

Metoddagen 6 Februari 2025

Större neddelare för ballastprov

– Utveckling med stöd av DEM modellering

Dr. Johannes Quist

Projektdeltagare

Skanska: Jan Englund, Edo Sijaric, Martin Blohm, Lars Stenlid

FCC: Johannes Quist, Negar Sani

SBUF Projekt: 14167

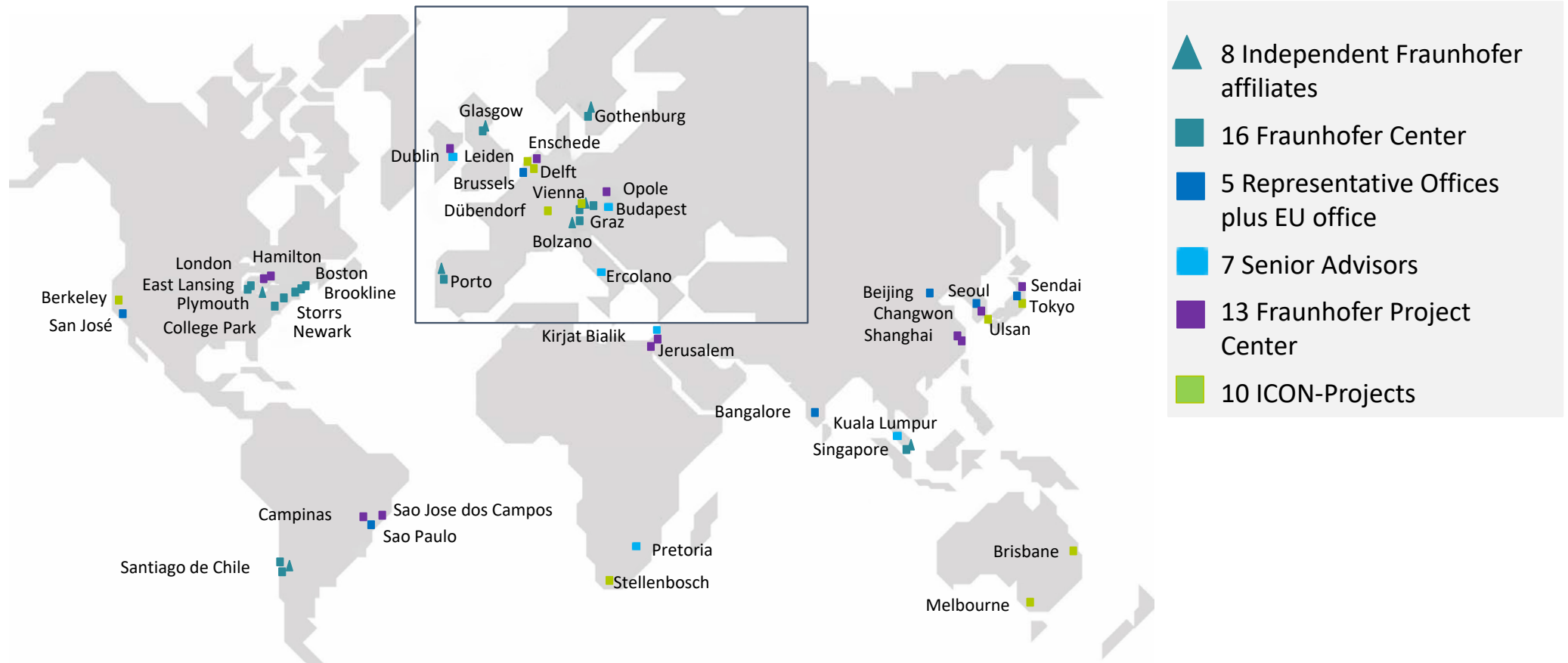


FRAUNHOFER CHALMERS
RESEARCH CENTRE FOR INDUSTRIAL MATHEMATICS

Innehåll

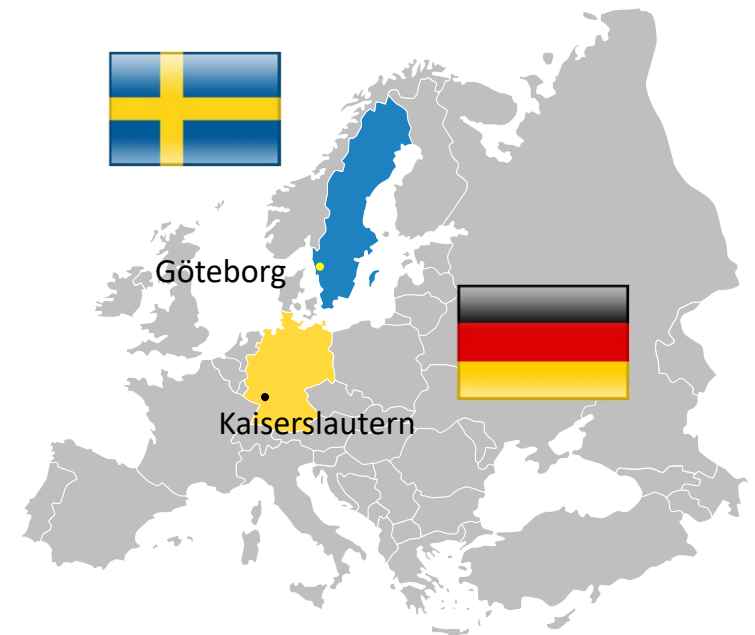
- Kort om Fraunhofer-Chalmers Centre och DEM modellering
- Bakgrund
- Metod & angrepp
- Resultat – simuleringsiterationer
- Resultat – fysisk prototyp i labb-skala
- Slutsatser

Fraunhofer-Gesellschaft Worldwide



FCC was started in 2001

- A non-profit business making foundation
- To promote the use of mathematics in industrial applications
- Joint venture between Fraunhofer and Chalmers
- Tight connection to the partner Fraunhofer Institute for Industrial Mathematics ITWM in Kaiserslautern



Geometry and Motion Planning



The department develops simulation technology for automatic path-planning and line-balancing, sealing, virtual paint, flexible materials, metrology, and intelligently moving manikins.

Computational Engineering and Design



The department develops innovative and user-friendly methods, algorithms and software for virtual product and process development that offer unique possibilities for simulation and optimization of industrial multiphysics applications.

Systems and Data Analysis



The department offers competence in dynamical systems modeling, pharmacometrics, systems biology and electrophysiology, machine learning, AI, and big data analytics.



FRAUNHOFER CHALMERS
RESEARCH CENTRE FOR INDUSTRIAL MATHEMATICS

Computational Engineering and Design

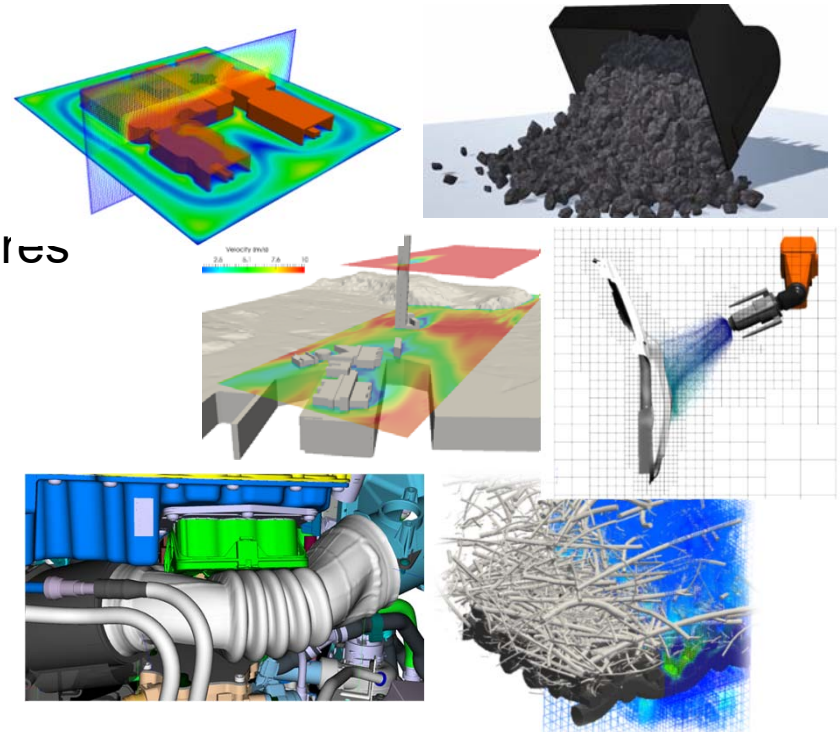
Multiphysics simulation and optimization of products and processes emphasizing mathematical modeling, numerical methods, algorithmic design and innovative software

Application areas

- Complex flows
- Structural mechanics
- Electromagnetics
- **Particle simulations**
- Multiphysics simulations
 - Fluid-EM coupling
 - Fluid-heat transfer coupling
 - Fluid-structure interaction

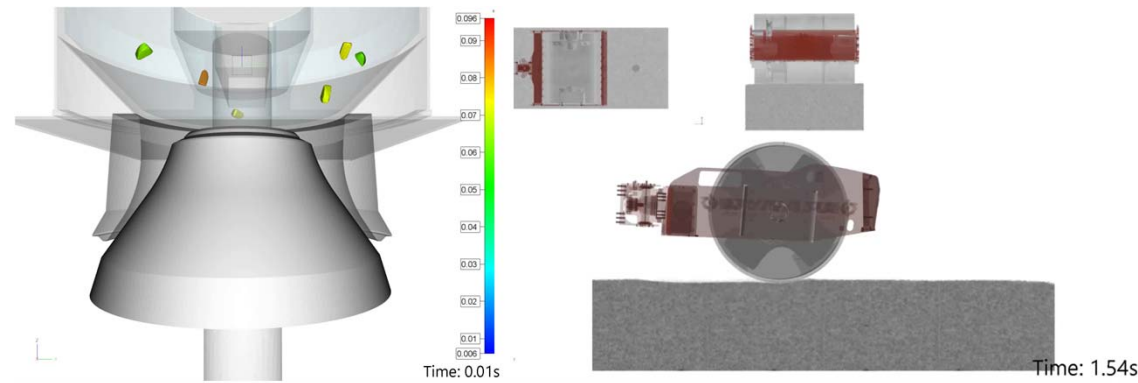
Software tools

- IPS IBOFlow®
- IPS Flexible Structures
- IPS Virtual Paint
- IPS Edge Wicking
- IPS Paper Forming
- IPS Jetting
- IPS Demify®



Diskret Element Metod

- Numerisk metod för simulering av partikulära material
- Mjukvaran Demify® initierad vid FCC och nu utvecklad av IPS Particle Technology AB
- Forsknings-plattform och kommersiell lösning för industriell tillämpning av DEM



FRAUNHOFER CHALMERS
RESEARCH CENTRE FOR INDUSTRIAL MATHEMATICS

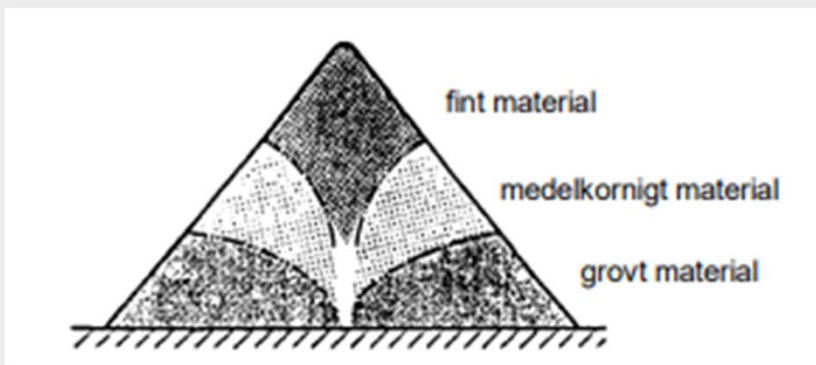
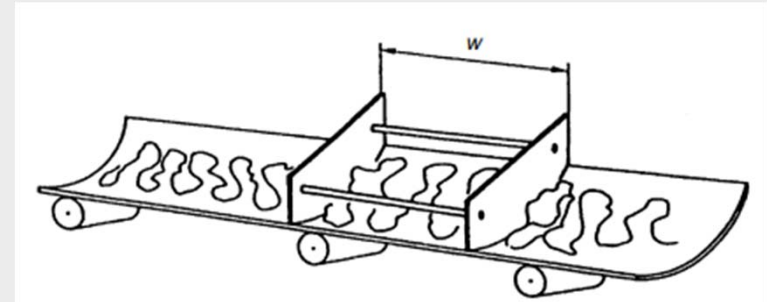
Projekt | Större neddelare för ballastprov

Bakgrund

- Viktigt att kunna styra produktion av krossprodukter genom provtagning
- Det prov som tas ut måste representera den produkt som har producerats
- Behov av att kunna ta ut prov utan separationer och på ett säkert sätt

Provtagning i dagsläget

- Provtagning på band
 - I viss mån personberoende
 - Provet omfattar ett kort tidsintervall av produktionen
- Provtagning i upplagshög/provtagningsyta
 - risk för separation i upplagshög
 - kräver homogenisering – merarbete och risk för separering - personberoende
 - Uttagning av representativt prov är personberoende



SKANSKA



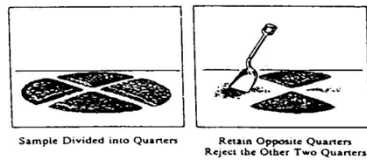
Mål

- Målet är att ta fram en metod och prototyp för att kunna utföra en neddelning med en neddelare direkt vid krossanläggningen från ett större produktionsprov till ett analysprov utan att separationer sker samt att detta kan utföras på ett säkert sätt.
- Slutmålet (ej i detta projekt) är att en prototyp av en fullskalig neddelare tas fram genom att först gå vägen om en digital modell för simulering och sedan bygga fysisk fullskalig komplett prototyp. Arbetet planeras ske etappvis i olika delprojekt som bygger på varandra.

Plan för genomförande

- Etapp 1 utförs i det aktuella projektet och delas in i två deletapper – a och b
- I etapp 1a byggs digitala modeller av olika neddelarprototyper upp. De digitala modellerna testkörs genom digitala flödessimuleringar
- I etapp 1b verifieras resultaten av flödessimuleringarna genom att bygga fysiska modeller för utvalda delar och testköra med verkligt material
- De mest lovande modellerna väljs ut för etapp 2 i kommande projekt

Förstudie - benchmark

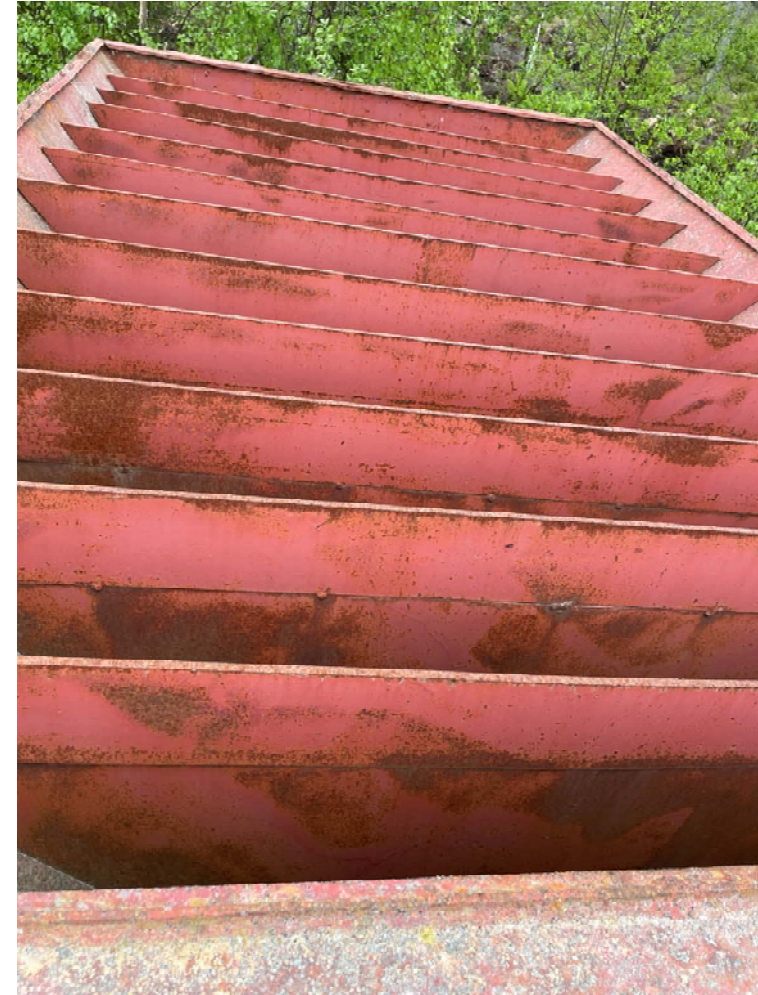


Quartering on a Hard, Clean Level Surface
Figure 2



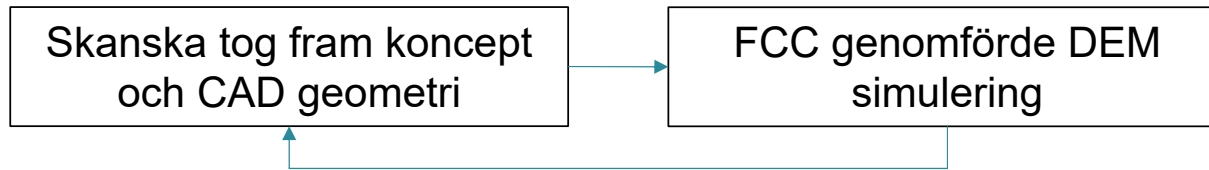
FRAUNHOFER CHALMERS
RESEARCH CENTRE FOR INDUSTRIAL MATHEMATICS

- Äldre neddelare från NCC i Umeå
- Har inte nyttjats på ~20 år

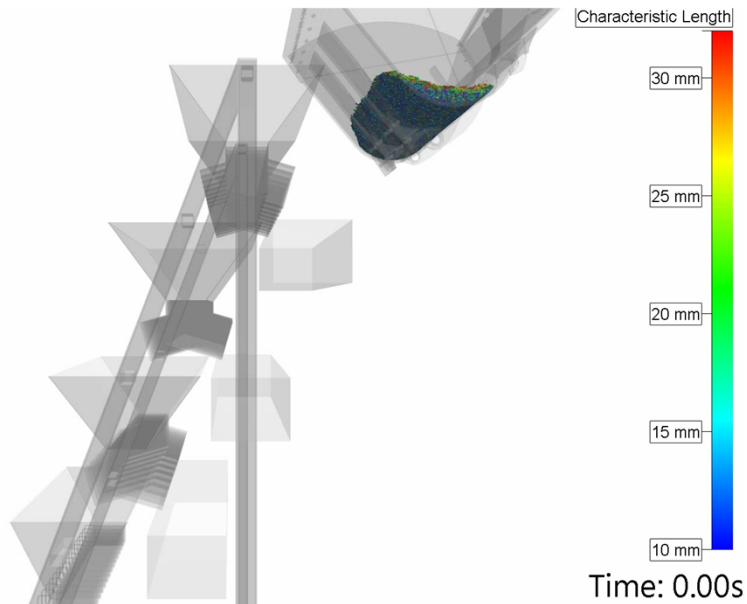


FRAUNHOFER CHALMERS
RESEARCH CENTRE FOR INDUSTRIAL MATHEMATICS

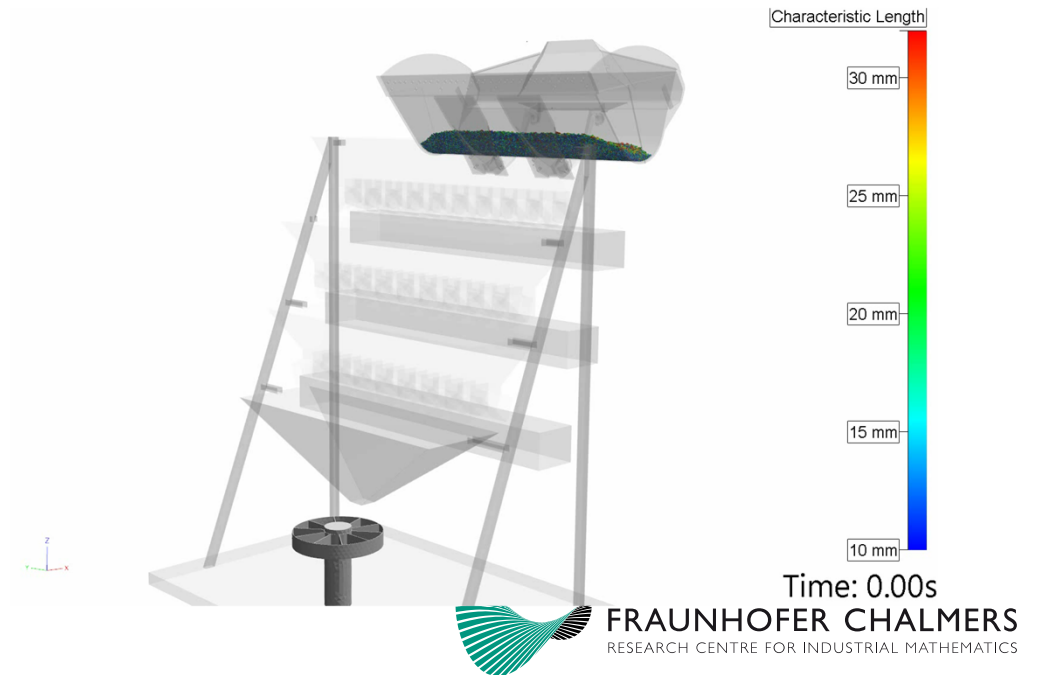
Simulering | Prototyper



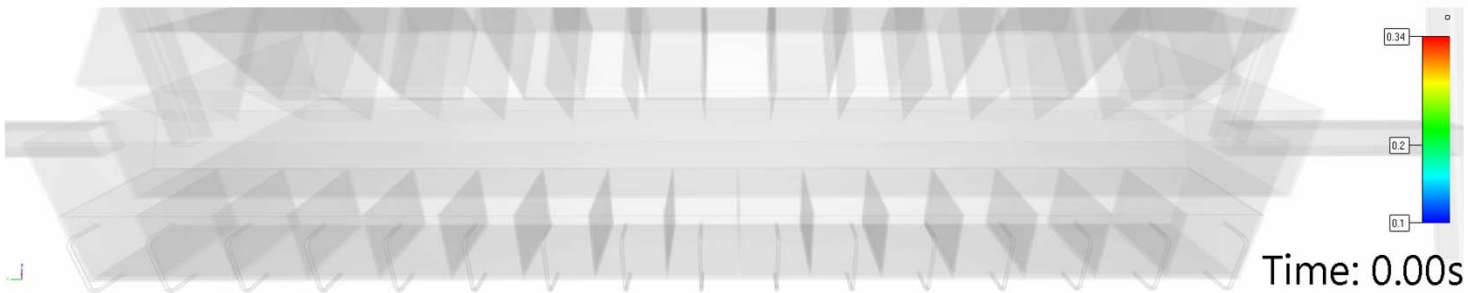
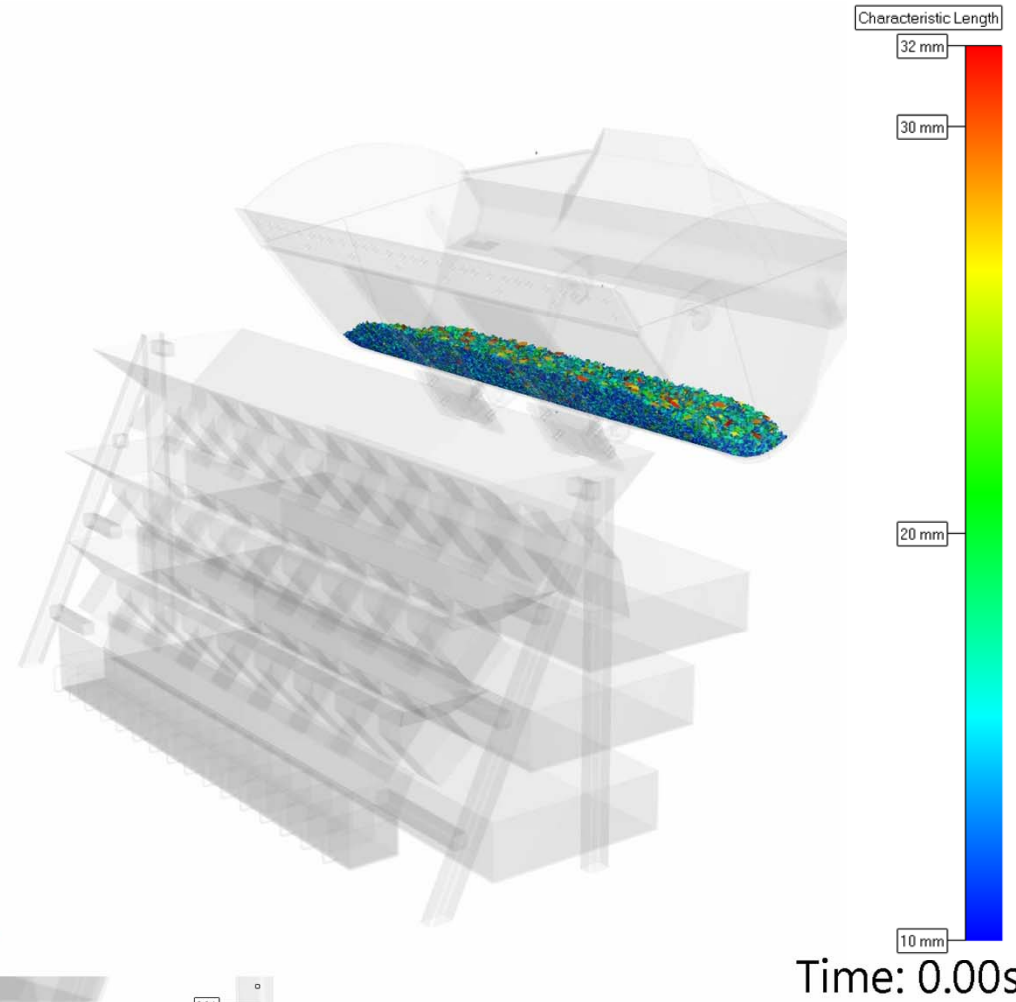
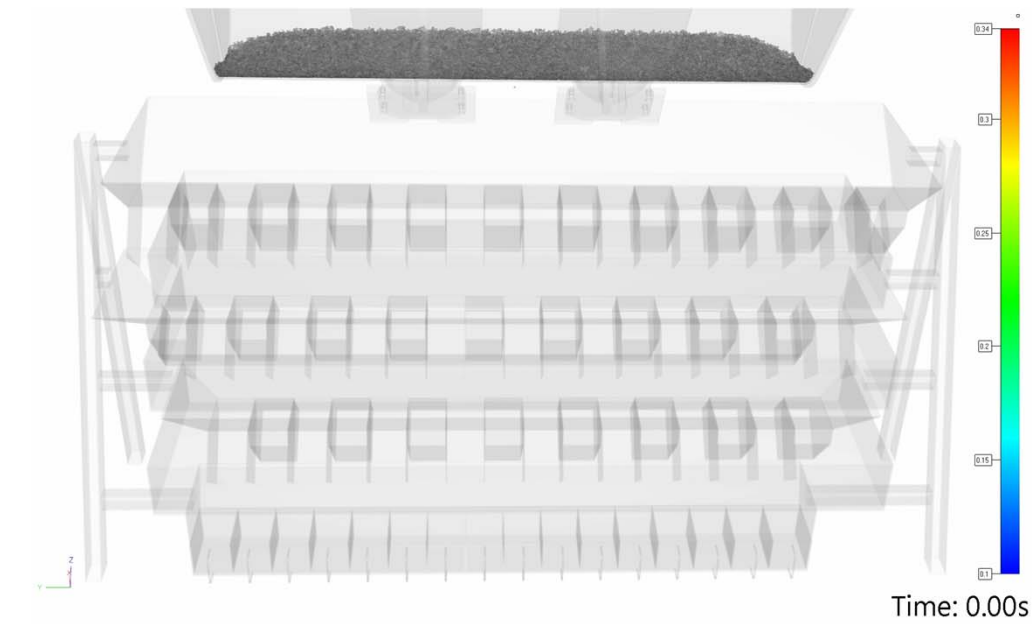
Prototyp 1



Prototyp 3

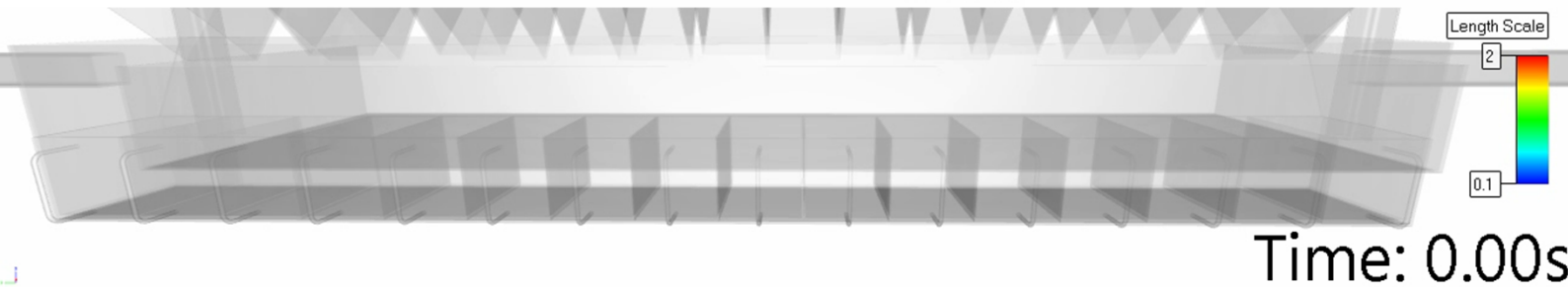
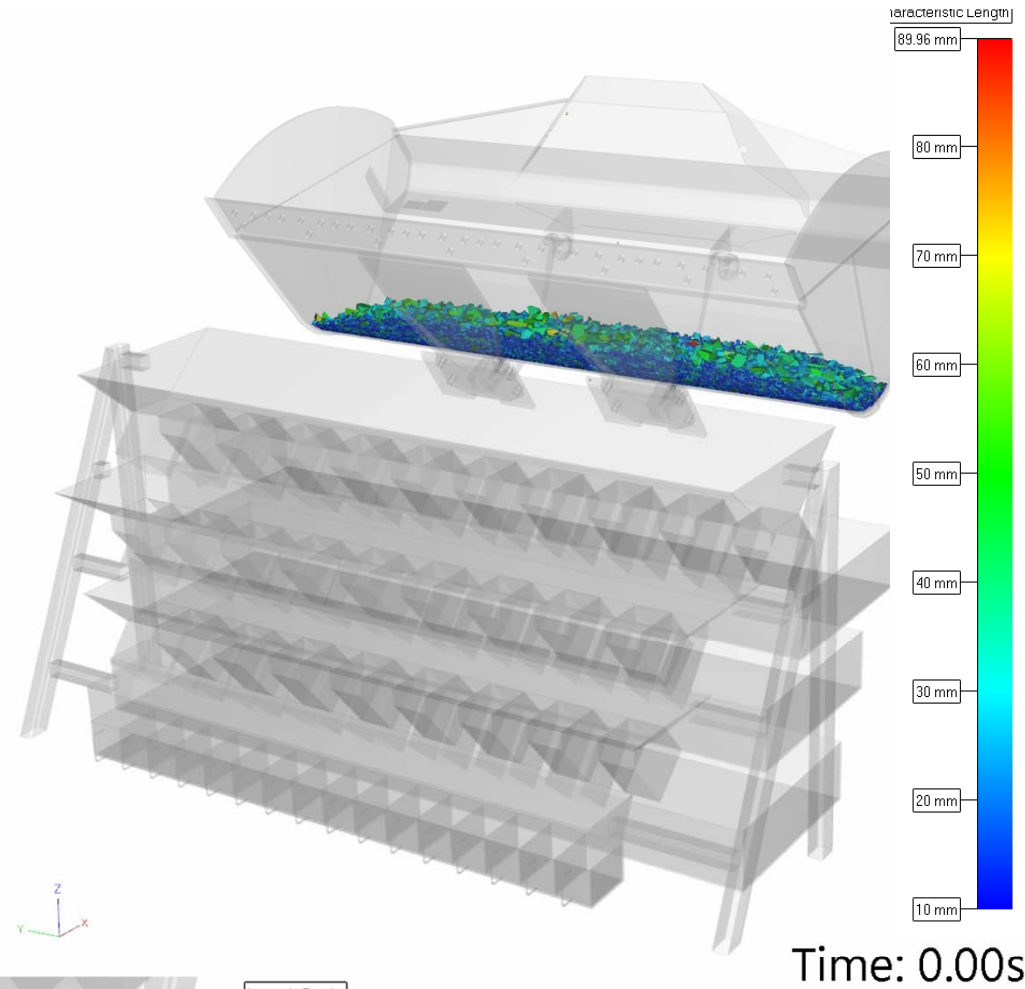
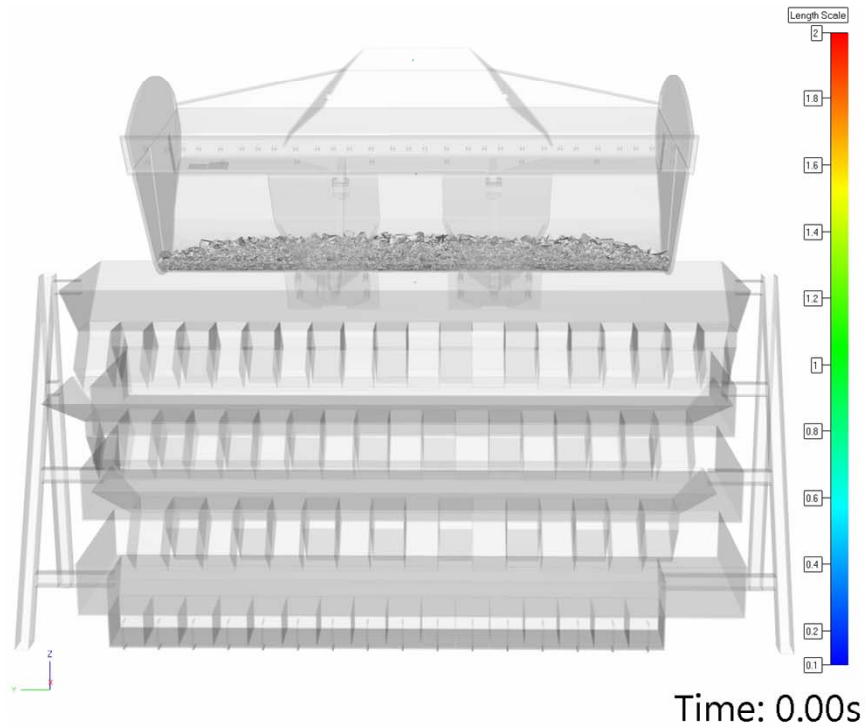


Prototyp 4 – 10-32



FRAUNHOFER CHALMERS
RESEARCH CENTRE FOR INDUSTRIAL MATHEMATICS

Prototyp 4 – 10-90



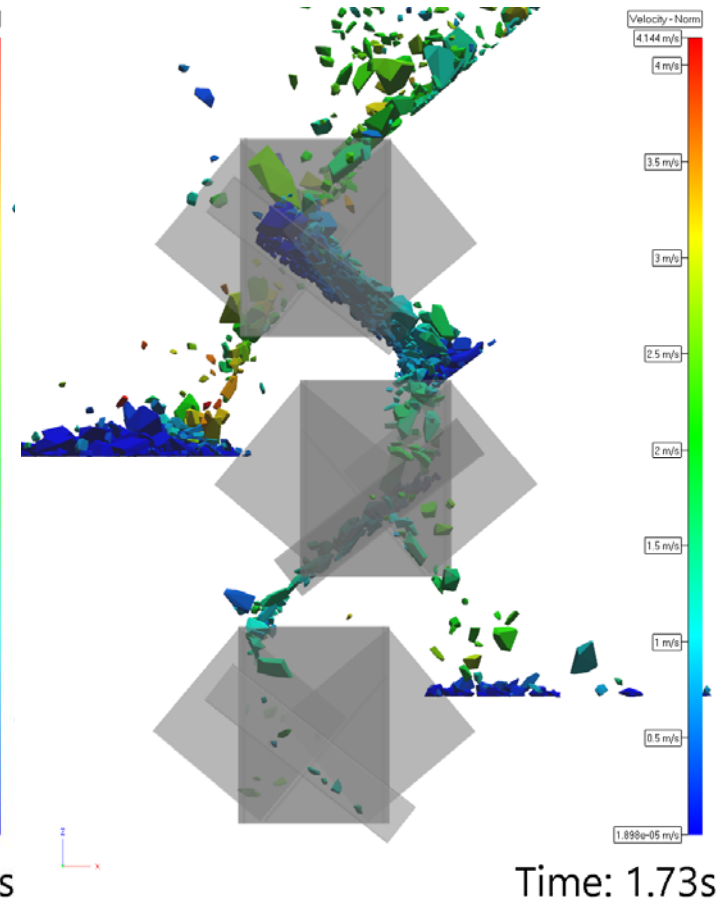
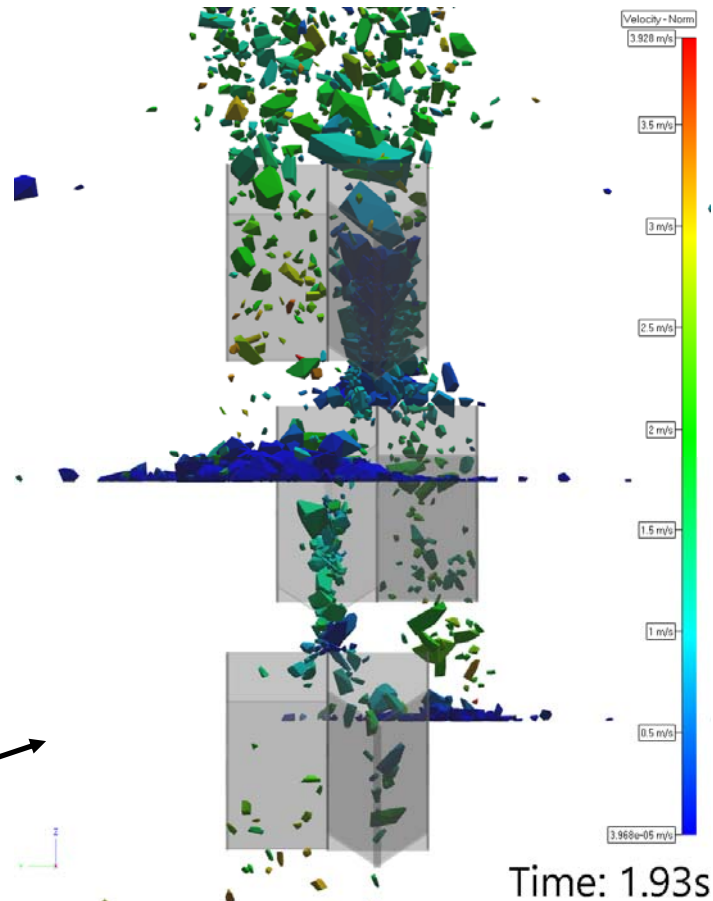
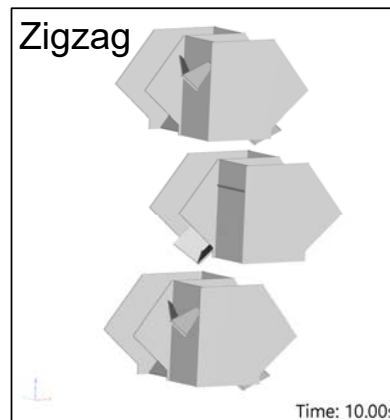
FRAUNHOFER CHALMERS
 RESEARCH CENTRE FOR INDUSTRIAL MATHEMATICS

Test cell analysis:

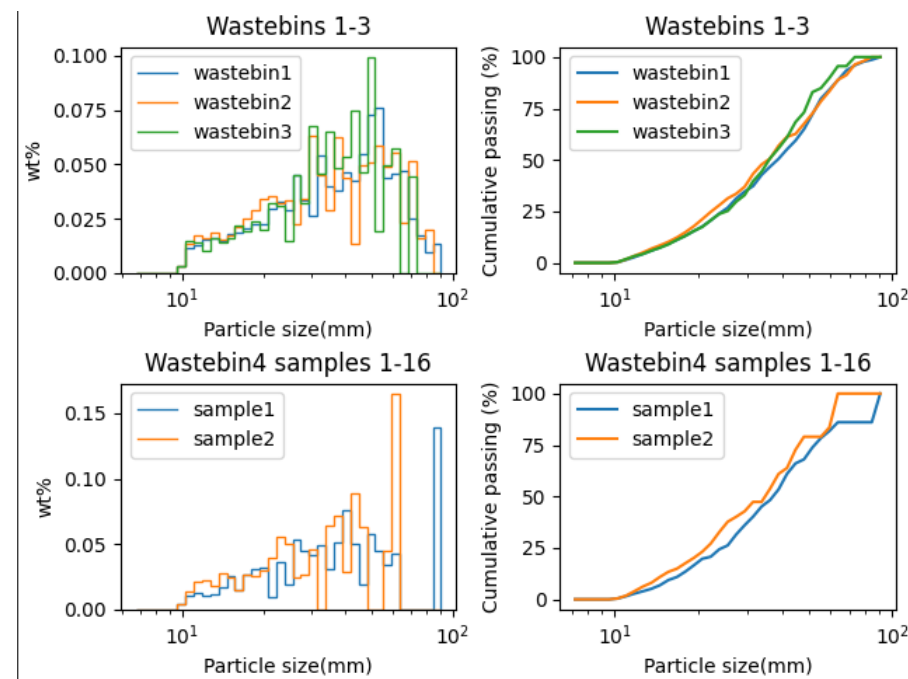
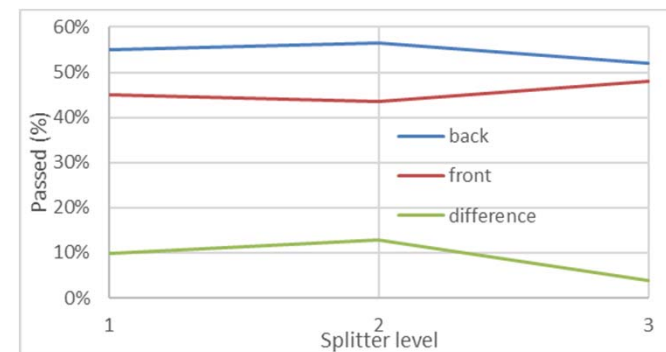
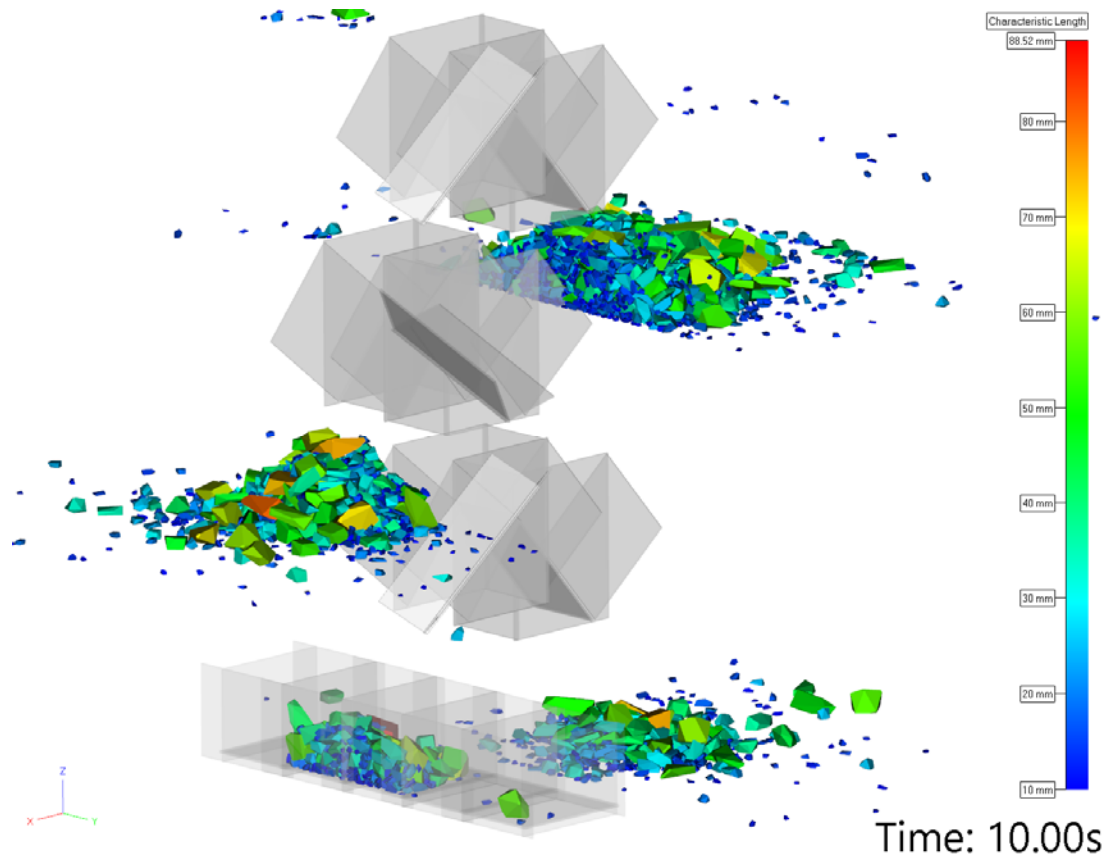
Essentially the splitter is composed of an array of splitters that can be tested alone.

Advantages:

- Faster simulations
- Gives a good overview of the potential problems
- Gives a good estimate of the performance of the whole splitter



FRAUNHOFER CHALMERS
RESEARCH CENTRE FOR INDUSTRIAL MATHEMATICS



Design riktlinjer | Industriell Neddelare

Följande dokument syftar till att sammanfatta de insikter som samlats från simuleringsstudier av de prototyper som utvecklats och studerats hittills i projektet. Dessa insikter beskrivs av ett antal riktlinjer och principer enligt nedan.

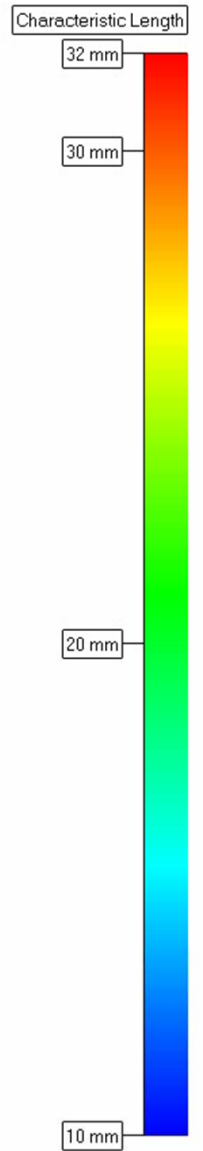
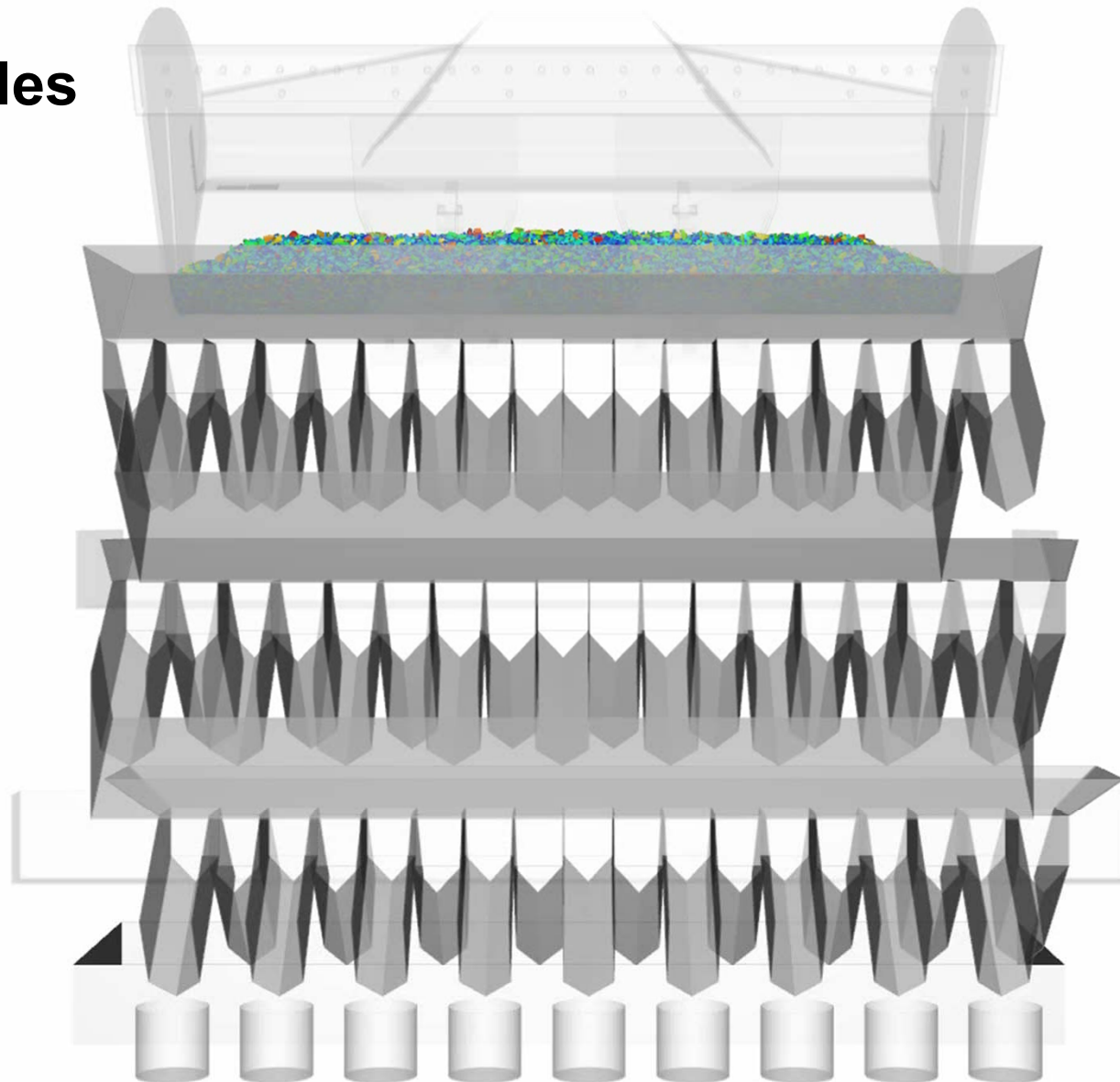
#	Riktlinje	Variabel	Min	Nom.	Max	Enhet
R01	Lutningsvinkel för glidplan delningssektion	x_1		38		[deg]
R02	Lutningsvinkel för V profil i glidplan	x_2		100		[deg]
R03	Bredd för delningssektion	x_3		180		[mm]
R04	Vertikalt avstånd mellan delningssektioner	x_4		246		[mm]
R05	Horisontellt avstånd mellan delningssektioner vid växelvis design	x_5		134		[mm]
R06	Höjd för delningsplåt från glidplanets högsta position	x_6		184		[mm]
R07	Vertikal höjd glidplan	x_7		392		[mm]
P01	Delningssektionerna skall operera med växelvis neddelning till höger och vänster för att bryta partikelströmmens momentum. Detta ger jämnare massfördelning i varje delningssektion samt i slutliga provlådor.					
P02	Varje delningssteg skall ha EN (1) ytterligare delningssektion än föregående delningssteg. Detta säkerställer att varje partikelström delas 50/50 och inte felaktigt slås samman.					
P03	Slutligt prov samlas förslagsvis upp direkt i provhinkar med passande utlopp från sista delningssteget.					
P04	Ytan där provhinkar placeras behöver vara enkel att rengöra med tryckluft eller borste.					
P05	Förslagsvis konstrueras varje delningssektion modulärt och skruvas ihop					

Notera att parametrarna till vänster eventuellt ger ett "överbestämt system". Dessa skall ses som guidande dimensioner inför nästa design-iteration.

Nominella mått är angivna utifrån senaste simuleringen benämnd Design 2 senare i presentationen. Denna

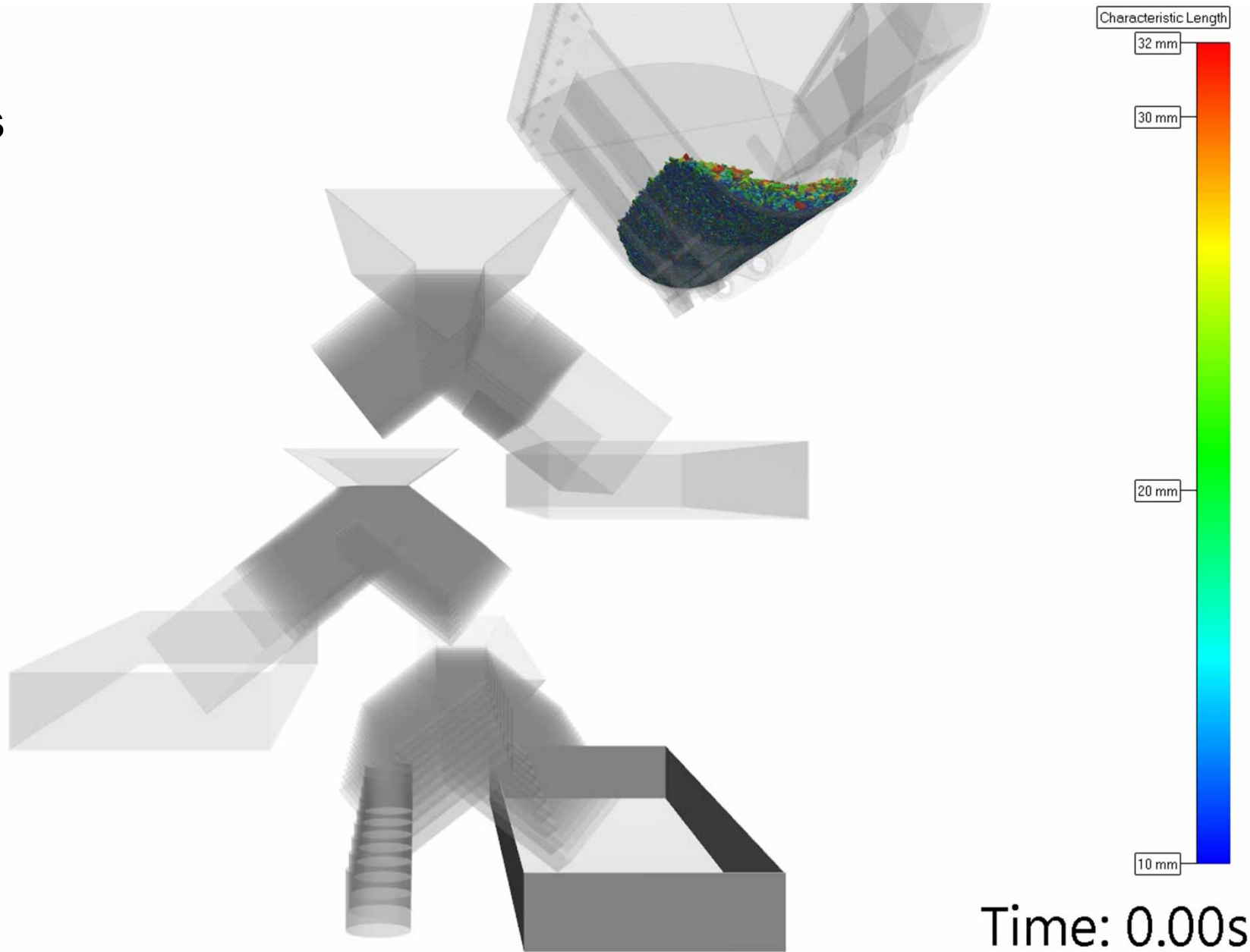
Parametrar till vänster är schematiskt illustrerade i diagram på nästa sida.

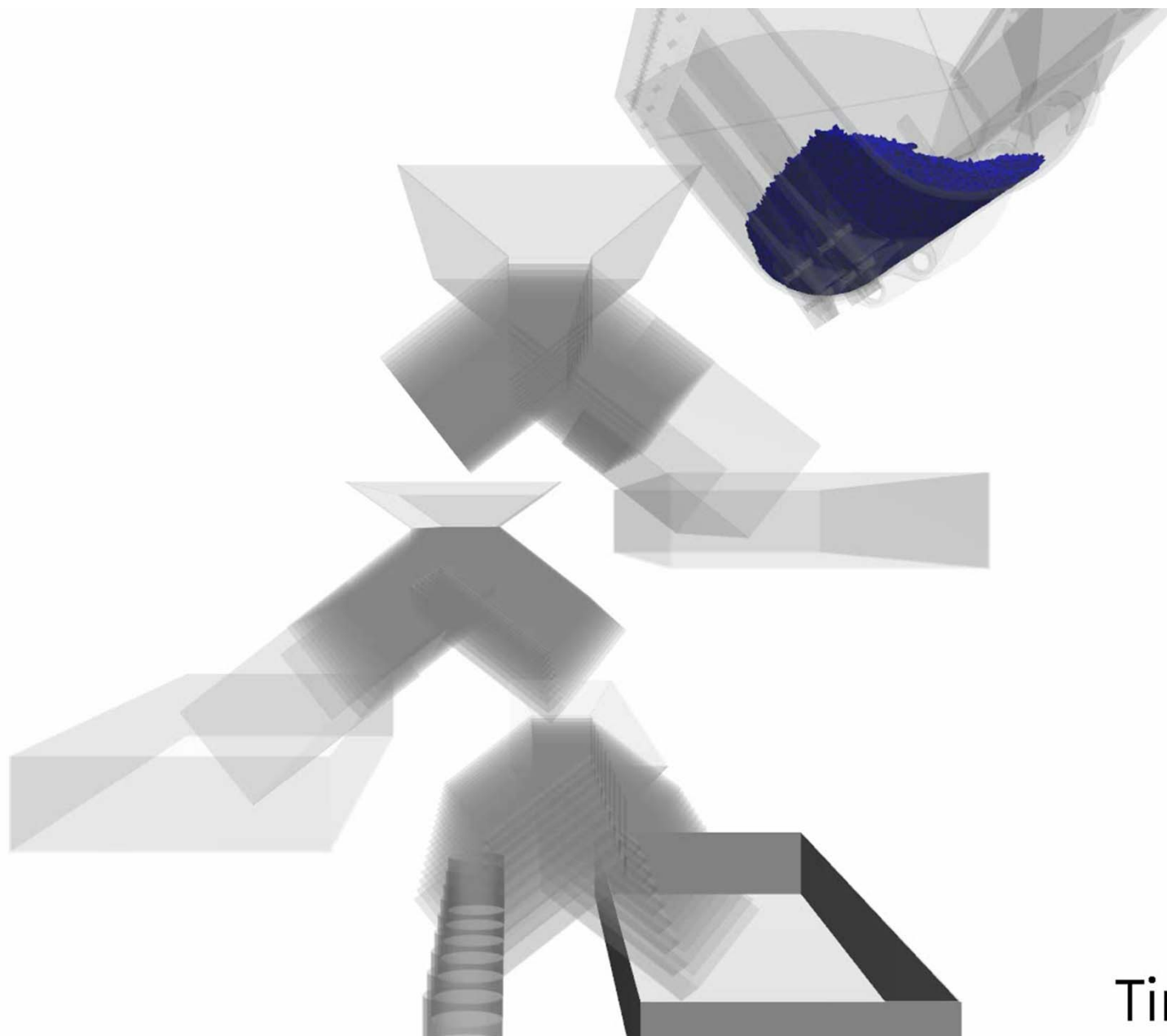
Prototype 5 10-32mm samples



Time: 0.00s

Prototype 5 10-32mm samples





Velocity - Norm

4 m/s

3 m/s

2 m/s

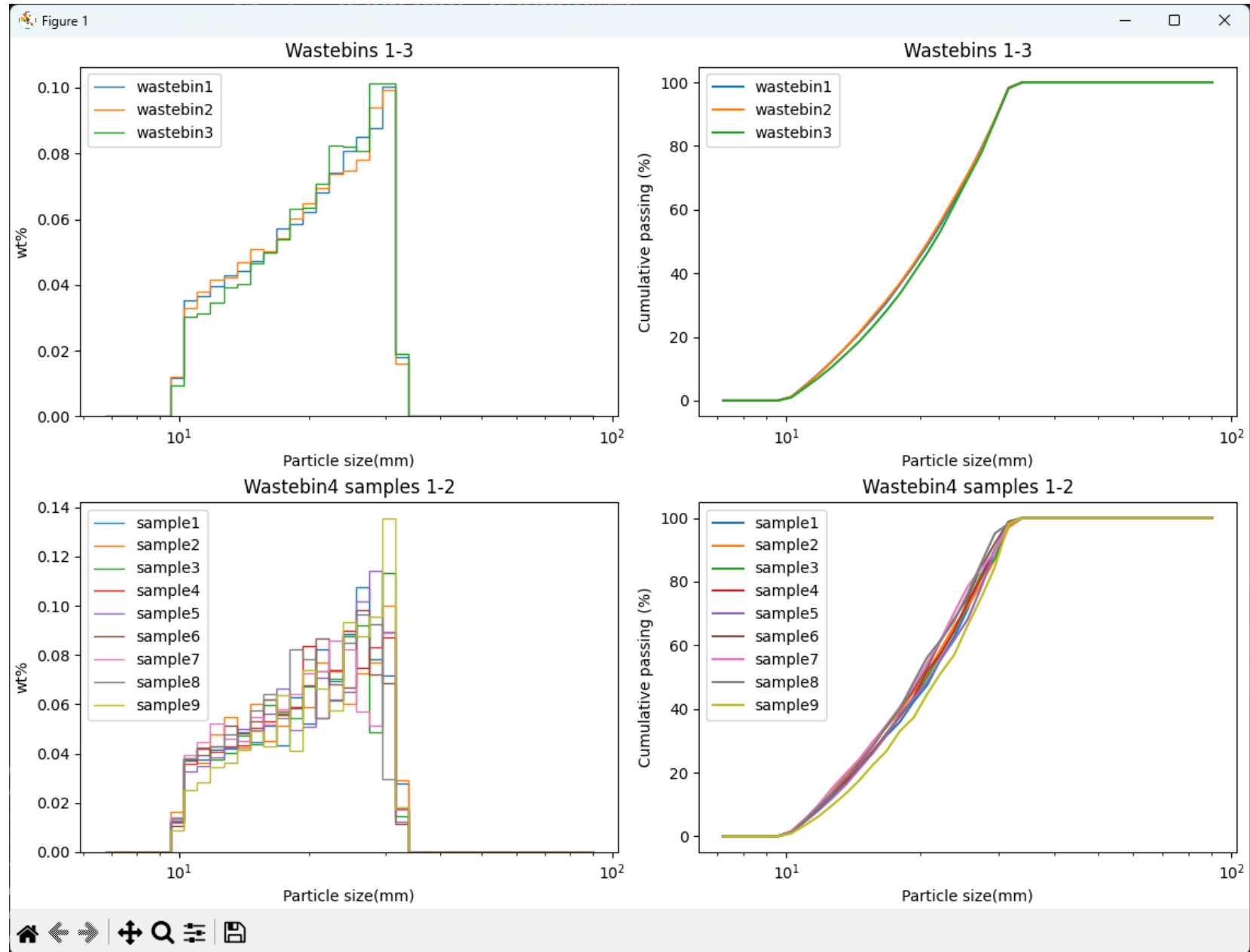
1 m/s

0 m/s

z
x

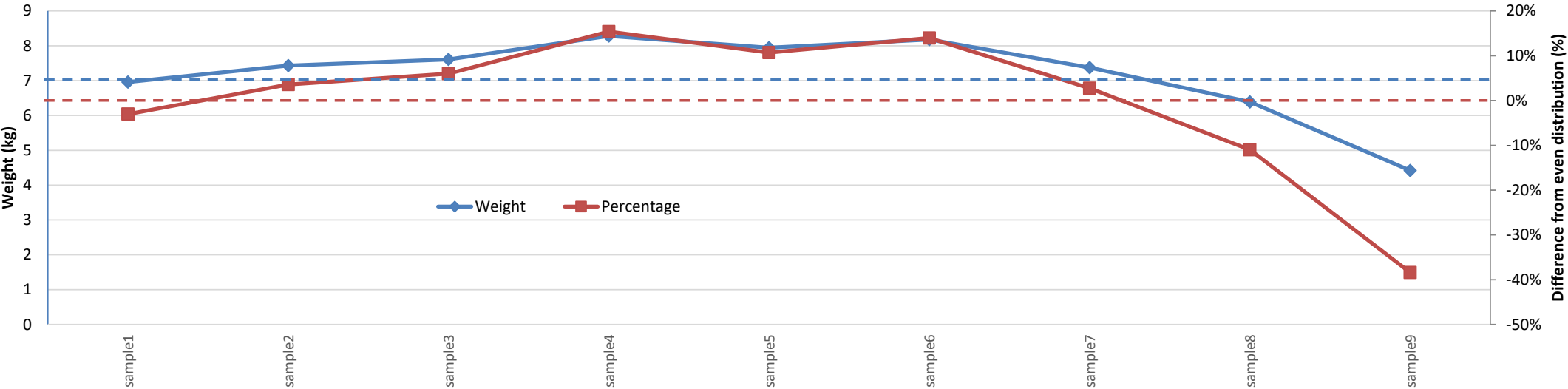
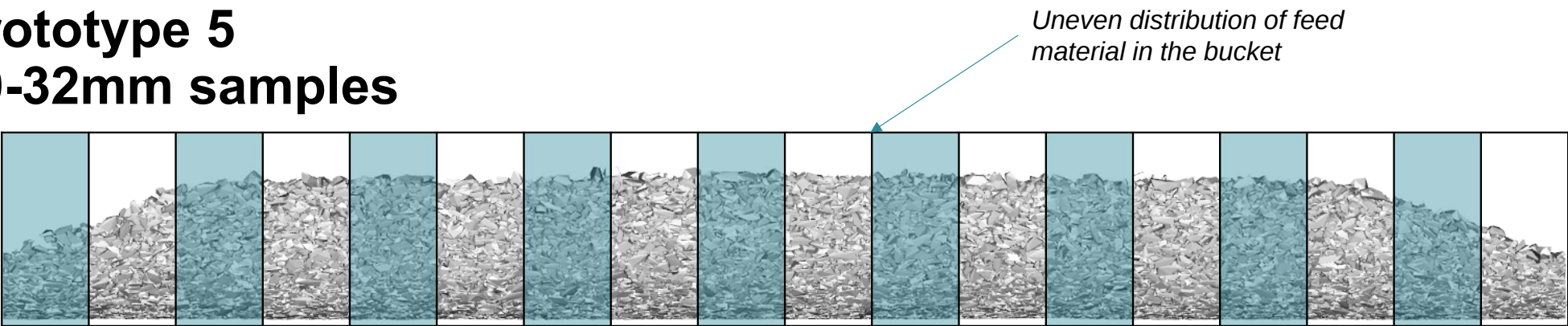
Time: 0.00s

Prototype 5 10-32mm samples



Prototype 5

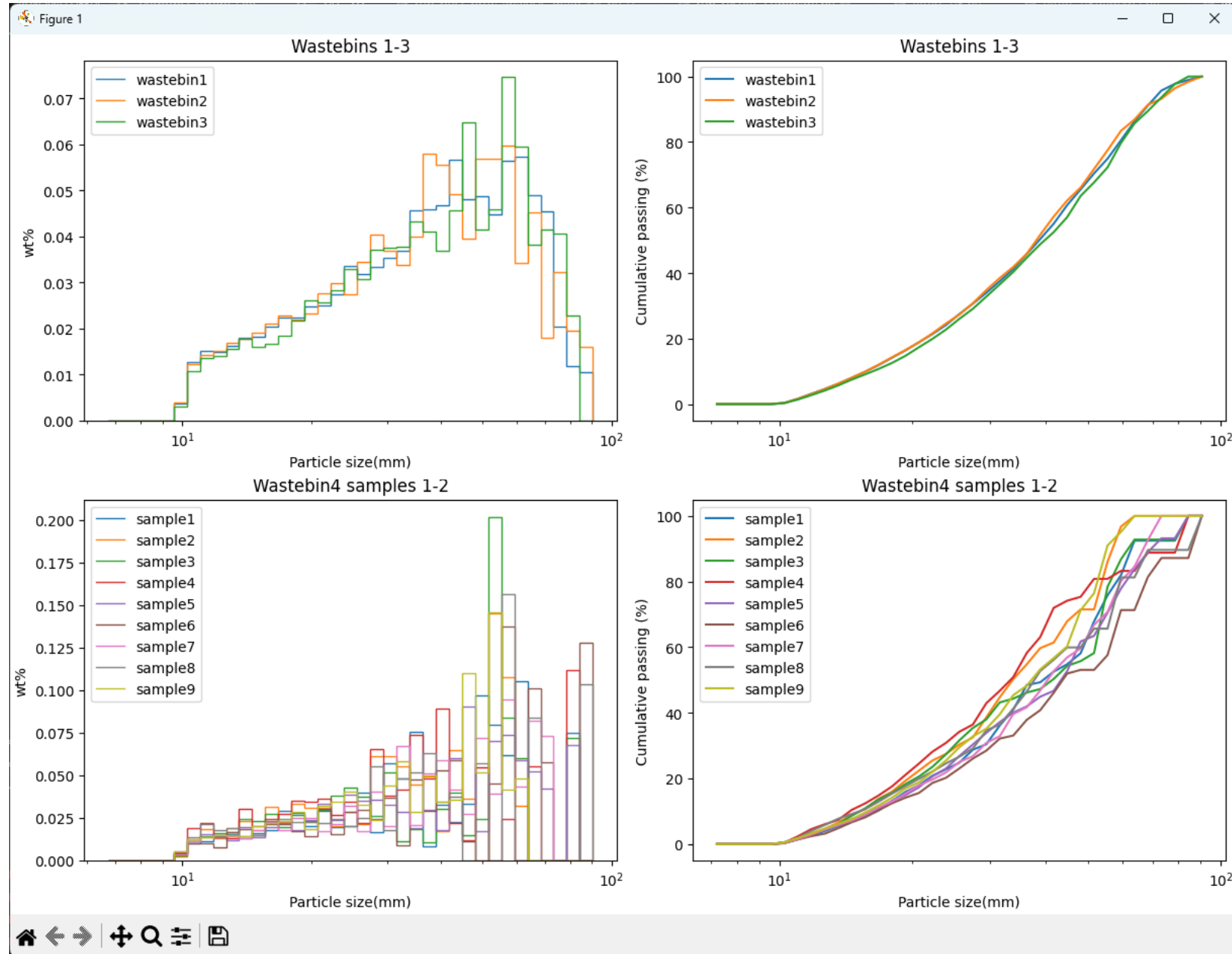
10-32mm samples



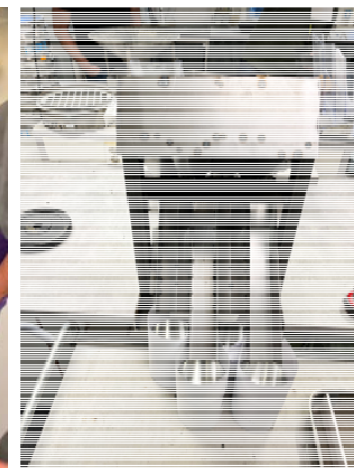
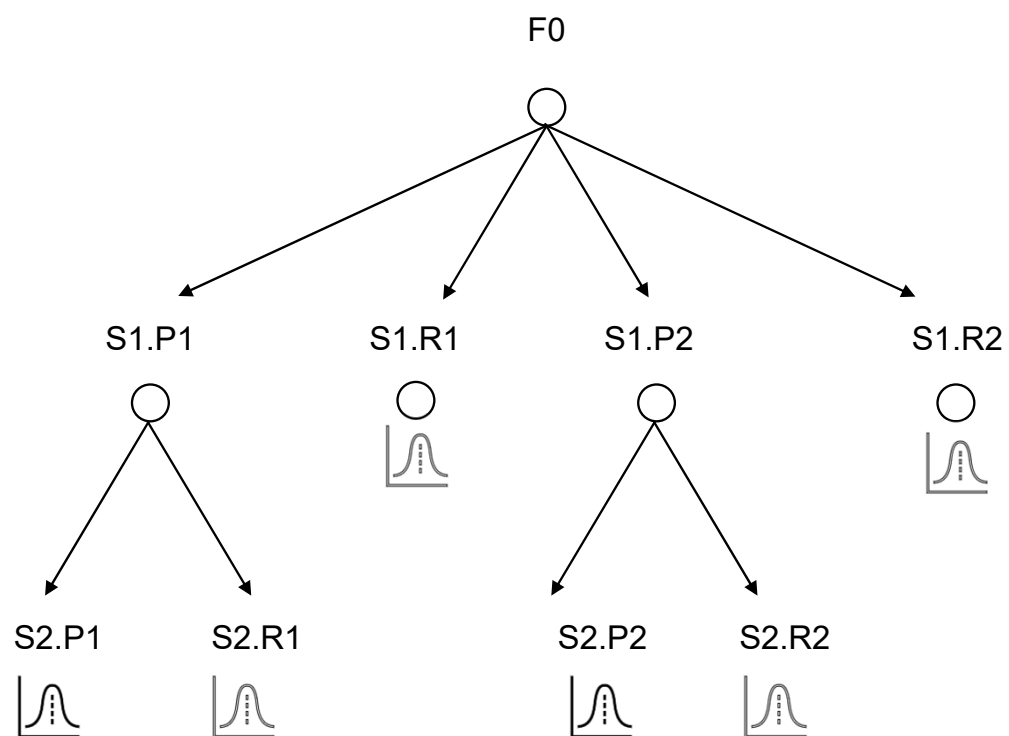
Resulting mass distribution in the sampling containers

Conclusion: A non uniform bed in the bucket will propagate into the sampling buckets

Prototype 5 10-90mm samples



Fysisk prototyp

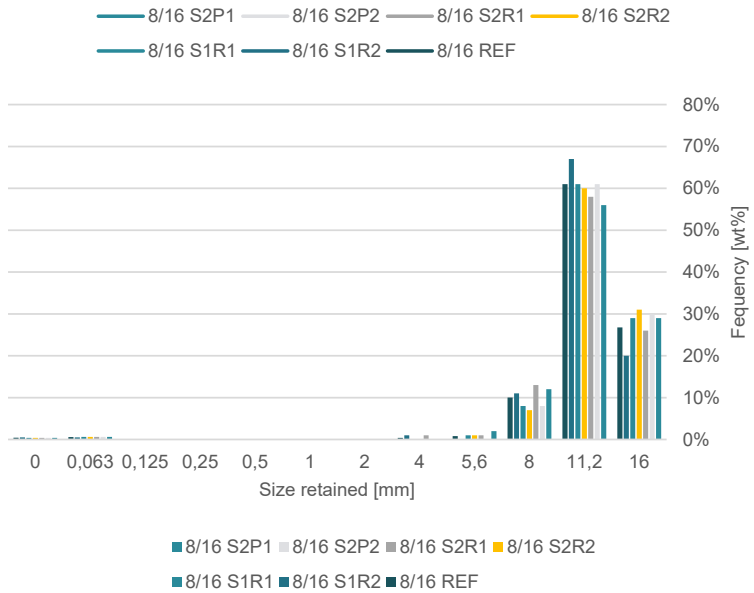
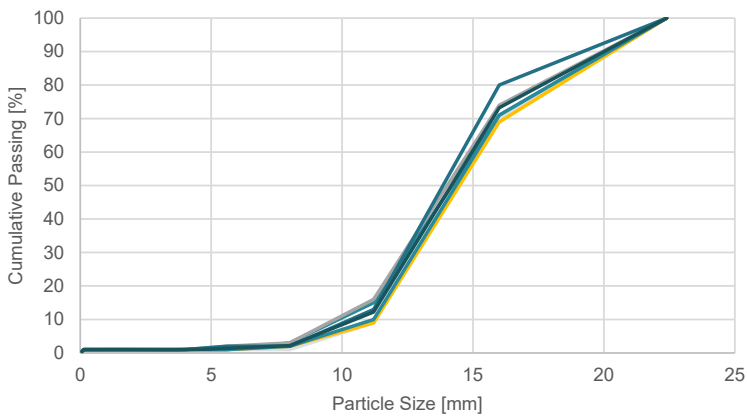
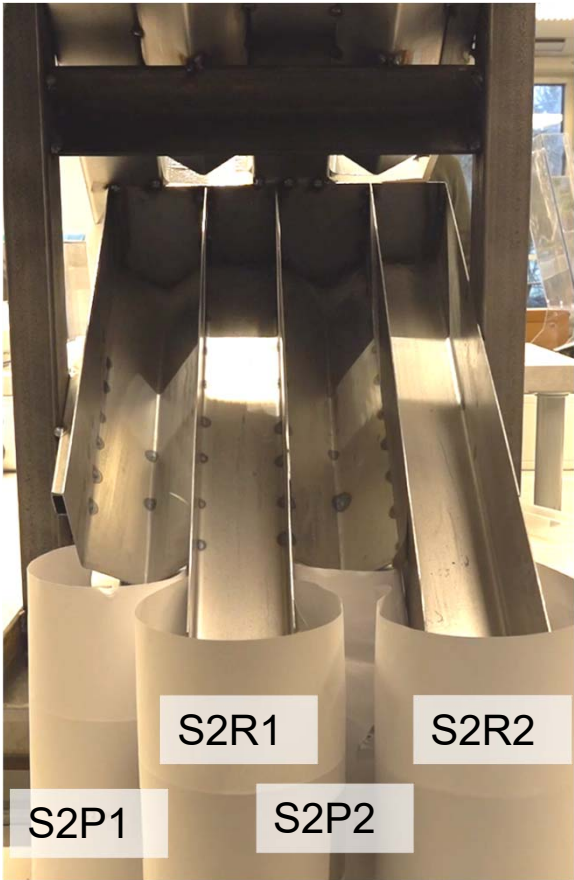


FRAUNHOFER CHALMERS
RESEARCH CENTRE FOR INDUSTRIAL MATHEMATICS



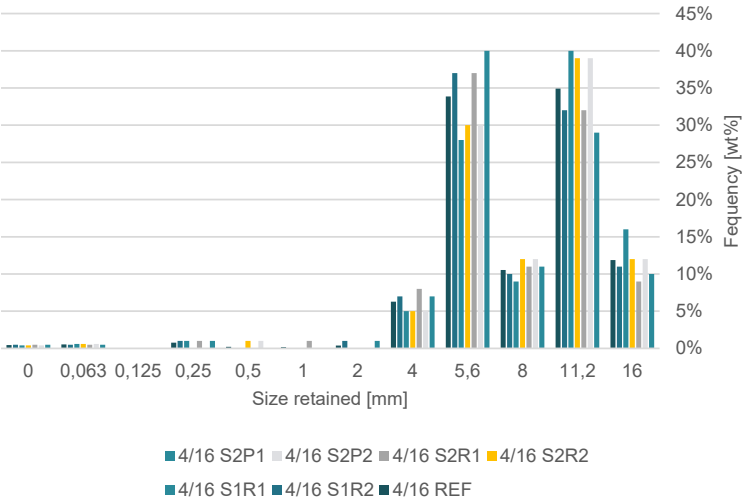
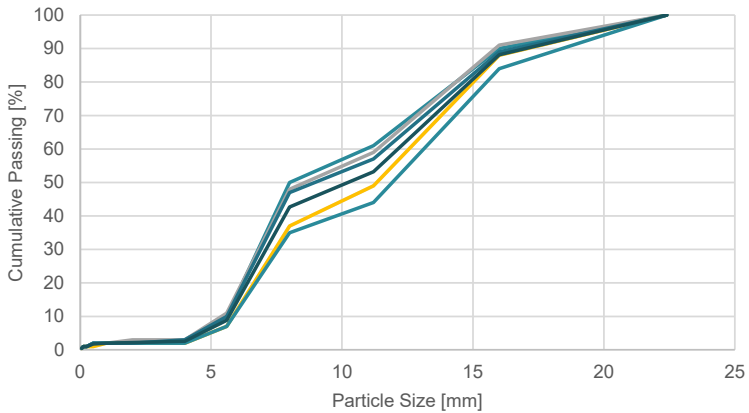
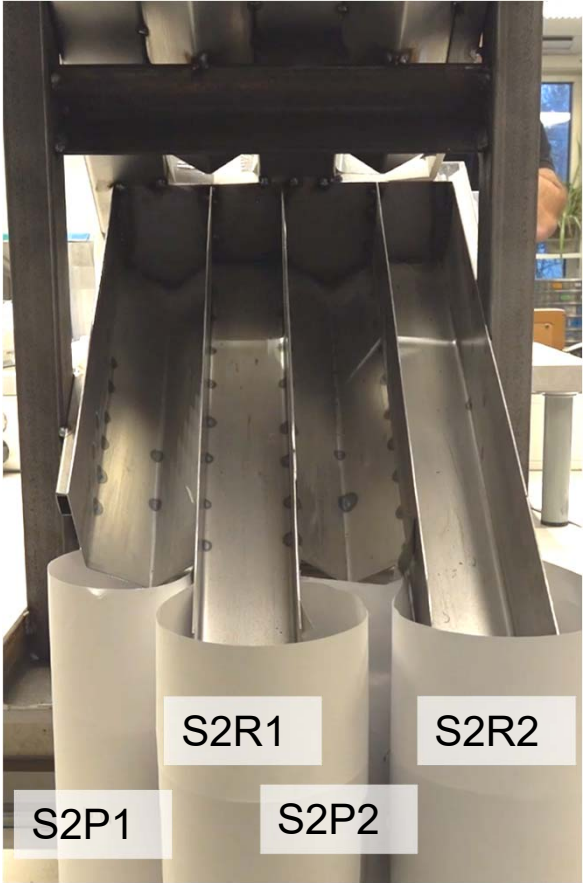
Fysisk prototyp

+8/-16 kort fraktion



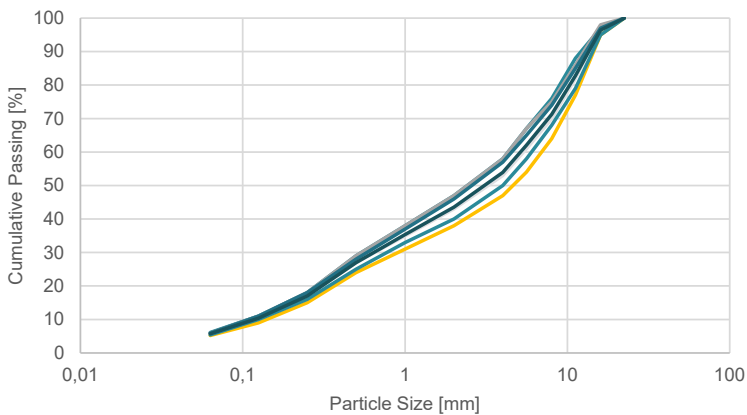
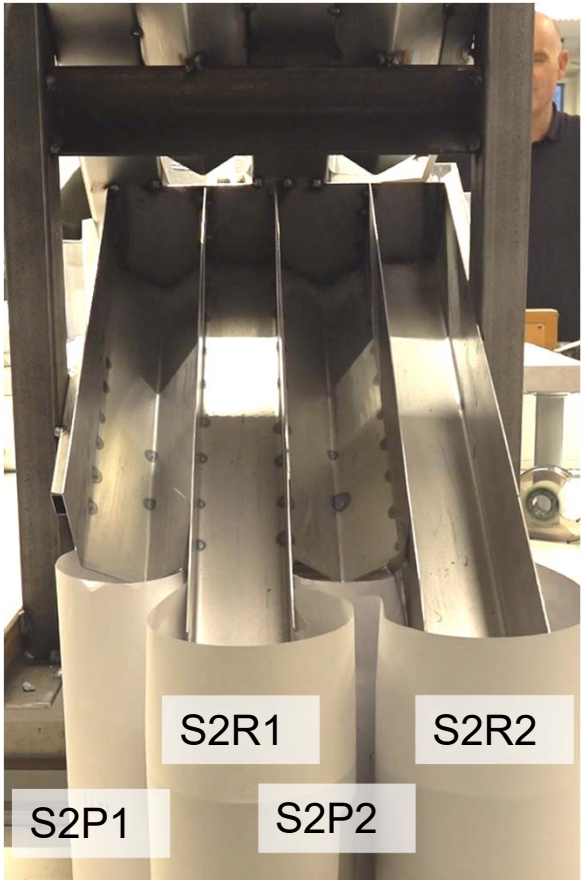
Fysisk prototyp

+5.6/-16 specialblandning

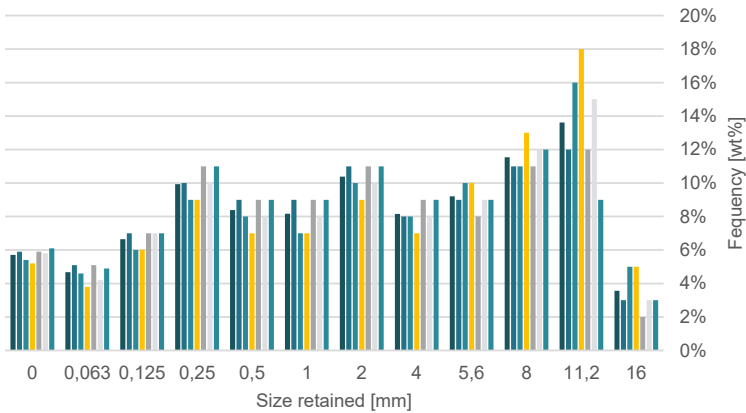


Fysisk prototyp

+0/-16 fuktigt material med fint



0/16 S2P1 0/16 S2P2 0/16 S2R1 0/16 S2R2
0/16 S1R1 0/16 S1R2 0/16 REF



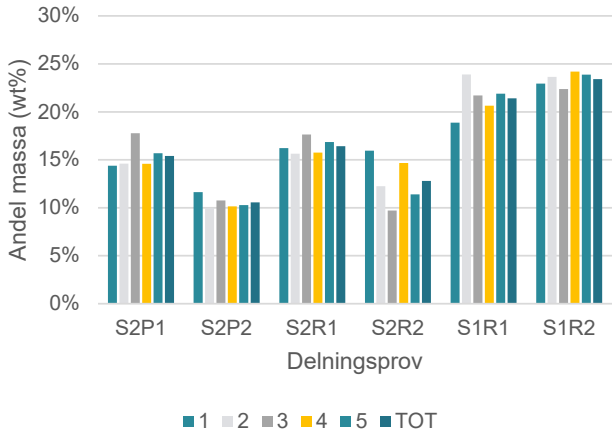
0/16 S2P1 0/16 S2P2 0/16 S2R1 0/16 S2R2
0/16 S1R1 0/16 S1R2 0/16 REF

Delningsutfall

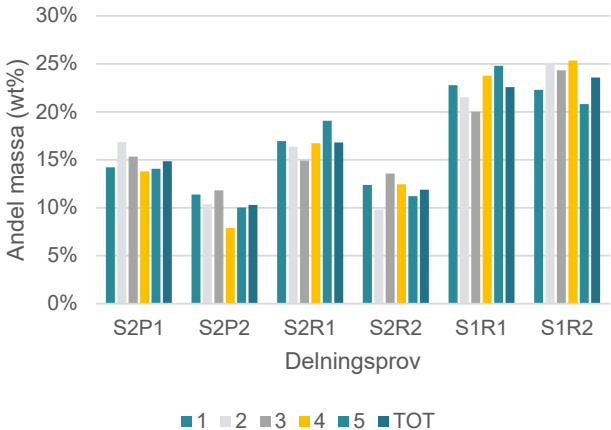
Andel provmassa i varje delningskanal

Vi verkar få ett systematiskt återkommande fel!

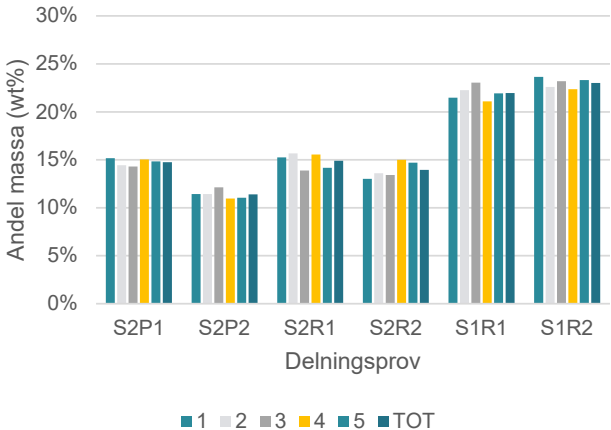
+8/-16



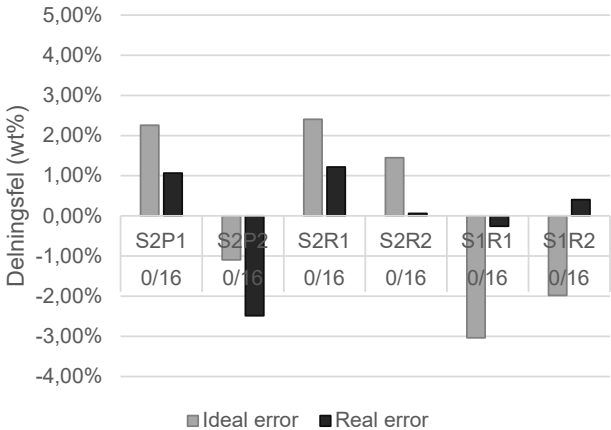
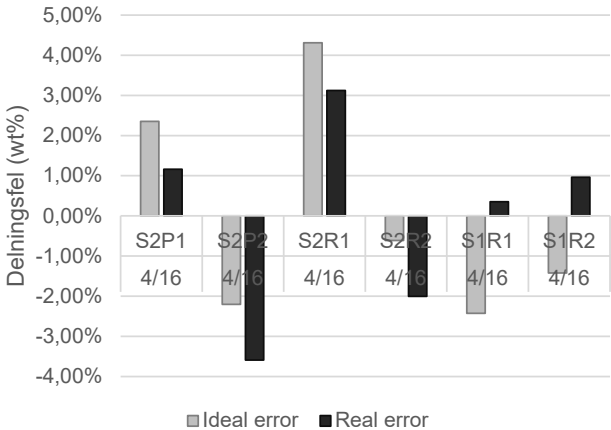
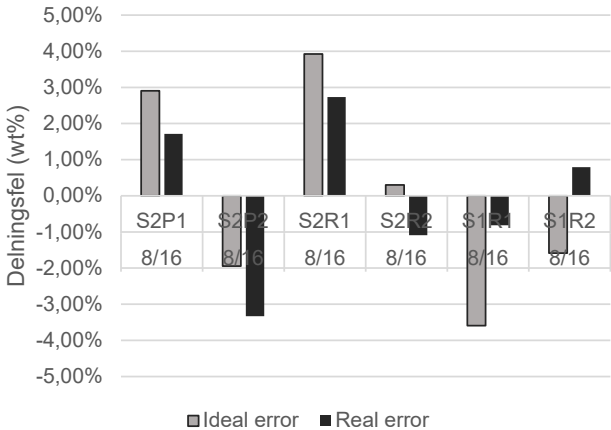
+5.6/-16



+0/-16

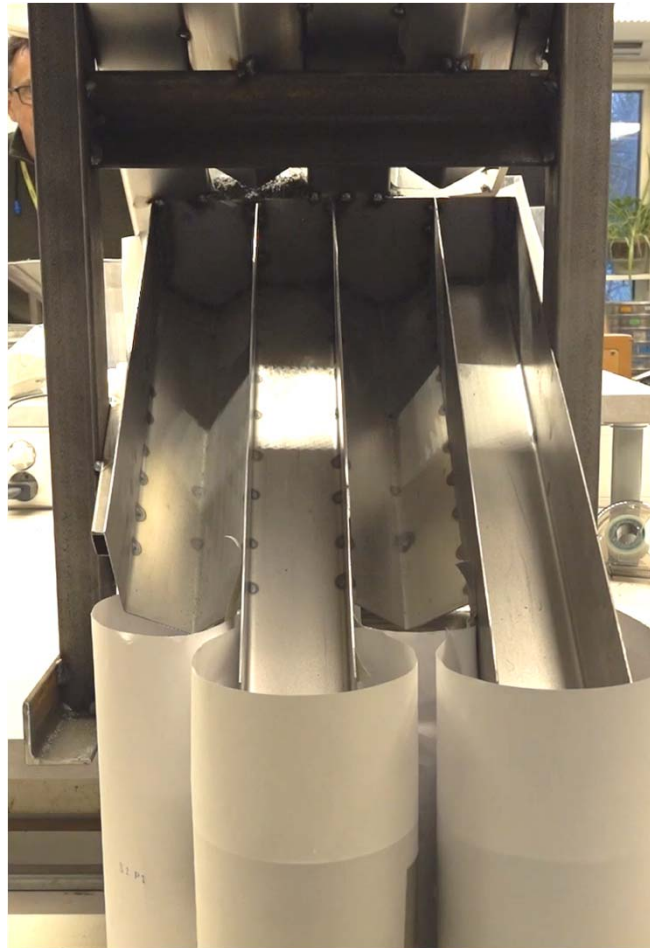


Felet i relation till önskad delning



Test +0/-32 → Blockage

Även observerat detta
problem vid simulering



Slutsatser

- Metodik där både experiment och simulering nyttjats under utveckling
- Vi har lärt oss, och "återupptäckt" flera saker
- Resultaten indikerar att konceptet har stor potential
- Dock är detaljerna viktiga och problemet är relativt komplext
 - Risk för blockage (+0/-90mm)
 - Fukthalt och kohesivt material som fastnar
 - Hantering av provlådor och logistik
 - ...
- Fullskalig prototyp i etapp 2 (förhoppningsvis kommande projekt)

Tack!

Frågor & Synpunkter?

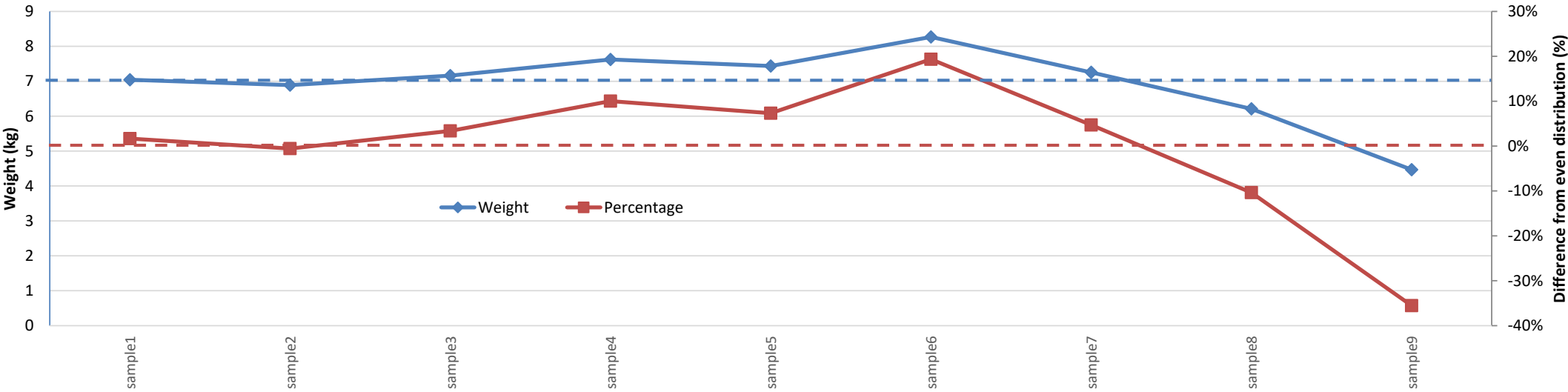
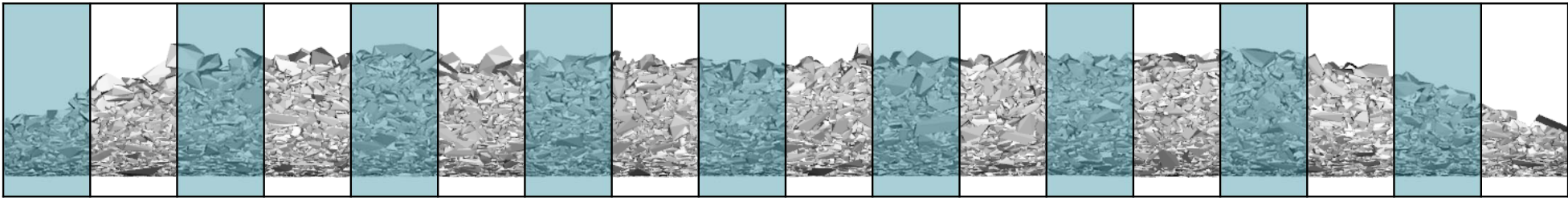
SKANSKA

SBUF

 **FRAUNHOFER CHALMERS**
RESEARCH CENTRE FOR INDUSTRIAL MATHEMATICS

Prototype 5, 10-90mm samples

Uneven distribution of feed material in the bucket



Resulting mass distribution in the sampling containers

Conclusion: A non uniform bed in the bucket will propagate into the sampling buckets