

Liikkuvien työkoneiden toimiala ja kasvihuonepäästöjen vähentämisen tutkimus- ja kehitysaktiviteetteja

Hiilineutraali-webinaari työkoneiden päästöjen vähentämisestä

15.10.2024

Johannes Hyrynen, Low carbon and smart machines lead VTT

johannes.hyrynen@vtt.fi, +358408336364

VTT painopisteet

VTT on yritysten ja yhteiskunnan visionäärinen tutkimus-, kehitys- ja innovaatiokumppani ja yksi Euroopan johtavista tutkimuslaitoksista.

261 M€ kokonaistuotot	2 213 työntekijää
43 % liike-vaihdosta ulkomailta	32 % tohtoreita ja lisensiaatteja
Perustamisvuosi 1942	Omistajaohjaus: työ- ja elinkeino- ministeriö

Digitaaliset teknologiat



Hiilineutraalit ratkaisut



Tulevaisuuden tuotteet ja materiaalit





VTT

Liikkuvien työkoneneiden toimiala

NRMM¹

- Wide range of application power small (<18/19 kW) to large (>560 kW)

¹Non-road mobile machinery' means any mobile machines, transportable equipment or vehicle with or without bodywork or wheels, not intended for the transport of passengers or goods on roads and includes machinery installed on the chassis of vehicles intended for the transport of passengers or goods on roads

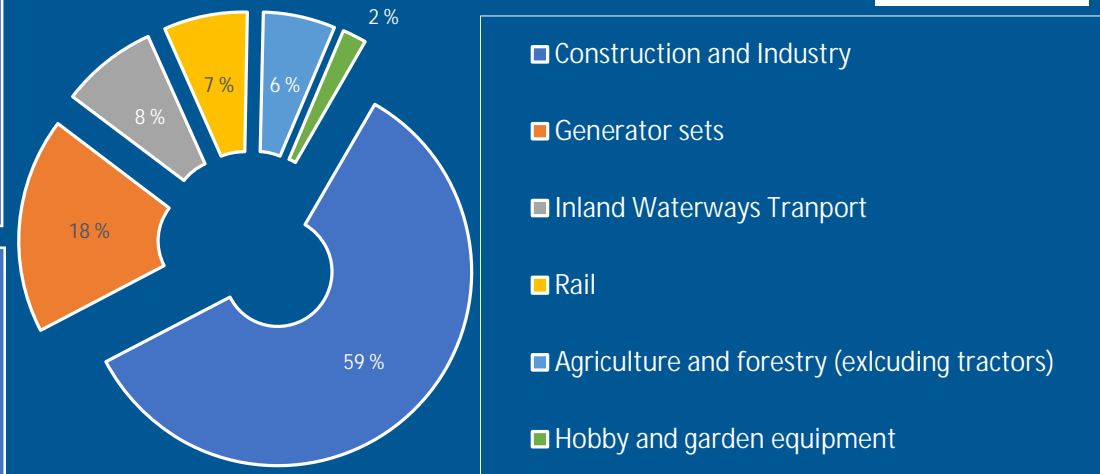
NRMM

2% of EU27's total GHG emissions²

⁴EU production value
76 €billion per year (2020)

Agriculture, forestry machinery, machinery for mining, quarrying and construction

Contribution to GHG emission by NRMM sector



²Source: Study in view of the revision of directive 97/68/EC on non-road mobile machinery (NRMM) - an emissions inventory and impact assessment - Publications Office of the EU (europa.eu) (2010)

Agriculture and Forestry

- Harvester
- Cultivators
- Tractors³

Construction

- Excavators
- Loaders
- Bulldozers
- Forklifts
- Cranes

Railway

- Locomotives
- Railcars

Inland Waterway

- Inland waterway vessels³

Mines and Quarrying

- Underground trucks
- Mining loaders
- Excavators

Gardening/ Handheld Equipment

- Chainsaws
- Lawnmowers

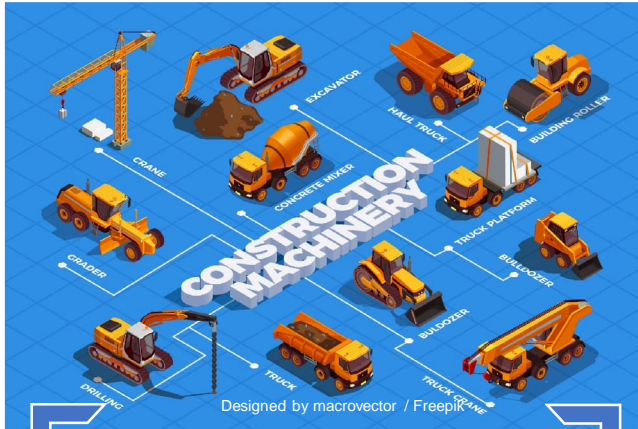
Misc.

- Generators (non-stationary)

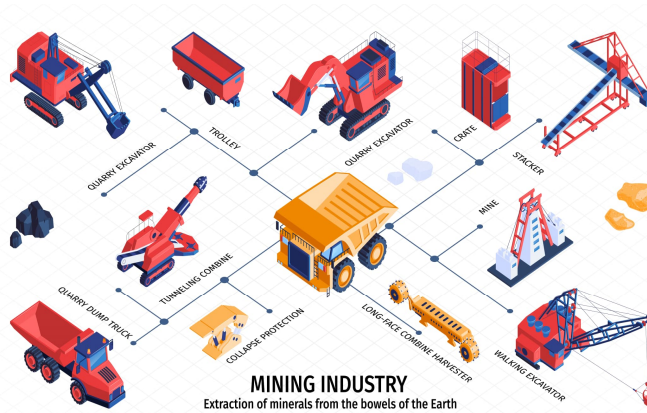
³not covered by EU gaseous and particulated emission limits

⁴Statistics | Eurostat (europa.eu)

Construction, mining and material handling



Air quality policy (C40 Clean construction declaration),
 Construction mainly in urban cities, Availability of grid power near cities.
 Frequent charging possibility, less noise

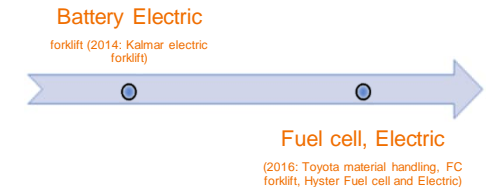
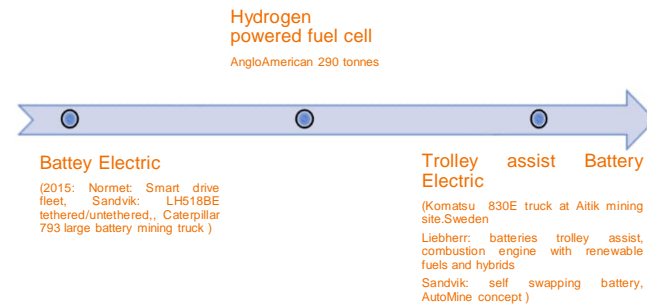
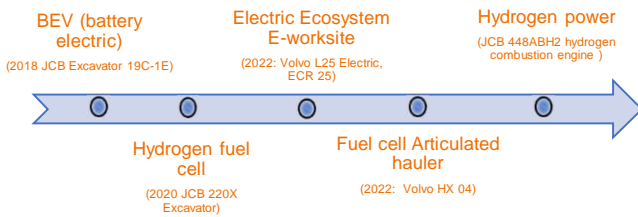


27 members of the International council on mining and metals pledged to achieve net zero emission by 2050.
 Clear competitive advantage of electrification in underground mining operation, grid availability, no emission, work safety trend → Autonomous



Designed by macrovector / Freepik

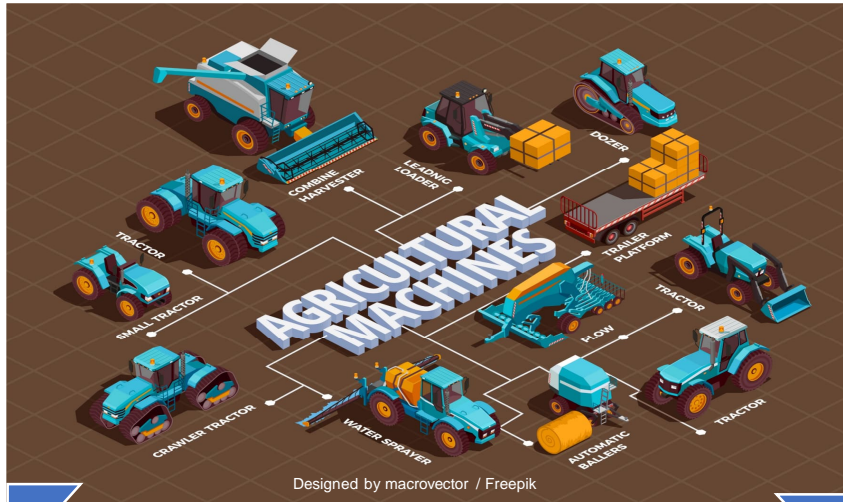
Routes, time-table well defined, trends more on energy utilization & optimization
 Traditional technology: Internal combustion engine + Lead acid batteries
 Advance technology: Batteries, Fuel cell



VTT – beyond the obvious

*General trend as an example only

Agriculture & Forestry



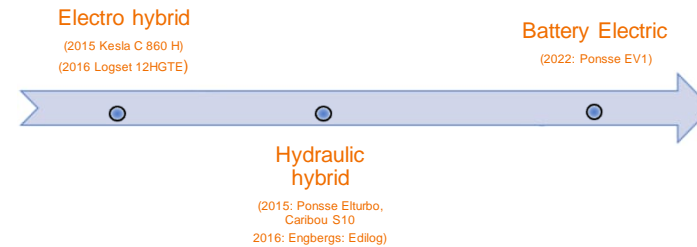
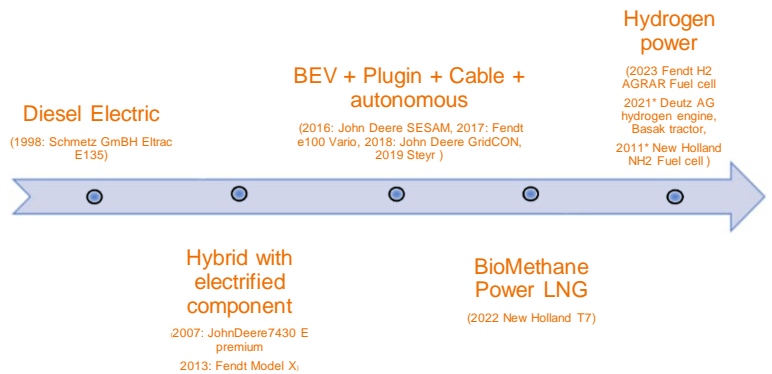
Tens of million agricultural tractors in the world. [Agricultural machinery, tractors per 100 sq. km of arable land | Data \(worldbank.org\)](#)

Use of energy is relatively distributed and concentrated on certain times of year. Annual usage hour is low



Forestry applications mainly in off grid areas. Some hybrid demo exist.

Alternate fuel can be used for charging purposes, fuel cells can also be used if methanol is used as fuel.



VTT – beyond the obvious

*General trend as an example only



VTT

Liikkuviin työkoneisiin liittyviä muutosajureita

Älykkäät ja vihreät ratkaisut edellyttävät erilaisten osaamisten ja tarpeiden yhdistämistä

MEGATRENDIT



Päätöksenteko,
skenaariot
ja regulaatio



Mahdollistavat
teknologiat



Integroidut ja
optimoidut
järjestelmät



Liiketoiminnan
ymmärtäminen



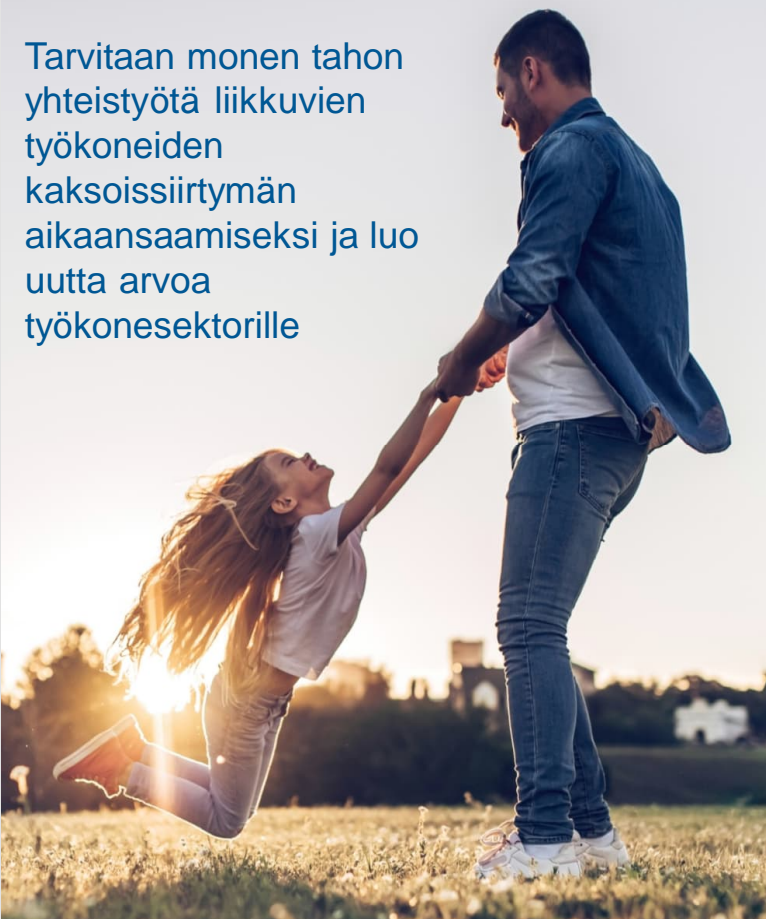
Loppukäyttäjä
tarpeiden
huomioiminen

Kestävä
tulevaisuuden
liikkuvien
työkoneiden
business

Liikkuva työkone 2035

VTT

Tarvitaan monen tahon yhteistyötä liikkuvien työkoneiden kaksoisiirtymän aikaansaamiseksi ja luoda uutta arvoa työkonesektorille



MIKSI?

Ilmaston muutoksen torjunta edellyttää täysin uusia energiatehokkaita ja fossiilittomia ratkaisuja koko toimialalle

Digitaaliset teknologiat ja data tarjoavat tapoja kasvattaa tehokkuutta ja tuottavuutta sekä kone - että konejärjestelmätasolla

Kaksoisiirtymän ajurit luovat mahdollisuuksia täysin uusille konekonsepteille liiketoiminnalle useissa toimintaympäristöissä



MITÄ?

Koneiden ja konelaivueiden tehokas toiminta automaation ja sähköistämisen avulla

Uudet voimansiirto- ja energian varastointiratkaisut

Konnektiviteetti ja koneiden välinen yhteistyö

Kokonaisjärjestelmän datan mahdollistamat uudet elinkaari palvelut

CO2 vapaat kestävä arvoketjut materiaalien, valmistuksen operoinnin ja datan avulla

Tavoitteisiin pääsemiseen liittyy useita haasteita:

- Vaihtoehtoisten energiaratkaisujen korkeat kustannukset
- Uusien ratkaisujen turvallisuus ja luotettavuus
- Regulaatioon liittyvät epävarmuudet
- Markkinoiden halukkuus ottaa käyttöön uusia teknologioita
- Työvoiman, komponenttien ja resurssien saatavuus
- Infrastruktuurin kehittyminen ja saatavuus
- Investointien kustannukset
- Tutkimuspanostuksia tarvitaan vielä



Sustainable Industry SIX Mobile Machines Innovaatioklusteri

Yhteinen tiekartta kaksoissiirtymän menestykselliseksi toteuttamiseksi...

... yhteinen visio...

Paras toimintaympäristö

"Vuonna 2025 Suomesta on tullut tunnetusti paras paikka maailman parhaiden liikkuvien työkoneneiden ja niitä tukevien avainteknologioiden sekä palveluiden kehitykseen.

Tulevaisuuden liikkuva työkonene

"Tulevaisuuden liikkuva työkonene: Ei ole pelkästään ympäristöystävällinen. Se mahdollistaa uutta ennen näkemätöntä liiketoimintaa ja arvoa koko koneen toimintaan liittyvän arvoketjun yli

... tulevaisuuden luominen yhdessä

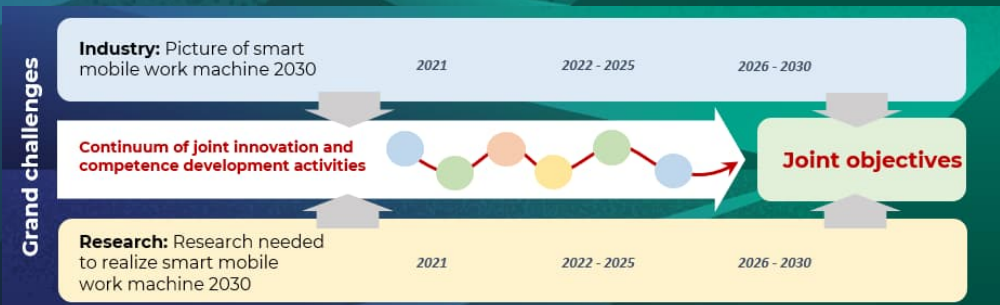
2020 DRIVERIT

- Joustava operointi
- Kestävä tuottavuus
- Datan käytettävyys ja tietovarannot
- Vastuullisen toiminnan osoittaminen



2030 VISIO

- Maailman paras paikka kehittää liikkuvia työkoneneita
- Ennen näkemätöntä arvoa digitalisaatiosta ja vastuullisuudesta



The mobile machine of 2035

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

- From driver assistance systems to full autonomy
- 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.
- Precise functionalities and improved performance.
- Machines no longer limit their function.

HUMAN IN THE LOOP - BETTER JOBS

- As machines and systems become smarter, people can focus on more complex tasks that require decision-making skills.
- Work becomes more meaningful and motivating.
- Less stress and fatigue and their cognitive load decreases.
- Intelligent, integrated safety systems - people and machines work safely together.
- Remote operations and increased levels of autonomy enable working from distance



THE BETTER WORLD OF TOMORROW IS BUILT EVERY DAY WITH MOBILE MACHINES OPERATING IN CITIES, FORESTS, FIELDS, CONSTRUCTION SITES, PORTS AND FACTORIES.

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.

CONNECTED AND COMMUNICATING

- All is connected - machines operate as autonomous teams, communicating with each other in a highly systemic environment.
- All machines are connected to operations management systems.
- 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.

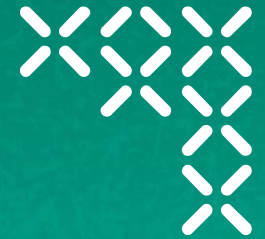
LEVERAGING DATA FOR NEW BUSINESS OPPORTUNITIES

- Maintenance is predicted and services optimized using data throughout the entire life cycle .
- Machines are transparent in terms of condition and cost. Open interfaces enable data sharing.
- Machines have a digital identity for full traceability of lifecycle services, re- and de-manufacturing, recycling and value adding services.
- Machine-generated data creates new business opportunities and added-value.



MOBILE
WORK
MACHINES

Research project portfolio



Autonomous operations & drive solutions

FeMMA Future electrified mobile machine, BF Co-research.
TAU, VTT, Sandvik, Ponsse, Kalmar, Valmet Automotive



Electrified

COMMA Connected mobile machine lifetime cybersecurity, BF Co-research.
VTT, UTU, TAU, Kalmar, Ponsse, Sandvik, Netox



Connected and communicating

STRA4 – Strategic Foresight for sustainable Innovation and growth,
BF Co-research.
VTT, TAU + SIX MM



Control systems for intelligence

Next generation Mining, BF Co-research. VTT, OU, Sandvik, Nokia, SATEL, Huld, Terrasolid, Outsight, Etteplan, Noptel, Unieke, Iiwari, Millisecond, Wizense ja Indagon



Data Intensive lifecycle services

EMMA/2, Electro-Mechanical vs More electric Actuators for new systems designs, BF Co-innovation.
TAU, LUT, Sandvik, Ponsse, HIAB, Normet, Metso Outotec, Rexroth, Vilakone, Raute, Norrhydro, Danfoss Editron, Geysir, Hydroline, Mevea, Hybria, FIMA



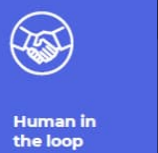
Enabling new value from data

Lifecycle data utilization,
SITRA

SANTTU - systems for operators of work machines and heavy industrial machines, BF Co-Innovation. LUT, Aalto, OU, Sandvik, Ponsse, Raute and Mantsinen

FUTURA, BF Co-research. TAU, Sandvik, Cargotec, Rambooms, Novatron, GIM Oy and Normet

DeCarbo – Decarbonizing mobile machines. BF Co-research.



Human in the loop

NeMeCo - Next Generation Mining and Heavy Machinery 5G Business Models and Ecosystems. BF Co-research.



EU –KDT A-IQ-Ready

HEU project XRTHEIA

HEU project BATMAX

HEU project Escalate

HEU project NEXTBAT

HEU project FASTEST

Aiheeseen liittyviä tutkimushankkeita

VTT

Future Electrified Mobile Machines – FEMMA

WP1: Power and thermal management of an electrified mobile WM

WP2: Mobile Working Machines in digitalized workites

WP3: Digital solutions for autonomy and electrification

WP4: Systemic change over value chain

WP5: Coordination and international collaboration

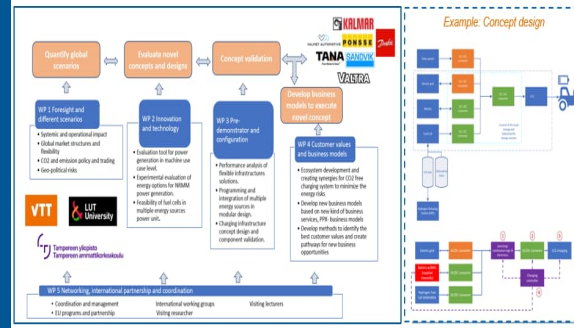


VTT

Tampere University

SIX MOBILE WORK MACHINES

Decarbonizing mobile machine systems - DECARBO



BATTERY MANAGEMENT BY MULTI-DOMAIN DIGITAL TWINS

ESCALATE

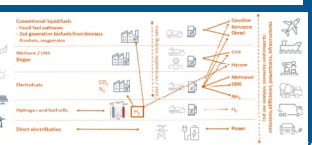
Päästöseuranta-järjestelmän toteutusvaihtoehdot

Päästöttömien työmaiden green deal -sopimuksen seuranta-järjestelmä

Creating an industrial dataspace around the Mobile Work Machines

Focus on battery life-cycle data utilization

VN TEAS TYKO2 Työkoneiden kustannustehokkaat päästövähennykskeinot



Selvitys ja tietarkka Vuosaaren sataman työkoneliikenteen päästövähennyksille

NEXIBA+

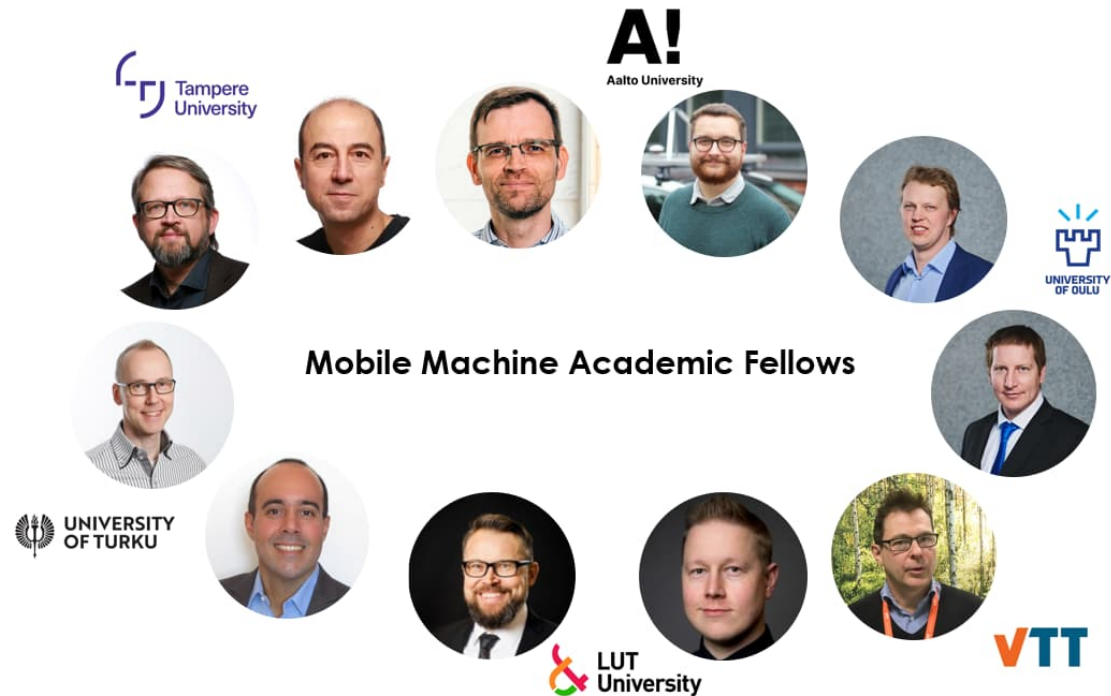
THE NEW SAFE-BY-DESIGN BATTERY MANAGEMENT SYSTEM EU PROJECT

Clean Propulsion Technologies

... is a concept project aiming to... mobile machinery by enhancing extended reality technologies.

Research Excellence in Electrification of Mobile Work Machines

- ▶ Platform of Excellence in Mobile Work Machines (Tampere University)
 - ▶ Gathers 6 top Finnish research institutes to collaborate and influence topics on the future roadmap of the industry
 - ▶ Named Academic Fellows from each university gather their universities' topics and strengths together and act a contact point for industry
 - ▶ So far gathered: future competence profiles & research excellence from each university
- ▶ Electrification & sustainable power solutions excellence in ALL of the 6 research units
 - ▶ Good basis for future development



The background of the slide is a photograph of two young women laughing joyfully in a field during sunset. The woman in the foreground has long brown hair and is wearing a white lace-trimmed top. The woman behind her has blonde hair and is wearing a blue top. The scene is bathed in the warm, golden light of the setting sun, with hills visible in the distance.

We bring together people,
business, science and technology,
**TO SOLVE THE WORLD'S
BIGGEST CHALLENGES,**
creating sustainable growth,
jobs and wellbeing.

johannes.hyrynen@vtt.fi

Thank you!