

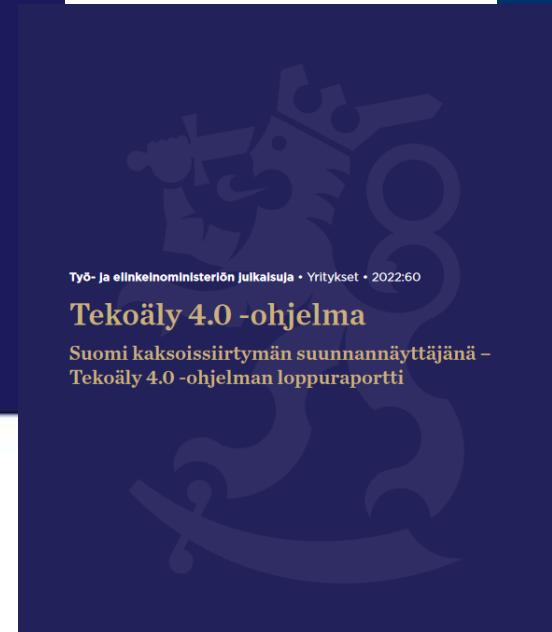
# SIX Elastomeric Systems - kestävää kasvua edistyneistä materiaaliratkaisuista

11.9.2025

Rakennusalusta...



# Target: Competitiveness<sup>2</sup> by making good plans come true



# Sustainable Industry X (SIX)

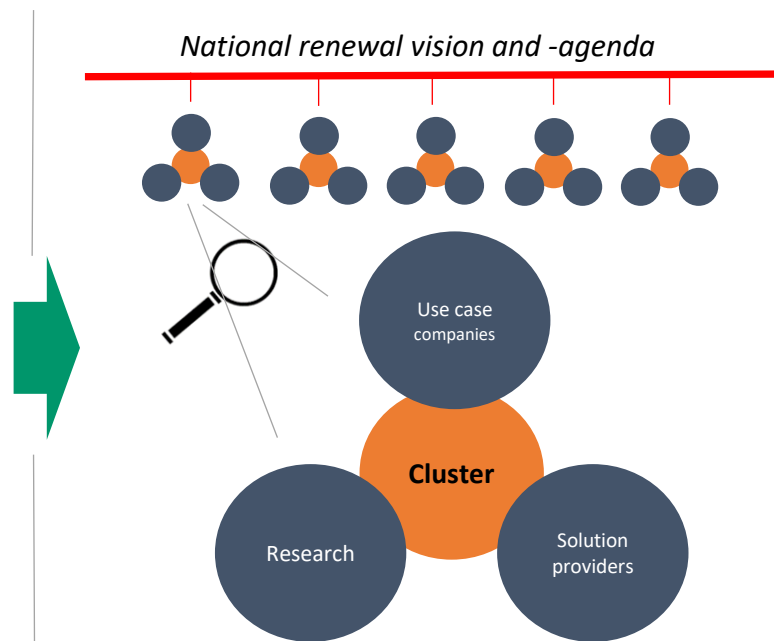
## Supercharging Finland's industry performance through innovation and knowledge



### JOINT GUIDING LINE

#### Unifying, national vision and agenda for industry renewal

- Enabling play towards one common goal. Increased long term predictability in Finnish operating environment.

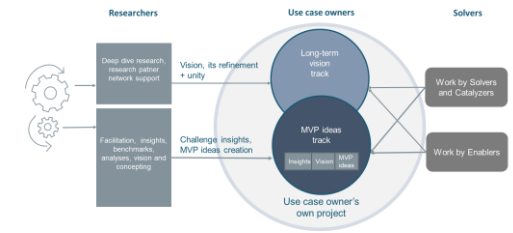


### AGILE IMPLEMENTATION

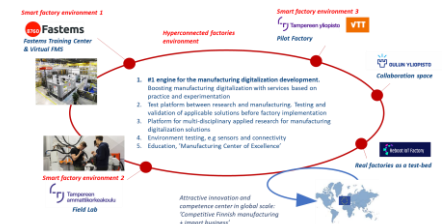
#### Collaborating, smartly specialized ecosystems/clusters implementing the agenda

- Industry needs as a starting point in all activities. Themes: innovation, capabilities and operational efficiency
- Under own umbrella: clusters for **Mobile Work Machines, Heavy On-road, Elastomeric systems, Smart Manufacturing, Industrial regions**

*SIX DNA: harnessing and connecting the existing elements, industry driven agile collaboration.*



#### Best practices in co-creation



#### Infrastructures for innovation- and competence development

### APPROPRIATE TOOLS

#### Appropriate, effective tools

- Focusing on what is essential for industry. Agile implementation, taking things one step further than usual.

**Mitä voidaan saavuttaa...**



# Building Future Mobile Machines together



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

## The best operating environment

'In 2025, Finland has become known as the world's best place for developing mobile work machines and their key technologies and services.'



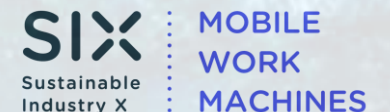
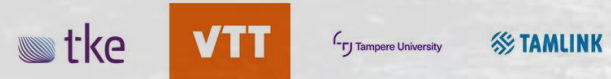
Efficient and effective joint innovation development



Development of competence and availability of talents



Visibility and impact in Finland and all around the world



# Uusi SIX Elastomeric Systems - yhteenliittymä – mikä se on, miksi se on, mitä se tekee?



# Suomen potentiaali kasvuksi yhteistyön ja osaamisen avulla



# Voimat kokoava yhteenliittymä

## VISIO

"Mahdollistamme uutta arvoa ja kilpailuetua siirtymällä kestäviin raaka-aineisiin ja kehittämällä edistyskellisiä materiaaleja, jotka edistävät innovaatiota ja huippuosaamista."



## 1. Yhteinen tutkimus ja tieto innovation mahdollistajana ja vauhdittajana

*Yrityskohtaisten ja toimialaa laajemmin koskevien 'digivihreiden' tavoitteiden toteutumisen mahdollistaminen yhdessä. Klusteri mahdollistaa haastavien ja eri tasoisten ongelmien ratkaisun yhdessä teollisuus- ja tutkimustoimijoiden kanssa, tehokkaalla tavalla yhteistä ylläpidettävää tiekarttaa hyödyntäen.*

”

Identifioidaan yhteiset innovaatio-kehityskohteet tiekartalta



Valmistellaan, käynnistetään ja seurataan yhdessä tarvittavia yhteisiä kehityshankkeita -> kestävä ja kehittyvä portfolio tiekartan toteuttamiseen

## 2. Osaaminen ja osaajat – tulevaisuuden tekijät

*Mahdollistetaan yritysten tarvitseman osaamisen jatkuva saatavuus tunnistamalla yhdessä toimialan tulevaisuuden osaamistarpeet ja fokusalueet sekä kehittämällä niiden pohjalta koulutusta ja toteuttamalla toimijoiden välistä tiedonjakoa. Edetään käytäntö kärkeä infrakyvykkyksiä hyödyntäen*

”

Tunnistetaan muutos ja identifioidaan tämän pohjalta yhteiset osaamisen kehittämisen kohteet



Päätetään ja toteutetaan yhteisiä toimenpiteitä asioihin vaikuttamiseksi

## 3. Hyvä ympäristö toimia, kasvaa ja kehittyä

*Mahdollistetaan yhdessä sektorin toimijoiden parempi näkyvyys Suomessa ja maailmalla, jotta kykenemme rakentamaan meille suotuisamman toimintaympäristön. Vaikutetaan yhdessä rahoituksen saamiseen, säädösten rakentamiseen, standardeihin ja muuhun päätöksentekoon.*

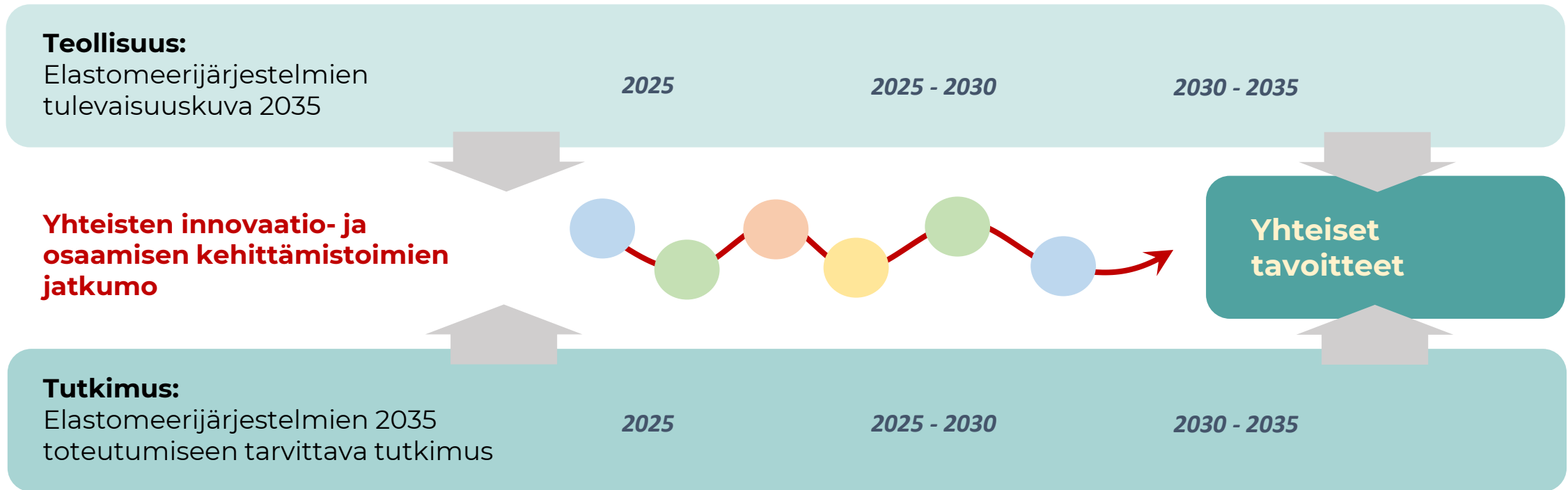
”

Identifioidaan yhteiset vaikuttamis-kohteet tiekartalta



Päätetään ja toteutetaan yhteisiä toimenpiteitä asioihin vaikuttamiseksi

# Yhteinen tiekartta



# Fokus ja teemat -raami

Miltä toimiala näyttää vuonna 2035 (ominaisuudet, toiminnallisuudet, palvelut)

- Yritysten omat tiekartat ja innovaatiopolut
- Toimialan kuva

”Kuinka arvoa tuotetaan tulevaisuudessa monenkeskeisesti? Miten tuotettu arvo näkyy asiakkaalle ja kuinka siitä saatava tulos jaetaan tuottajien kesken?”

Miksi tärkeää: Teknologiaratkaisujen lisäksi pitää kehittää myös liiketoiminta- ja palvelumalleja, jotta tuotettu arvo saadaan muutettua kannattavaksi liiketoiminnaksi

”Mitkä ovat ne generiset platform-tason asiat, joita voisimme tutkia ja tehdä yhdessä?”

Miksi tärkeää: Mahdollistaa yritysten älykkään erikoistumisen sekä omaan ydinliiketoimintaan keskittyminen tutkimalla ja toteuttamalla yhdessä platform-tason ratkaisuja

”Mitä kyvykkyyksiä meillä on hyödynnettävissä tai mitä uutta me vielä tarvitsemme tulevaisuudessa?”

Miksi tärkeää: Mahdollistaa uusien ratkaisujen toteuttamisen ja operaation

”Kuinka tunnistetaan kestävästä kehityksestä liiketoiminnallinen arvo? Kun asioita muutetaan, niin miten voidaan todentaa vaikutus ’sustainabilityyn’?”

Miksi tärkeää: Toimiala on houkuttelevampi ja aktiiviteeteilla on enemmän rahoitusmahdollisuuksia tarjolla, jos tekemisessä on huomioitu kestävä kasvun näkökulmat (people, profit, planet)

”Miten voisimme luoda asiakkaille lisäarvoa tulevaisuudessa? Miten tietointensiivisessä tuotteessa ja palvelussa tunnistetaan arvoa? Miten prosessitietoa voidaan hyödyntää elinkaaripalveluissa?”

Miksi tärkeää: Kilpailukyvyyn kasvattamiseksi tarvitaan uusien palveluiden tarkastelua perinteisten lisäksi

Digivihreä siirtymä

**Kestävä kasvu**

Liiketoiminta

**Uudet liiketoiminta- ja palvelumallit**

Tarjooma & asiakasarvo

**Tuotteet ja elinkaaripalvelut**

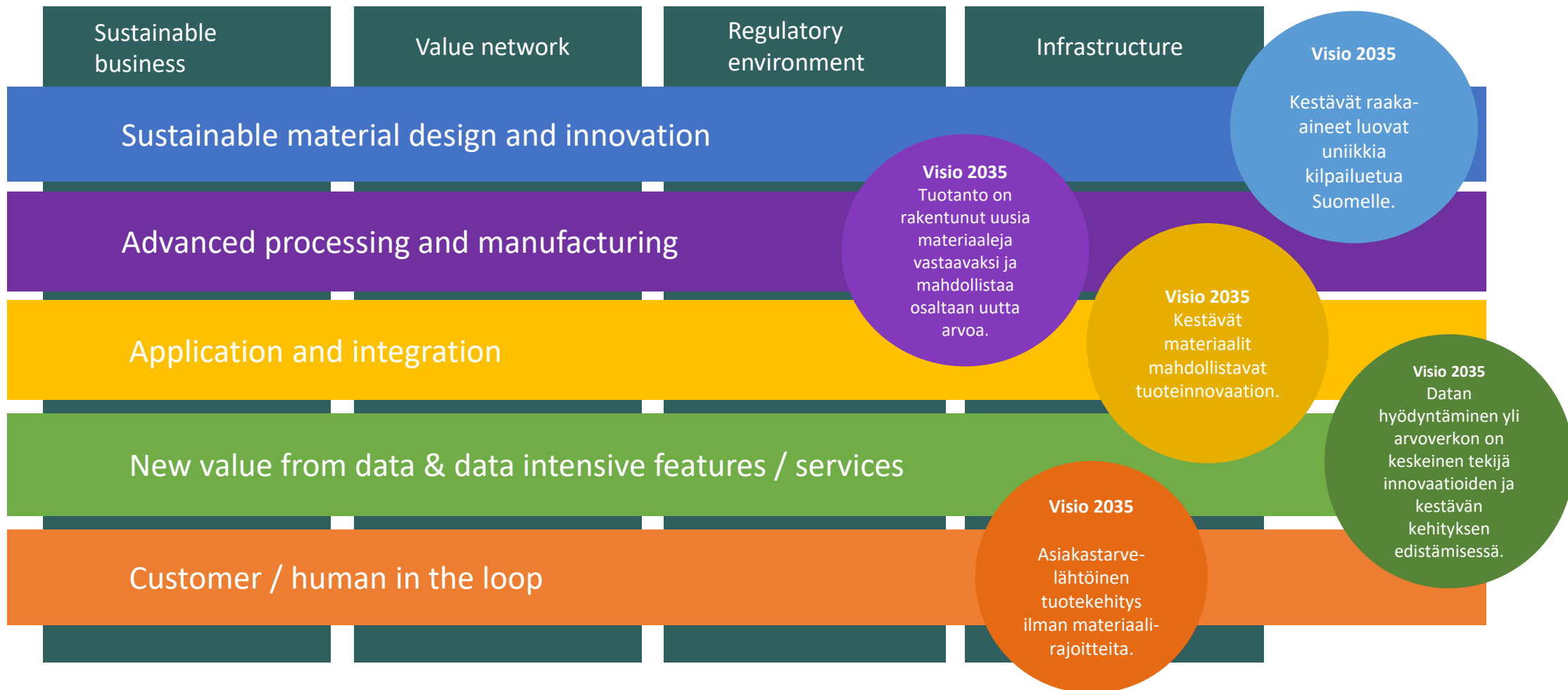
Teknologiset keihäänkärjet

**Uudet raaka-aineet ja materiaalit, digitalisaatio, energiatehokkuus**

Mahdollistajat

**Teknologiat, osaaminen, tuotekehitysinfra, data, toiminnan mahdollistajat, yhteiskehittämismallit, rahoitus, standardit**

# Tiekartan teema-alueet



# Tulevaisuuden materiaalit ja niiden kehittäminen (2035)

**Talous-, ihminen- ja ympäristönäkökulmasta kestävä raaka-aineet.** Vuonna 2035 fossiilittomat raaka-aineet ovat valtavirtaa materiaalien valmistuksessa. Ne tarjoavat kestävä (PPP) ratkaisun myös materiaaliominaisuuksien ja tuotannon taloudellisen kannattavuuden näkökulmasta. Merkittävin osin nopeasti uusiutuvien luonnonvarojen (esim. maa- ja metsätalouden sivuvirrat) hyödyntämiseen pohjautuvat biopohjaiset raaka-aineet ovat käytännössä katkaisseet riippuvuuden niiden fossiiliin edeltäjiin (esim. noki, butadieeni, SBR). Vastaavasti hiilidioksidipäästöjä kyetään hyödyntämään esimerkiksi polymeeriraaka-aineiden valmistuksessa, ympäristölle haitallisten kemikaalien käyttö on minimoitu ja monet haitalliseksi tunnistetut kemikaalit korvattu ei-haitallisilla vaihtoehdoilla. Uusien raaka-aineiden positiiviset ympäristövaikutukset ovat laajat ja niitä kyetään seuraamaan tarkasti raaka-ainetuotannosta lähtien. Vaikutuksilla on useita dimensioita ml. lopputuotteiden käyttö, esim. renkaiden kulumispäästöt ovat biohajoavia, eikä haitallisia mikromuoveja synny.

Kestäviin raaka-aineisiin pohjautuvat **älykkäät materiaalit** ovat usealta eri näkökulmalta merkittävä uusi arvon mahdollistaja vuonna 2035. Ne avaavat uusia mahdollisuuksia sekä kestävä kehityksen, että tuoteinnovaatioiden saralla. Älykkäitä materiaaleja hyödyntäen voidaan luoda tuotteita, jotka ovat nykyistä merkittävästi kestävämpiä (PPP) ja monikäyttöisempiä. Materiaali kyetään rakentamaan asiakastarvelähtöisesti ja digitaalinen materiaalispesifikaatio mahdollistaa materiaaliominaisuuksien säilymisen samanlaisina toimittajasta riippumatta. Vastaavasti materiaalin alkuperäiset ominaisuudet säilyvät läpi tuotteen elinkaaren. Älykkäät materiaalit kykenevät reagoimaan ja mukautumaan vallitseviin ympäristö- ja käyttöolosuhteisiin esim. lämpötilaan, kosteuteen, rasitukseen. Älykkäisiin materiaaleihin voidaan rakentaa kognitiivisia ominaisuuksia (kognitiivinen materiaali), jolloin ne voivat oppia käyttäytymään muutostilanteessa tietyllä tavalla. Nämä ominaisuudet mahdollistavat esim. tiivisteiden ja renkaiden rakenteiden itsekorjautuvuuden (self-healing).

**Tehokas materiaalien suunnittelu ja kehitys.** 2035 älykkäiden ja kestävien materiaalien suunnittelu- ja valmistusprosessit ovat integroituneet. Tämä mahdollistaa nopean ja ketterän uusien materiaaliratkaisujen muodostamisen. Täysin uusien materiaalien suunnittelussa ja optimoinnissa hyödynnetään laajalti edistyneitä simulaatioita ja tekoälyavusteisia työkaluja, jotka nojaavat laajoihin raaka-ainemallinnuksiin sekä aiempaan tutkimustietoon, kokeelliseen dataan. Vuonna 2035 on käytettävissä laajat **sekoitusratkaisukirjastot**, jotka pohjautuvat ennustettaviin malleihin ja tekoälyn analysoimaan toteumadataan. Nämä kirjastot tarjoavat käyttäjilleen valmiita, testattuja ratkaisuja, joita kyetään myös räätälöimään tarkasti eri käyttötarkoitusten mukaan. Raaka-ainestandardit ovat kehittyneet vastaamaan paremmin teollisuuden tarpeita.

**Kehittyneet pilotointikyvykkydet** ovat lyhentäneet aikaa tutkimuksesta teolliseen tuotantoon. Pilotointilaitokset hyödyntävät kattavia tutkimuslaitoksia, teollisia toimijoita ja materiaalitoimittajia yhdistäviä verkostoja. Nämä mahdollistavat nopean siirtymisen kokeellisesta toiminnasta kohti teollisen mittakaavan tuotantoa, tuotantoteknologioiden kehitys huomioiden.

Vuonna 2035 **kestävien materiaalien kiertotalous** perustuu tehokkaaseen ja älykkääseen (hyödyntää: tuoteidentiteetti ja siihen kytketty data) materiaalien kiertoon, jossa "toisen jäte on usein toisen raaka-aine". Suunnitelmalliset uudelleenkäyttöpolut (R-cycles) ja kehittynyt kierrätys uusine menetelmineen, esim. devulkanointi, mahdollistavat tuotteiden ja materiaalien palauttamisen hyödynnettäväksi ilman merkittävää laadun heikkenemistä ja hukkaa. Tehokas kierto ja regenerointi tuotantohukkasta, sivuvirroista ja käytöstä poistetuista materiaaleista, kuten mikromuoveista rengassekoituksissa, luovat kannattavamman ja kestävämmän tuotantoprosessin. Lopputuotteiden innovatiiviset rakenteet, kuten älykäs pinnoitus ja jälkikierrätettävät rakenteet, tukevat kiertotaloutta.

Vuoteen 2035 tultaessa **säädöksenttä** on avannut merkittäviä mahdollisuuksia suomalaiselle 'advanced biomaterials' alueen innovaatiolle, erityisesti haitallisten ja fossiilisten raaka-aineiden korvaamisen säädöksillä. Olemme onnistuneet vaikuttamaan EU -säädöskehitykseen niin, että se tukee uusien, kilpailuetua luovien materiaaliratkaisujen syntyä ilman merkittäviä toiminnallisia esteitä.

Visio 2035

Kestävä raaka-aineet luovat uniikkia kilpailuetua Suomelle.

**Esimerkki**

# Tutkimuksen tiekarttavastine

## Tampereen Yliopisto



**Essi Sarlin**

Professor

Faculty of Engineering and Natural Sciences  
+358408490146, [essi.sarlin@tuni.fi](mailto:essi.sarlin@tuni.fi)



**Johanna Kujala**

Professor

Faculty of Management and Business  
+358504201509, [johanna.kujala@tuni.fi](mailto:johanna.kujala@tuni.fi)



**Mikko Hokka**

Professor, Head of the unit

Faculty of Engineering and Natural Sciences  
+358408490132, [mikko.hokka@tuni.fi](mailto:mikko.hokka@tuni.fi)



**Mikko Kanerva**

Professor

Faculty of Engineering and Natural Sciences  
[mikko.kanerva@tuni.fi](mailto:mikko.kanerva@tuni.fi)



**Mirva Peltoniemi**

Associate Professor, Technology and Innovation Management

Faculty of Management and Business  
+358505950528, [mirva.peltoniemi@tuni.fi](mailto:mirva.peltoniemi@tuni.fi)



**Leena Aarikka-Stenroos**

Professor

Faculty of Management and Business  
+358503015476, [leena.aarikka-stenroos@tuni.fi](mailto:leena.aarikka-stenroos@tuni.fi)



**Pasi Kallio**

Professor, Biomedical engineering, micro- and nanotechnologies

Faculty of Medicine and Health Technology  
+358500525546, [pasi.kallio@tuni.fi](mailto:pasi.kallio@tuni.fi)



**Teemu Laine**

Professor

Faculty of Management and Business  
+358503087049, [teemu.laine@tuni.fi](mailto:teemu.laine@tuni.fi)



**Veikko Sariola**

Associate Professor

Faculty of Medicine and Health Technology  
+358504646138, [veikko.sariola@tuni.fi](mailto:veikko.sariola@tuni.fi)



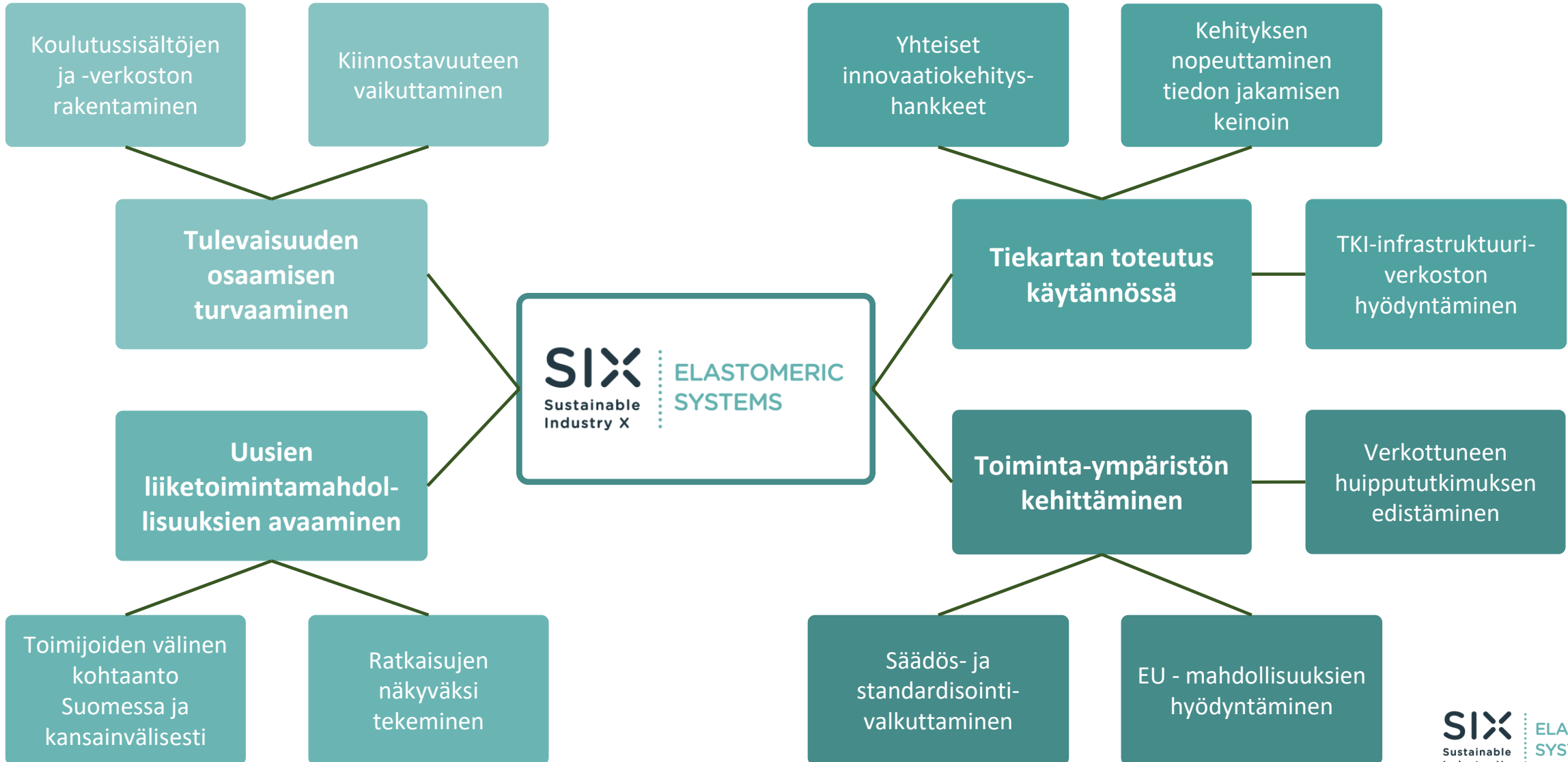
**Ville Santala**

Professor

Faculty of Engineering and Natural Sciences  
+358401981099, [ville.santala@tuni.fi](mailto:ville.santala@tuni.fi)

	2025 Current research status	2025 – 2030 On-going / starting research	2030 - 2035 Future research visions
<b>Sustainable raw materials</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Application of underutilized biomass fractions/streams: lignin streams [VS1]</li> <li>• Characterization of lignin dispersion in elastomers [ES1]</li> <li>• CO2 as a raw material [VS2]</li> <li>• Styrene-free polyurethanes [ES2]</li> <li>• Natural fibre reinforced polymer composites [ES10]</li> <li>• Bio-based additives for polymeric materials [ES11]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hemicellulose as bioplastic precursor molecules [VS3]</li> <li>• Lignin as a semi-reinforcing filler in elastomers (Jukka Koskinen’s PhD thesis project supervised by ES)</li> <li>• Characterization of lignin dispersion in elastomers, structure-property relationships of lignin filled elastomers (direct company project ‘LIGNMIX’ by ES)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustainable raw-materials for rubbers and elastomers: sustainable (bio-based and recycled) fillers and additives (ES)</li> <li>• Recycled and bio-based feedstock for sustainable polymer composites (ES)</li> </ul>
<b>Intelligent materials</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material systems’ design, analysis, and predictions for certain functionality, smartness, or set of functionalities and targeted performance resulting in “real” or “actual targeted” smartness [MK1, MK2]</li> <li>• Alternative curatives for elastomers and secondary networks [ES14]</li> </ul>	<p style="color: red; font-size: 2em; transform: rotate(-45deg); opacity: 0.5;">Esimerkki</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Characterization of self healing properties. How to quantitatively measure amount of healing and how to describe this numerically for product design purposes? Development of digital twins for self-healing materials for product and component design (MH)</li> <li>• Engineered living materials (VS)</li> <li>• Requirements for materials will be increasingly diverse – meaning that the untypical requirements before, e.g. recycling or sustainability related parameters, will be needed along with the more traditional allowable of processing and safety (e.g. strength or inertness). I would actually call successful handling of the parameters for a material system to be “smartness” as such. Depending on the level of complexity (constituent, mix, composite, hybrid, system, part, assembly, mechanism, etc.), optimization-numerical design and virtual testing will be necessary with massive interconnected combinations of methods, data creation, and AI (data processing) in future. For a product owner, the smartness is an integral entity of design, manufacture and the product itself. (MK)</li> </ul>
<b>Material design and development</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Development of physics guided data driven (AI) modeling and inverse optimization methods to predict material behavior, [e.g., MH1, MH2]</li> <li>• Novel characterization methods to obtain accurate interfacial data from fibre-matrix interphase in sustainable fibre-reinforced polymer composites [ES7, PK1, PK2]]</li> <li>• Developing production systems for platform chemicals (alpha-olefin, muconic and adipic acid) [VS1, VS2, VS4]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Developing in-situ methods that produce multiphysical complex data from single experiments, to be used with AI [MH3]</li> <li>• Predicting complex processing-structure-properties data with AI based models [MH4]</li> <li>• Analyzing complex measurement data from processes to identify and predict future service needs [MH5]</li> <li>• Numerous proprietary company projects (MH, ES)</li> <li>• Biobased monomers for materials, e.g. butyrolactam [VS3]</li> <li>• Biobased monomers for performance-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• How to obtain good quality data from experiments and how to connect the data into models in the most efficient way? (MH)</li> <li>• How to obtain high-quality multi-modal data from micro-scale interfacial experiments and scale the results into the macroscopic performance of fibre reinforced composites? (ES, PK)</li> <li>• How to combine research data into meaningful design models that describe also functionality, design of products using multiphysical models that combine various data types? (MH)</li> <li>• How to calibrate and validate material models and digital twins using large datasets, multiple data types, and possibly scattered (e.g. wear, fatigue, lifetime) data? (MH)</li> <li>• How does use of recycled, biobased etc. Raw materials change the material behavior? Can the increased variability in raw materials be taken into account in digital design of materials so that we can predict material response based on the raw materials? (MH)</li> <li>• Better understanding of filler-matrix interfaces in fatigue loading for improved longevity of polymer composites (ES)</li> <li>• Performance-advantaged materials (VS)</li> </ul>

# Klusteritoiminta ja sen hyödyt



# Kiitos!

[www.six.fi](http://www.six.fi)