

Teollisuusvetoiset tutkimusprojektit- ja osaamistarpeet

Teollinen vallankumous – missä menet Industry 4.0-5.0

Jerker Björkqvist

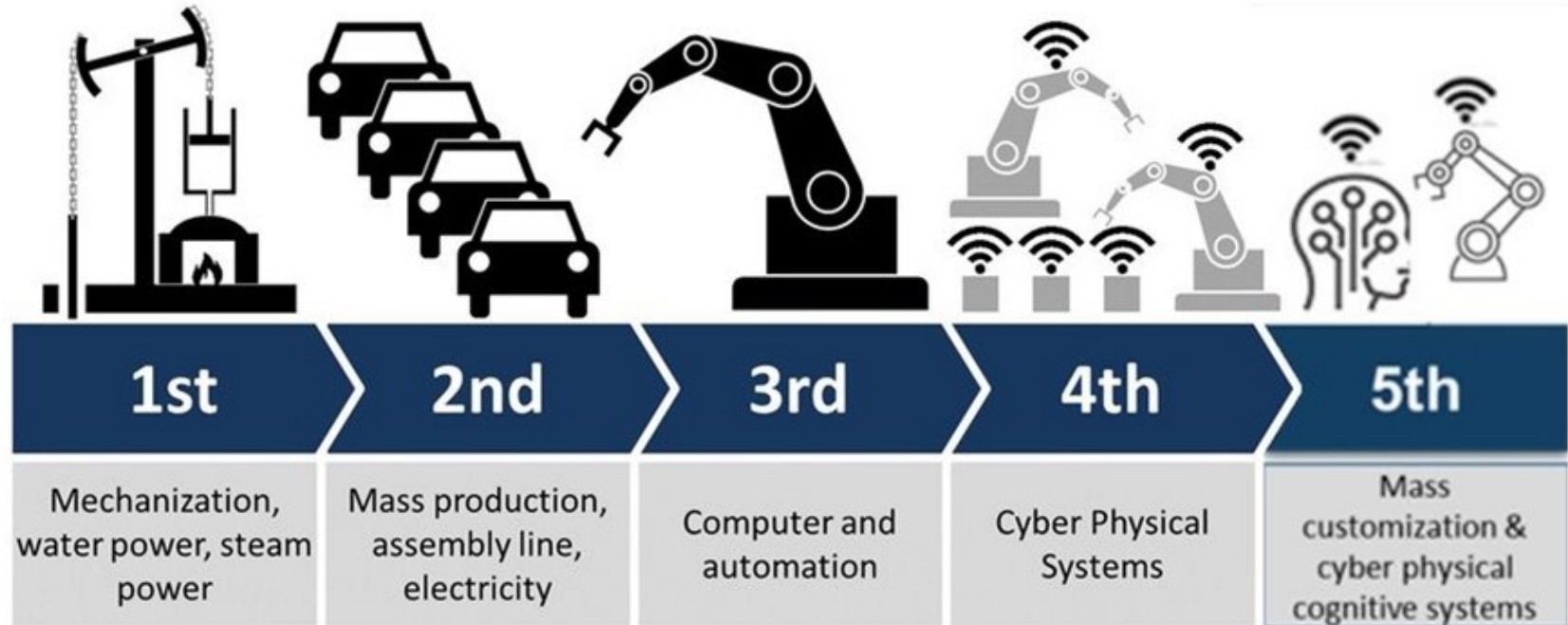
Åbo Akademi / IT

Jerker Björkqvist



- Diplomi-insinööri / säätötekniikka 1996
- Softakehittäjä / 1998
- Tohtoriopiskelija 1998-2001, prosessitekniikka, optimointi → TkT 2001
- Åbo Akademi, informaatioteknologia 2002->
 - Vanhempi yliopistolehtori, dosentti
- Opetus
 - Tietotekniikka, analytiikka, sulautetut järjestelmät, projektikurssi
- Projekteja
 - Telekommunikaatio: DVB-H, DVB-T2 (Nokia, Digita)
 - Ennakoiva huolto: OPENS, EDGE (Kone, Solita, Wärtsilä, Wapice, Fingrid)
 - Meriteollisuuden data: INTENS (Wärtsilä, Meyer Turku, Parker Hannifin, DeltaMarine)
 - Valmistava teollisuus: Reboot IoT (Kongsberg, ABB)
 - Energiatehokkuus: DAZE, CASEMATE (Wärtsilä, Wapice, Nextfour, MeriAura)
 - Kestävyys: DDSM, Hybricon (Mirka, Baltic Yachts, Saalasti, Herrman Bikes)

Teollisuus 1.0-5.0



Digitaalinen kaksonen -

2017

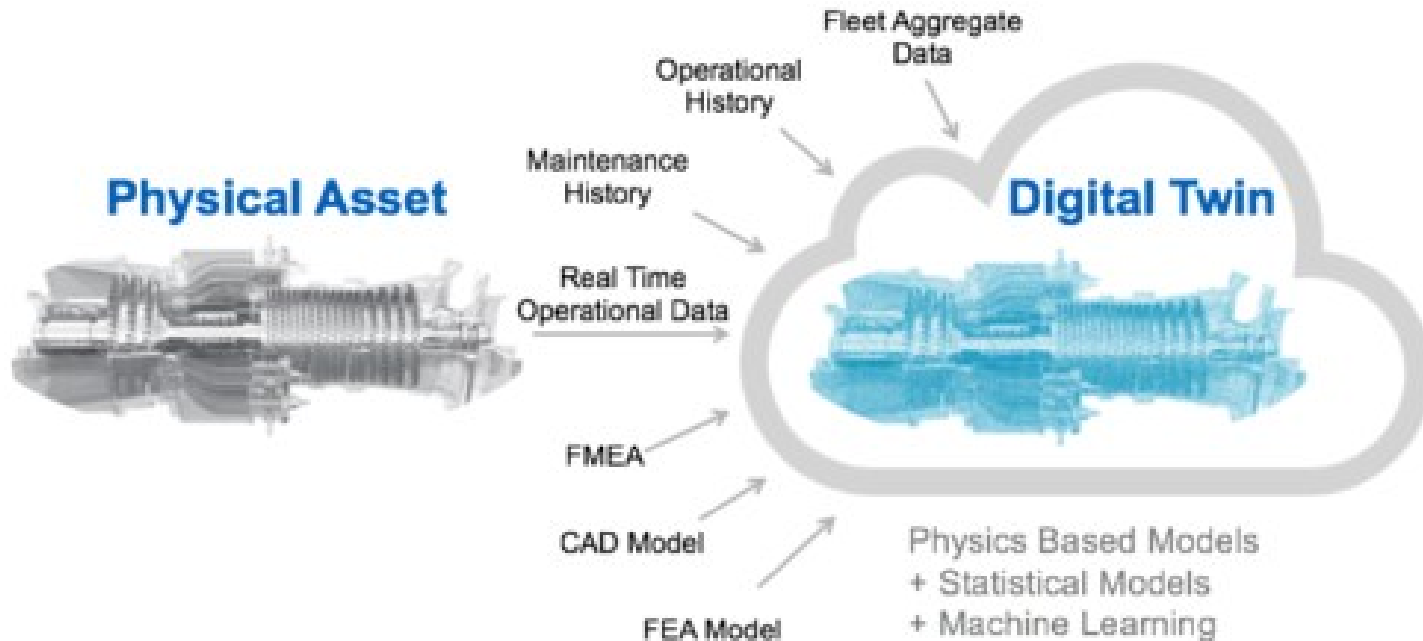
Hype Cycle for Emerging Technologies, 2018



explore
of articles
search
win"
- 4
- 17
- 70
- 170
- 302
- 630
- 1102

Digital Twin – what is that?

” A digital twin is a virtual model designed to accurately reflect a physical object”



Project INTENS

” Integrated Energy Solutions to Green Shipping “

Case 1
Data cleansing and
compression

Vahterus – Plate & Shell HE

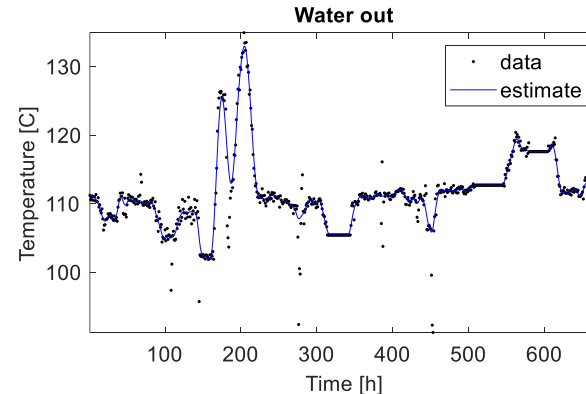
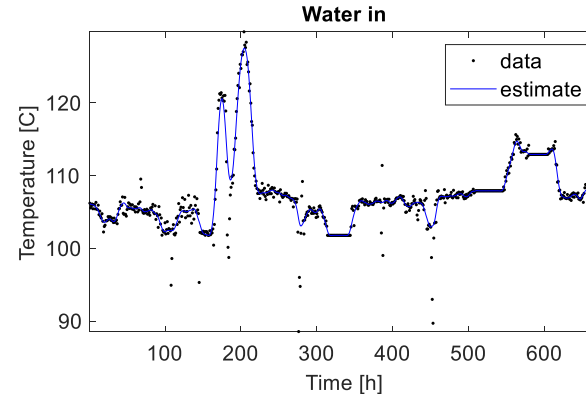
- Biovakka bio gas plant in Vehma.
- Exhaust gas waste-heat recovery (economizer).



Energy balances – i.e. *Digital Twin* model

$$c_{p,C} \dot{m}_{C,in} (T_{C,in} - T_{C,out}) + Q = 0$$

$$c_{p,H} \dot{m}_{H,in} (T_{H,in} - T_{H,out}) - Q = 0$$

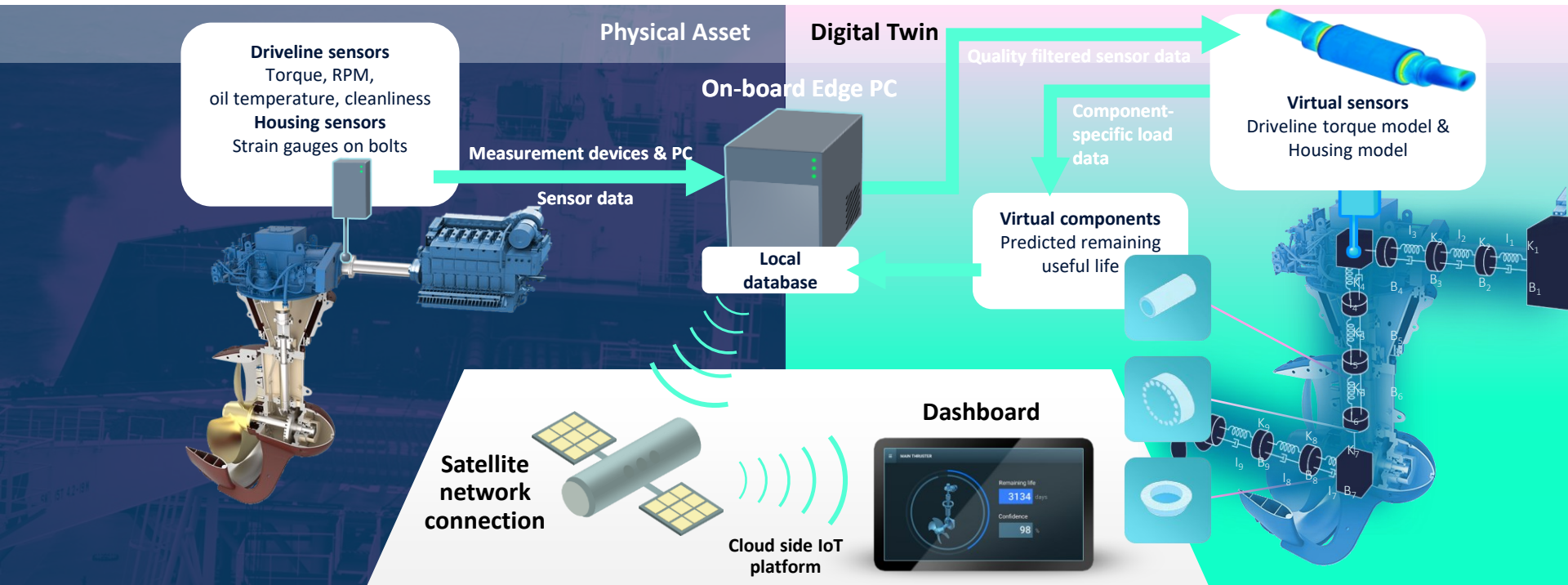




Case 2 Thruster digital twin

Thruster Digital Twin

Introduction & Motivation



Project EDGE

WASALINE DEMONSTRATOR

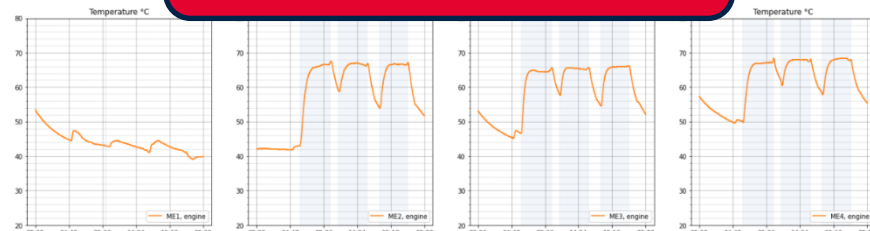


Table I: KPI on the experiment setup

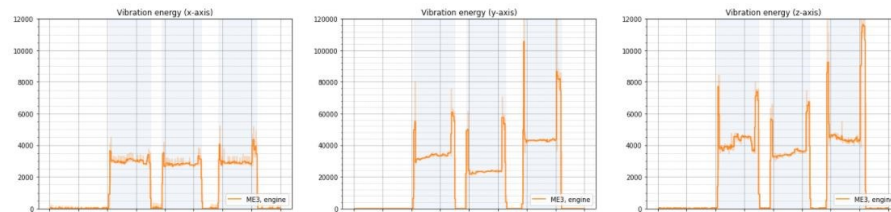
Maximum temperature recorded on main engines	ME1: 69.1 °C	ME2: 69.2 °C	ME3: 67.4 °C	ME4: 71.0 °C
Data generated / day	3.67 GB (compressed text)			
Total data generated	375 GB			
Total running time	102 days			
Uptimes during the total experiment	73%			
Length of cables installed	130 m – I2C connection		100 m – Ethernet	
Estimated man hours to install the system	40 h			
Costs				
Sensor Unit (SU)	Sensor enclosure, cable			40 €
Control Unit (CU)	2 Raspberry Pi 4, network switch, supported electronics, enclosure			250 €
Equipment rack	Adlink Industrial PC, network switch and network router, rack			3.000 €

Case 3

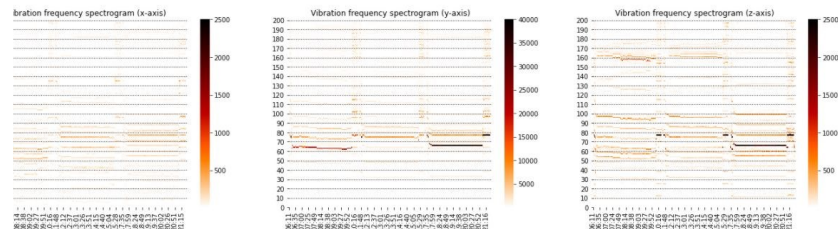
On-ship Edge computing



Main engine 3. Total runtime 743 mins



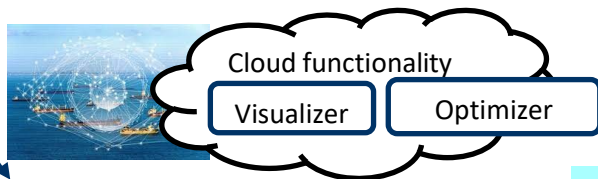
Main engine 3



DAZE – Data Analytics for Zero Emission Marine

Data Driven Ship Management (DDSM)
Tech management, Maintenance,
Voyage and Cargo planning, Port
operations

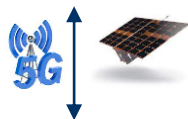
Case 4
Energy efficiency
through data



System model compatible with
R&D tools / systems

Gaia-X

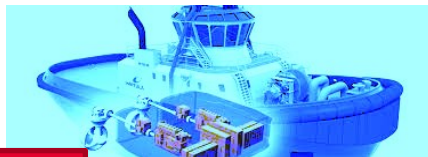
Learning from
Automotive sector



Virtual
sensors

Marine
Data API

Sensor data



System model / DigiTwin



On-ship data management

Storage

Operations
optimizer

Data
compression

Diagnostics

Safety

ML / AI

Real-world evidence
For LCA

Retrofit analysis

Commercial drivers

Seamless information flow
TCP/IP / CAN / 5G / Modbus / Satellite

Fleet level

Diagnostics /
performance evaluation /
optimizers



Ship-level
- Optimizers



System level
-Virtual sensors
-DigiTwins



Component level
Smart Sensors
-EDGE computing



WP1 Data driven condition-based monitoring – Utilize Model-Based System Engineering to provide next-level model-based condition-based maintenance features into marine systems. This combined with novel AI/ML-based algorithms on sound and vibration data on marine systems will bring next level operational and service efficiency.

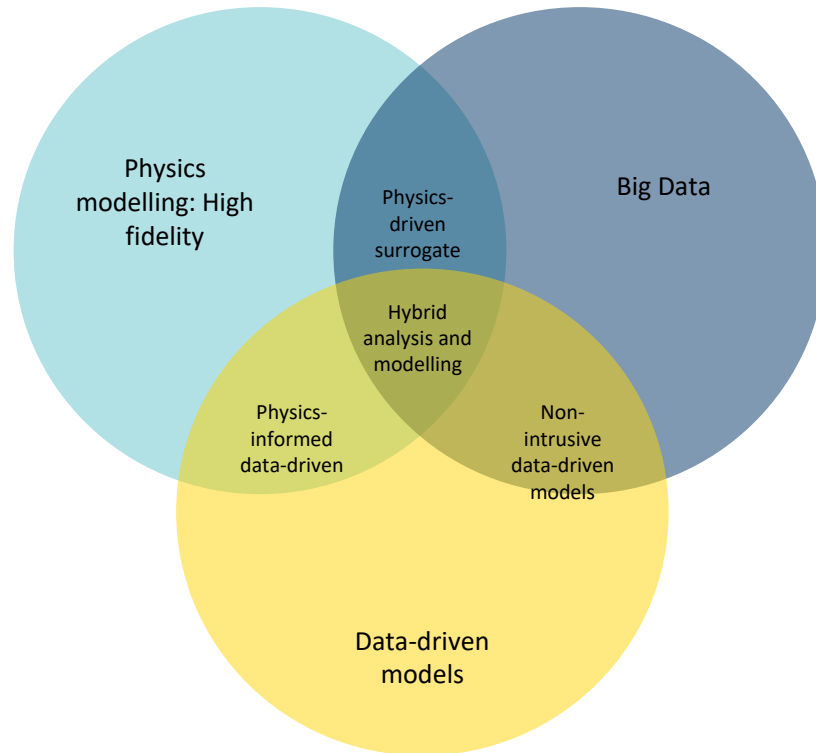
WP2 Edge cloud continuum for marine data and autonomous operations – Provide technologies that enable a seamless and secure edge-cloud continuum, *i.e.*, data-driven algorithms can run in parallel on on-ship and on-shore, intelligent division of computing and data resources between edge and cloud infrastructures

WP3 Energy system design and management – Develop needed reduced order models to enable novel model-based energy efficient analytics and optimization for ship energy systems. The hybridization of ship energy systems is analyzed especially from a business perspective.

WP4 Virtual data sets and data driven retrofits – Provide model-based augmented data sets, where raw sensor data is cleansed and refined into virtual data sets, utilizing a combination physical models and ML/AI. The WP enables virtual sensor technology, *i.e.*, information on variables that are either impossible, error prone and expensive to measure using conventional sensors.

WP5 Project management and dissemination – General project management, dissemination of project results as well as national and international networking.

Hybridimallinnus - data+fysiikka



Physics modelling

- +** • First principles,
- Interpretability
- Generalizability
- Analysis for stability and uncertainty
- • Computationally expensive
- Do not adopt easily
- Might have numerical instability

Data-driven modelling

- +** • On-line learning
- Inference computationally efficient
- Accurate even for challenging problems, if data properly handled
- • Data hungry
- Black-box
- Inherent bias
- No theory for stability analysis

Hybrid modelling

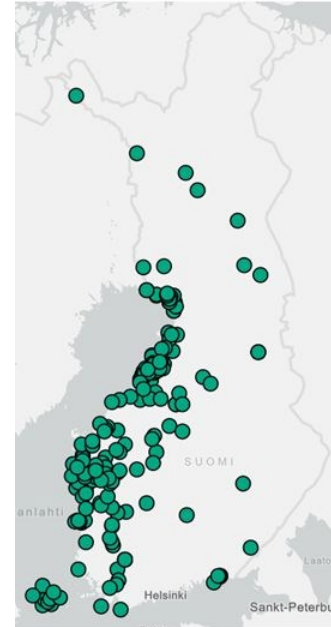
- +** • Interpretability
- Robustness
- Understanding
- Predictability
- +** • Efficiency
- Accuracy
- Pattern-identification

- Matematiikka – insinöörimatematiikka
 - Fokus on usein vielä laskennassa – ei ymmärryksessä
- Fysiikka / kemia
 - Perusasiat, vaihtelee opintosuuntauksen mukaan
- Mallinnus ja simulointi – fysiikka / järjestelmä
 - Hyviä työkaluja on olemassa / aika hyvin käytössä opetuksessa
- Ohjelmointi
 - Abstraktiotaso on nousemassa
- Data ja datan hallinta – IoT, tietokannat, tietoverkot
 - Periaatteessa perinteistä IT-opetusta
- Tekoäly / koneoppiminen
 - Tavallaan vanhaa tietotaitoa, mutta datan määrä on kertaa XXXX

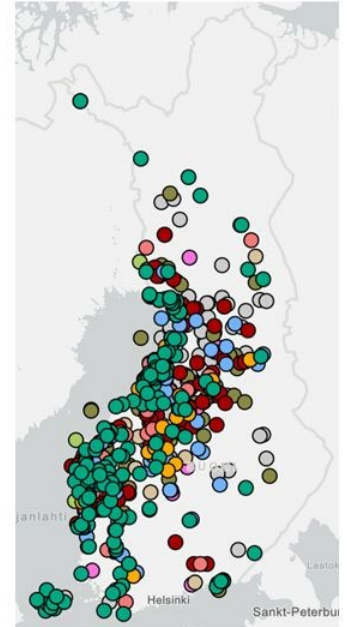
Kestävyys – ajetaan kaikkialle

- Suomeen lisää tuulivoima vauhdilla
- Pitäisi pystyä maksimoimaan lisäarvoa Suomessa
- Energia-intensiivinen teollisuus / tuotanto Suomeen
- Datan ja mallinnuksen hyödyntäminen
 - Energiakäytön joustavuus
 - Tuotantojärjestelmien kestävyys seuranta
- Tuotteiden kestävyys
 - Materiaalit
 - Energian käyttö
 - Työvoiman käyttö

In production
5677 MW



Projects published
65945 MW



Business Finland Veturit

- + **ABB: GREEN ELECTRIFICATION 2035**
- + **BITTIUM: SEAMLESS AND SECURE CONNECTIVITY**
- + **BOREALIS POLYMERS: SPIRIT – SUSTAINABLE PLASTICS INDUSTRY TRANSFORMATION**
- + **DANFOSS: FOSSIL FREE FUTURE**
- + **FORTUM JA METSÄ GROUP: EXPANDFIBRE**
- + **KONE: THE FLOW OF URBAN LIFE**
- + **KONECRANES: ZERO4**
- + **MEYER TURKU: NECOLEAP – CLIMATE-NEUTRAL CRUISE SHIP**
- + **MIRKA: SHAPE, SHAPING THE GREEN TRANSITION – WITH NET CARBON NEGATIVE SURFACES**
- + **NESTE: NOVEL SUSTAINABLE & SCALABLE SOLUTIONS FOR TRANSPORTATION AND CHEMICALS**
- + **NOKIA: UNLOCKING INDUSTRIAL 5G BEYOND CONNECTIVITY**
- + **NOKIA: COMPETITIVE EDGE**
- + **ORION: DATAA JA TEKÖÄLYÄ HYÖDYNTÄVÄ LÄÄKEALAN TUTKIMUSEKOSYSTEEMI**
- + **PICOSUN: CHIP ZERO**
- + **PONSSE JA EPEC: FORWARD'27**
- + **SANDVIK: SHIFT '25**
- + **TIETOEVRY: LUOTTAMUKSEEN PERUSTUVA DIGIYHTEISKUNTA**
- + **VALMET: BEYOND CIRCULARITY**
- + **WÄRTSILÄ: ZERO EMISSION MARINE**

Osaamisalueet ja vaatimukset tulevaisuuden insinööreille

- Sähköistäminen
- Systeemiajattelu
- Tiedon jako ja ison kuvan ymmärtäminen
- Dataa ja digitalisointi
- Pehmeiden taitojen merkitys

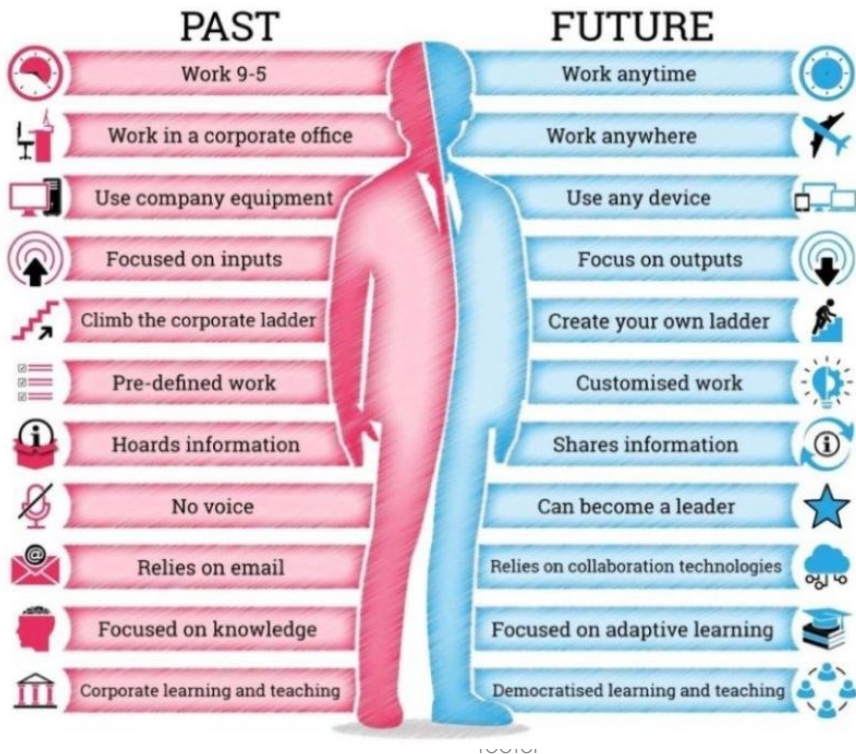
**Power-to-X, tuuli, akku, vety,
biomassa, maalämpö, hiilidioksidin
talteenotto**



Tulevaisuuden työntekijä

The evolution of the employee

Data source: @capture_brain | Infographic design by @agrassoblog for educational and motivational purposes



LinkedIn feedistä

Mitä tarvitaan tulevaisuudessa?

- Tekniset perusteet (matematiikka, fysiikka, mallinnus, järjestelmätiede)
 - Luo perusteet systeemiajatteluun, kokonaiskuvan ymmärtämiseen, kompleksisuuden hallinta
- Tietojärjestelmien ymmärtäminen
 - Mitä tietokone pystyy tekemään / missä ihminen on (vielä?) ehdoton ykkönen
- “From sensor to value”, koko ketjun ymmärtäminen / rakentaminen, lisäarvon luominen
- Pehmeät arvot / toimintakulttuuri
 - Ryhmätyö, kommunikaatio, yrittäjäyys (entrepreneur, intrapreneur)



Jerker Björkqvist, ÅA
jerker.bjorkqvist@abo.fi
+358 50 4096635
[linked.in/jerkerbjorkqvist](https://www.linkedin.com/in/jerkerbjorkqvist)