DIGIRAIL

Högprestandaberäkning av konstruktion, drift och underhåll av järnvägsinfrastruktur

Johannes Quist, Anita Ullrich, Pontus Malmsköld, Elias Börjesson, Caroline Ansin, Franziska Hunger, Clemens Steinke

Nyttor och effekter

DigiRail har utvecklat och validerat ett högpresterande, kopplat DEM–FEM–MBD-ramverk för fysikbaserad simulering av järnvägsinfrastruktur under hela livscykeln – byggnation, drift och underhåll. Samspelet mellan makadam och andra krossade bergmaterial, konstruktioner i stål och betong, fordon och maskiner kan nu analyseras i en och samma modell på ingenjörsrelevanta skalor. Simuleringarna synliggör mekanismer som är svåra eller omöjliga att mäta, till exempel hur packningsgraden utvecklas på djupet, hur lasten fördelas genom makadambädden och vilka krafter enskilda stenar utsätts för vid stoppning. Det ger ett bättre beslutsunderlag för funktionsbaserad dimensionering av övergångszoner, effektivare packning och skonsammare underhåll – med potential till längre livslängd, längre underhållsintervall och lägre livscykelkostnader. Nyttan tillfaller maskintillverkare, entreprenörer, underhållsaktörer, konsulter, Trafikverket och akademin.

Aktörskonstellation

Fraunhofer-Chalmers Centre (Koordinator)	
Infranord	Roland Bång
Volvo Construction Equipment	Elianne Lindmark
Ramböll	Tara Wood
NCC Infrastructure	Alexandre Mathern
NCC Industry	Kristoffer Hofling
Dynapac Compaction Equipment	Andreas Persson
Trafikverket	Johan Jonsson

I samverkan med Luleå tekniska universitet

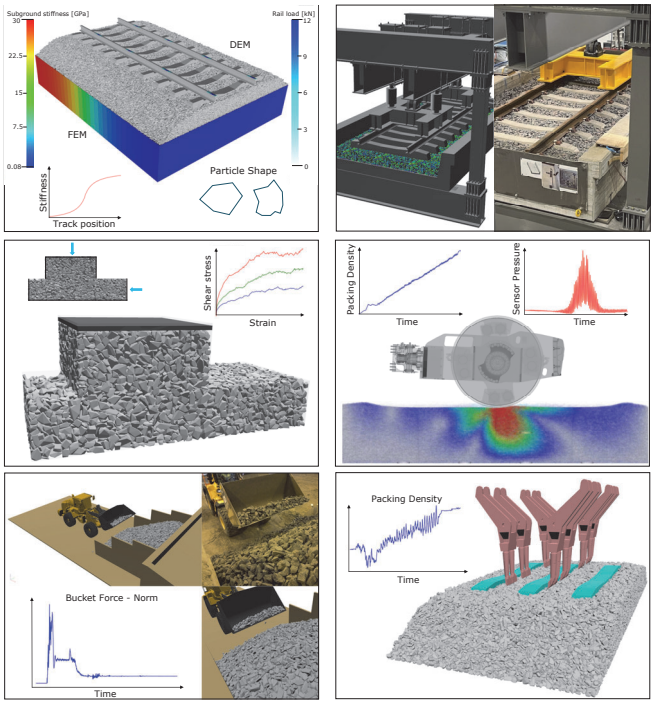
Leveranser

- Ett validerat, kopplat DEM–FEM–MBD-ramverk med automatiserad modellgenerering, kalibrering och körning på HPC
- Validering i flera skalor: vältpackning i fullskala, hjullastare, sliperförskjutning, ödometerförsök och trågbro
- Tillämpade modeller för stoppning och övergångszoner, demonstrerade på Högsjö Västra
- Slutrapport (FCC Report 2026:01) samt konferens- och tidskriftsartiklar, bl.a. med LTU

Innovationsstatus



Simuleringstekniken har tagit steget från metodutveckling till tillämpning på ingenjörsrelevanta skalor. För lastning, hantering och packning av bergmaterial används lösningen redan kommersiellt. För järnvägens överbyggnad är metodiken validerad mot labb- och fullskaleförsök och demonstrerad i ett verkligt infrastrukturprojekt. En innovationskedja med spin-off-verksamhet finns på plats för att skala upp i takt med att TRL och marknadsintresse växer.



Vidareutveckling och implementering

Slutsatser. Kopplad DEM–FEM–MBD-simulering återger uppmätt beteende i fullskala och ger samtidigt insyn i det som inte går att mäta:

- **Partikelform:** icke-konvexa partiklar ger högre spårstyvhet och mindre sättning.
- **Packning:** sättning och marktryck över 14 vältöverfarter återges, och packningsgraden kan följas på djupet.
- **Stoppning:** helhydraulisk stoppning gav högre packningsgrad och lägre partikelkrafter – stabilare spår och mindre makadamnedbrytning.
- **Övergångszoner:** gradvisa styvhetsövergångar ger jämnare sliperkrafter än abrupta.

Nästa steg. Ramverket är redo att bli en gemensam simuleringsplattform som kompletterar etablerade beräkningsmetoder i projektering, byggande och underhåll. Fortsatt arbete: validering mot instrumenterade spår, modellering av makadamkrossning för livscykelanalyser, statistisk hantering av materialvariation och mer detaljerade fordonsmodeller. Metoden kan även föras över till vägkonstruktioner med bundna och obundna material.

Med stöd från
VINNOVA Sveriges innovationsmyndighet
Energimyndigheten
FORMAS
Strategiska innovationsprogram
Infra Sweden