

Teollisuusprosessien Digital Twins – mahdollisuudet analytiikassa ja elinkaaren hallinnassa



Tuula Ruokonen
Director, Digital Services Solutions
Valmet Technologies Oy
tuula.ruokonen@valmet.com

6.2.2020 Liiketoiminnan Digital Twins;
Suomen Automaatioseura ry



Valmet

Leading process technologies,
automation and services for the pulp,
paper and energy industries

Valmet

Valmet 

Teollisuusprosessien Digital Twins – mahdollisuudet analytiikassa ja elinkaaren hallinnassa

- 1 Mikä siis on digitaalinen kaksonen? Onko niitä vain yksi?
- 2 Esimerkkejä erilaisten digitaalisten kaksosten hyödyntämisestä
- 3 Visio - vaiko haavekuva tulevaisuudesta?
- 4 Kysymyksiä ja kommentteja

1. Mikä on digitaalinen kaksonen?
Onko niitä vain yksi?

Mikä on digitaalinen kaksonen?

Digitaalisista kaksosista on monia määritelmiä, ohessa esimerkkejä:

What the definitions can agree on?

- It is a digital representation the elements and dynamics of a physical device.
- Collects real-time data using sensors.
- *Uses simulation and models to mimic the physical system.*

“A Digital Twin is an integrated multiphysics, multiscale, probabilistic simulation of an as-built vehicle or system that uses the best available physical models, sensor updates, fleet history, etc., to mirror the life of its corresponding flying twin”

Glaessgen & Stargel, (2012)

“Coupled model of the real machine that operates in the cloud platform and simulates the health condition with an integrated knowledge from both data driven analytical algorithms as well as other available physical knowledge”

Lee, Lapira, Bagheri, an Kao, (2013)

“Digital twin is a real mapping of all components in the product life cycle using physical data, virtual data and interaction data between them”

Tao, Sui, Liu, Qi, Zhang, Song, Guo, Lu & Nee, (2018)

“a dynamic virtual representation of a physical object or system across its lifecycle, using real-time data to enable understanding, learning and reasoning”

Bolton, McColl-Kennedy, Cheung, Gullen, Orsingher, Witell & Zaki, (2018)

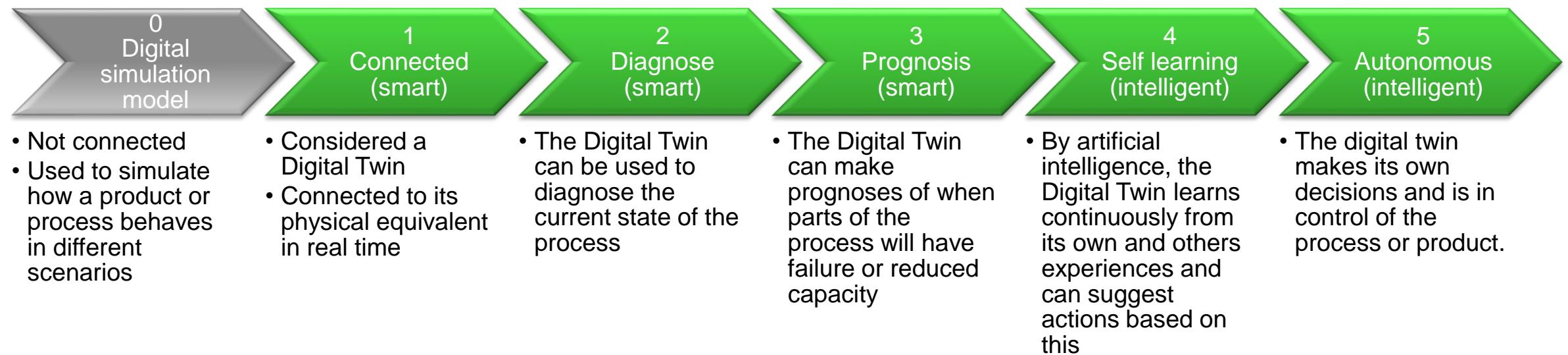
“Using a digital copy of the physical system to perform real-time optimization”

Söderberg, R., Wärmeijord, K., Carlson, J. S., & Lindkvist, L. (2017)

“A digital twin is a real time digital replica of a physical device”

Bacchiega (2017)

Mikä on digitaalinen kaksonen? (ÅF/AFRY)



Mikä on digitaalinen kaksonen? (Siemens)

- A *digital twin* is a virtual representation of a physical product or process, used to understand and predict the physical counterpart's performance characteristics.
- *Digital twins* are used throughout the product lifecycle to simulate, predict, and optimize the product and production system before investing in physical prototypes and assets.

Product Digital Twins

- Using digital twins for efficient design of new products

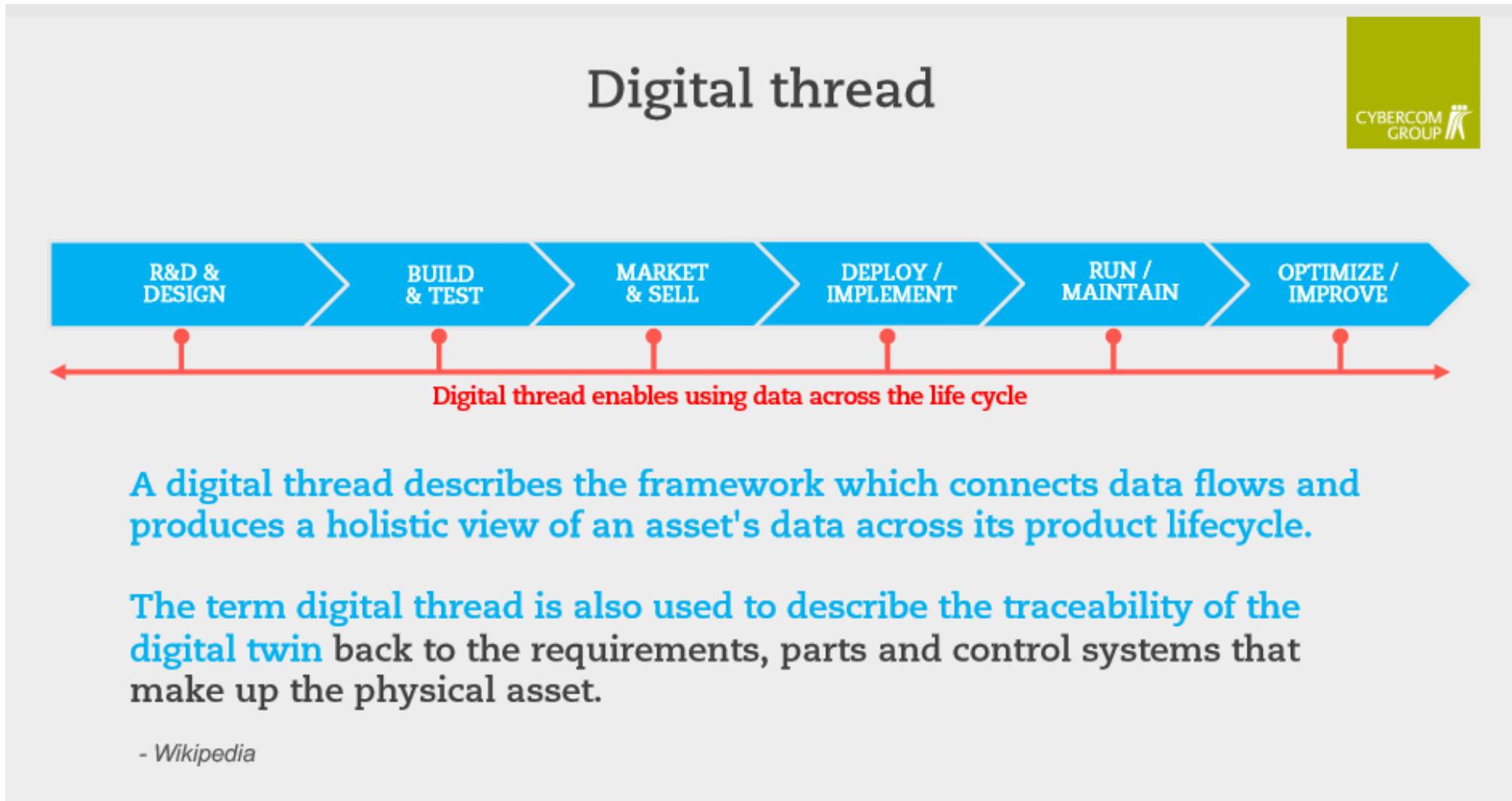
Production Digital Twins

- Using digital twins in manufacturing & production planning

Performance Digital Twins

- Using digital twins capture, analyze, and act on operational data

Mikä on digitaalinen kaksonen? (Valmet&Cybercom)



Mikä on digitaalinen kaksonen? (Valmet&Cybercom)

Digital twin: Definition

Digital twins often have three key technology enablers:



Digital twins are created in different entity levels:



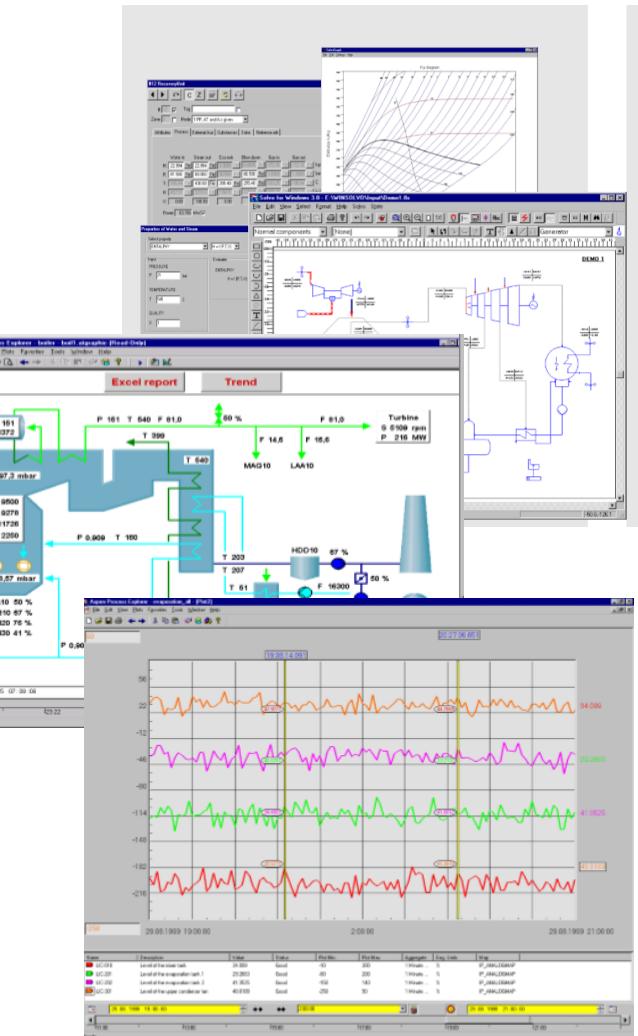
They feature varying levels of connectivity:

Not connected 1-way connection 2-way connection Fully connected

A horizontal arrow pointing to the right, divided into four segments by green arrows. Each segment contains text: 'Not connected', '1-way connection', '2-way connection', and 'Fully connected'. The first segment is a light green color, while the others are dark green.

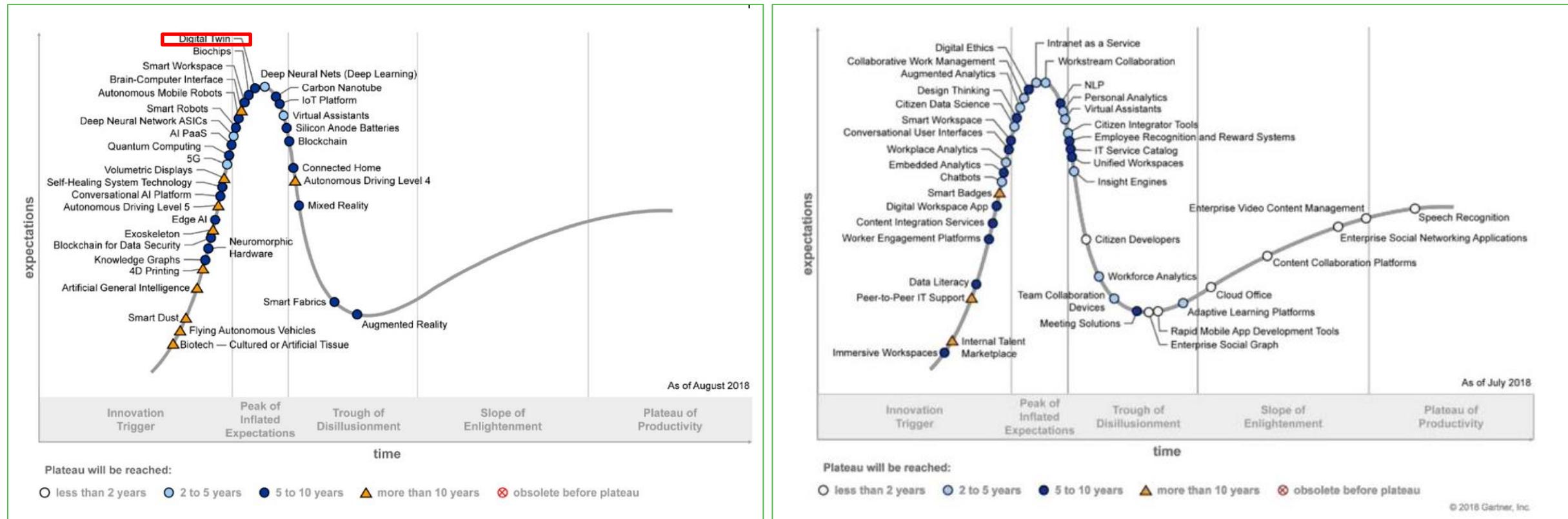
Oliko digitaalisia kaksosia jo 80-luvulla? Eri nimisinä?

- Esimerkkejä Imatran Voiman järjestelmistä ja palveluista 1989-1997
 - **Simulaattorit (Simulators, Modelling)**
 - staattiset tasemallit ja dynaamiset mallit
 - **Kehittyneet säätöjärjestelmät (Advanced Process Control)**
 - monimuuttujasäädöt, sumeat säädöt, adaptiiviset säädöt
 - säätöjen hyvyyden analysointi
 - **Kunnonvalvontajärjestelmät (Condition Monitoring)**
 - kannettavat ja kiinteät värähtelynvalvontajärjestelmät; eliniänhallintajärjestelmät; materiaalianalyysit; vesikemian valvonta; prosessinalyysit, monimuuttuja-analyysit
 - **Asiantuntijajärjestelmät (Expert Systems & Knowledge Management)**
 - säätö- ja mallipohjaiset järjestelmät; värähtelynvalvonnan asiantuntijajärjestelmät; mallipohjaiset diagnostiikkamenetelmät: staattiset ja dynaamiset mallit; tilastolliset menetelmät, hermoverkkosovellukset, hahmontunnistus
 - **Suunnittelijärjestelmät (Computer Aided Design)**
 - CAD-järjestelmät; ensimmäiset versiot data/VR-kypäristä
 - **Etätukipalvelut (Remote Expert Services)**
 - Kunnonvalvonnan asiantuntijakeskus, Fortum Performance Center; osana O&M- ja teknisiä tukisopimuksia



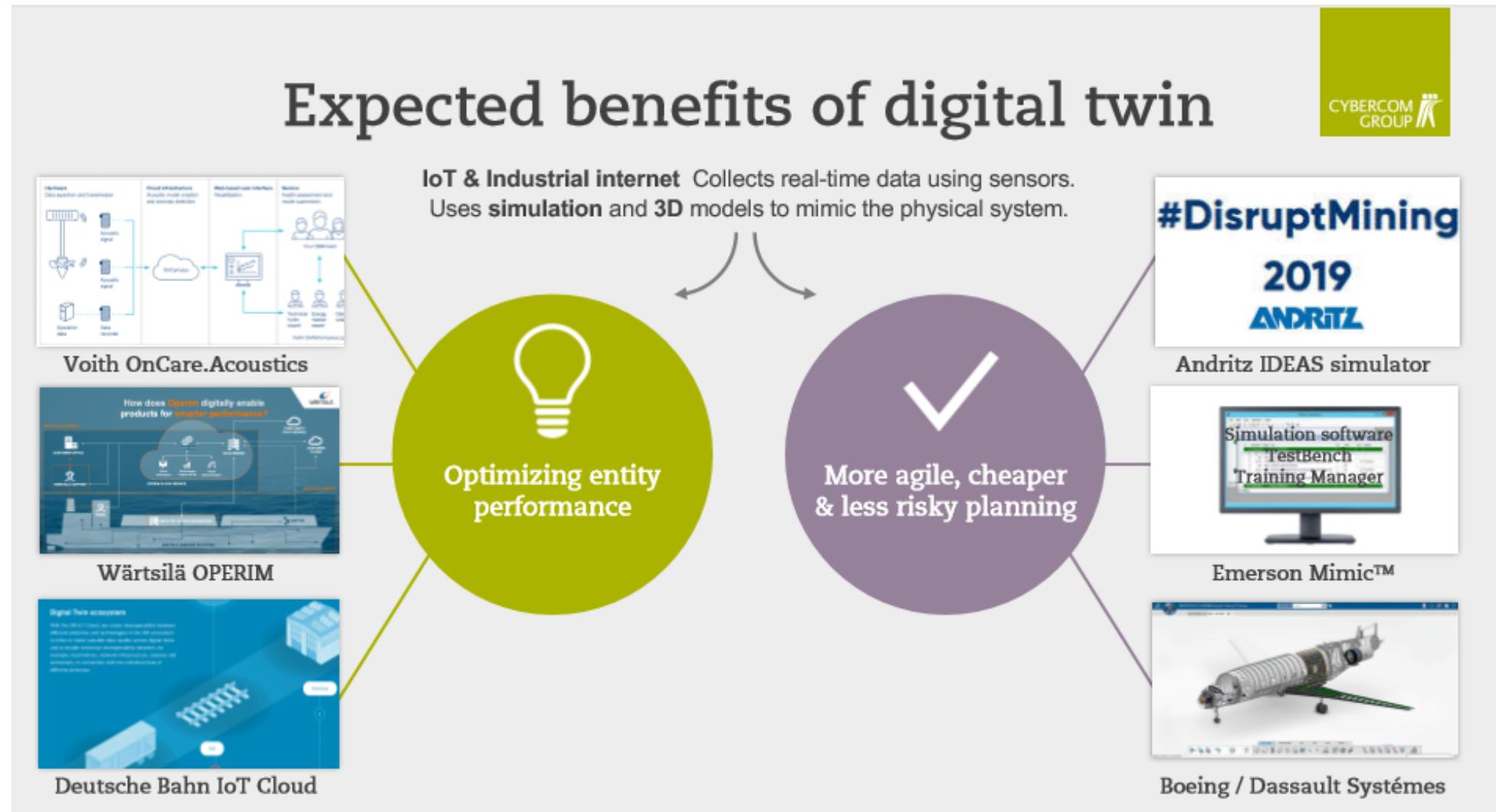
Mikä nyt on siis muuttunut? Onko kyseessä evoluutio vai revoluutio?

- Digital Twin on nyt hype-huipussaan, samoin sitä mahdollistavat ja tukemat teknologiat kehittyvät voimakkaasti...



2. Esimerkkejä erilaisten digitaalisten kaksosten hyödyntämisestä

Hyödyntämistapoja suunnittelussa ja käytövaiheessa



Mallipohjaiset ja tilastolliset analytiikkamenetelmät pilvilaskentana

NO_x emission optimization

Latest measured: 158,9

NO_x predicted: 171,8 | Reduction: 171,8

Variable	Current value	NO _x gain	Cost gain	Control direction	Current reduction
Fluidizing air ratio	66,69	0,62	0,75	1,20	↓
Flue gas O ₂	4,32	2,30	-0,43		
Ammonia	314,53	-0,40	-0,21	-0,55	↑
Circulating gas	3,73	-2,	-2,		

Predictive reliability diagnostics

All equipment by current risk

All equipment by change - last 7 days

Log list for equipment

Customer Portal

6 February 2020

- NO_x emission optimization application
 - Guides operator to choose the most economic way to lower NO_x emissions
- Predictive reliability diagnostics application
 - Enables proactive condition monitoring of plant equipment, based on process data
 - Currently monitors 14 pieces of equipment (valves, pumps, motors, fans)

Delivery includes:

- NO_x emission optimization application
- Predictive reliability diagnostics application
- Operations Panel: Real-time performance status
- Application upkeep by Performance Center

Benefits:

- Meeting emission limits cost effectively
- Focused maintenance based on real-time equipment condition

<https://www.valmet.com/about-us/industrial-internet/>

Simulaattoreiden hyödyntäminen koulutuksessa ja käyttöönnotossa

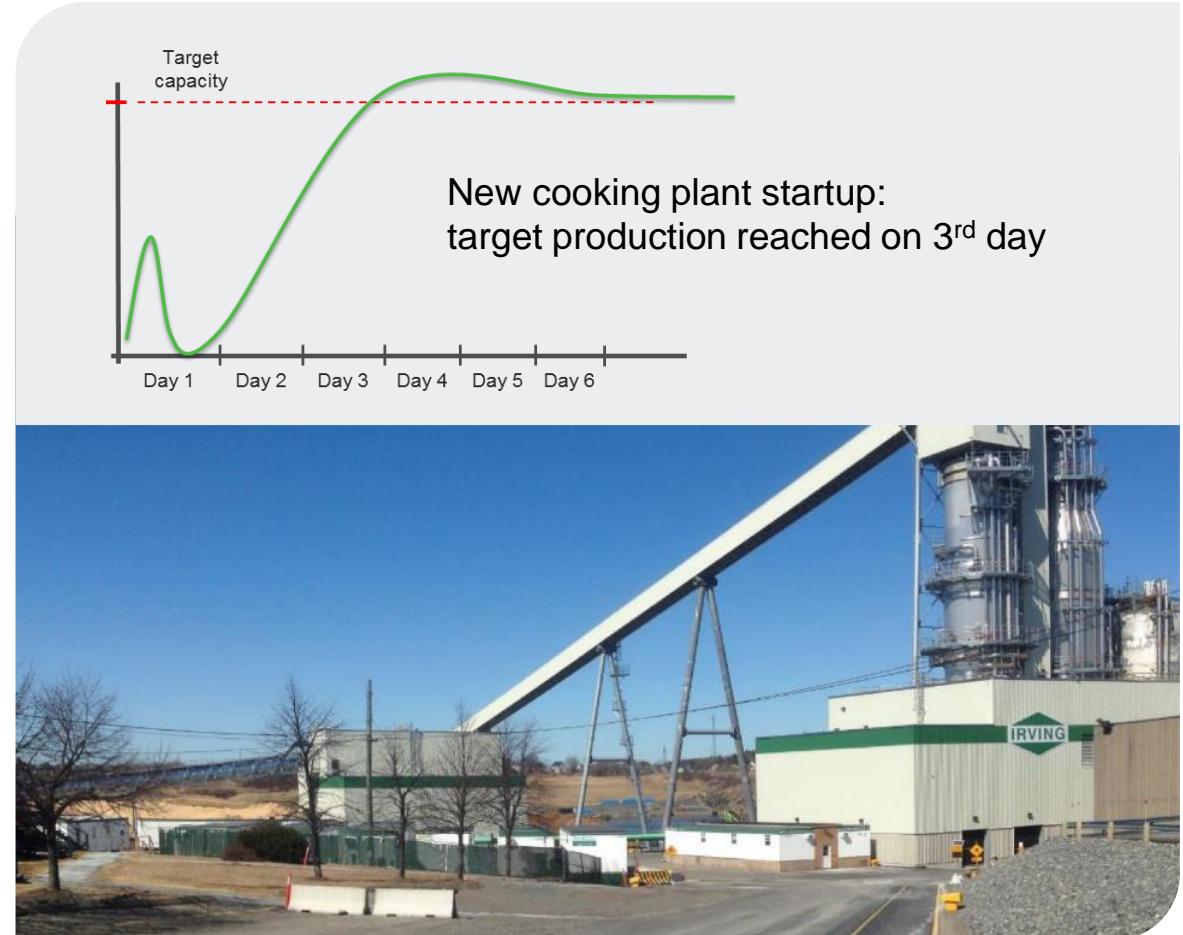
Irving Pulp & Paper, Canada: Operators up to a high level of proficiency before startup

“Process simulation and interactive multi-media training provided by Valmet were **invaluable ingredients** needed to bring the operators up to a high level of proficiency before startup.”



Jim Brewster,
Technical Director

”



Simulaattoreiden hyödyntäminen käytettävyyden optimoinnissa

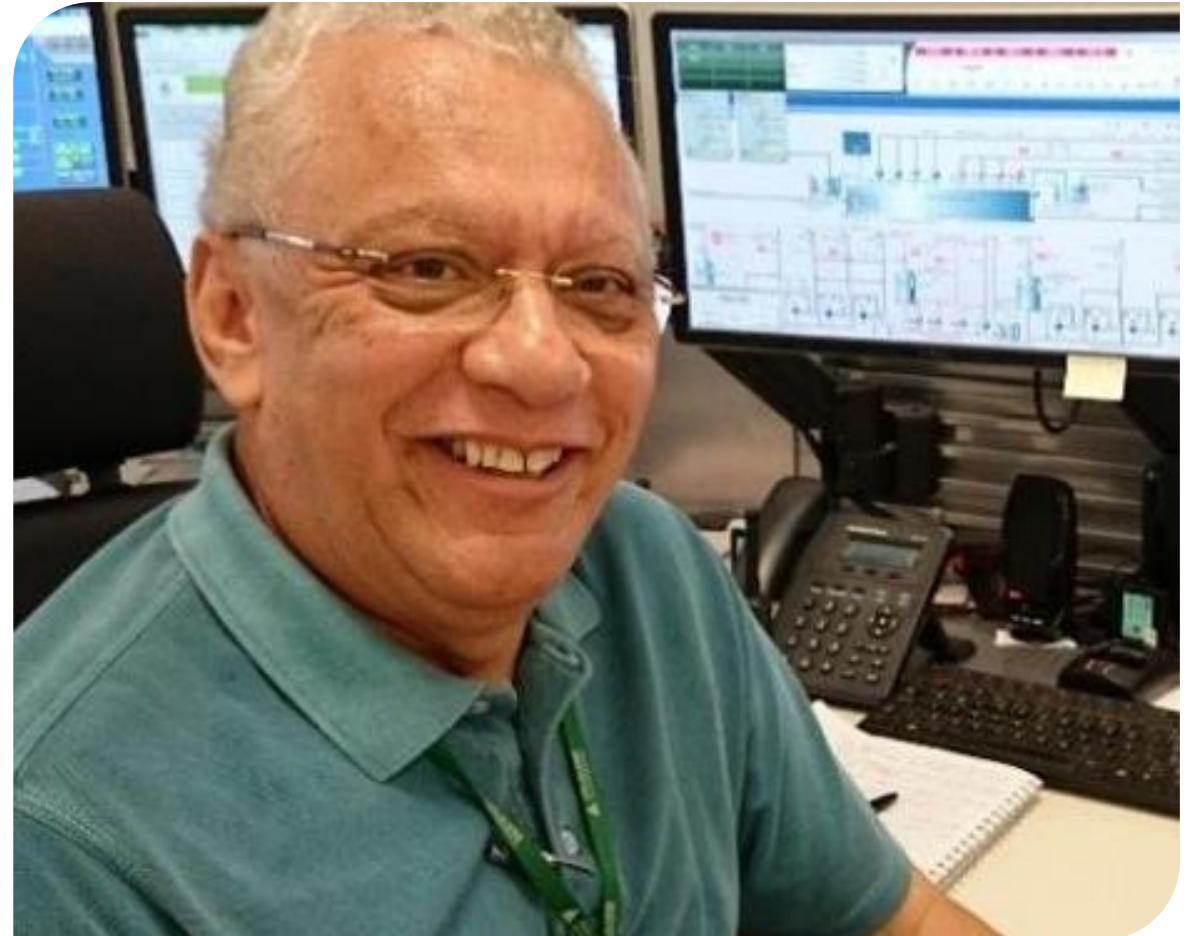
CMPC Guaiba, Brazil: Higher reliability of the plant

“The time between discovering a problem and solving it is much shorter compared with if the training had been done with traditional classroom training only.

The reliability of the plant is higher when using the simulators from Valmet.”

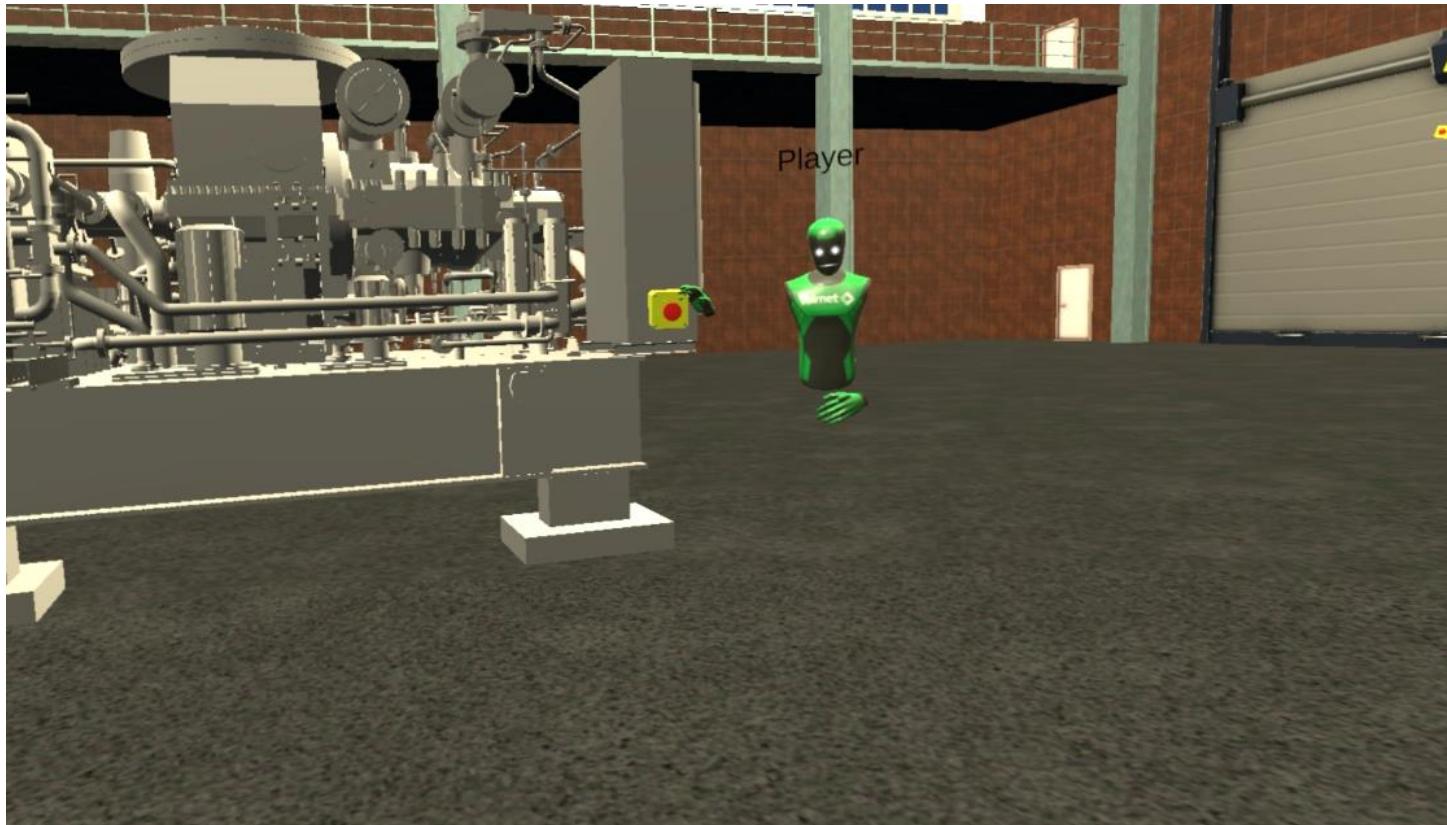
David Dias Nascimento,
Project Coordinator

”



Virtuaalikollaboraatio ja etätuki

- Multiple users in ValmetXR environment: Valmet & customers meeting in virtual or augmented reality; all can see each others talking and moving



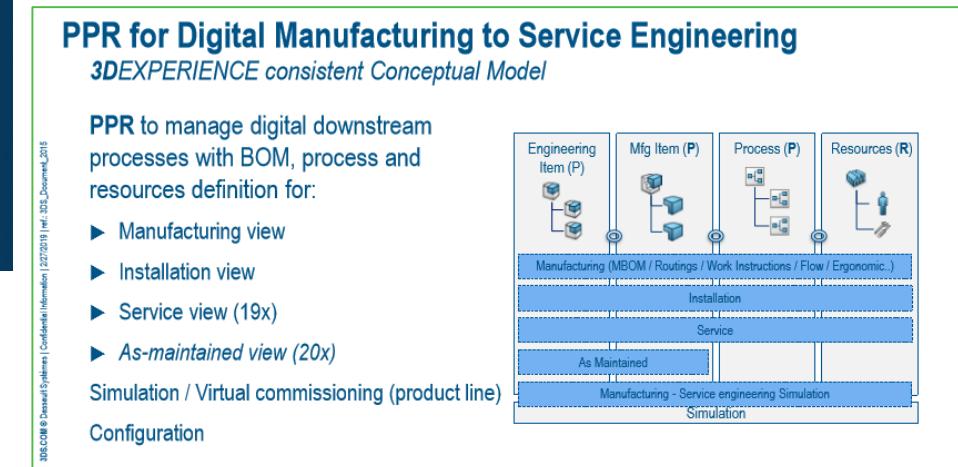
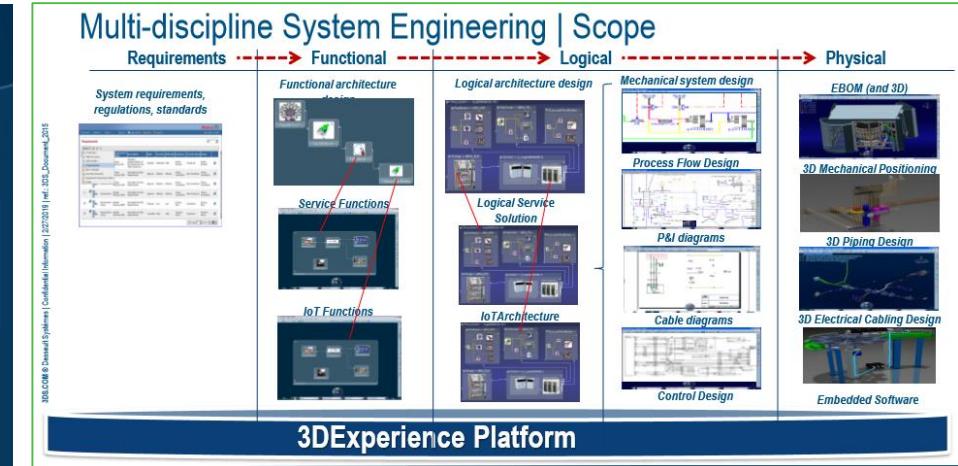
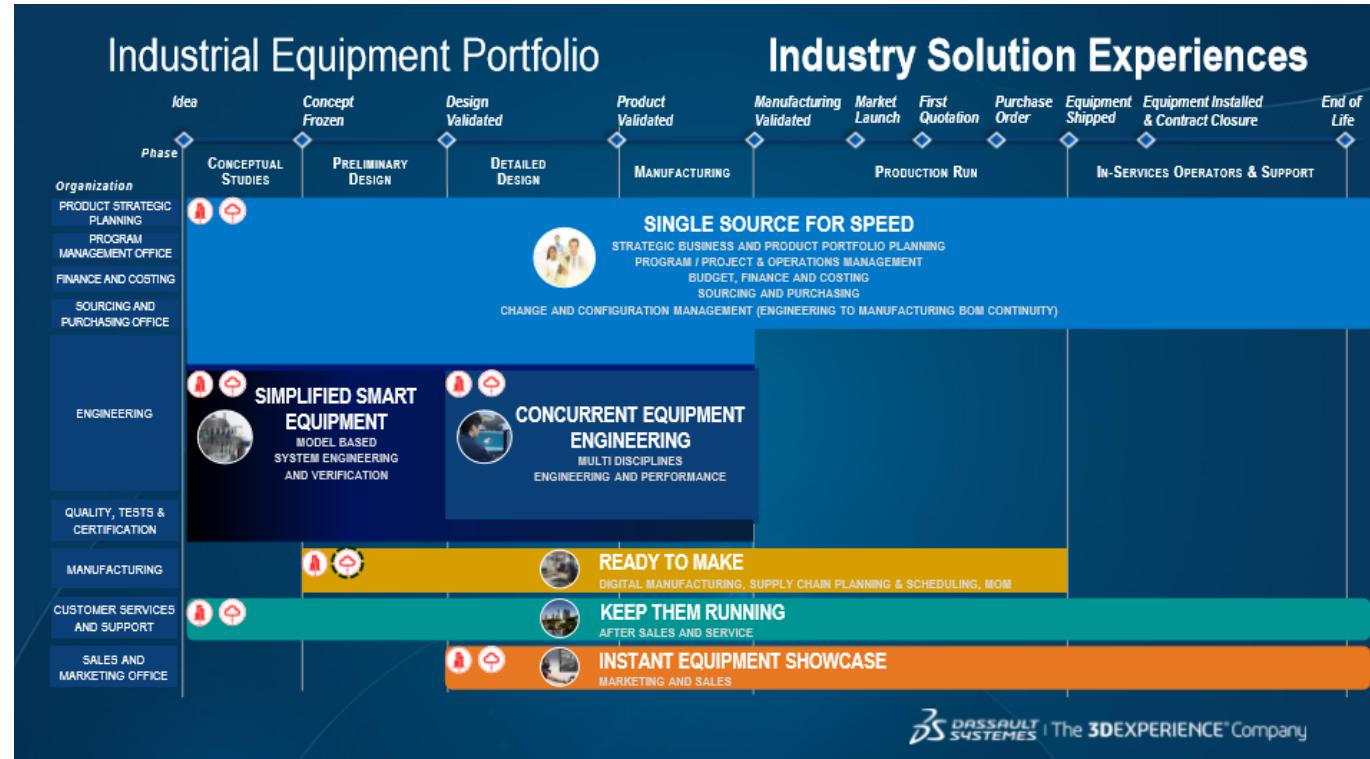
3. Visio – vaiko haavekuva tulevaisuudesta?

Visio/haavekuva: Digitaalinen kaksonen "elossa" koko elinkaaren ajan

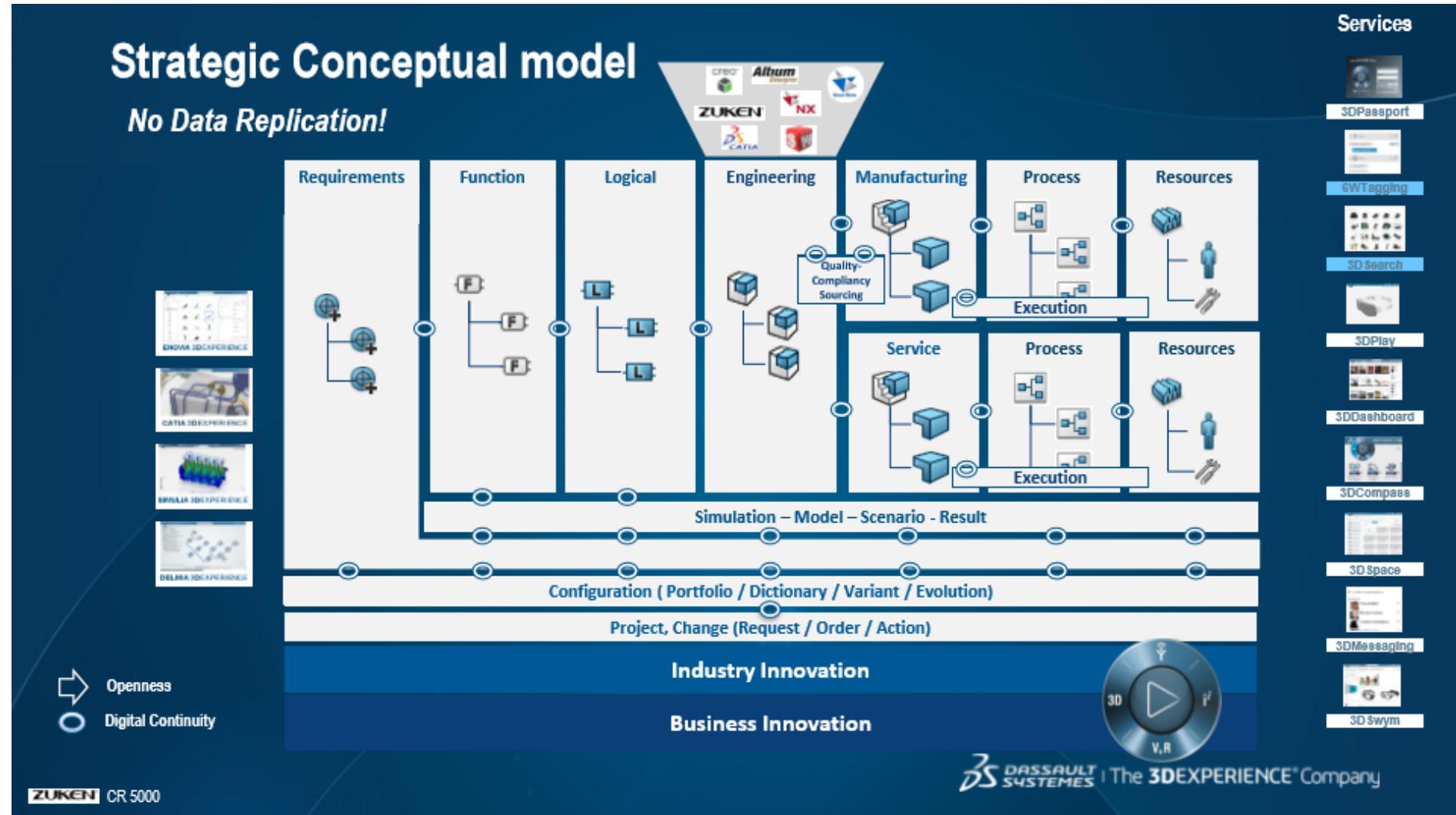
- Tehokas tiedon hallinta, ylläpito ja hyödyntäminen eri elinkaaren vaiheissa
 - Myynti
 - Suunnittelu
 - Toteutus
 - Käyttö ja kunnossapito
- Tiedon syöttö ja luominen vain kerran eli “No data replication”
- Semi-automaattinen siirto vaiheista toisiin
- Mallien ja tietojen ylläpito ja palautetieto eri vaiheista



Ideaalilanteessa tiedot luodaan vain kerran ja niitä hyödynnetään sekä ylläpidetään koko elinkaaren ajan

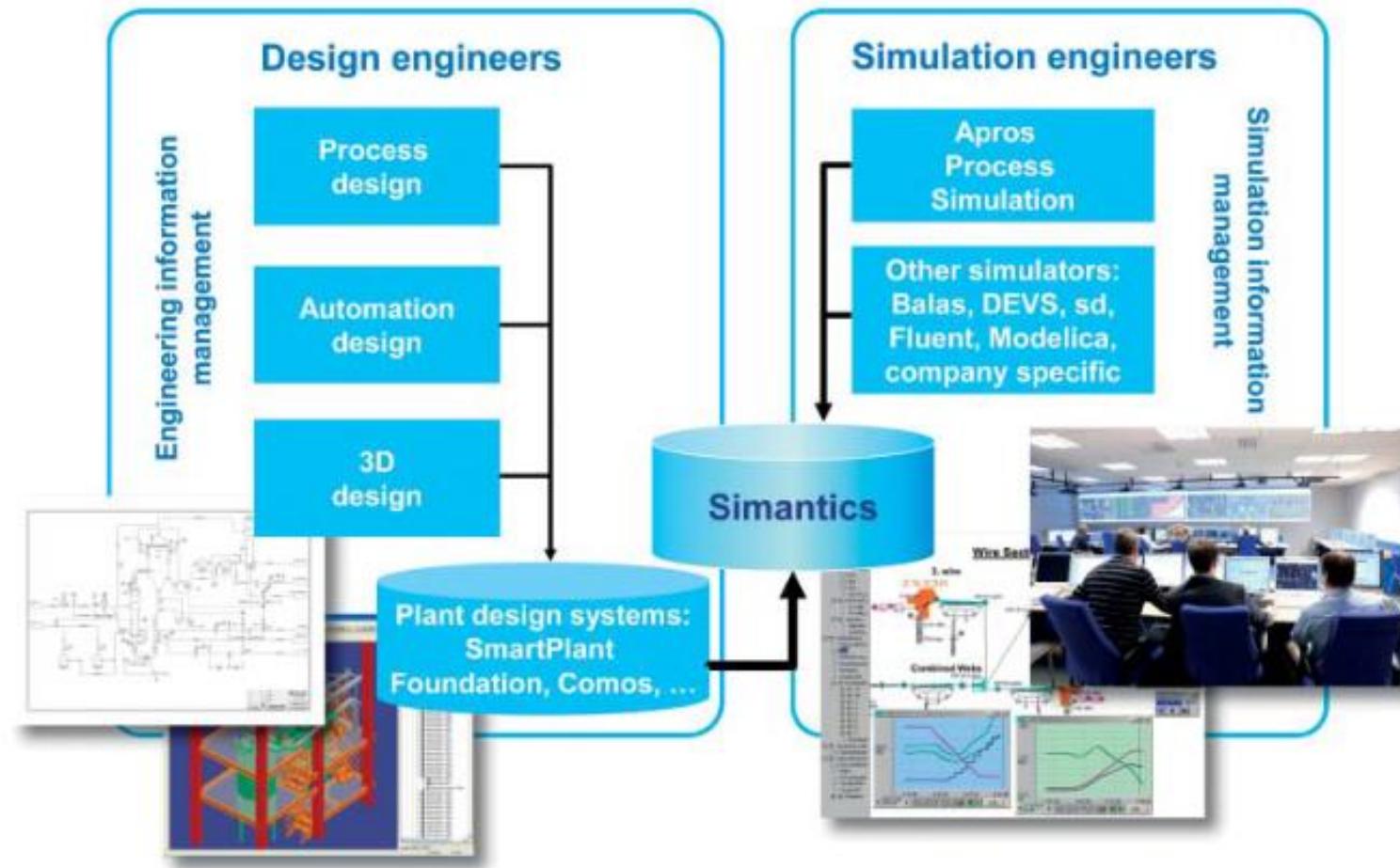


Kokonaiskonsepteja löytyy ja niitä jopa myydään jo nyt



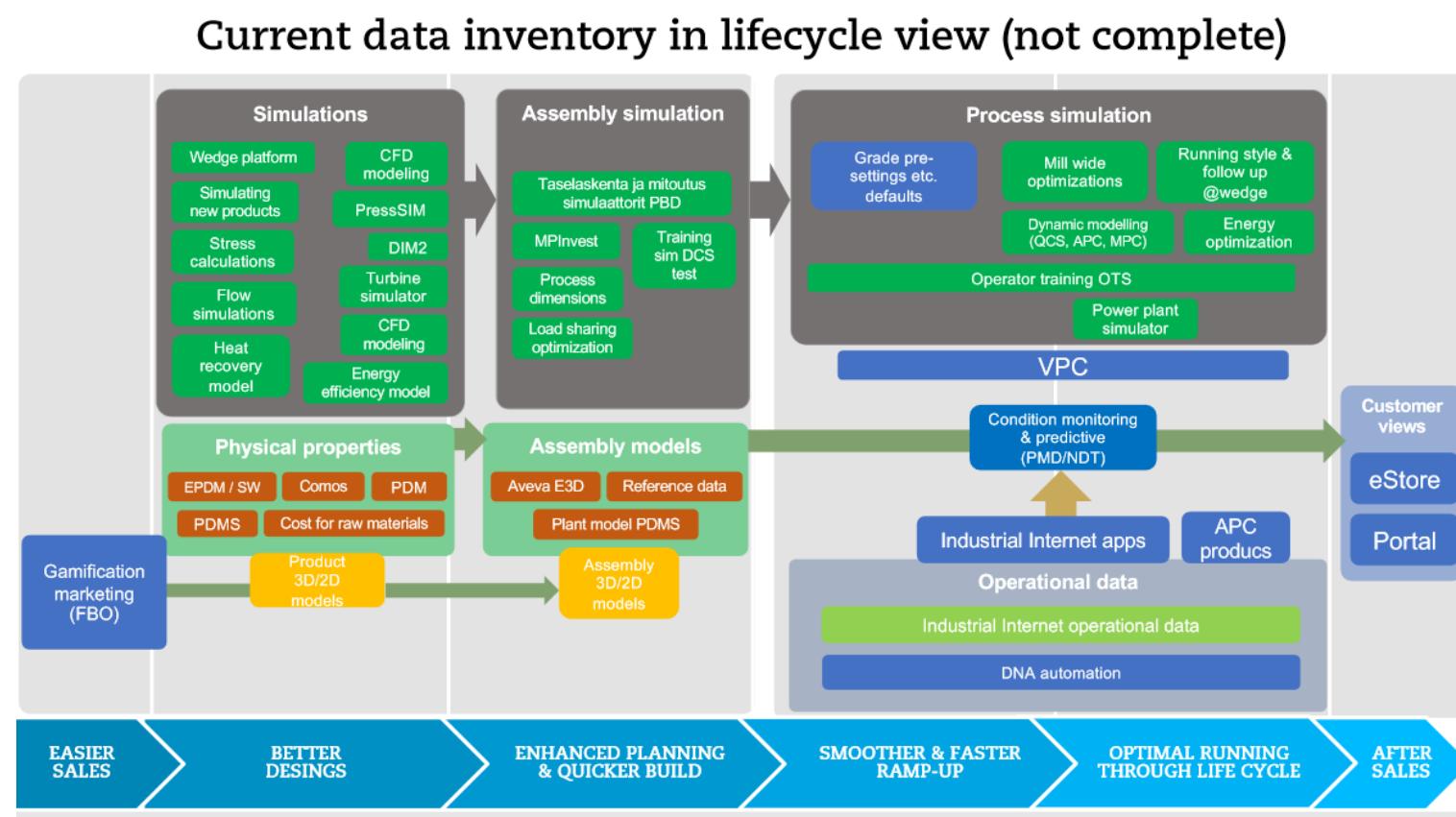
Simulaattorit suoraan suunnitteludatasta

Simantics - Open operating system for **modelling** and **simulation**



No, miksi tämä on niin hankalaa ja jopa mahdotonta?

- Haasteina ovat ainakin erilliset toimintaprosessit, järjestelmät ja organisaatiosiilot...



- Avoimia kysymyksiä lisäksi mm. datamallit, millainen malli miinkin soveltuukseen, standardit, kuka ylläpitää, kuka omistaa mallit ja tiedot, avoimuus eli tiedot muiden toimittajien laitteista?

4. Kysymyksiä ja kommentteja

