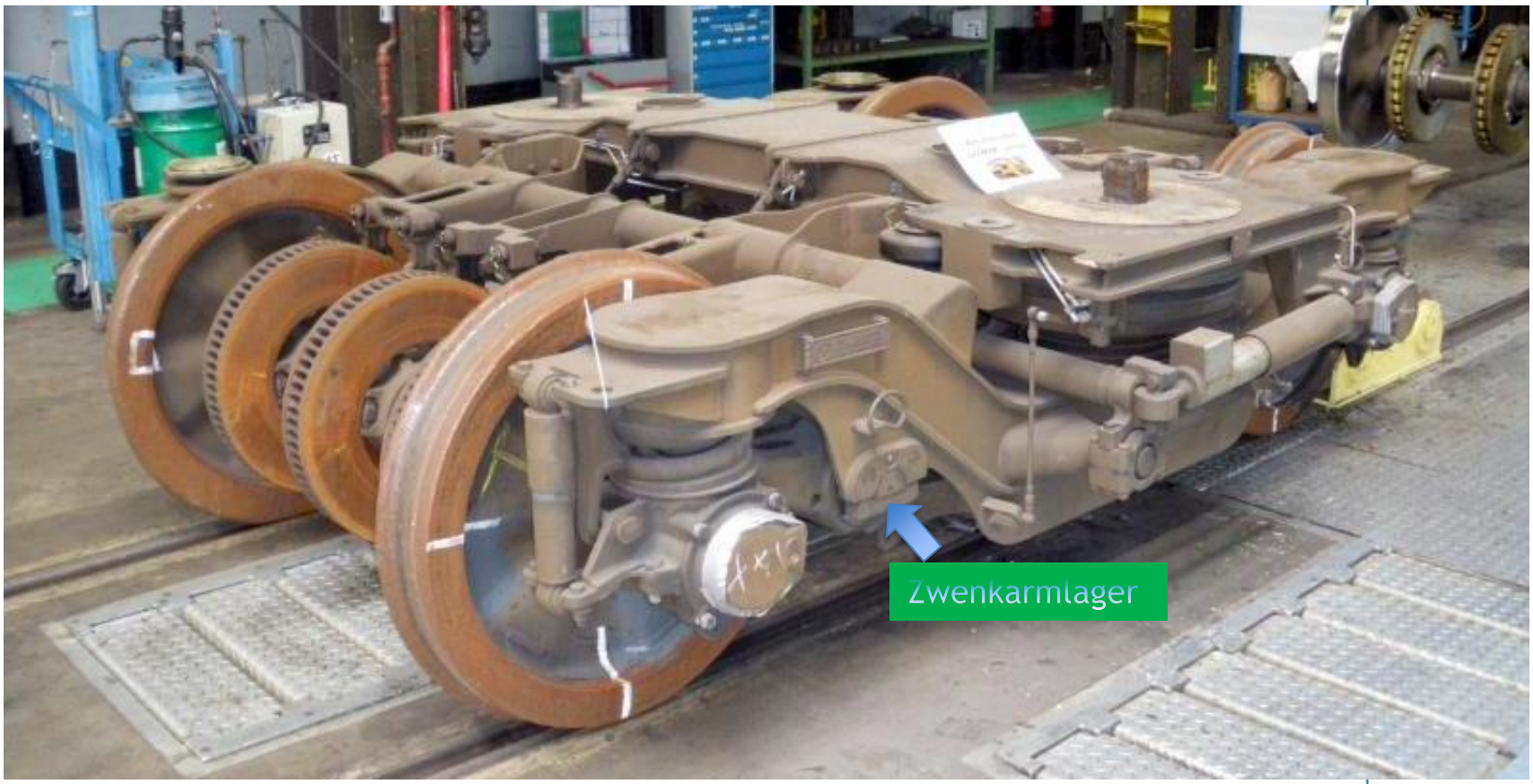
Sub-optimalisatie vs. Synergie

Voertuigstabiliteit op recht spoor en voertuiggedrag in een boog stellen de voertuigontwerper voor een conflict.

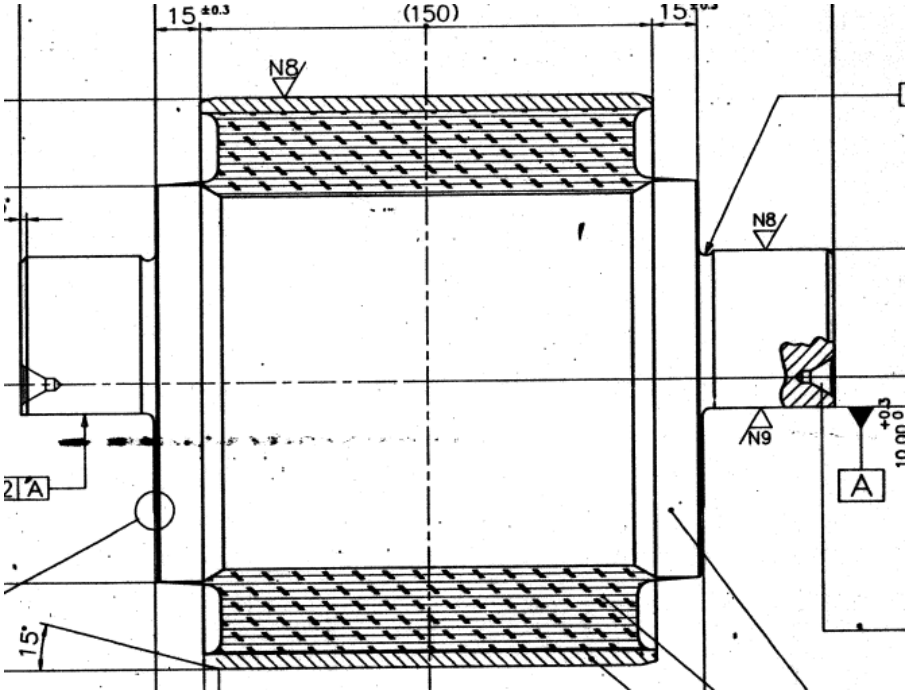
Wens

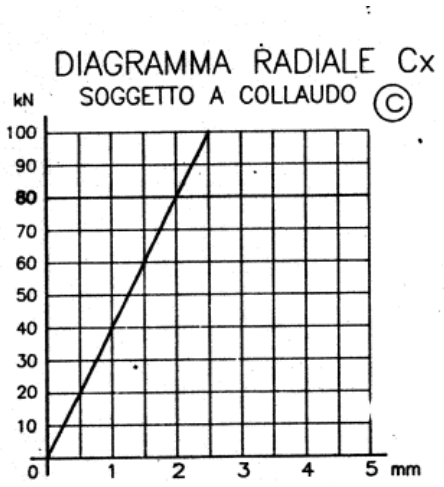
- Hoge uitdraaiweerstand voor recht spoor en hoge snelheid.
- Lage uitdraaiweerstand in bogen m.b.t. wiel-railslijtage en RCF.

VIRM4 loopdraaistel



Conventionele Bush





Conflict voertuig stabiliteit vs. bogenloop

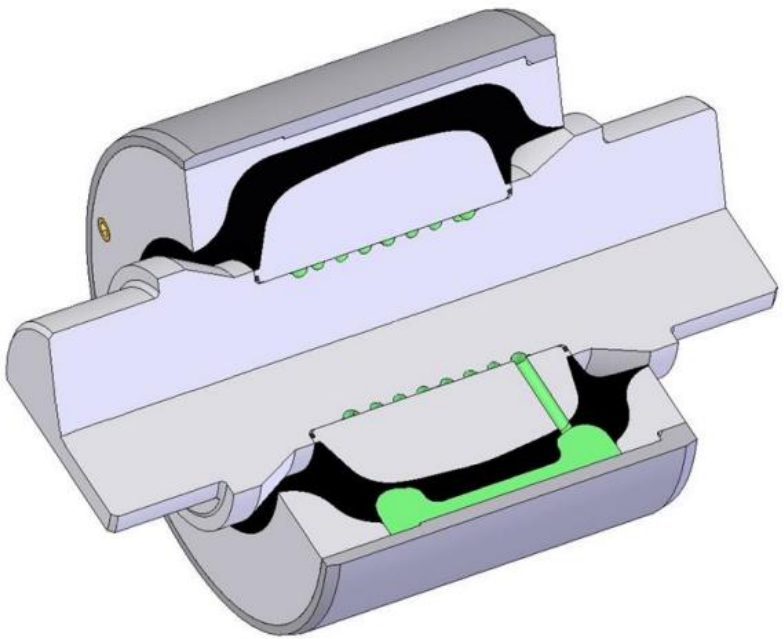
- Voertuiggedrag op recht spoor wordt gekarakteriseerd door hoge PYS verplaatsingssnelheden (hoge belastingsfrequencies)
- Voertuiggedrag in bogen en wissels wordt gekarakteriseerd door lage belastingsfrequencies
- Wanneer het gedrag van de primaire vering afhankelijk gemaakt kan worden van de belastingsfrequencie kan het conflict worden opgelost.

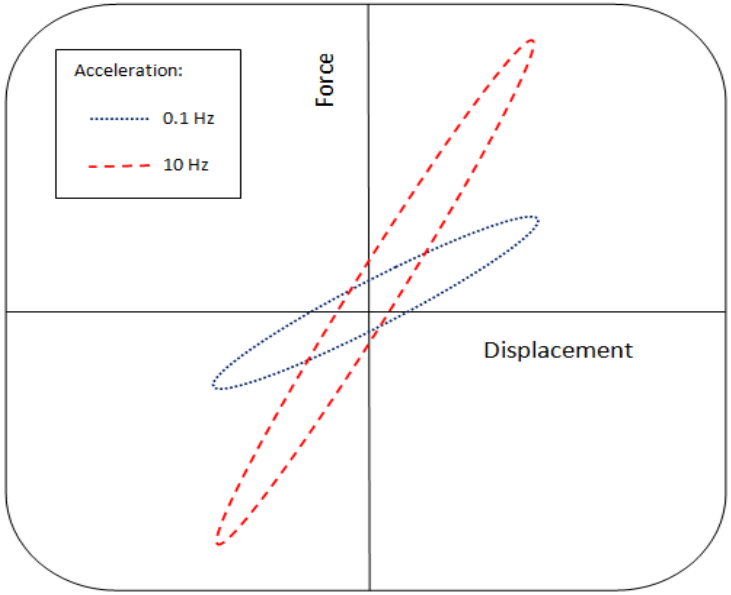
Belastingsfrequentie → Gedrag/ Stijfheid

TU Delft Delft University of Technology

PLUREL TECHNIEK IN BEWEGING

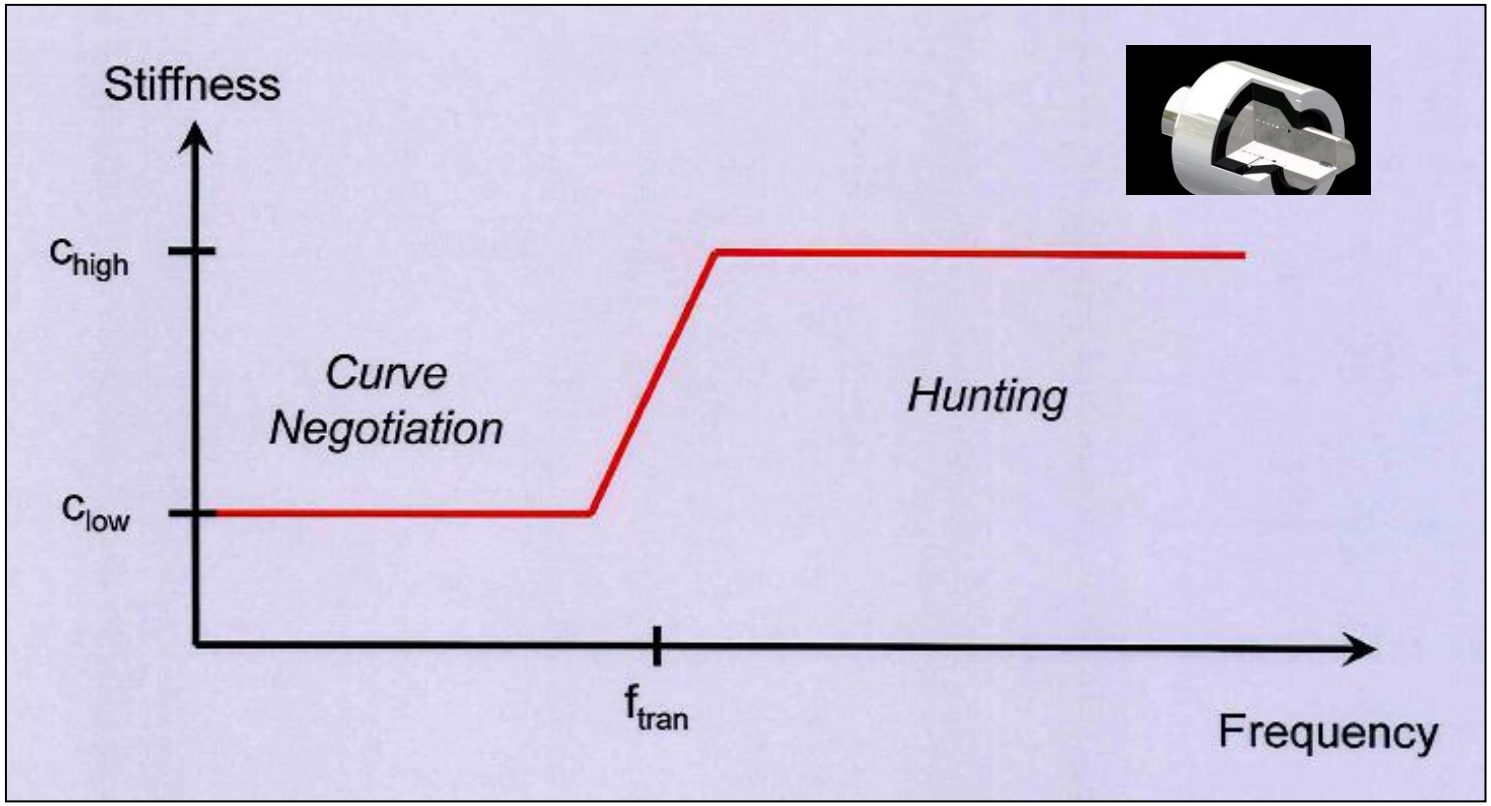
Optimalisatie gedrag primaire vering
'Frequency selective stiffness'





Hydraulic Axle Lager Lenker (Hall-bush)

Invloed op loopgedrag



TU Delft Delft University of Technology

PLUREL TECHNIEK IN BEWEGING

Project Baanvriendelijkheid VIRM

Opdrachtgevers: NedTrain en ProRail

Performance Plus

Te beantwoorden vragen

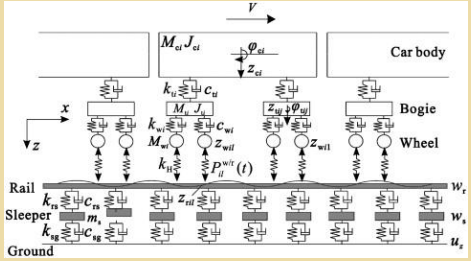
- Actuele baanbelasting van VIRM4?
  - RCF-schade
  - Slijtage
- Wat is de bijdrage van Primary Yaw Stiffness i.r.t. RCF reductie?
- Wat is de invloed op loopstabiliteit?
- Hoe verhoudt de levensduur van de HALL-bush zich t.o.v. huidige VIRM instandhoudingstermijn?

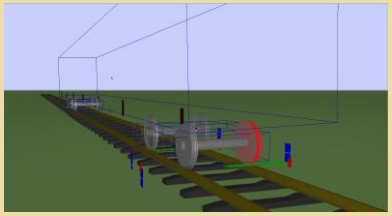
TU Delft Delft University of Technology

PLUREL TECHNIEK IN BEWEGING

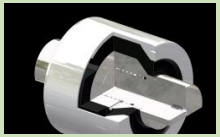
Projectfasering

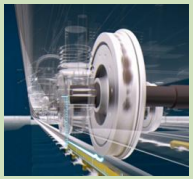
I. Modelleren

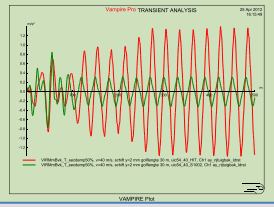




II. Parameter-onderzoek







III. Meten

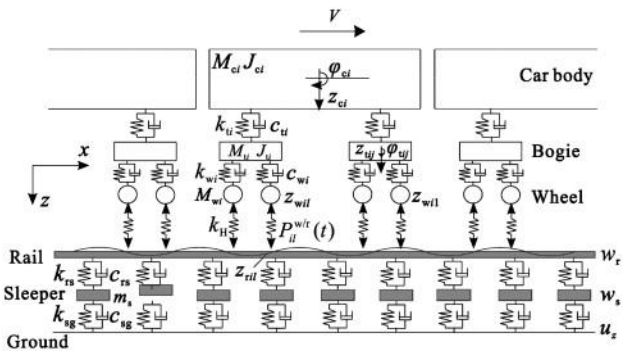
IV. Validatie

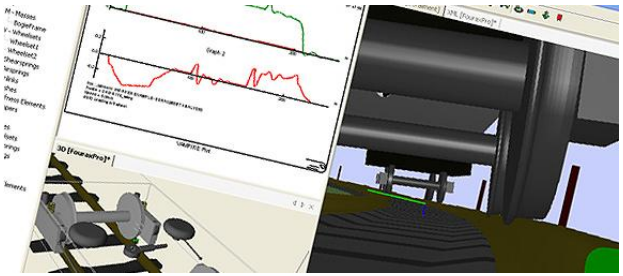
Performance Plus

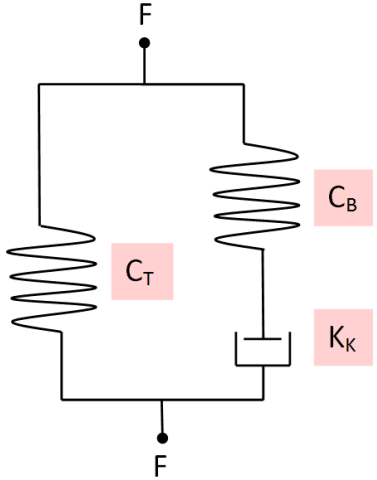
Beoordelingskader haalbaarheidsonderzoek

- Slijtage
- Rolling contact Fatigue
- Comfort / loopgedrag
- Component levensduur

Opstellen van voertuig- en baanmodellen



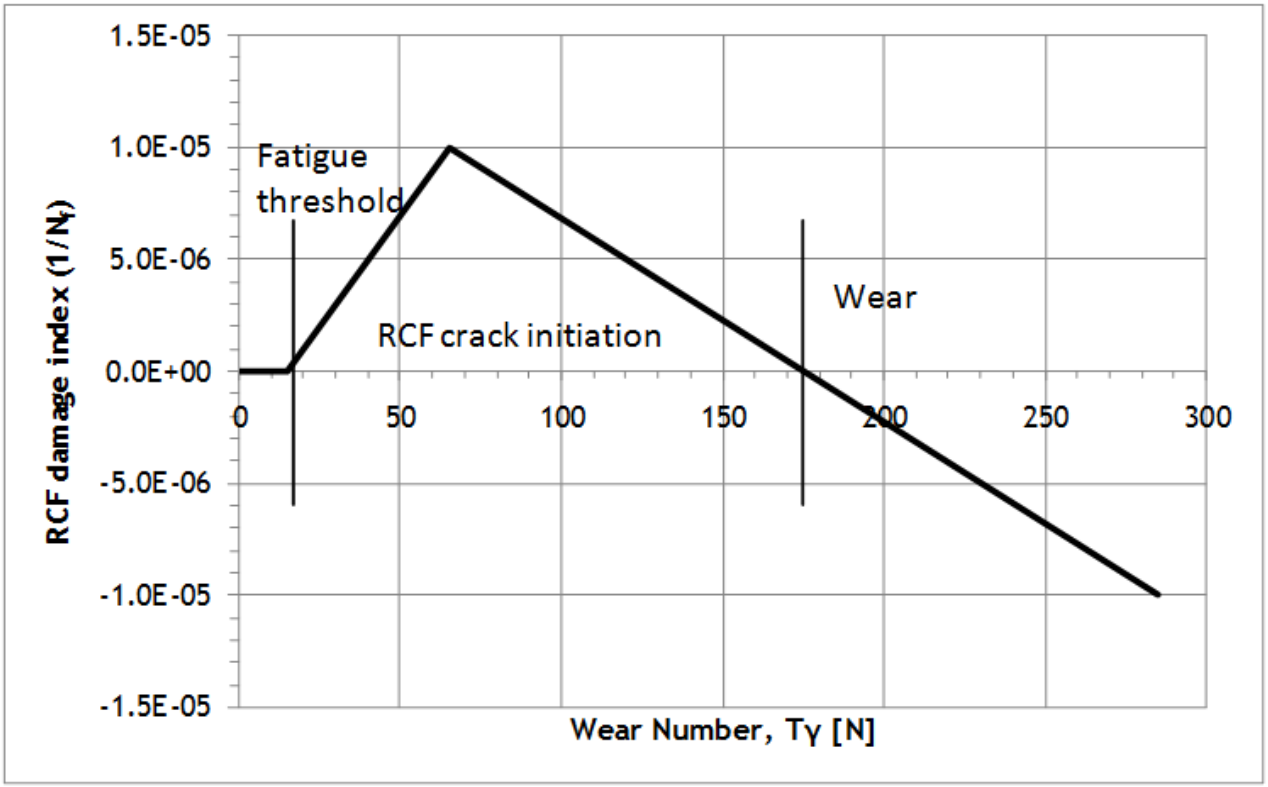




Viscoelastic model

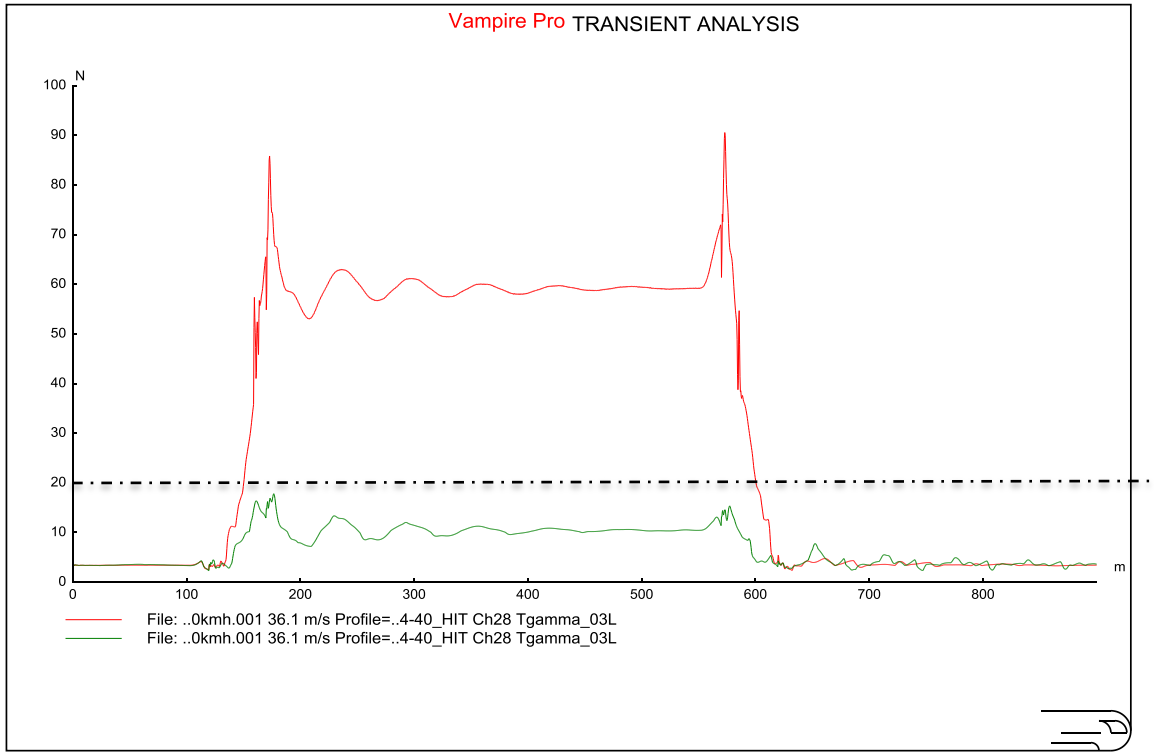
Track geometry measurement input

Beoordeling RCF belasting - Damage function



Beoordeling Baanvriendelijkheid bogenloop

Tgamma-waarden voor het linker wiel van een vooroplopend wielstel in een motordraaistel tijdens het doorlopen van een rechterboog met een straal van 1500 meter. **Rood**: bestaande zwenkarmlagers met radiale stijfheid 30 kN/mm. **Groen**: zwenkarmlagers met radiale stijfheid 2.8 MN/m.



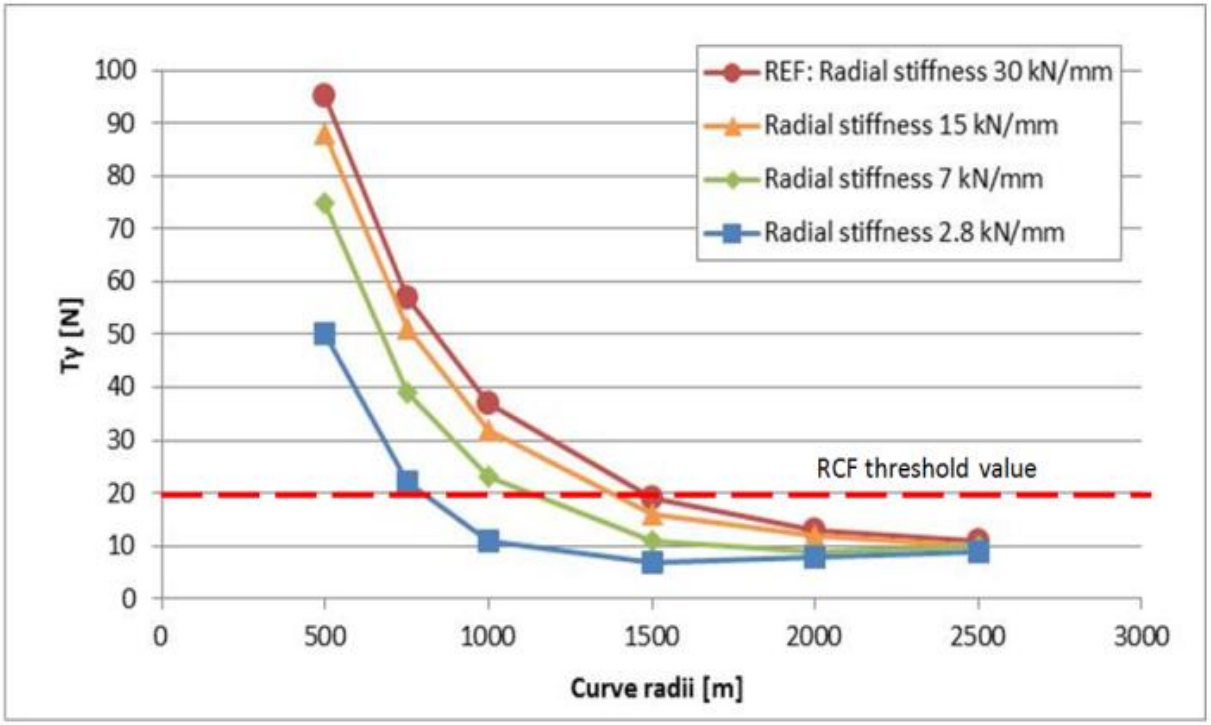
VAMPIRE Plot

Performance Plus

FSS impact

RCF schadeindex (Tγ) in relatie tot verschillende waarden voor de radiale stijfheid van het zwenkarmlager en boogstralen.

Applied track model: TM-curve, UIC 54 E5, S1002-narrow flange.

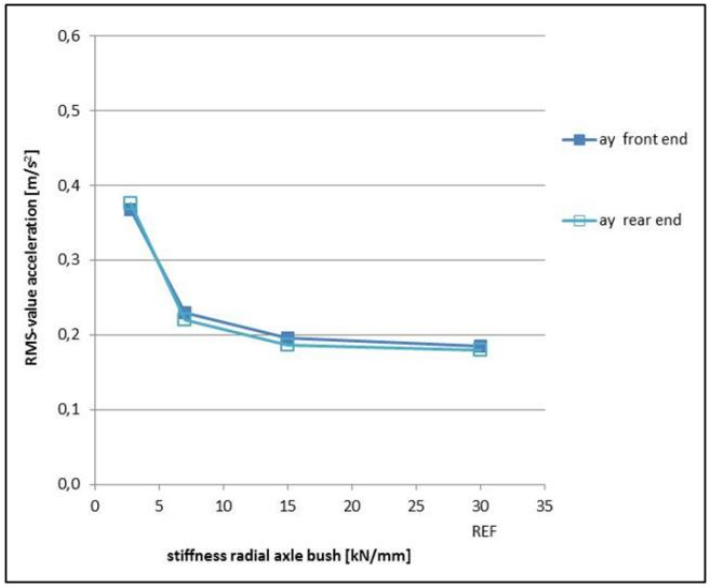


Reizigerscomfort

Beoordeling comfortniveau aan de hand normering m.b.t. zijdelingse versnelling, ruk en rolsnelheid.

Overgangsbogen: Pct conform EN 12299

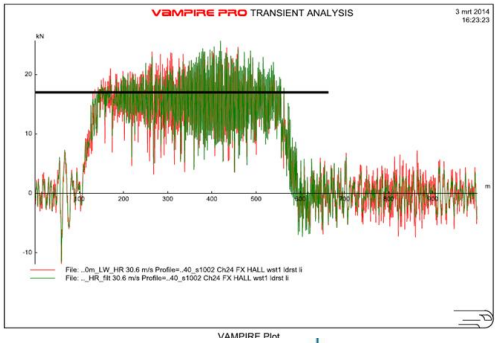
Recht spoor: filtering ISO 2631-1



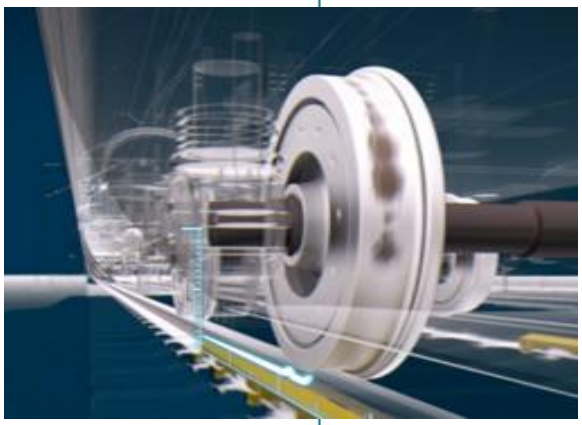
Analyse levensduur HALL-bush

- Opstellen belastingscollectief
  - Gemeten baanligging Den Helder – Heerhugowaard (BBMS)
  - Vampire-simulatie: verplaatsingen en versnellingen FSS

- Extrapolatie naar 2,4 mio km
- Final Element Analysis: krachten en spanningen in het FSS component
- Vermoeiings-analyse FSS component



Conclusie



‘De uitgevoerde simulaties tonen aan dat door een relatief eenvoudige aanpassing een spectaculaire verbetering van de baanvriendelijkheid van VIRM4-materieel behaald worden.

Door toepassing van een PYS met frequentie-afhankelijke karakteristiek wordt een verlaging van de uitdraaistijfheden in bogen gerealiseerd zonder dat het voertuiggedrag op recht spoor negatief beïnvloed wordt.’

Dit resulteert in een sterke afname van slijtage en RCF belasting voor zowel wiel als rail.

De maatregel is relatief eenvoudig te implementeren.

Waar staan we momenteel in het onderzoek?

Gereed:

- ✓ Opstellen voertuigmodel VIRM 4
- ✓ Validatie voertuigmodel
- ✓ Uitvoering simulaties
- ✓ Parameteronderzoek / gevoeligheidsanalyse
- ✓ Voorstel technische maatregelen
- ✓ Draagvlak / Workshop key-players
- ✓ Beoordeling levensduur HALL
- ✓ Ophalen ervaring gebruikers (SBB)

2015:

- Praktijkbeproeving
- Validatie maatregelbesluit (componenttest)
- Implementatiebesluit

Performance Plus