

DIGIRAIL

Högpresandaberäkning av konstruktion, drift och underhåll av järnvägsinfrastruktur

Johannes Quist, Anita Ullrich, Clemens Steinke, Pontus Malmsköld

Nyttor och effekter

Genom digitalisering och simulering av bergmaterial och dess funktionella roll inom järnvägsinfrastrukturen förbättras förmågan att fatta både kort- och långsiktigt hållbara beslut. Projektet undersöker problemområden relaterade till konstruktionsfasen, såsom lastning, avlastning och kompaktering av krossprodukter. Vidare studeras både under- och överbyggnaden med hjälp av DEM-FEM-metoder, där strukturobjekt i stål och betong kan modelleras i samspel med partikulära bergmaterial. Detta möjliggör tekniska analyser av exempelvis övergångszoner. Slutligen undersöks även underhållsoperationer, som "tamping", där projektet har identifierat betydande förbättringspotential. Projektet har ett övergripande fokus på vad vi kallar "valideringsdriven forskning", vilket innebär att arbeta parallellt med laboratorie- och fältförsök samt utveckling av numeriska metoder och modeller för de olika systemen. De aktörer som kommer dra nytta av de metoder som utvecklas inkluderar maskintillverkare, järnvägsentreprenörer, underhållsentreprenörer, konsultbolag, myndigheter, kravställare och akademiska institutioner.

Aktörskonstellation

Fraunhofer-Chalmers Centre (Koordinator)

Infranord

Volvo Construction Equipment

Ramböll

NCC Infrastructure

NCC Industry

Dynapac Compaction Equipment

Trafikverket

Roland Bång

Elianne Lindmark

Tara Wood

Alexandre Mathern

Kristoffer Hofling

Andreas Persson

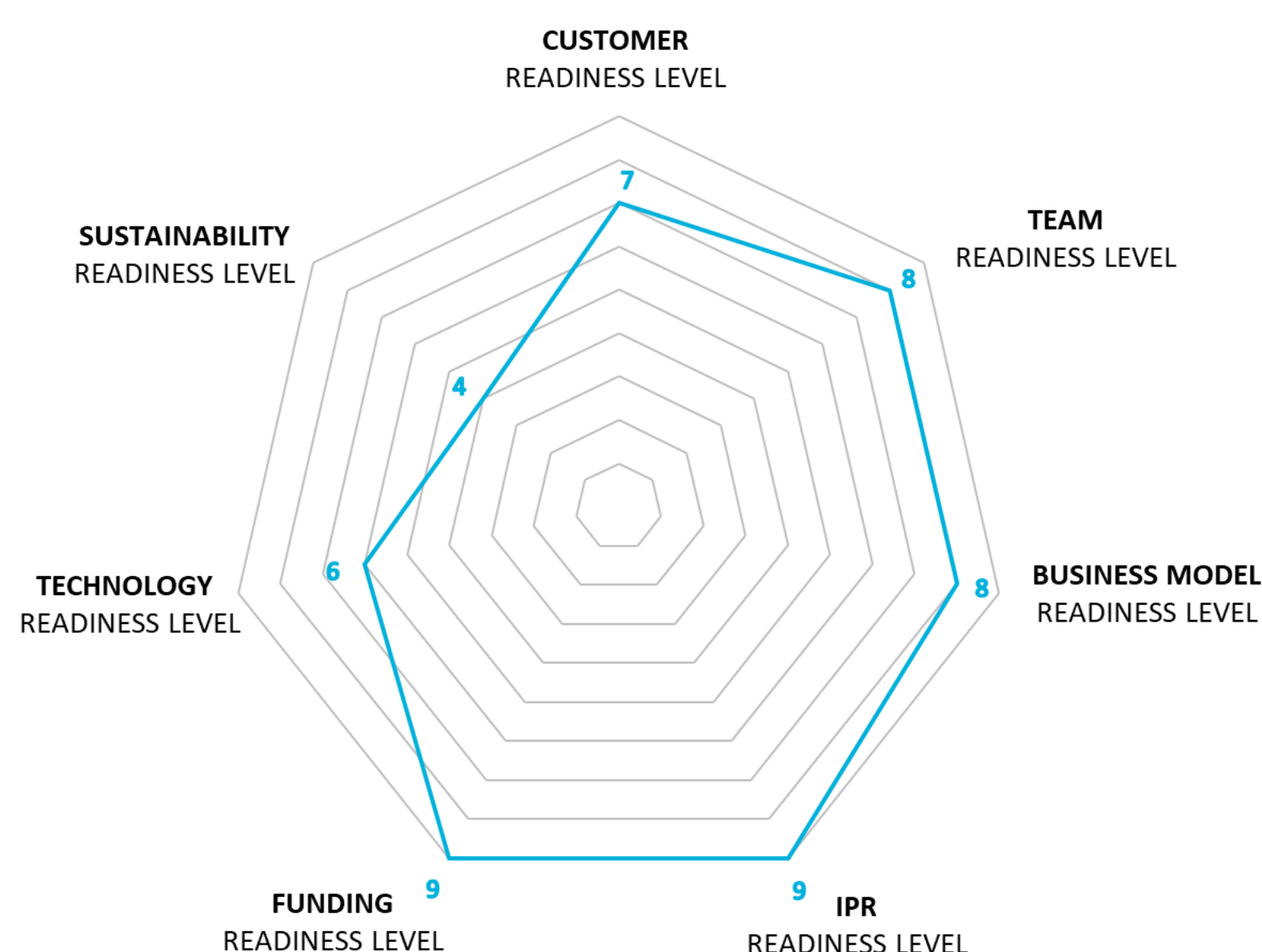
Johan Jonsson

Leveranser

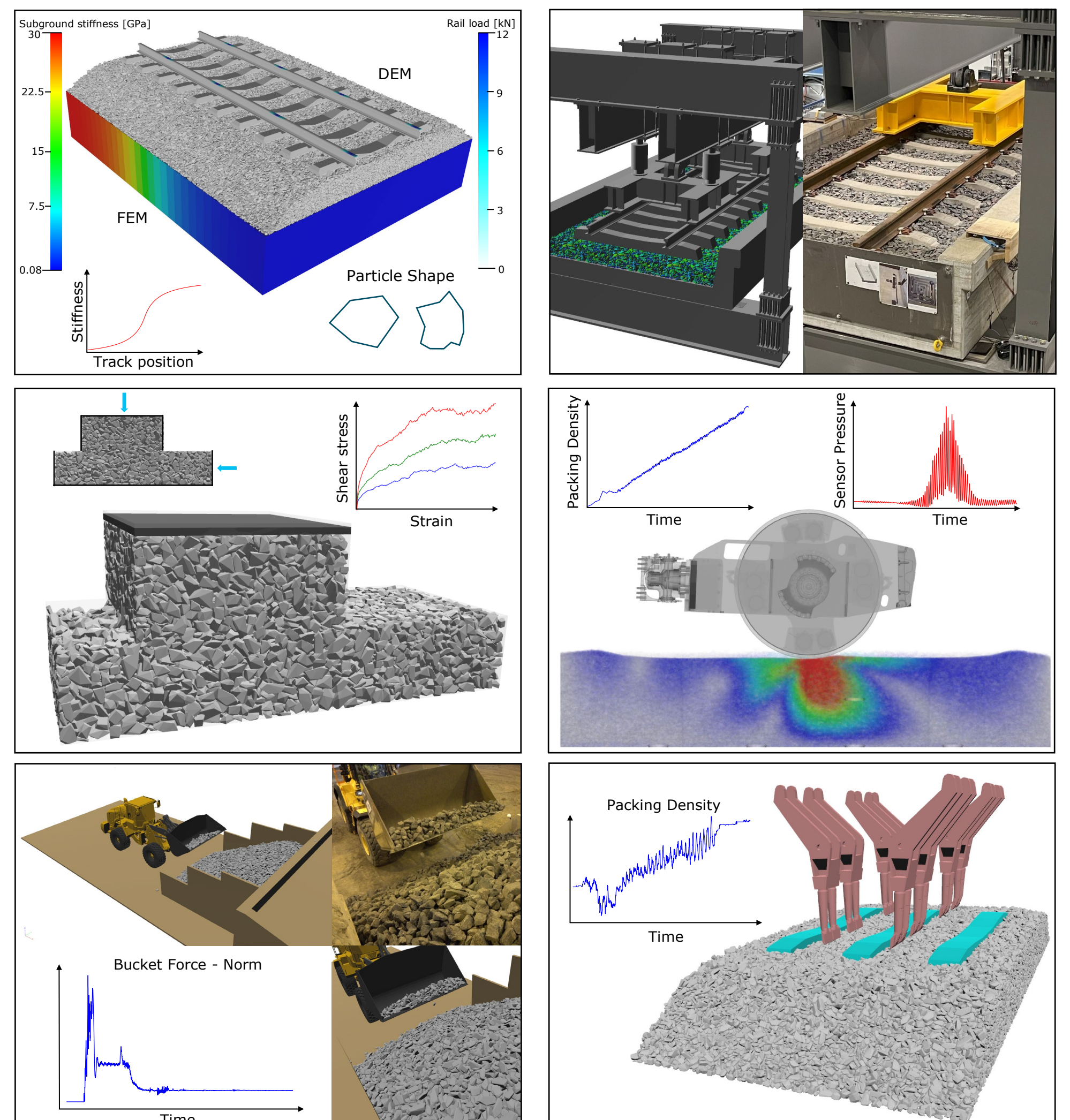
Den grundläggande tekniska nivån för högpresandaberäkning med diskret elementmetod (DEM) kopplat till finit elementmetod (FEM) samt flerkroppsdynamik (MBD) finns på plats. I varje arbetspaket fortgår arbetet med verifiering och validering mot experimentella fältdata.

Gällande publikationer har ett antal konferensartiklar skrivits, bland annat tillsammans med LTU. Fyra tidsskriftartiklar är under utveckling med fokus på övergångszoner (revision pågår), vibrerande rullkompaktering, utvärdering av konventionell och hydraulisk tamping, samt validering av DEM-MBD ramverk för hjullastare.

Innovationsstatus



Den tekniska mognaden (TRL) för simuleringstekniken varierar beroende på tillämpningsområde inom projektet. Inom exempelvis simulering av lastning, avlastning och hantering av bergmaterial nyttjas lösningen kommersiellt idag. Gällande simulering av järnvägsöverbyggnader pågår validering och verifiering i både labb- och relevant miljö. Projektet har gjort en övergripande principiell beräkning av kostnads- och hållbarhetspåverkan när metodiken används på en andel av järnvägsnätet, med fokus på livslängdsförbättring och prestandabaserade beräkningar. Hållbarhetsnivån behöver stärkas enligt KTH:s metodik; i övrigt finns en färdig innovationskedja med spin-off-bolag som kan skala när TRL och marknadsintresse är på plats..



Vidareutveckling och implementering

Vinnovadelen av projektet har nu slutförts, men forskningen fortgår med Trafikverkets finansiering även under 2026.

Projektet arbetar tillsammans med Trafikverket och Ramböll med en övergångszon vid ett förbispår i Högsjö, där pilotförsök genomförs för att använda den numeriska metoden vid prestandabaserad dimensionering parallellt med andra beräkningsmetoder. Inom den Trafikverket-finansierade delen inkluderas spårlägesirregulariteter samt en fjäder-massa-modell. Krafter, spänningar, töjningar och spektraltäthet studeras vid olika positioner i övergångszonen.

Projektet har nu uppnått en god överensstämmelse mellan DEM-MBD-simuleringar av hjullastare och vibrerande rullkompaktering, vilket utgör en viktig milstolpe för att kunna beskriva samspelet mellan maskin och granulärt material med hög tillförlitlighet.

SBUF-projektet har unika sliper push tests genomförts i Karlskrona för tre olika kornstorleksfördelningar av järnvägsmakadam. Studien ger nya insikter i ballastens mekaniska respons och utgör värdefull valideringsdata för vidareutveckling av DEM-modeller.

Vi ser stora möjligheter till fortsatt forskning och utveckling inom detta område i kommande utlysningar. Den unika DEM-FEM-metoden bör även framöver användas för fördjupade analyser av samspelet mellan bitumenbundna och obundna granulära material i vägkonstruktioner.

Med stöd från

VINNOVA
Sveriges innovationsmyndighet

Energimyndigheten

FORMAS

Strategiska
innovations-
program

**Infra
Sweden**