
LUT
University
LAND
OF THE
CURIOUS

MIKKELIN ALUEEN YRITYSTEN VIERAILU LUT:LLA, 12.12.2024

KONEIDEN DIGITALISOITUMINEN

Antero Kutvonen

Tutkimusjohtaja, SIX Mobile Machines Academic Fellow

LUT Yliopisto

TEOLLISUUDEN DIGITALISAATIO

- Teollisuuden digitalisaatio etenee yleiskäyttöisten teknologioiden (digikaksoset, tekoäly, robotiikka, IoT, simulaatio) rinnakkaisen ja toisiaan tukevan omaksumisen kautta
  - Valtava potentiaali muutokseen (vrt. aiemmat teolliset vallankumoukset)
  - Teknologioita (mm. simulaatio) aletaan hyödyntää T&K ulkopuolella
- Voidakseen hyötyä digitaalisesta muutoksesta yritysten tulee kehittää teknologian lisäksi myös rakenteita ja johtamista
- Yrityksen *digitaalinen kypsyys* mittaa sen digitaalisen muutoksen ja valmiuksien tilaa

DIGITALISAATION VAIKUTUSMEKANISMIT

- Hyvä tilannekuva on helpompi muodostaa → **proaktiivisuus ja resilienssi**
- Asiakasymmärrystä tukeva data saatavilla → **yksilöllisempi asiakassuhde**

- Useampi päätös datapohjaisesti → **ihmisen rajat** vastassa (*bounded rationality* ja *managerial attention*)
- Data antaa edellytykset ennakoinnille → organisaation **joustavuus ja ketteryys korostuu**

- Mahdollisuus ylläpitää massiivista (historiallista) dataa → mahdollistaa **datapohjaisia palveluita**

- Päätöksenteon vaatima data helposti saatavilla joka tasolla → **Päätöksenteko voidaan hajauttaa** tehokkaasti
- Organisaatioiden ja osastojen välinen tiedonvaihto helpompaa → Yhteistyön kustannus pienenee (cp. **yhteistyö lisääntyy**)

Modernin teollisuuden perinteiset materiaalivirtausten päälle rakennetut bisnesmallit täydentyvät ja korvaantuvat yhä enemmän dataperustaisella liiketoiminnalla. Muutos avaa perinteisiä rajoitteita skaalautuvuudessa, ketteryydessä, kannattavuudessa ja asiakassuhteen hallinnassa.

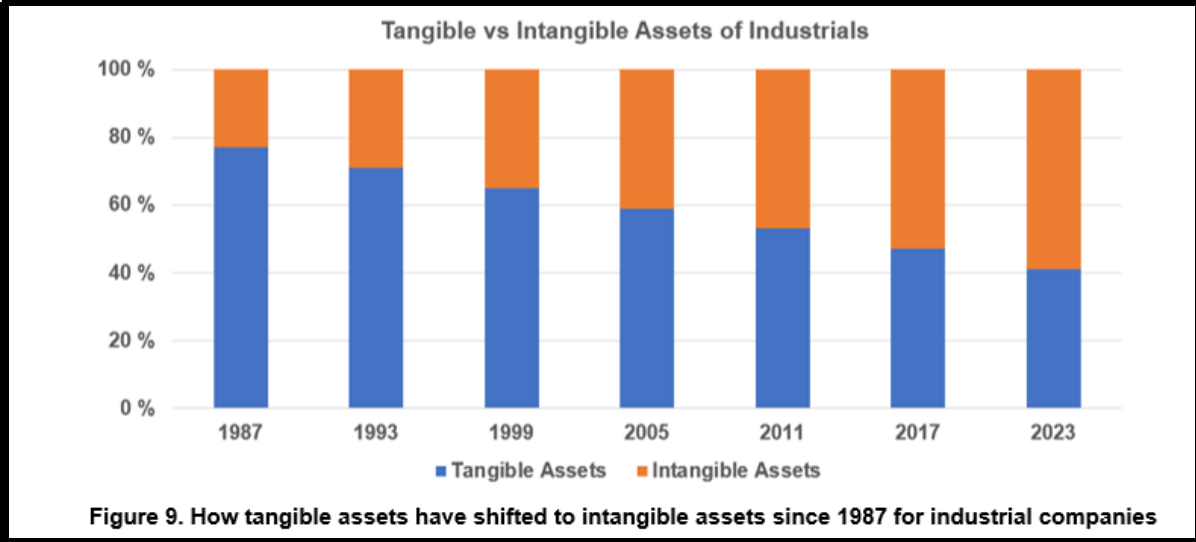


Figure 9. How tangible assets have shifted to intangible assets since 1987 for industrial companies

S&P 500

DIGITALISAATIO LIIKKUVISSA TYÖKONEISSA

- Liikkuvien työkoneiden teknologiset perustukset ovat kolmen leikkaavan trendin murroksessa: Sähköistyminen, digitalisaatio ja autonomiakehitys
- Työkonevalmistajat ovat yhdessä määritelleet jaetun tulevaisuuden vision, jota tukee jaettu tiekartta sekä hankeportfolio:

”Tulevaisuuden työkone ei ole vain [ympäristöllisesti] kestävä. Se mahdollistaa täysin uudenlaista arvonluontia omassa arvoketjussaan.”

SIX Sustainable Industry X | MOBILE WORK MACHINES

Joint roadmap towards Green & digital mobile machine 2030

Themes

Autonomous operations & drive solutions

Control systems for intelligence

Connected and communicating

Electrified

Data intensive lifecycle services

Enabling new value from data

Human in the loop

The mobile machine of 2030

FUTURE MOBILE MACHINES ARE MISSION-DRIVEN, ENABLE SEAMLESS OPERATIONS AND DELIVER NEW, UNSEEN VALUE ACROSS THE VALUE CHAIN.
- SUSTAINABILITY IS BUILT INTO EVERYTHING

EMBRACING AUTONOMY

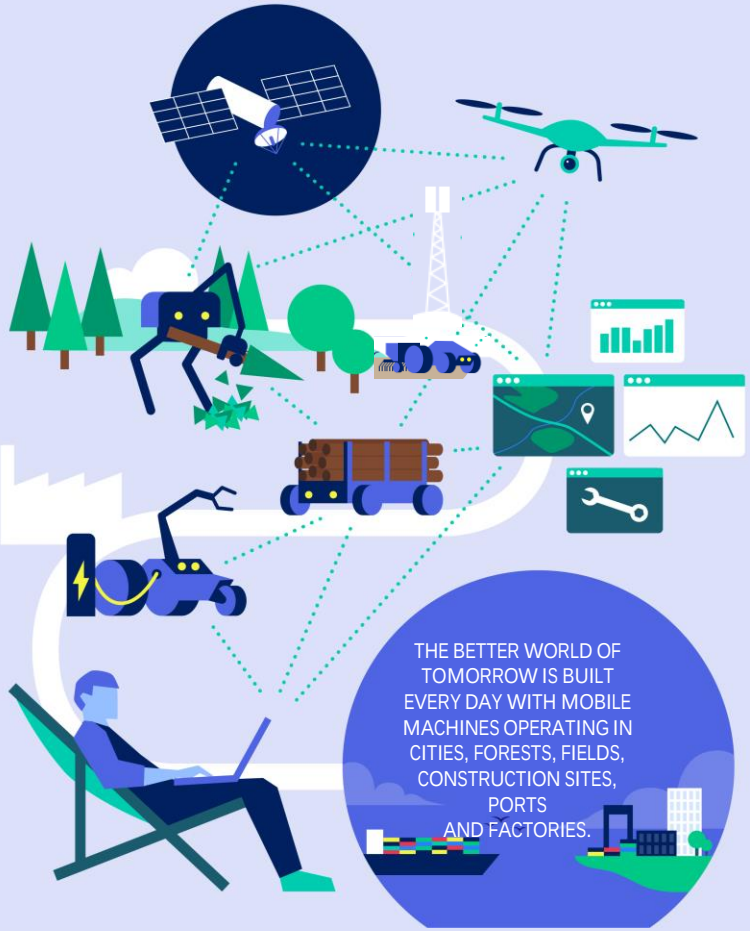
- The level of autonomy ranges from full autonomy to driver assistance systems depending on the application (open/closed environment).
- Autonomy is extended from machine level to mission-driven fleet autonomy.
- Autonomy increases the efficiency of the whole operation process.

ELECTRIFICATION ENABLES ZERO-EMISSION OPERATIONS AND NEW VALUE

- Electrified machines produce no emissions and are efficient, safer and more reliable.
- The fit-for-purpose design offers precise functionalities and improved performance.
- As a result, machines no longer limit their function.

HUMAN IN THE LOOP - BETTER JOBS

- As machines and systems become smarter, people are freed from monotonous work and can focus on more complex tasks that require decision-making skills.
- As a result, work becomes more meaningful and motivating. Employees suffer from less stress and fatigue and their cognitive load decreases.
- A whole new level of safety is achieved. Intelligent, integrated safety systems allow people and machines to work safely in the same area.
- Work is no longer location-specific thanks to remote operations and increased levels of autonomy.



SIX Sustainable Industry X | MOBILE WORK MACHINES

SIX Mobile Machines is an industry driven cluster of Finnish mobile machine manufacturers and their key technology providers.

SIX Sustainable Industry X | MOBILE WORK MACHINES

The mobile machine of 2030

FUTURE MOBILE MACHINES ARE MISSION-DRIVEN, ENABLE SEAMLESS OPERATIONS AND DELIVER NEW, UNSEEN VALUE ACROSS THE VALUE CHAIN.
- SUSTAINABILITY IS BUILT INTO EVERYTHING

CONNECTED AND COMMUNICATING

- All is connected: Mobile machines operate as efficient, autonomous teams, interacting with each other and exchanging information in real-time in a highly systemic environment.
- All machines are connected to operations management systems and operated with minimal human interference.
- Operations centres have a complete overview of the sites and operational data at all times.
- Ultra-reliable, low-latency connectivity enables high levels of autonomy and maximises the efficiency of operations.

INTELLIGENT CONTROL SYSTEMS AND BETTER DECISION-MAKING

- Decentralised AI enables autonomous decision-making also on a machine-level.
- Information is processed and refined on the machines before it is shared.
- Machines optimize their performance and routines autonomously based on perceived data and information.

LEVERAGING DATA FOR NEW BUSINESS OPPORTUNITIES

- Maintenance needs are predicted and services optimized using data throughout the entire life cycle of the machines.
- Machines are transparent in terms of condition and cost. Open interfaces enable data sharing.
- Each machine has a digital identity for full traceability of lifecycle services, re- and de-manufacturing, recycling and novel value adding services.
- Focus is on results instead of machines and services – that is what customers are paying for.
- Machine-generated data creates new business opportunities and added-value.

SIX Sustainable Industry X | MOBILE WORK MACHINES

SIX Mobile Machines is an industry driven cluster of Finnish mobile machine manufacturers and their key technology providers.

SIX Sustainable Industry X | MOBILE WORK MACHINES

SIMULOINTILÄHTÖISEN ARVONLUONNIN MUOTOJA

- Tutkimus ja kehitys: Pelillistäminen, (tekoäly-)ohjelmistotestaus, turvallisuusnäkökulmat
- Tuotanto: Tuotanto- ja kokoonpanolinjojen analyysi, tarkempi tuotannonohjaus (*zero defect / zero waste*), uudelleenvalmistus
- Markkinointi: Käyttäjien koulutus- ja käyttöönottopalvelut, asiakasarvon analysointi, myyntikonfiguraattorit
- Palveluliiketoiminta: Etädiagnostiikka, digitaalinen kaksonen palveluna, mallipohjainen ylläpito ja huolto
- Uusia mahdollisuuksia: Järjestelmätason optimointi, dynaaminen toimittajahallinta, yhteiskehitetyt automaatio-ominaisuudet

AVAINALUEITA TUTKIMUKSESSA

1. Koneiden, ympäristöjen, ihmisten ja prosessien **todellisuusvetoinen reaaliaikasimulointi**
2. **Digitaalisten kaksosten**, tekoäly-, sähköistys- ja autonomisten innovaatioiden hyödyntäminen ja hallinta
3. **Digitaaliset kestävyysratkaisut** vaikutusten arviointiin ja hallintaan jokaisessa elinkaaren vaiheessa kestävien materiaalien, energian ja suunnittelun sekä vihreiden kontrolli-, huolto- ja kiertotalous-strategioiden kautta

LUT SIX MOBILE MACHINES ACADEMIC FELLOWS

Professor Aki Mikkola

Head of MORE SIM
Head of Mechanical Engineering
aki.mikkola@lut.fi
+358 40 7363095

Antero Kutvonen

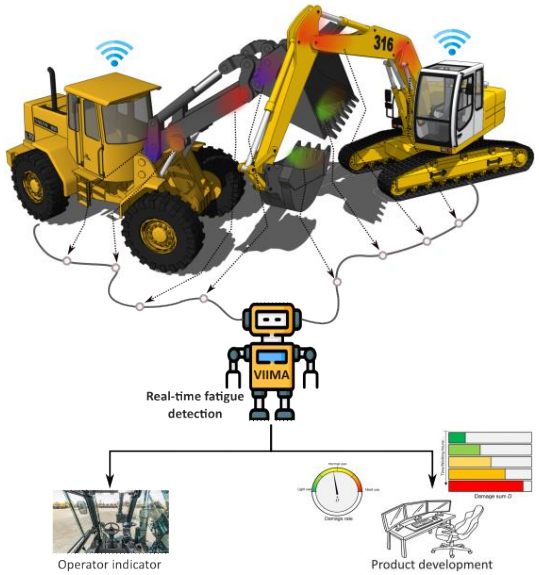
Research Director
antero.kutvonen@lut.fi
+358 50 348 8768

LABS & TOYS: SIM STUDIO

LABS & TOYS: PATU 655 CRANE & DIGITAL TWIN

SANTTU
Health? Productivity? Both.

Combining physics-based simulation, digital twins and AI technologies, SANTTU developed semi-automated operator assistance systems, demonstrated in PATU



VIIMA project demonstrates simulation of operational loads for fatigue estimation and mitigating control strategies on PATU

SANTTU – TO REDUCE STRESS FROM MACHINE & OPERATOR

Project details

- Partners: 3 universities, 6 companies, 2 industry-driven associations
- Duration: 1.4.2022-31.3.2024
- Funding: Business Finland Co-Innovation, part of Sandvik Shift ‘25 ecosystem

Project objectives

- Simplifying the control and use of machines with the help of semi-autonomous operator assistance systems
- Reducing the operator’s cognitive load and the stress on the device, so that the machines’ lifespan, usability, and productivity can be improved.
- **Examining the business potential of new data-driven services for participating companies (LUT IEM)**

Key results for mobile machinery industry

- Semi-autonomous operator assistance systems that simplify the control and operation of the machines → Reduced complexity and cognitive stress of the operator and stress on the machine
  - Improved performance and consistency of working processes
  - Extended machine life, availability and productivity
  - Autonomous safety enhancing capabilities
  - **Preconditions and strategies to enhance the use of AI technologies (LUT IEM)**
  - **Best practices for creating revenue based on digital solutions (LUT IEM)**

“The combination of simulation and AI technologies provides the technological basis for autonomous and sustainable Finnish-made machines. The SANTTU operator assistance system protects both machine and operator from excess stress, increases productivity and enables data-driven services.”

Contact: Kirsi Kokkonen
kirsi.kokkonen@lut.fi

R3-MYDAS (2024 – 2026)

Innovative digital technologies with advanced mechatronics, IT and social sciences and humanities for remanufacturing, repurposing and recycling of energy goods. Three demonstrations validate the potential impact for circular value and sustainability

Oil & Gas Components

Wind Turbine Gearboxes

E-vehicle batteries

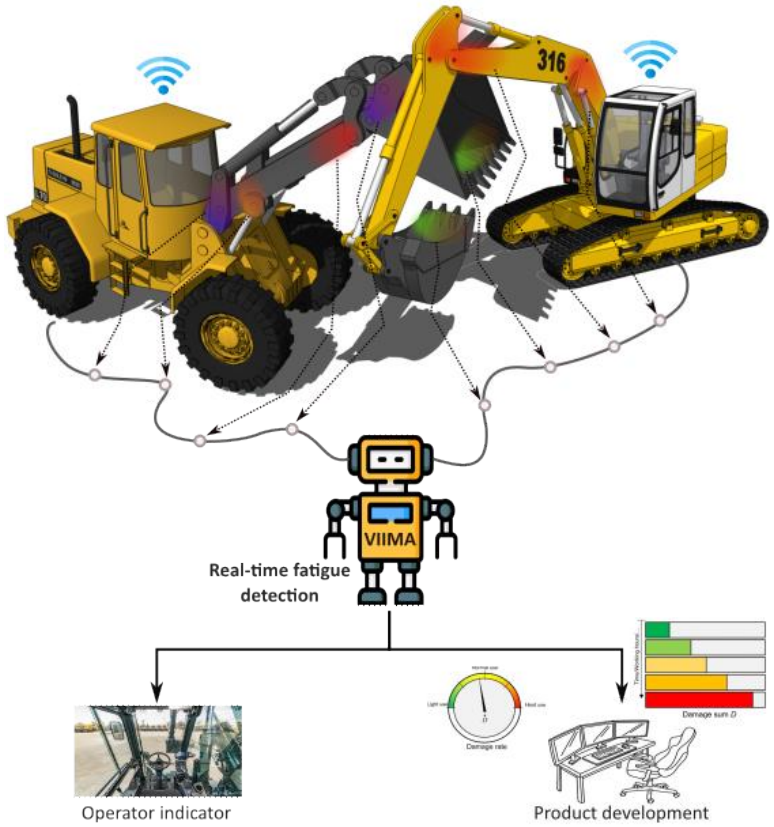
LUT MORE SIM brings digital twin technologies, leads validation efforts and expertise on business models, lifecycle service innovation and logistics.

https://r3-mydas.eu/

Funded by the European Union

Contact: Antero Kutvonen
antero.kutvonen@lut.fi

VIIMA – VIRTUAL MATERIAL ENGINEERING



VIIMA project focuses on the fatigue design based on the simulation of operational loads.

VIIMA, real-time simulation is used to calculate the operational loads in a specific application

→ Business opportunities related to fatigue monitoring and service innovation

Project duration
01/2024 – 12/2026 (3 years)

Funding instrument
Business Finland co-innovation

Total budget
Research budget 1.9 m€, company research 3 m€

Contact: Antero Kutvonen
antero.kutvonen@lut.fi

TULEVIA KONKREETTISIA TUTKIMUSAVAUKSIA

- **RE**TROFIT **S**imulations and DATA for **C**ircular **U**pgrades and **E**fficiency (RESCUE) kehittää teollistuotteiden päivitysten hallintaa ja tarjontaa
- *N**ew** E**ra** of A**daptive** T**ask-based** WORK**flows*** (NEATWORK) tuotantotyön tukeminen ihmiskeskeisellä reaaliaikaisella ja sopeutuvalla järjestelmällä, joka perustuu prosessi- ja ihmissimulaatioon, räätälöityihin ohjeistuksiin ja laajennetun todellisuuden teollissovelluksiin
- Digitaalisesti Avustettu Luovuus Innovaatiotoiminnassa (DALI)


LUT
University