

Med sikte på simulering av järnvägens partikelemissioner

Anders Andersson¹, Fredrik Blennow², Sara Janhäll³, Peter Torstensson¹,
Tore Vernersson⁴

¹ Körsimulering och Visualisering, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)

² Faiveley Transport Nordic AB, Wabtec Cooperation

³ Hållbara energisystem, Research Institutes of Sweden (RISE)

⁴ CHARMEC/Chalmers Railway Mechanics, Chalmers Tekniska Högskola

Transportforum, 9-10 januari 2019, Linköping

Lokförarsimulering som verktyg för att reducera järnvägens partikelemissioner

InfraSweden2030



Deltagare

CHALMERS

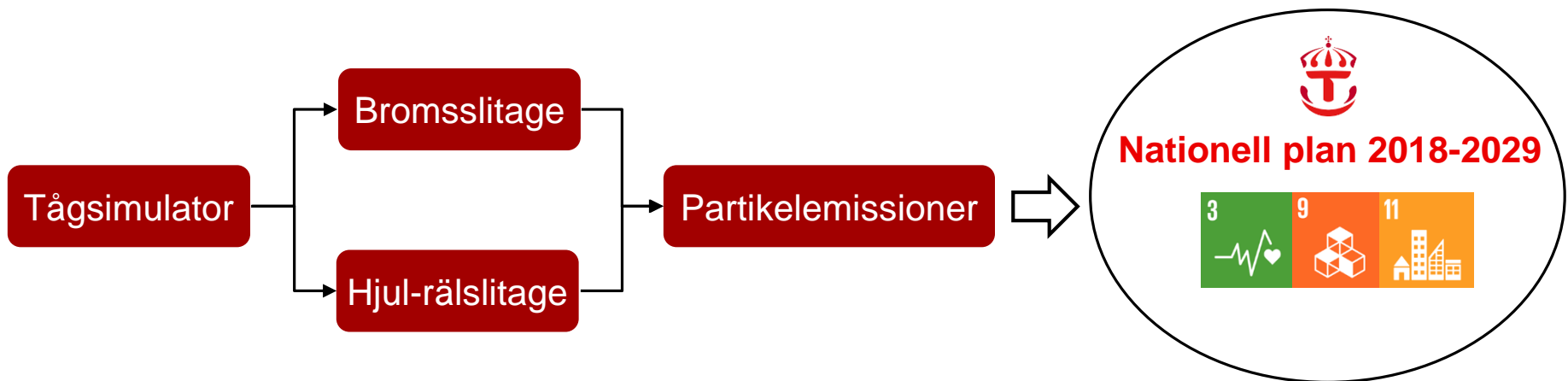
RI
SE

vti



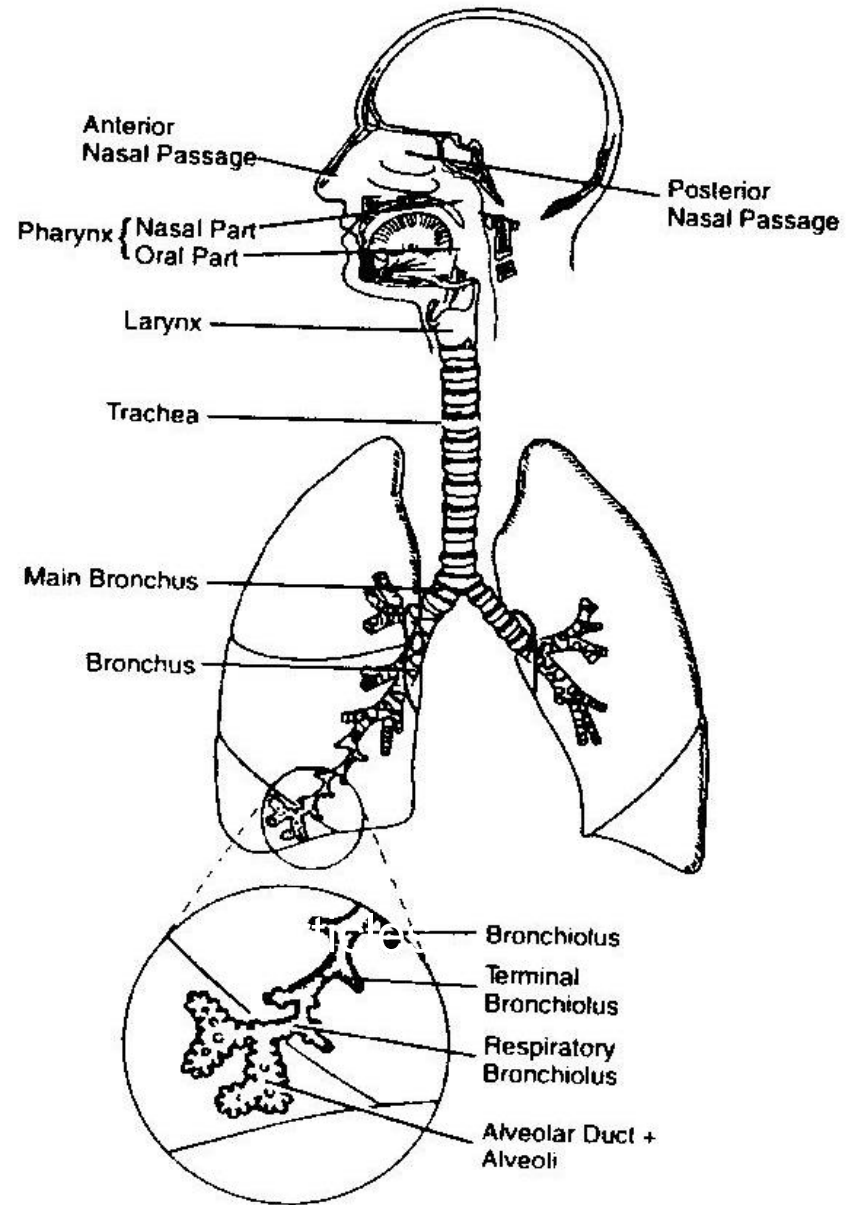
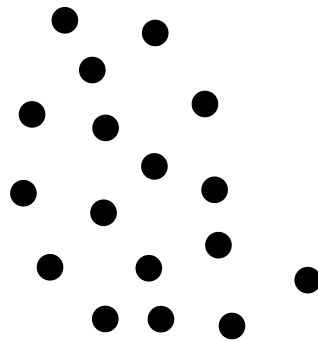
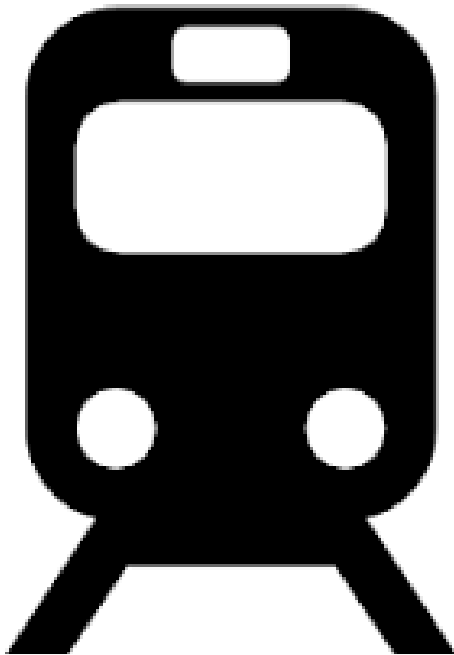
Period

2018-06-18 – 2018-12-18

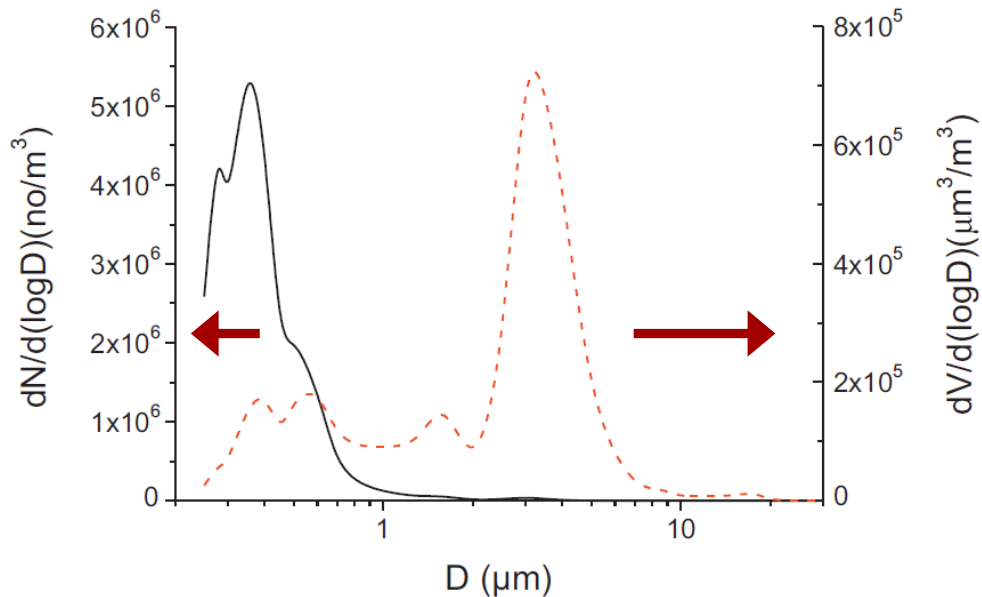


Bakgrund

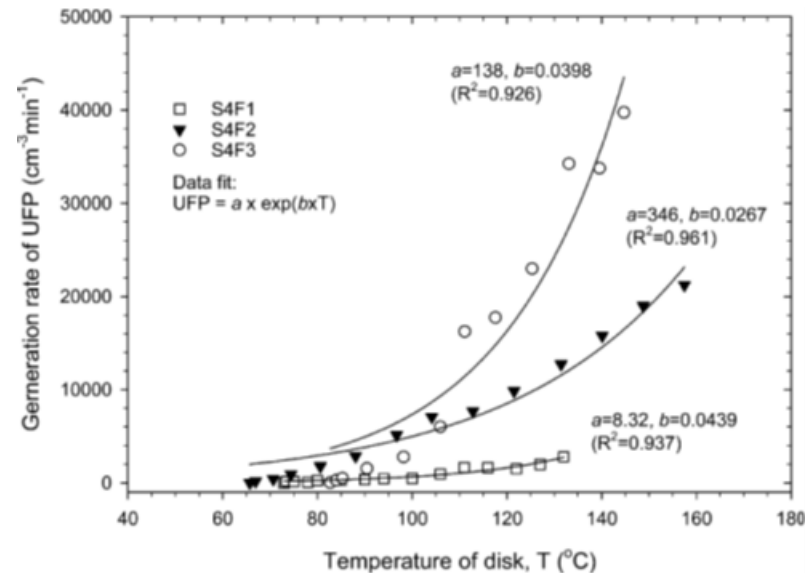
Partikelstorleken bestämmer var i andningsvägarna som partiklar fastnar



Järnvägens partikelutsläpp - Litteraturstudie



[U. Olofsson, Wear, 2011]



[H.G. Namgung, Environmental Science and Technology, 2016]

Partikelstorleksfördelningen beror av:

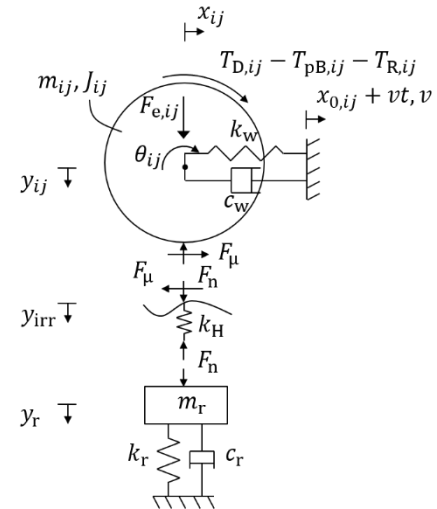
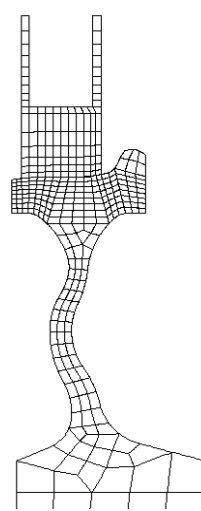
- Material, temperatur, anläggningsstryck, glidhastighet, miljöparametrar

Ny funktionalitet hos godstågssimulatore

Tågsimulatorn

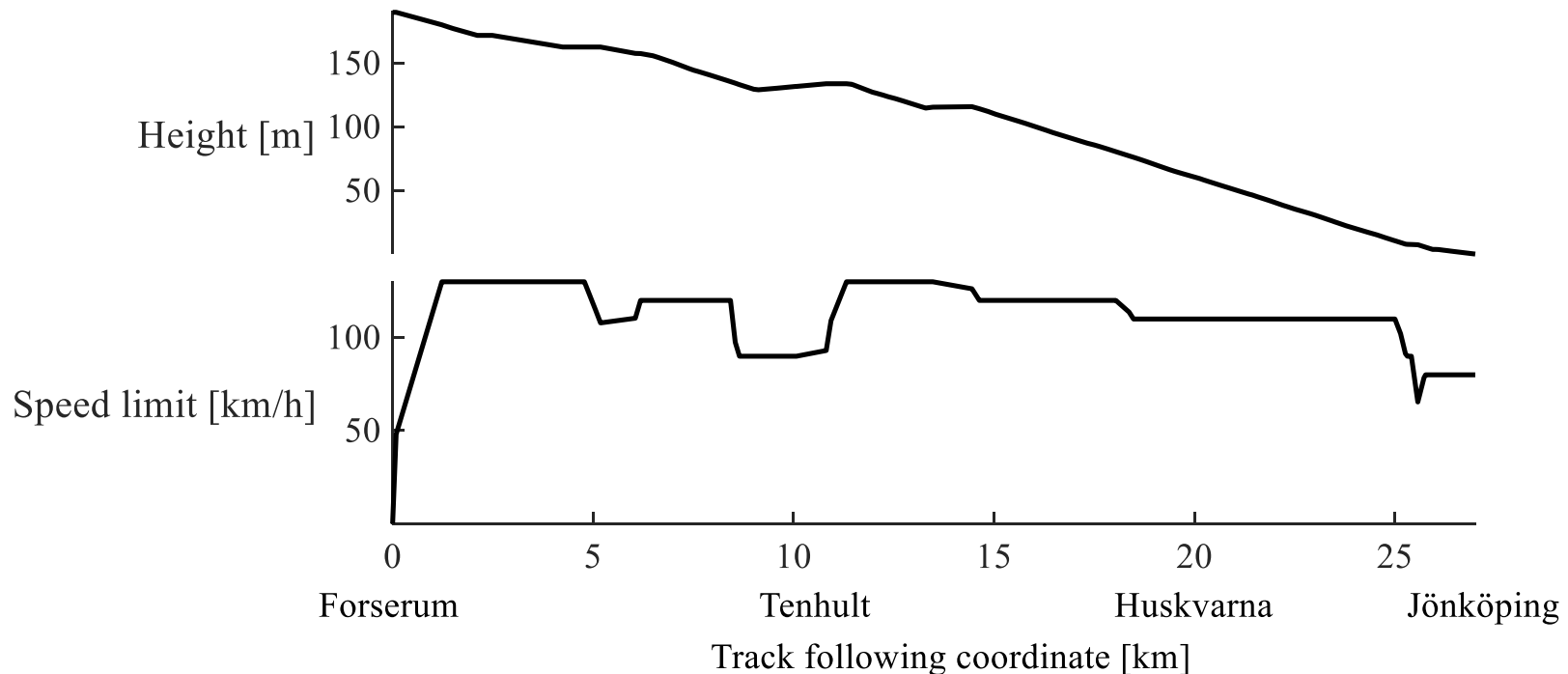


Slitagemodellering



Nötningsmodell: $w = K \frac{T\gamma}{A}$

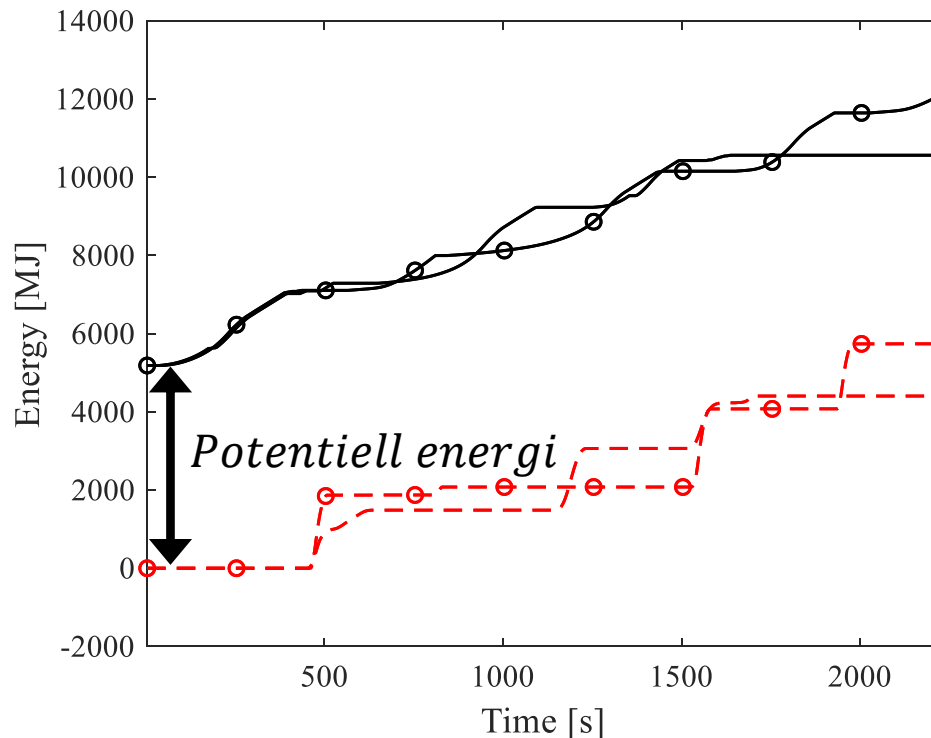
Demonstration för sträckan: Forserum – Tenhult – Huskvarna - Jönköping



- Ungefär hälften av den totala spårsträckan tillhör kurvor med radier mindre än 1500 m
- Ungefär en tredjedel av den totala spårsträckan är rakspår

Energibetraktelse – jämförelse mellan normal och ATC-körning

Traxx (82 t) samt 30 vagnar (90 t)



— : Drivning Norm
—○— : Drivning ATC
- - - : Bromsning Norm
-○- - : Bromsning ATC

Energiförluster pga:

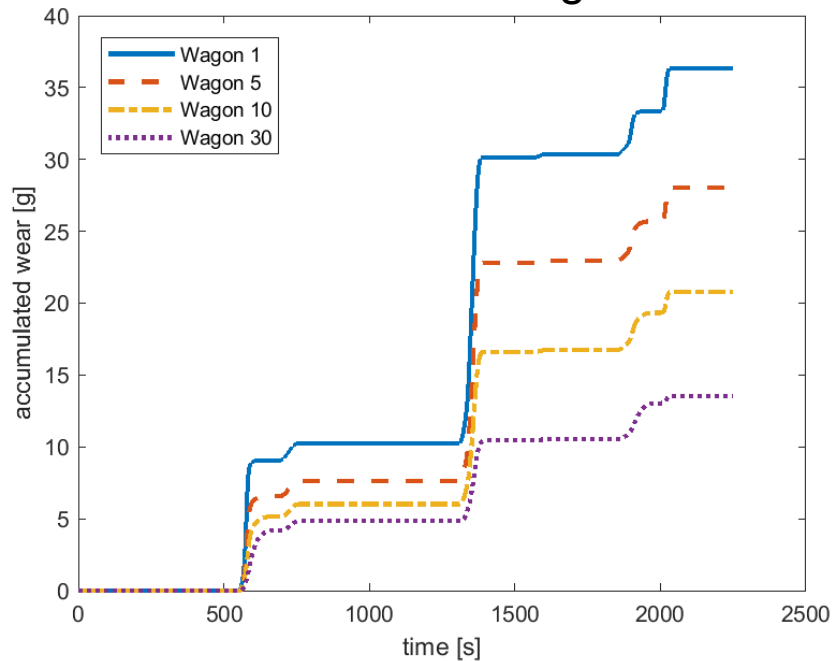
- Rullmotstånd
- Luftmotstånd
- Kurvtagning
- Glidning i hjul-rätkontakt
- etc....

- Energiförlusten i hjul-rätkontakten är 51 % större för ATC jämfört med normal körning
- Massan bortnött material är 38 % större för ATC jämfört med normal körning

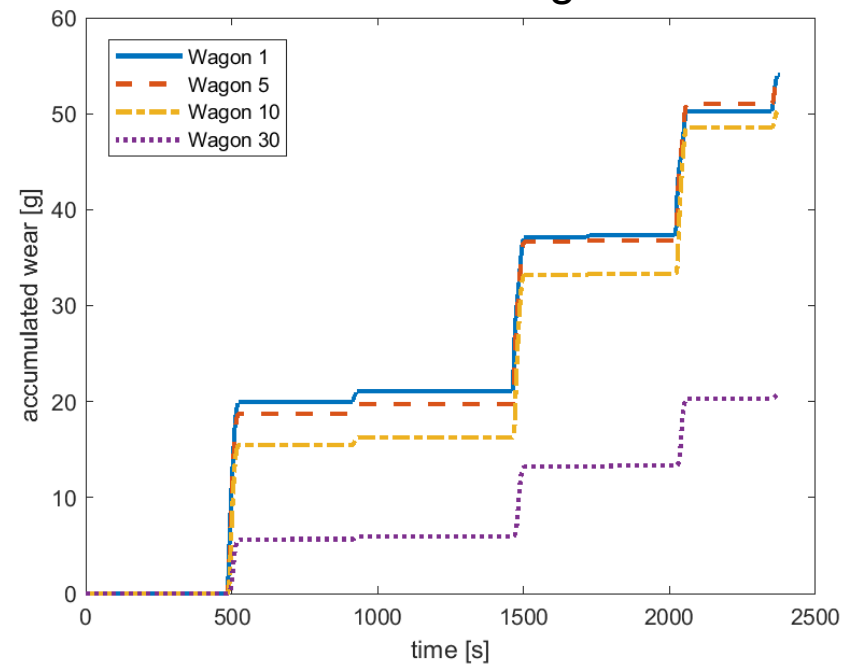
Slitage hos bromsblock – jämförelse mellan normal och ATC-körning

Traxx (82 t) samt 30 vagnar (90 t)

Normal körning

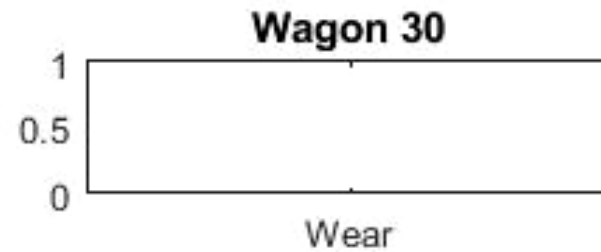
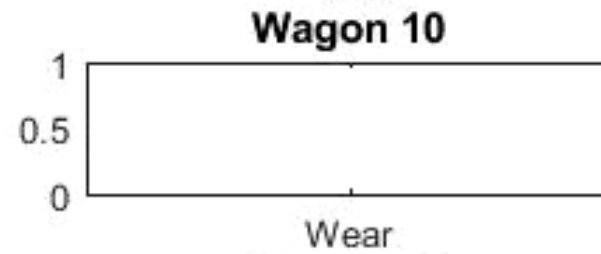
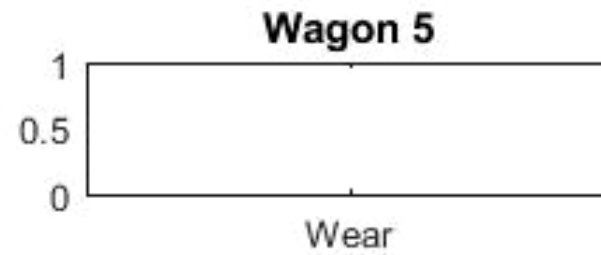
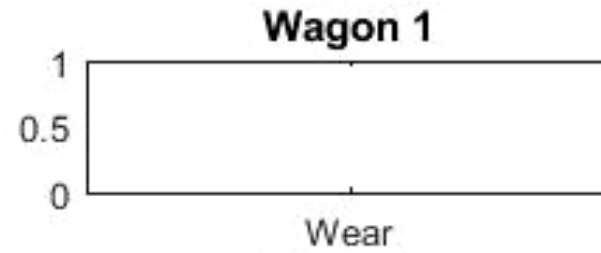
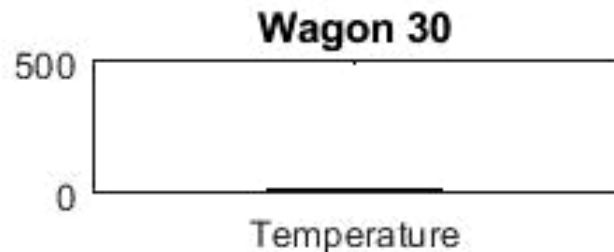
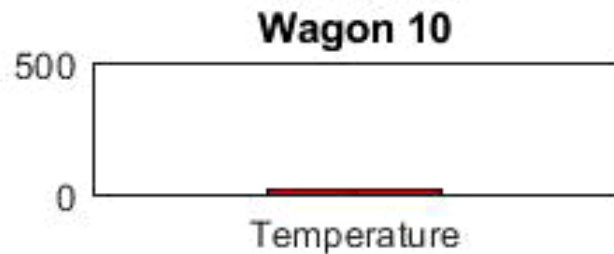
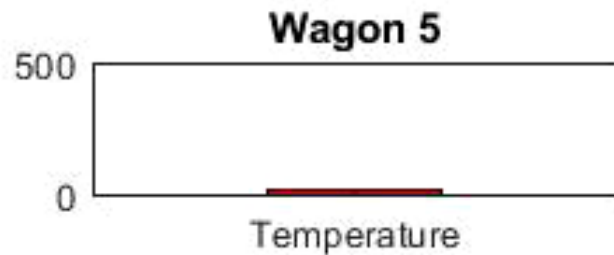
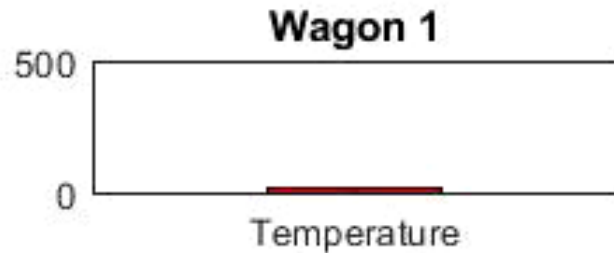


ATC-körning

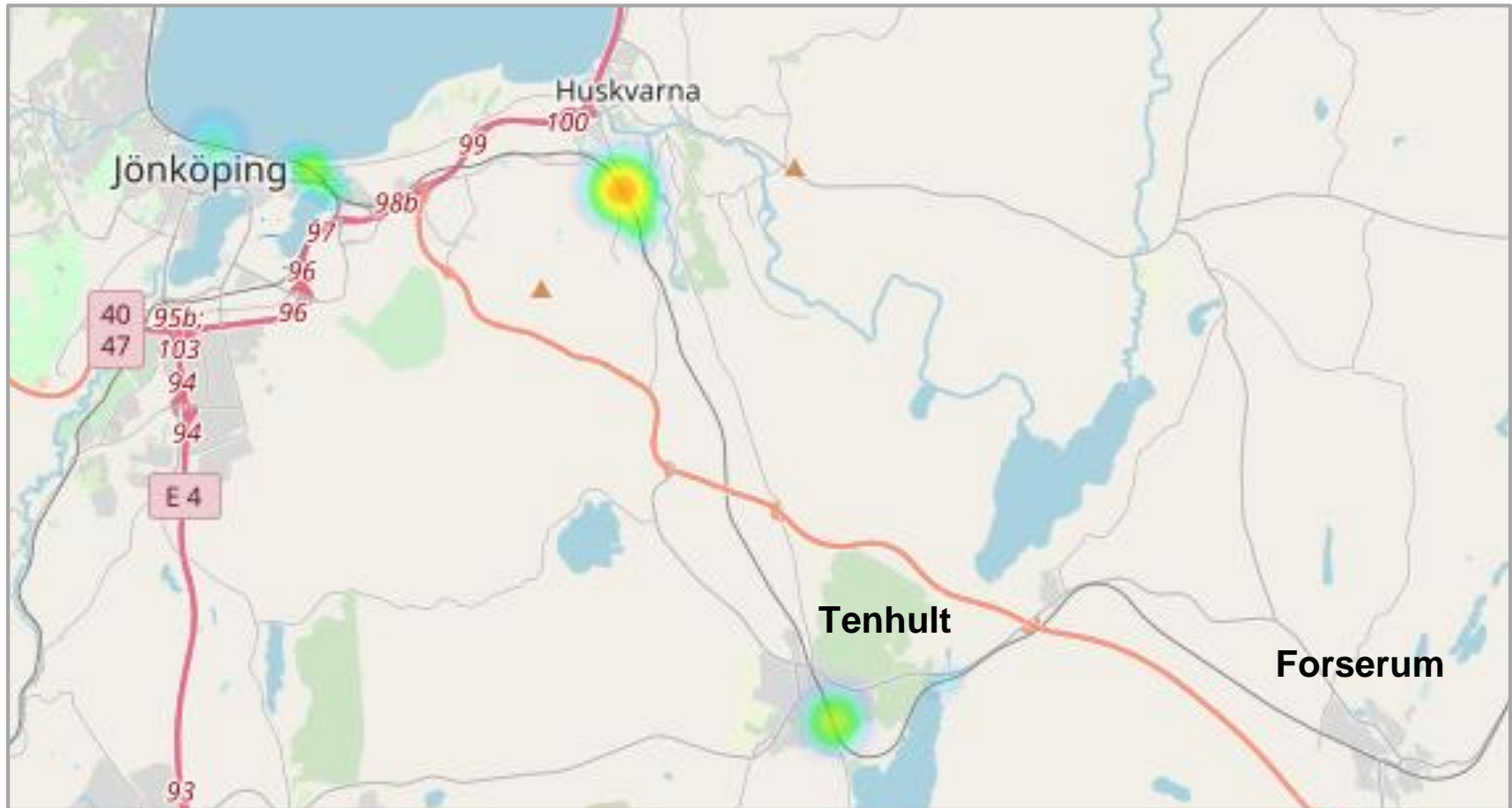


- Energiförlusten från bromsningen är 32 % större för ATC jämfört med normal körning

Slitage och temperatur hos bromsblock vid normal körning



Simuleringsbaserad partikelutsläppskarta - webbaserad visualisering



<http://172.16.1.172:1234/>

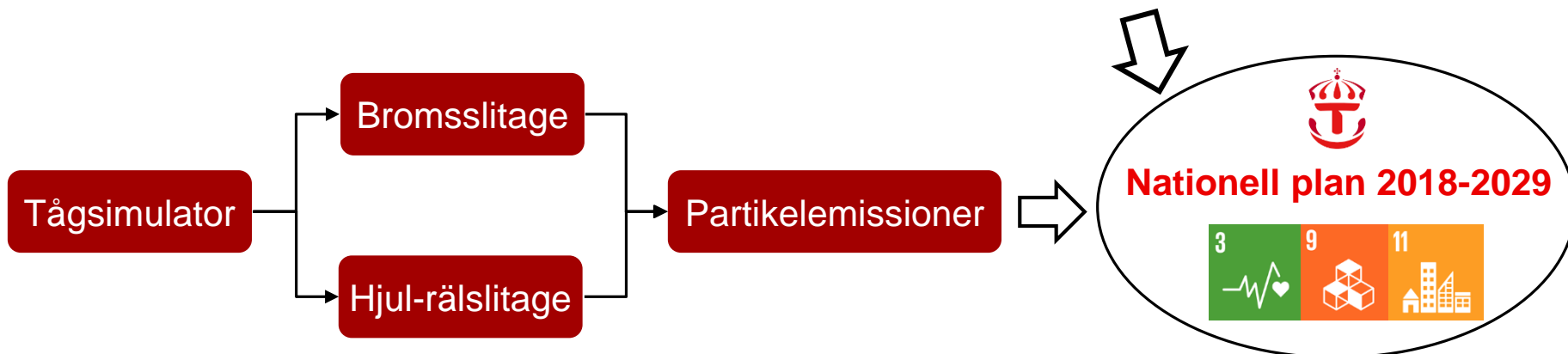
Fortsättning

Modellering: Förfining och nyutveckling

Mätning: Verifiering, data från fält och bromsrigg

Forskningsfrågor:

- Vilken påverkan har körsättet på partikelutsläppen?
- Hur ska riktlinjer vid banprojektering utformas för att minska partikelemissionerna?
- ...



Slutsatser

- En procedur som möjliggör att koppla tågsimulatorn med matematiska modeller för beräkning av slitaget orsakat vid blockbromsning och i hjul-rälkontakten har utvecklats
- Funktionaliteten hos simuleringsmetoden har demonstrerats för sträckan mellan Forserum och Jönköping
- Preliminära resultat indikerar att förarbeteendet har en inverkan på det genererade slitaget
- En litteraturstudie har genomförts för att förbereda utvecklingen av en modell för prediktion av järnvägens partikelutsläpp

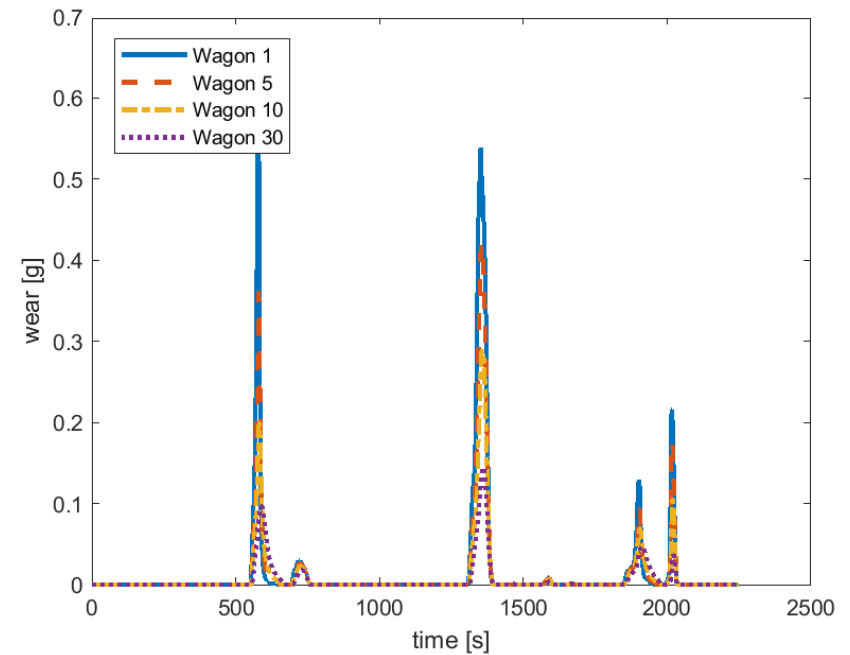
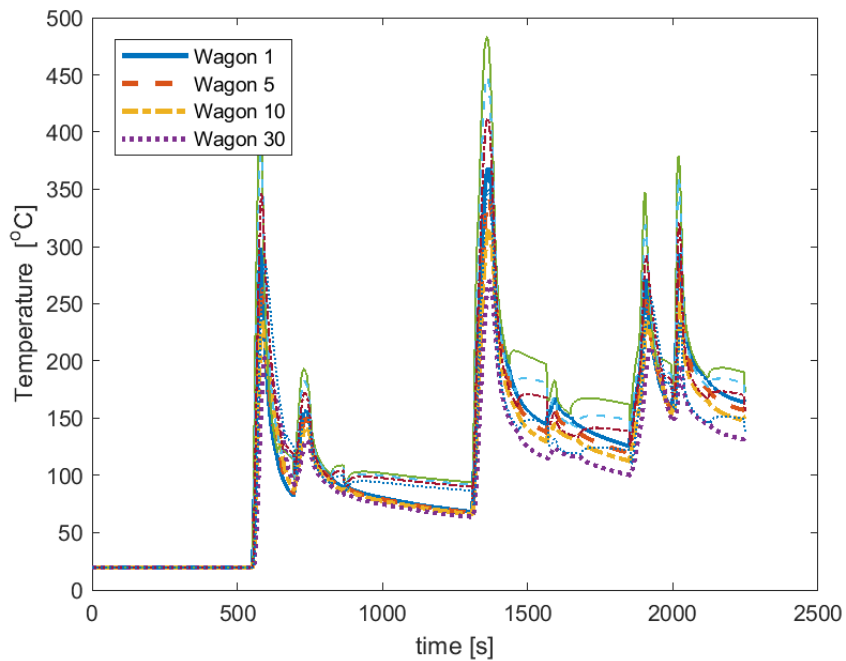
Extra slides

Litteraturstudie – Partikelutsläpp

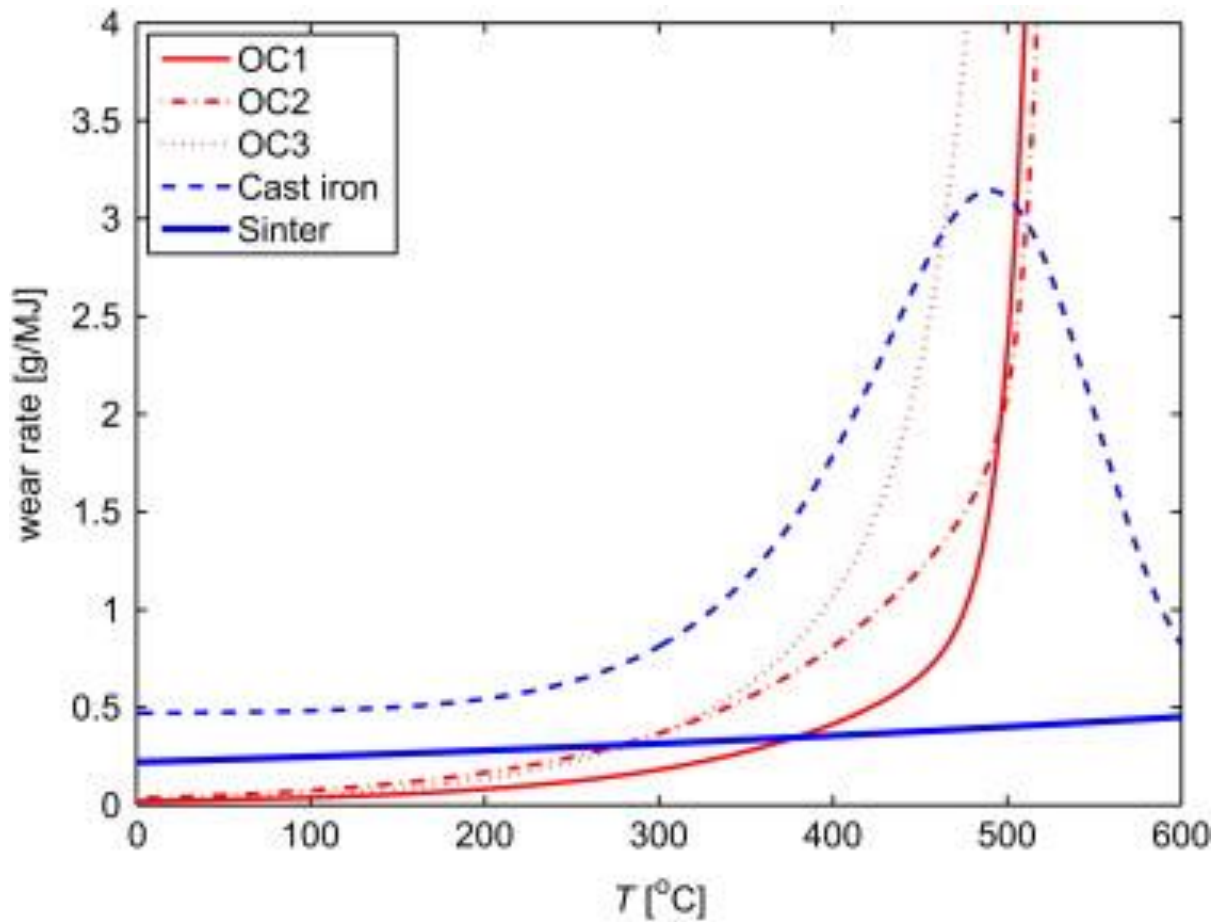
- Från slitagemodellen har vi temperatur och mängden slitage
- Från litteraturen uppskattar vi fyra moder:
 - 20 nm, 200 nm, 2 μm och 20 μm
- Antaganden:
 - 20 nm emitteras endast då temperaturen överstiger 50°C, och ökar därefter
 - 200 nm emitteras alltid i samma antal som 2 μm , och ökar med temperaturen
 - 2 μm utgör 90% av slitagemassan
 - 20 μm utgör 10% av slitagemassan
- Jämförelser med publicerade emissionsfaktorer

Slitage och temperatur hos bromsblock vid normal körning

Traxx (82 t) samt 30 vagnar (90 t)



Bakgrund



[T. Vernersson et al., Proc. EuroBrake, 2012]