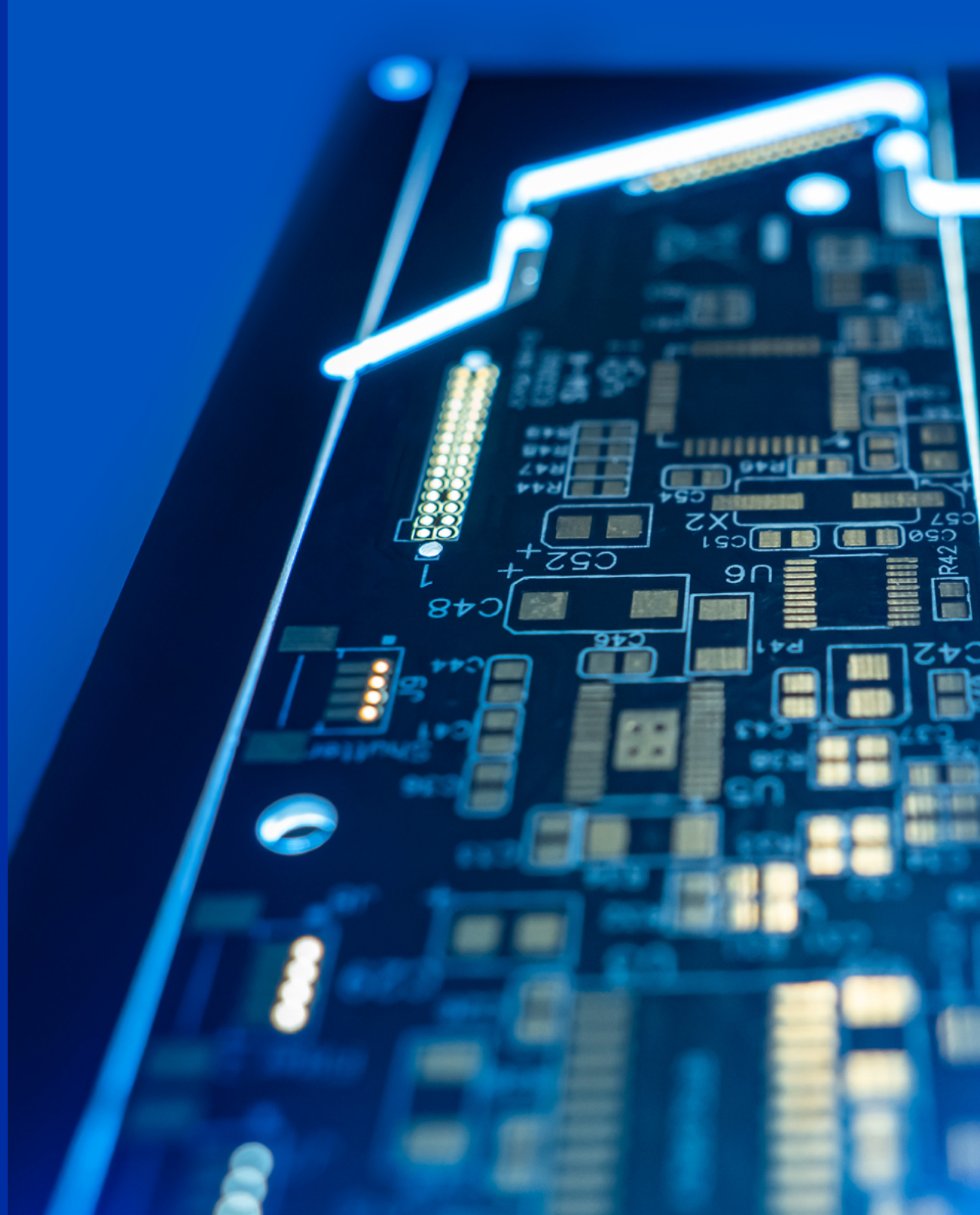


BUSINESS
FINLAND

ÄLYKÄS VALMISTUS 2035 TIEKARTTA

Harri Nieminen & Marko Jurvansuu, VTT
Antti Karjaluoto, DIMECC
Minna Lanz, TAU



ESIPUHE – SUUREN MURROKSEN EDESSÄ



VALMISTETTAVAT TUOTTEET OVAT LOPPUKÄDESSÄ SEKÄ OSTAVIEN LOPPUASIAKKAIDEN, ETTÄ VALMISTAVIEN YRITYSTEN KANNALTA KESKEINEN ARVON MAHDOLLISTAJA.

Valmistus on monellakin tavoin hyvinvointimme kulmakivi. Asiakkaiden vaatimat ratkaisut eivät synny tyhjästä, ne pitää valmistaa tarvetta vastaaviksi entistä kestävämmällä tavalla. Valmistus luo suoria ja epäsuoria työpaikkoja, joille pitää työvoiman saatavuushaasteiden kasvaessa löytää osaavat tekijät. Tekijät, joiden osaamistarpeet muuttuvat ajan saatossa. Vastaavasti valmistus tuo eri muodoissaan maahamme valtaosan hyvinvointimme mahdollistavista vientieuroista. Valmistava teollisuus on tänä päivänä keskellä yhtä historiansa suurinta murrosta, digivihreää siirtymää. Tämä murros ei ole uhka vaan suuri mahdollisuus 'positiivisen vyöryn' aikaansaamiseen: polku valmistuksen innovaatiosta ja niiden ketterästä soveltamisesta, uusiin tuoteinnovaatioihin, vientituotteisiin, yritysten menestykseen ja tämän mukanaan tuomiin uusiin liiketoimintoihin, työpaikkoihin ja vientituloihin.

Tulevaisuuden valmistuksesta puhuttaessa huomio keskittyy usein uusiin teknologioihin. Näiden edessä meidän on tärkeä tarkastella missä olemme ja/tai haluamme olla hyviä. Valmistusteknologioiden perustutkimuksen ja innovaatiokehityksen osalta osaaminen on keskittynyt monelta osin Suomen kaltaisten maiden sijaan esim. Saksaan. Yhtenä luontaisena syynä tähän on teollisuutemme

rakenne. Suomessa ei laajamittaisesti 'valmisteta valmistukseen' ja tämän myötä tutkita ja kehitetä tulevaisuuden valmistusteknologiota, vaan olemme suurelta osin hyödyntäjän roolissa. Tämä kohdennettu rooli on tärkeä huomioida myös maassamme tapahtuvassa valmistusteknologioiden tutkimuksessa ja kehityksessä, painottaen näin erityisesti ketterää soveltamista. Uusien valmistukseen liittyvien teknologioidenkaan suhteen emme ole toki tyhjin käsin. Valmistus tapahtuu nykyisin entistä enemmän verkostomaisesti, jolloin digitalisaation rooli korostuu. Valmistus linkittyy vahvasti tätä kautta teollisuuden datatalouteen, jossa korostuu datan jakaminen ja hyödyntäminen eri toimijoiden kesken. Digitalisaatio ja datan jakaminen on entistäkin tärkeämpää, kun valmistavat yritykset ja yhteiskunnan rakenteet pyrkivät kiertotalouteen, jossa tieto tuotteiden elinkaaren ajalta tulee siirtyä sujuvasti takaisin suunnitteluun ja valmistukseen. Tällä alueella Suomella on paljon annettavaa, mutta investointeja valmistavan teollisuuden, ja erityisesti pienten yritysten, digitalisaation vauhdittamiseen tarvitaan nopeasti lisää.

Valmistettavat tuotteet ovat loppukädessä sekä ostavien loppuasiakkaiden, että valmistavien yrityksen kannalta keskeinen arvon mahdollistaja. Näihin liittyen, valmistuksen kehittämisen pääajuri on viimeisen kahden vuosikymmenen kuluessa ollut pitkälti kustannustehokkuus. Tämä on tulevaisuudessakin keskeinen menestystekijä, mutta digivihreän siirtymän edessä se ei enää yksissään riitä. Uusiin asiakastarpeisiin ja haasteisiin vastaavat, hiilijalanjälkeä pienentävät ja -kädenjälkeä suurentavat ratkaisut eivät löydy valmiina kaupan hyllyltä tai inkrementaalisen, pistemäisen kehitystyön tuloksena. Lisäksi kiertotalouden toteuttamiseksi tarvitsemme innovatiivisia tapoja valmistaa kierrätetyistä tai uudentyyppisistä materiaaleista, komponenteista ja tuotteista arvoa mahdollistavia ratkaisuja. Tarvitaan siis jotain aivan uutta. Tästä syystä meidän tulee kyetä herättämään intohimo myös valmistuksen innovaatiota kohtaan, tuoda näkyville mitä ennennäkemätöntä arvoa valmistus valmistettavien tuotteiden ja niihin liittyvien elinkaari palveluiden kannalta mahdollistaa. Näin voimme globaaleilla markkinoilla profiloitua auttamaan asiakkaitamme toimimaan kestävästi,

vastuullisesti ja kasvattamaan heidän ympäristökädenjälkeään ja näin vaikuttamaan myös yhteiskunnan laajempaan vihreään siirtymään.

Valmistus on myös Suomen ja Euroopan resilienssin kulmakivi. Pandemia ja Venäjän hyökkäyssota Ukrainassa ovat tuoneet kaikkien nähtäväksi, miten haavoittuvia globaalit toimitusketjut ovat ja miten valmistamisen ketteryys on edellytys välttämättömien tuotteiden aikaansaamiseksi. Euroopassa panostetaankin nyt vahvasti kriittisten tuotteiden valmistukseen esimerkiksi vihreän energian tuotantoon tarvittavien ratkaisujen osalta. Suomen on tärkeää olla näissä panostuksissa mukana ja investoida elinvoimaisiin ekosysteemeihin ja valmistusnoinvaatioihin, joissa on parhaat tulevaisuuden liiketoimintanäkymät.

Mahdollisuuksia on paljon. Näiden hyödyntämiseksi tarvitaan oikeita valintoja, ketteryyttä sekä riittävästi kehitysvoimaa ja nopeutta. Meidän tulee kyetä nykyistä laajakantaisempaan yhteistyöhön maassamme sinällään jo olemassa olevien kyvykkäiden toteuttajien kesken ja vahvistaa kotimaan toimijoiden eurooppalaisia ja kansainvälisiä verkostoja. Yhteinen, jatkuvasti yhdessä teollisuusvetoisesti ylläpidettävä ja toimijat saman pöydän ääreen saattava älykkään valmistuksen tiekartta on tässä kuvassa keskeinen mahdollistaja ja työkalu. 'Kestävä valmistus luo tulevaisuuden maailman'.

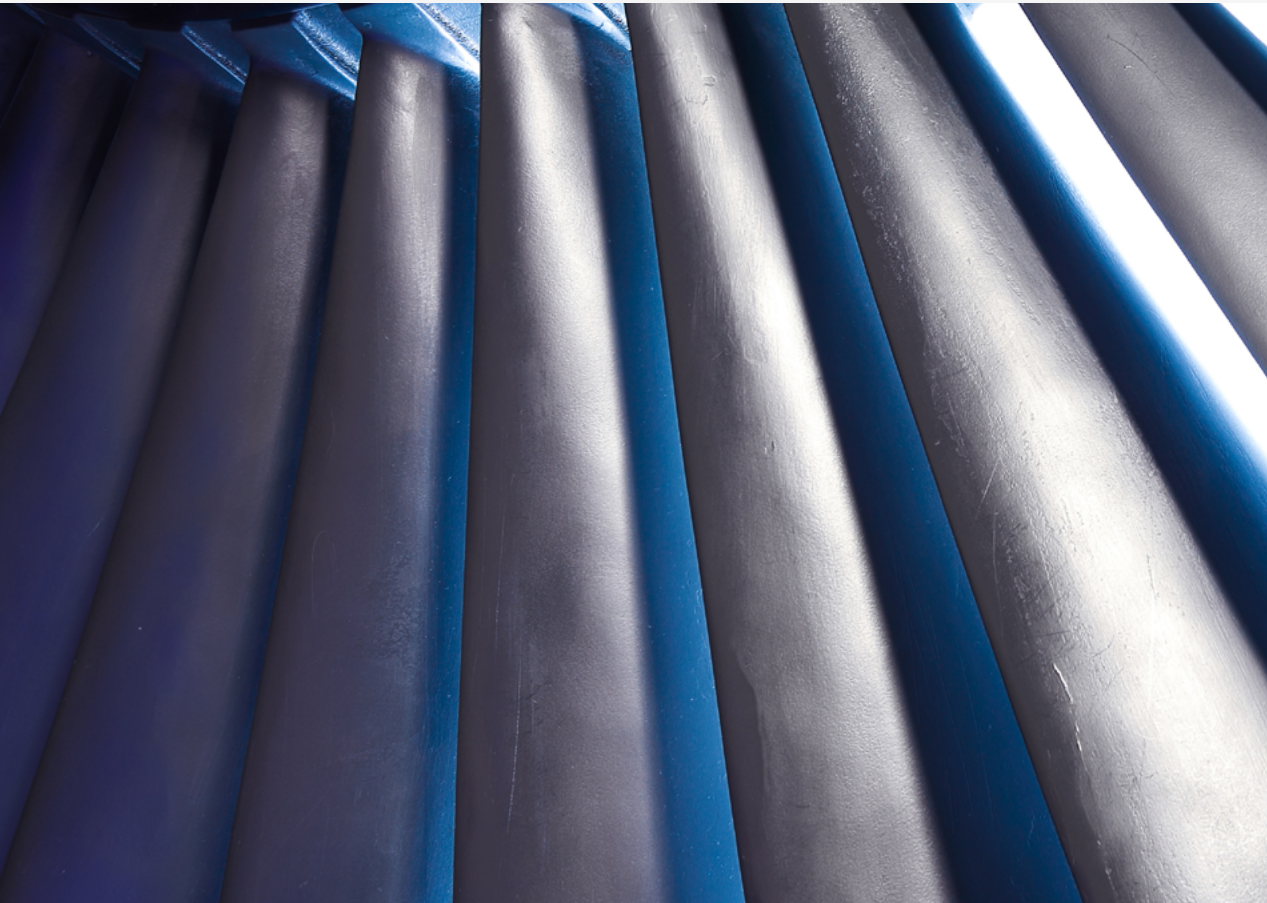
8.2.2024

*Harri Nieminen & Marko Jurvansuu, VTT
Antti Karjaluoto, DIMECC
Minna Lanz, TAU*

SISÄLLYSLUETTELO

ESIPUHE - SUUREN MURROKSEN EDESSÄ	2
SUOMALAISEN VALMISTAVAN TEOLLISUUDEN JA TUTKIMUKSEN TIEKARTTA.....	6
Teknologiateollisuus, hyvinvointimme kulmakivi	6
Yritysten tarpeet tutkimus- ja kehitystoiminnassa	7
Valmistuksen globaalit haasteet.....	8
Valmistuksen tuotelinssi kestävän kehityksen ja uuden arvon mahdollistajana	9
Kuinka tiekartta rakennettiin.....	11
TIEKARTAN TEEMAT	13
Teema #1 Älykkyyttä valmistamassa	14
Teema #2 Uusi työ.....	16
Teema #3 Vihreä valmistus	19
Teema #4 Vahva toimitusverkosto	21
Teema #5 Uudet valmistusteknologiat ja paradigmat	23
Teema #6 Autonominen toiminta ja automaatio.....	23
TIEKARTAN UUTUUSARVO	29
Uutuusarvo #1 Valmistuksen ekosysteemien ja erikoistuneiden klustereiden yhteensaattaja.....	29
Uutuusarvo #2 Yritysten ja tutkimuksen koostama, kehitysajankäytön mahdollistava tiekartta.....	31
Uutuusarvo #3 Valmistus uusin silmin tuotelinssin läpi tarkasteltuna.....	32
SUOMALAINEN TOIMIJAKENTTÄ – TIEKARTAN TOTEUTTAJAT	33
Suomalainen yhteistyö	34
Eurooppalainen yhteistyö	36
VAIKUTTAVUUS SUOMEN TULEVAISUUDELLE	37
SITOUTUMINEN TIEKARTAN YLLÄPITÄMISEEN JA TOTEUTTAMISEEN	39
Lähdemateriaalia	42

SUOMALAISEN VALMISTAVAN TEOLLISUUDEN JA TUTKIMUKSEN TIEKARTTA



TEKNOLOGIATEOLLISUUS, HYVINVOINTIMME KULMAKIVI

Teknolomiteollisuus, joka pitää sisällään valmistavan teollisuuden, on Suomen suurin vientiala ja merkittävien elinkeino. Alan yritykset tarjoavat kestäviä ratkaisuja ihmisten, ympäristön ja yhteiskunnan ongelmiin. Alan yritysten osuus Suomen koko viennistä on yli 50% (tavarat ja palvelut). Alan yritysten palveluksessa työskentelee kotimaassa noin 338 000 ihmistä ja jos otetaan huomioon toimialan kaikki heijastusvaikutukset yhteiskuntaan, noin 720 000 suomalaisella on työtä teknolomiteollisuuden ansiosta. Teknolomiteyriyksillä on tärkeä rooli Suomen tulevan menestyksen rakentamisessa. Alan yritykset tekevät 65 prosenttia kaikista elinkeinoelämän tutkimus- ja kehitysinvestoinneista. Teknolomiteyriyksiset investoivat Suomeen vuosittain noin 6 miljardia euroa.

YRITYSTEN TARPEET TUTKIMUS- JA KEHITYSTOIMINNASSA

Suomessa toimivat valmistavat yritykset ovat digivihreän kaksoissiirtymän edetessä ja sen merkityksen hahmotuessa todenneet tarvitsevansa lisää selkeyttä, ennakoitavuutta sekä tehokkuutta Suomessa tapahtuvaan tutkimus- ja kehitystoimintaan. Vastaavasti tutkimustoimijat haluavat lisätä tutkimuksen teollisuusrelevanssia, parantaa tutkimusryhmien mahdollisuutta fokusoitua huipputieteen tekemiseen sekä tehostaa tutkimushankkeiden vaikuttavuutta. Siiloutunut pistemäinen projektitoiminta ei enää riitä, vaan toteutuksessa tarvitaan systeemistä lähestymistä. Suomalaisen valmistavan teollisuuden ja tutkimuksen yhdessä muodostama älykkään valmistuksen tiekartta pyrkii rakentamaan pitkäjänteisen mahdollistajan näiden haasteiden edessä yhdistämällä toimijakenttää yhteisellä päämäärällä seuraavin tavoittein:

- Tuki vaikuttavan PPP -mallin laajemmalle hyödyntämiselle.
- Yksittäisten, pistemäisten projektien sijaan yhteisiä tavoitteellisia aktiviteettijatkumoa, jotka tukevat suoraan yritysten omia kehitystiekarttoja.
- Tutkimuskenttä tuntemaan yrityksen muuttuvat tarpeet ja tarjoamaan niihin uusia ratkaisuja hyödyntäen työssä ajankohtaisia, mahdollistavia tutkimushakuja.
- Suomen innovaatiokenttä yhtenäisemmin ratkaisemaan yritysten pitkän tähtäimen haasteita ja rakentamaan tarvittavaa kriittistä massaa, jotta osaaminen pääsee kumuloitumaan ja toteutusvoima ml. rahoitus riittää myös globaalin tason innovaatioihin.
- Teollisuuden tarvitsemien tulevaisuuden osaajien saatavuuden turvaaminen mahdollistamalla teollisuusrelevantti huippututkimus, uuden tiedon muodostuminen ja sen skaalaus tulevaisuuden osaajille.
- PK -toimijoiden saattaminen kaksoissiirtymän kehityspolulle ja sillä eteenpäin.



**MAAILMANLAAJUISET
KESTÄVYYSTAVOITTEET**



**ASIAKASTARPEIDEN
MUUTOS**



KESTÄVÄ KASVU

KUVA 1: VALMISTUKSEN HAASTEET OVAT VAHVASTI LINKITTYNEET GLOBAALEIHIN MEGATRENDEIHIN.

VALMISTUKSEN GLOBAALIT HAASTEET

Maailmanlaajuiset megatrendit ohjaavat vahvasti valmistavan teollisuuden kehitystä (Kuva 1).

Kestävyystavoitteet koko 'people, profit, planet' laajuudessaan ja näihin kytkeytyvät toimenpiteet esimerkiksi ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi tuovat mukanaan mm. uutta säädöstöä tuotteiden kierrätettävyyden, käytönaikeisen energiatehokkuuden sekä valmistuksen ekologisuuden osalta. Sekä säädöstö, että yhteiskunnan muutunut ajattelutapa kestävä kehityksen puolesta muuttaa myös valmistavan teollisuuden asiakkaiden tarpeita.

Asiakkaat valitsevat tuotteen yhä useammin kestävyystavoitteiden perusteella, jotta he pystyvät täyttämään omia kestävä kehityksen sitoumuksiaan ja esimerkiksi hankkimaan rahoitusta investointeihin entistä kestävyystavoitetietoisimmista rahoituslähteistä. Samaan aikaan monelta osin ennakoimattomat toimintaympäristön muutokset, kuten maailmanlaajuiset kriisit luovat epävarmuutta valmistuksen toimintaympäristöön

mm. toimitusketjujen osalta. *Kestävässä kasvussa* ekonominen hyvinvointiin liittyy myös samanaikainen kestävyystavoitteiden täyttyminen.

Keskeisiä kysymyksiä tulevaisuuden valmistukseen liittyen ovat mm.

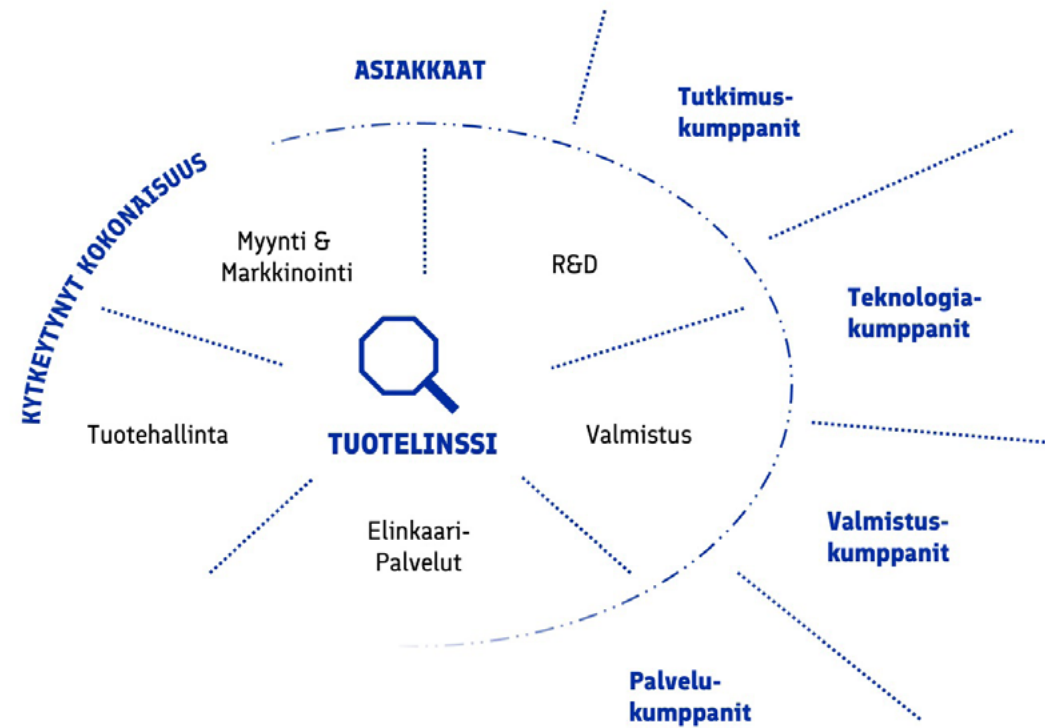
- Kuinka valmistus tukee ja osaltaan mahdollistaa digitaalista ja vihreää siirtymää?
- Kuinka asiakkaiden muuttuviin tarpeisiin voidaan vastata nopeammin ja tarkemmin?
- Miten kasvatetaan resilienssiä toimintaympäristön huonosti ennakoitavien muutosten esim. globaalit kriisit suhteen?
- Pystyykö Suomalainen valmistus luomaan tuotteisiin kytkeytyviä uuden arvon mahdollistajia erotuakseen globaalissa kilpailussa ja mitä uusi arvo pitää sisällään?

VALMISTUKSEN TUOTELINSSI KESTÄVÄN KEHITYKSEN JA UUDEN ARVON MAHDOLLISTAJANA

Valmistava teollisuus on keskeisessä asemassa vaikuttamassa siihen millaiselta tulevaisuuden maailma näyttää. Vaikuttavuudessa kysymys ei ole ainoastaan valmistustoiminnasta itsestään, vaan monelta osin valmistettavista tuotteista ja niihin liittyvistä välillisistä vaikutuksista. Se millaista arvoa tuotteet mahdollistavat ja kuinka energiatehokkaita, uudelleenkäytettäviä tai kierrätettäviä ne pohjimmiltaan ovat, riippuu perinteisesti erityisesti tuotekehityksen valinnoista ja tuotannon kyvykkyydestä toteuttaa suunnitellut tuoteominaisuudet. Elinkaarinäkökulmasta katsottuna valtaosa nykyisistä tuotteista pysyy elinkaarensa ajan samanlaisena, tuottaen samaa arvoa, sekä kasvattaen hiilijalanjälkeä päätyen lopulta kierrätykseen, jossa niistä otetaan talteen uudelleen hyödynnettäväksi lähinnä arvokkaimmat raaka-ainemateriaalit. Tämä on tyypillinen lineaarinen, nykyisen tiedon mukaan kestävä toimintamalli. Älykkään valmistuksen tiekartta haastaa perinteisen lineaarisen ajattelun niin sanotun 'tuotelinssin' kautta. Tuotelinssin myötä kaikkia valmis-

tuksen kehittämiseen liittyviä toimia tarkastellaan myös valmistettavan tuotteen näkökulmasta:

1. Mitä uutta ja vielä monelta osin tuntematonta arvoa valmistus valmistettavien tuotteiden ja niihin liittyvien elinkaari palveluiden kannalta mahdollistaa. *Esimerkki: tulevaisuuden tuotteella on valmistusketjun alkupäässä muodostettava identiteetti. Tähän identiteettiin kytetään kytkeään dataa sekä valmistuksesta (as-built) sekä tuotteen käytöstä (as-used). Tämä data mahdollistaa täysin uusien, arvoa mahdollistavien tuotteeseen liittyvien ominaisuuksien, palveluiden ja liiketoimintojen synnyn yli arvoketjun.*
2. Tulevaisuuden valmistus ei merkittävästi rajoita tuotteen ominaisuuksia, vaan se pystytään valmistamaan tarvetta vastaavaksi. *Esimerkki: ainetta lisäävä valmistus mahdollistaa kappaleen geometrioiden muodostamisen toimintolähtöisesti ilman merkittäviä menetelmän asettamia rajoitteita ja näiden myötä tarvittavia tuoteominaisuuksien kompromisseja.*



KUVA 2: KYTKEYTYNYT KOKONAISUUS. ARVOA YHTENSOVITTAMISESTA, ARVOKETJUN OSIEN JA ERI TOIMINTOJEN RAJAPINNOISTA.

Tulevaisuuden tuote ei ole vain se miksi se alkujaan valmistettiin. Se mukautuu muuttuviin tarpeisiin ja kestävä kehityksen vaatimukseen läpi koko elinkaarensa. Mukautumista tapahtuu esimerkiksi energiatehokkuuden, uusia tuoteominaisuuksia tuovan päivitettävyyden, liitännäisten lisäarvopalveluiden, kunnossapidon optimoinnin tai jopa uuden käyttötarkoituksen, toisiokäytön myötä. Jotta tämä olisi mahdollista, tuotteelta vaaditaan jo lähtötilanteessa täysin uusia ominaisuuksia ja toiminnallisuksia. Näiden toteuttaminen ei monelta osin onnistu tänään käytössä olevilla valmistusteknologioilla ja perinteisellä 'R&D suunnittelee ja valmistus toteuttaa piirustusten pohjalta' ajattelulla. Vastaavasti vastuu uusista ominaisuuksista

sekä itse tuotteen elinkaaren aikaisesta mukauttamisesta että lisäarvopalveluiden tuottamisesta ulottuu entistä laajemmalle arverkostoon.

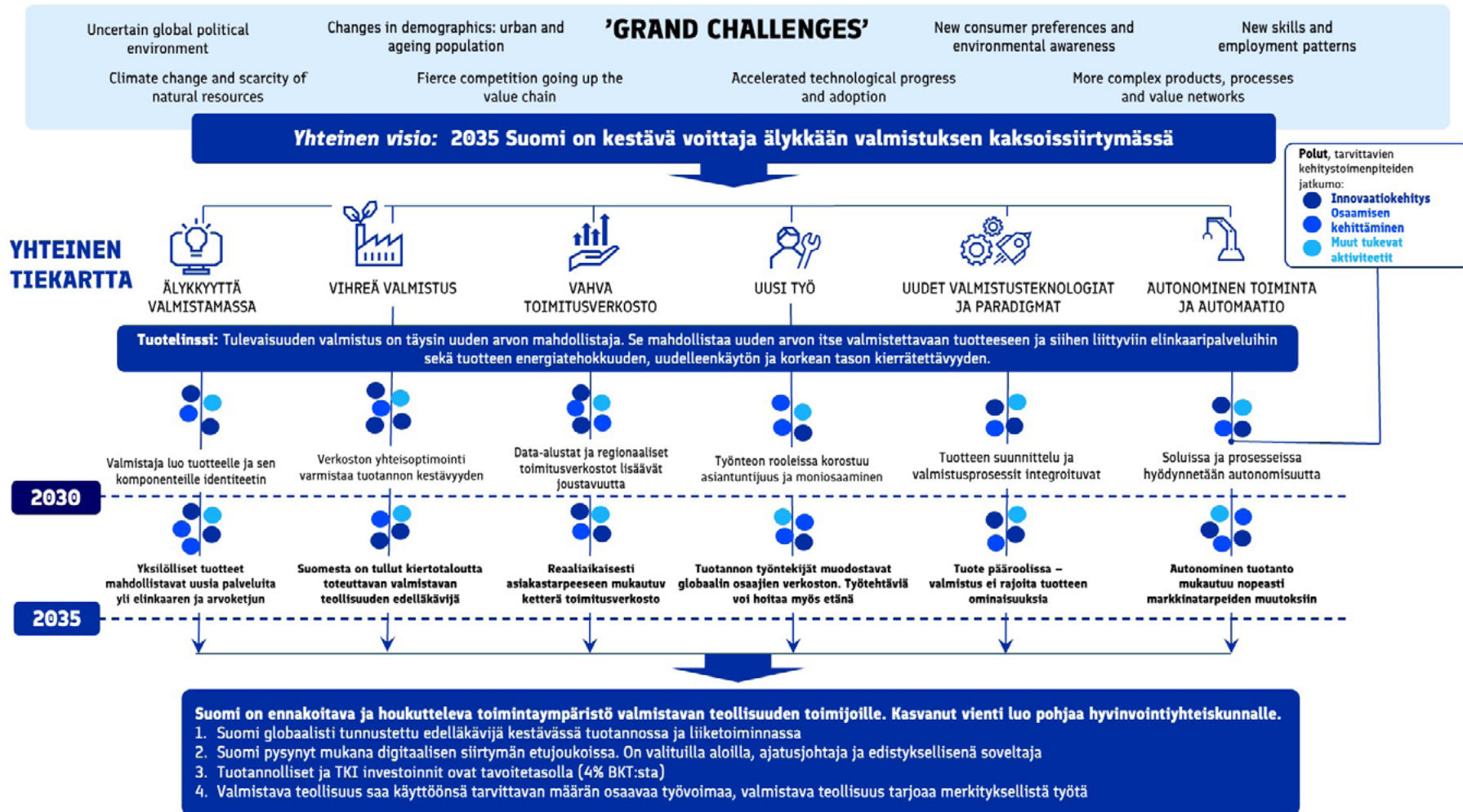
Valmistus on keskeinen osa arverkostoa, mutta isossa kuvassa vain yksi elementti muiden joukossa. Tuotelinssin läpi katsottaessa ja uutta arvoa mahdollistettaessa on tärkeää, että verkoston eri toimintoja ei tarkastella ja kehitetä 'laput silmillä', liian pistemäisesti. Uusi arvo ja usein myös suurin kehityspotentiaali löytyy yhteensovittamisesta, organisaation osien ja toimintojen rajapinnoista, ei sen yksittäisten osien ja toimintojen optimoinnista. Tämä pätee yksittäisen yrityksen sisällä sekä laajemmassa yhteydessä eri toimijoiden välillä yli verkoston.

Älykkään valmistuksen tiekartta tuo näkyville kestävän kehityksen ja uuden arvon mahdollistavia, valmistukseen kytkeytyviä ratkaisuja. Ratkaisuja ei esitetä mahdollistavien teknologioiden listauksena, vaan tiekartta kuvaa teollisuuslähtöisesti sen mitä tulevaisuuden valmistukselta tavoitellaan ominaisuus-, toiminnallisuus- ja palvelumielessä.

KUINKA TIEKARTTA RAKENNETTIIN

Älykkään valmistuksen tiekartan juuret juontavat SIX Smart Manufacturing yritysten (ABB, Fastems, Nokia, Ponsse, Sandvik) esittämiin tavoitteisiin, jotka kerättiin ja koostettiin yritysvetoisessa kattavassa työpajasarjassa 2021-2022. Teemoitettu teollisuuden tiekartta altistettiin tutkimustahoille (Oulun Yliopisto, Aalto, Åbo Akademi, Tampereen Yliopisto, VTT), jotka rakensivat tavoitekuvaa vasten tutkimusosion sisältäen niitä teknologioita ja tutkimusaiheita, joiden kautta kuvatut yritysten tarpeet voivat toteutua. Työn päättyessä todettiin, että käsissä

on uniikkia sisältöä, jota ei tule jättää ainoastaan rajattuun piiriin, vaan tuoda myös laajempaan tietoisuuteen. Vastaavasti todettiin, että tiekarttaa ei voida järkevästi toteuttaa vain yhden toimijan kulmasta, vaan aidosti vaikuttava toteutuminen edellyttää laajakantaista yhteistyötä. Tämän pohjalta käynnistyi keskustelu Suomen kolmen johtavan valmistuksen yhteenliittymän (FAMN, MEX Finland ja SIX Smart Manufacturing), kesken ja ajatus tiekartan yhteistoteutuksesta sai kannatusta. Keskustelun edetessä eri yhteenliittymät antoivat panoksensa myös tiekartan sisältöihin ja kartta jalostui edelleen. Yhteenliittymät peilasivat omia agendojaan tiekarttaa vasten, toivat sisältöä omista näkökohdistaan sekä tunnistivat tiekartasta itselleen sopivimpia toteutusrooleja. Tahtotila on, että jatkossa tiekarttaa tullaan pitämään yllä ja toteuttamaan yhteisesti. Yhteenliittymien yhteistyön myötä rakentuu tiekartan kolmas alue, yhteisten aktiviteettien jatkumo, jonka turvin teollisuuden asettamiin tavoitteisiin päästään.



KUVA 3: ÄLYKÄS VALMISTUS 2035 TIEKARTTA – YHTENVETO.

TIEKARTAN TEEMAT

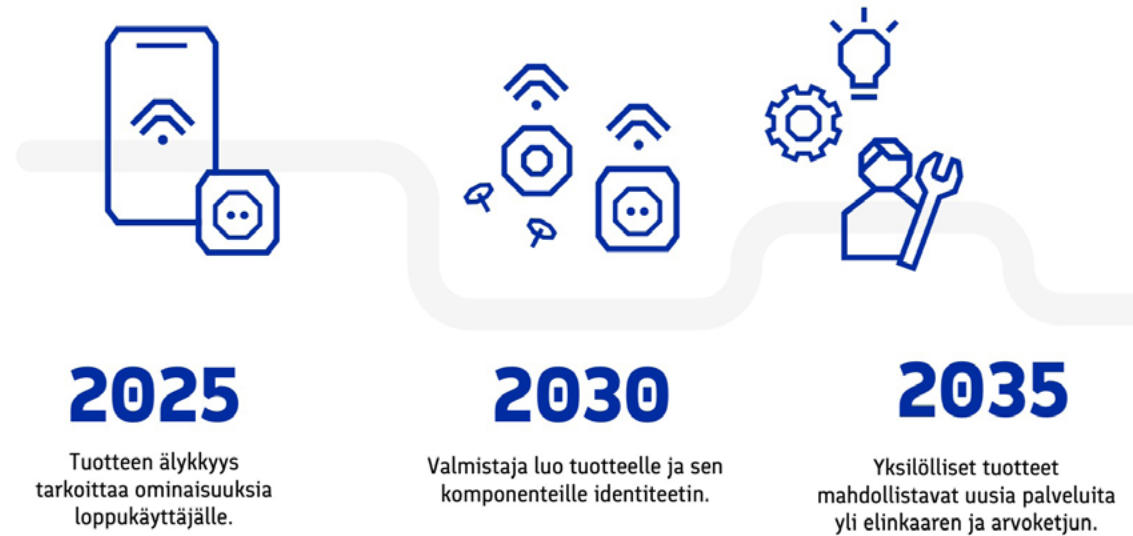


Tiekartan tema-alueet ovat isossa kuvassa ratkaisun avaimia tunnistettuihin toimintaympäristön haasteisiin (Grand Challenges). Kullekin tema-alueelle on yrityslähtöisesti muodostettu oma visio sekä tulevaisuuden tavoitetilaa kuvaavat tiekarttasisällöt. Kooste tiekartasta löytyy kuvasta 3.

Älykäs valmistus 2035 -tiekartan tema-alueet visioineen ovat:

1. Älykkyyttä valmistamassa: tuotanto lisää arvoa tuotteen älykkyyteen
2. Uusi työ: halutuin työpaikka 2030
3. Vihreä valmistus: hiilen jälkeinen vihreä tuotanto
4. Vahva toimitusverkosto: reaaliaikainen toimitusverkosto
5. Uudet valmistusteknologiat ja paradigmat: valmistus ei rajoita sitä millainen tuotteesta tulee
6. Autonominen toiminta ja automaatio: autonominen tuotanto muuttaa valmistuksen aidosti ketteräksi

Alkuperäisestä seitsemästä tema-alueesta datan hyödyntämiseen keskittyvä päätettiin sulauttaa muihin teemoihin, sillä datan ja sen hyödyntämisen nähtiin olevan olennainen, integraali osa kaikkea toimintaa tulevaisuudessa.



KUVA 4: TUOTTEILLA ON UUDEN ARVON RAKENTUMISEN MAHDOLLISTAVA IDENTITEETTI

TEEMA#1 ÄLYKKYYTTÄ VALMISTAMASSA

Tänään tuote on mainostekstien mukaan älykäs ja sen nimiin on lisätty 'i' tai 'e', kun tuotteen sisältä löytyy Bluetooth -siru, anturi, prosessori, sähköinen voimanlähde ja/ tai tuotteen kyljessä on mobiilisovellus pilvipalveluineen. Älykkyys tuo mukanaan pääosin suoraan loppukäyttäjään kohdentuvia tuoteominaisuuksia, joiden tuottamisesta vastaa tavallisesti tuotteen valmistaja – usein yksin. Dataa kertyy siiloutuneesti esimerkiksi valmistusprosessista valmistajalle ja sen hyödyntäminen erityisesti uuden arvon kulmasta on vaatimatonta ja kokeilevaa. Tuotepassit (DPP) tekevät tuloaan, mutta tuoteidentiteettien muodostamisessa ei ole vielä systematiikkaa. Massavalmistetuista tuotteista ei yleensä kerrytetä kuin sarjakohtaiset tiedot ja nekin valmistavan yrityksen sisäiseen käyttöön.

Tulevaisuudessa älykäs tuote mukautuu muuttuvaan asiakastarpeeseen. Tätä mukautumista tapahtuu läpi tuotteen elinkaaren, jonka varrella älykäs tuote kyvykkyyksiin mahdollistaa uusien, vielä määrittelemättömien ja tavallisesti monenkeskeisesti tuotettujen lisäarvopalvelujen syntyminen ympärilleen. Keskeinen mahdollistaja on tuoteidentiteetti, tuotteen 'sosiaaliturvatunnus'. Tulevaisuudessa tuotteen valmistaja luo yksittäiselle tuotteelle ja sen ydinkomponenteille identiteetin, jolla on sekä fyysinen että digitaalinen representaatio. Tuotteessa on fyysinen tunniste kuten sarjanumero, QR -koodi tai langaton tunniste. Tähän tunnisteeseen kytkeytyvään digitaaliseen identiteettiin kyetään linkittämään eri tietokantoihin tallennettu, juuri tähän tuoteyksilöön liittyvä tuotetieto, valmistuksen yhteydessä kerätty data sekä tuotteen käytönaikainen data. Valmistuksen yhteydessä kerätty data

CASE - VISIO



ABB:N VALMISTAMA PISTORASIAN ASENNUSSARJA TYÖMAALLA 2035.

Uusi toimistorakennus on valmisteilla Espanjassa. Paikallinen asentaja saa tarvitsemansa osat käteensä sopivasti juuri ennen asennusta lähetin tuomana ja hän ehtii tutustua niihin etukäteen. Osat ovat neuvotteluhuonekohtaisesti eri muotoisia ja värisiä arkkitehdin ”vuodenajat tiloissa” vision mukaisesti. Ne ovat myös vaihdettavissa helposti uusiin, kun tiloja muutetaan erilaisiin tarkoituksiin rakennuksen elinkaaren aikana, sillä talon myöhemmätkin omistajat saavat helposti näkyviin tiedon kuka osat teki, asensi ja mistä saa palveluna päivityksen. Tämä kaikki mahdollistuu ABB:n jokaiseen yksittäiseen massavalmistettuun osaan liitetyn tuoteidentiteetin avulla. ABB ylläpitää identiteettiä tuotteen elinkaaren yli, tiedon ollessa avoinna arvoketjun toimijoille ja uusille palveluntarjoajille.

käsittää paitsi valmistajan omista prosesseista, esim. koneistuksesta ja tuotetestauksesta kerätyn datan, mutta myös toimitusverkostosta kerätyn, esim. komponenttien ja materiaalien alkuperään sekä logistiikkaan liittyvän tiedon. Olennainen osa kerrytettävää tuotetietoa on niin ikään tuotteen hiilijalanjälki.

Tuoteidentiteetti mahdollistaa uusia tuoteominaisuuksia, palveluita sekä tapoja toimia. Yksittäiseen tuotteeseen voidaan esim. linkittää asiakkaan toiveet toimitustavasta ja -ajasta, tarjota tarkkaa ja ajanmukaista varaosa-, huolto- ja ylläpitopalvelua, vastata tukipyyntöihin, sekä seurata hiilidioksidipäästöjä. Valmistajalle tuoteidentiteetti muodostaa vaatimuksia tuotteiden fyysisestä merkitsemisestä, datan kerryttämiseen ja siihen linkittämiseen myös verkostotasolla. Vastaavasti uuden arvon mahdollistamiseksi palveluorganisaatioiden tulee kyetä monenkeskeisesti kehittämään uusia esim. palvelukonsepteja saatavilla oleviin kyvykkyyksiin perustuen.

Tutkimusteemoja ovat mm. fyysisen tuoteidentiteetin toteutustavat, painettu ja materiaaliin integroitu älykkyys, datan hallinta, datan jakamisen mallit, omistajuus ja tietoturva, rajapinnat ja tuotearkkitehtuurit, elinkaari-palvelut, kiertotalous ja asiakasrätälöinti.



KUVA 5: MIELENKIINTOISIA TYÖMAHDOLLISUUKSIA VALMISTUKSESSA. ETÄTYÖ MAHDOLLISTUU MYÖS KESKEISISSÄ TEHTÄVISSÄ.

TEEMA #2 UUSI TYÖ

Suomalaisten tuotteiden kilpailukyky rakentuu huippuosaamisen kautta. Tässä yhtälössä tuotteet toteuttavan valmistavan teollisuuden elinvoimaisuus ja uudistuminen maassamme vaatii riittävää osaavan työvoiman virtaa. Työvoiman saatavuudessa kohdataan kuitenkin jo tänään merkittäviä haasteita. Valmistavan teollisuuden vetovoima on ollut viime vuosina verrattaen heikko ja tulevaisuuden tekijät eivät näe valmistuksen parissa työskentelemistä kiinnostavana urapolkuna. Vastaavasti

valmistukseen liittyvä tutkimus, kehitys ja koulutus ovat 'imun' heiketessä vähentyneet. Samaan aikaan väestörakenteestamme johtuen, valmistavan teollisuuden palveluksessa olevasta työvoimasta eläköityy vuosittain suuri määrä osaajia. Emme ole ongelman kanssa yksin, sillä myös muu Eurooppa kärsii työvoimapulasta - olemme siirtymässä vauhdilla tilanteeseen, jossa miljoonat työntekijät eivät enää etsi töitä, vaan miljoonat työt etsivät työntekijöitä.



Tulevaisuudessa valmistuksen teknisen kehityksen myötä henkilöstön osaamistarve kohdistuu erityisesti niihin asioihin, joissa ihminen on kyvykkäin: ongelmanratkaisuun ja kehittämiseen. Tämän fokusmuutoksen myötä valmistuksessa syntyy jatkuvasti uusia mielenkiintoisia asiantuntijarooleja ja valmistus on työnantajana vetovoimainen.

Omaa työtä on mahdollista hallita aiempaa enemmän. Työskennellä voi niin paikallisesti kuin etänäkin ja erityisesti etätöiden mahdollisuudet ovat kehittyneet merkittävästi. Prosessiteollisuudesta tuttuja toimintamalleja on rantautunut kappalevalmistukseen ja etätöihin liittyviä käytännön ratkaisuja kehitetään myös yli toimialarajojen – jos terveydenhuollossa leikkauksia kyetään suorittamaan etänä, valmistavassa teollisuudessa hitaaminen on mahdollista oman kodin työpisteeltä. Valmistuksen ympärille muodostuu globaaleja osaajien verkostoja. Etätöiden mahdollisuuksien lisääntymisen myötä yritykset kykenevät hyödyntämään kansainvälisiä erityisosaajia osana tarvittavaa työvoimaa. Erityisosaajat voivat joustavasti, paikalla olevien ihmisten tukena toimien, osallistua etänä esim. tuotantolaitteiston käyttöönottoon, kunnossapitoon tai suorituskykyoptimointiin.

CASE - TOTEUTUS



DIMECC Oy on rakentanut teemoitettuja akatemia- ja kiihdyttämökonsepteja yritysten toiveista palvelemaan teollisuusyrityksiä uudelleen- ja täydennyskoulutuksen haasteissa. Akatemia, kuten Koneoppimisakatemia ja Uudet liiketoimintamallit -akatemia pitävät sisällään 4-5 lähipäivää asiantuntijoiden vetäminä ja näissä toteutetaan yritysکوhtainen harjoitustyö, jolloin opit saadaan välittömästi käytäntöön. Data- ja tekoälykiihdyttämössä 2-3kk kiihdyttämöjakson aikana yritykset edistävät valitsemaansa digitalisaatio-, datan hyödyntämis- tai tekoälyaihetta. Lopputulemana on Proof-of-concept tai tarkempi suunnitelma, miten aihe viedään käytäntöön. Sekä akatemia että kiihdyttämöt ovat usean yrityksen yhteistoteutuksia, mahdollistaen näin myös vertaisoppimisen ja kokemusten vaihdon.

Metaverse -alustat mahdollistavat luontevan työskentelyn esimerkiksi uuden tuotteen suunnittelun parissa, tekoälyn auttaessa tuotekehityksen, tuotannon, markkinoinnin yhteistyötä. Tekoälyn hyödyntäminen mahdollistaa myös esim. käyttötilanteen ja käyttäjän mukaan 'lennosta' spesifiä käyttötarkoitusta varten räätälöidyt käyttöliittymät sekä käyttöohjeet.

Ihmisen perinteinen osaaminen kohtaa uudistuvan tuotannon jatkuvan oppimisen kautta. Osaamiseen tarvittavat koulutussisällöt pystytään koostamaan tarvelähtöisesti useasta eri oppilaitoksesta. Vastaavasti valmistaville yrityksille järjestetään heille räätälöityjä tiiviitä täsmäkoulutuksia, joiden avulla olemassa olevaa työvoimaa saadaan ketterällä tavalla perehdytettyä uuteen. Osaamisen kehittäminen tapahtuu kiinteässä tutkimus - koulutus – teollisuus yhteistyössä selkein roolijoin.

Tutkimusaiheita ovat mm. hyvinvointi ja moniaistillinen vuorovaikutus etätyössä, ihmisen ja automaation yhteistyö, jatkuva oppiminen, osaamisen arviointi, ihmisen kyvykkyyksien lisääminen, avusteiset järjestelmät ja metaverse -teknologiat.



KUVA 6: VIHREÄSTÄ SIIRTYMÄSTÄ RAKENTUU MERKITTÄVÄ UUDEN ARVON MAHDOLLISTAJA.

TEEMA #3 VIHREÄ VALMISTUS

Tänään monet valmistavien yritysten asiakkaat vaativat jo tietoa tuotteiden elinkaaren ja valmistuksen aikaisista päästöistä ostopäätöksiensä tueksi sekä täyttääkseen omat säästö- tai kestävyysohjelma vaatimuksensa. Uusissa tehtaissa vihreä siirtymä osataan, etenkin suurempien toimijoiden osalta, ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Hiilineutraaleissa tehtaissa kiinteistöjen sähkö- ja lämmitysenergia on tuotettu fossiilivapaasti, tehtaiden yhteyteen on esim. paikoitellen rakennettu aurinkovoimalaitoksia ja maalämpöratkaisuja. Vastaavasti on vähennetty myös muovin, pakkausmateriaalin ja valmistuksessa syntyvän hukun määrää eri keinoin. Vihreään siirtymään liittyviä päätä avaavia toimia tehdään, mutta yritysten tietoisuus ja toteutukset vaihtelevat paljon.

Suuri määrä valmistuksen ja toimitusverkoston toimijoi- ta on vasta aloittamassa vihreää siirtymää ja tarvitsevat tukea.

Uutta säädöstöä nousee ja vastuukenttä laajenee. Omien päästöjen ohella yritysten tulee jo lähivuosina raportoida ja vähentää säädöstön vaatimuksesta myös Scope 3 tason välillisiä päästöjä. Nämä muodostavat usein valtaosan yrityksen kokonaispäästöistä. Valmistuksen kannalta tärkeää on erityisesti kyetä vähentämään toimitusverkoston päästöjä niin materiaalien kuin komponenttienkin osalta sekä saada koottua verkostosta ajantasaisesti toteutuneet päästötiedot raportointia varten.

CASE - TOTEUTUS



Teiskonen-konserniin kuuluvat HT Laser Oy ja Elekmerk Oy ovat olleet aktiivisia tuotannon prosessien digitalisaatiossa ja datan hyödyntämisessä uusilla tavoilla. Yksi kehitysprojekteista on koskenut yritystason päästölaskennan ja tuotetason päästödatan keräämisen sekä jakamisen mahdollisuuksien tutkimista. Tuloksena saatiin laskettua kahden tosielämän tuotteen tuotekohtaiset hiilidioksidipäästöt sekä HT Laserin ja Elekmerkin yrityskohtaiset kokonaispäästöt vuodelta 2021. Projektin myötä päästöjen eri lähteet saatiin määriteltyä ja ennen kaikkea päästölähteiden osuudet toisiinsa nähden selvitettyä. Sen myötä

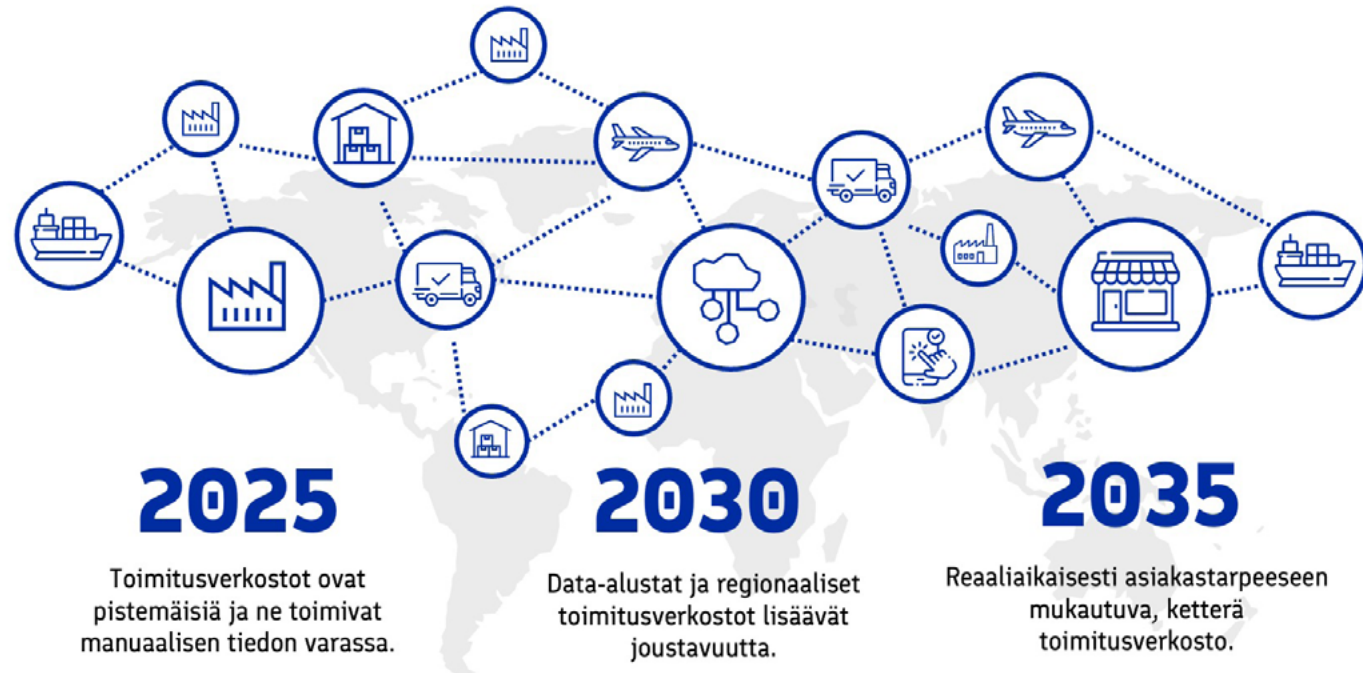
todettiin, että raaka-aineiden osuus päästöistä on erittäin merkittävä: yritystasolla HT Laserin osalta raaka-aineet käsittivät 76% kokonaispäästöistä – tuotekohtaisissa laskennoissa raaka-aineiden osuus nousi vielä suurempaan rooliin. Näin ollen kävi selväksi, että rakenteiden keventäminen ja siten materiaalin käytön vähentäminen on hyvin olennaista myös ympäristö- ja päästönäkökulmasta. Lisäksi mm. tuotannossa käytettävän konekannan nykyaikaisuus, raaka-ainevalinnat ja pakkausmateriaalin käyttö nousivat projektissa konkreettisiksi huomioitaviksi tekijöiksi päästöjen vähentämispyrkimyksissä. Projektin myötä luotiinkin karkean tason päästölaskuri, jolla pystytään antamaan osviittaa päästöistä aiheesta kiinnostuneille asiakkaille jatkossa. Projekti mahdollisti sen, että tietoa ja ymmärrystä päästöjen lähteistä pystytään tarjoamaan laajasti läpi toimitusketjun sekä fokusoimaan toimintaa oikeisiin asioihin, kun päästöjä halutaan minimoida.

Tulevaisuudessa vihreä siirtymä on merkittävä uuden arvon mahdollistaja. Suomessa valmistetaan tuotteita, jotka pienentävät asiakkaan ja koko tuotteen arvoketjun hiilijalanjälkeä. Kestävän kehityksen omaksunut toimintaympäristömme luo globaalia kilpailuetua ja Suomesta on tullut kiertotaloutta toteuttavan valmistavan teollisuuden edelläkävijä. Valmistusta kyetään optimoimaan kestävyysdatan avulla ja se mukautuu raaka-aineiden vaihtelevuuteen. Optimointimahdollisuudet ulottuvat verkostotasolle. Toimitusverkosto voi optimoida omia päästöjään muodostaen tästä ensivaiheen kilpailuetua.

Laitteiden ja järjestelmien käyttöä optimoidaan ja elin-aikaa pidennetään älykkäillä ratkaisuilla. Tuotteet komponentteineen suunnitellaan jo lähtökohtaisesti uudelleenkäytettäviksi, korjattaviksi, muunneltaviksi ja paremmin kierrätettäviksi. Ne palaavat takaisin valmistukseen ja kuluttajille hyödynnettäviksi lyhimmän mahdollisen kieron (re-use, re-purpose, repair, re-manufacture, recycle) kautta.

Runsaspäästöiset materiaalit ja menetelmät ovat poistuneet käytöstä ja niille on kehitetty korvaavia ratkaisuja.

Tutkimusaiheita ovat mm. aikaisempaa tarkemman päästötiedon mittauksen ja raportoinnin mahdollistaminen, tuotepassit, kestävät liiketoimintamallit ja palvelut, luotettava ja turvallinen datan jakaminen, päästöjen reaaliaikainen laskenta, uudenlaiset hankintaperusteet, uusiutuvien materiaalien hyödyntäminen, uudet materiaalit, asiakkaan ja tuotteen elinkaaren aikaisten päästöjen vähentämisen keinot, materiaalien uusiokäyttö, energian käytön, -varastoinnin ja -tuotannon joustavuus.



KUVA 7: TULEVAISUUDEN TOIMITUSVERKOSTO ON LÄPINÄKYVÄ JA MUKAUTUU ASIAKASTARPEESEEN REAALIAJASSA.

TEEMA #4 VAHVA TOIMITUSVERKOSTO

Tänään globaalit kriisit, kuten COVID-19 pandemia sekä Venäjän hyökkäyssota Ukrainassa ovat vaikuttaneet merkittävästi ja monelta osin ennakoimattomasti toimitusverkostoihin. Nämä tapahtumat ovat poistaneet markkinoilta ja saattaneet ulottumattomiimme toimijoita sekä aiheuttaneet yleistä, monisyistä epävarmuutta esim. toimituskyvykkyydestä. Resilienssistä on tullut päivän sana. Yritykset ovat nopealla aikataululla parantaneet toimitusverkostonsa resilienssiä lisäämällä paikallisten kumppanien roolia, rakentamalla varasuunnitelmia

esim. sopimalla jo etukäteen toimitusvalmiudesta vaihtoehtoisten kumppanien kanssa sekä siirtämällä tuotantoa vakaampiin maihin. Verkoston toiminta on kuitenkin edelleen pääosin perinteistä, joustavuuden pohjautuessa esim. sopimiseen, kapasiteettiin liittyviin varauksiin sekä varastointiin. Tämä on haastavaa kysynnän vaihdellessa. Päämiestä palvelevat toimittajat ovat usein toisistaan irrallaan ympäri maailmaa, vailla ymmärrystä omasta roolista ja sijoittumisesta toimitusverkostossa.

CASE - TOTEUTUS

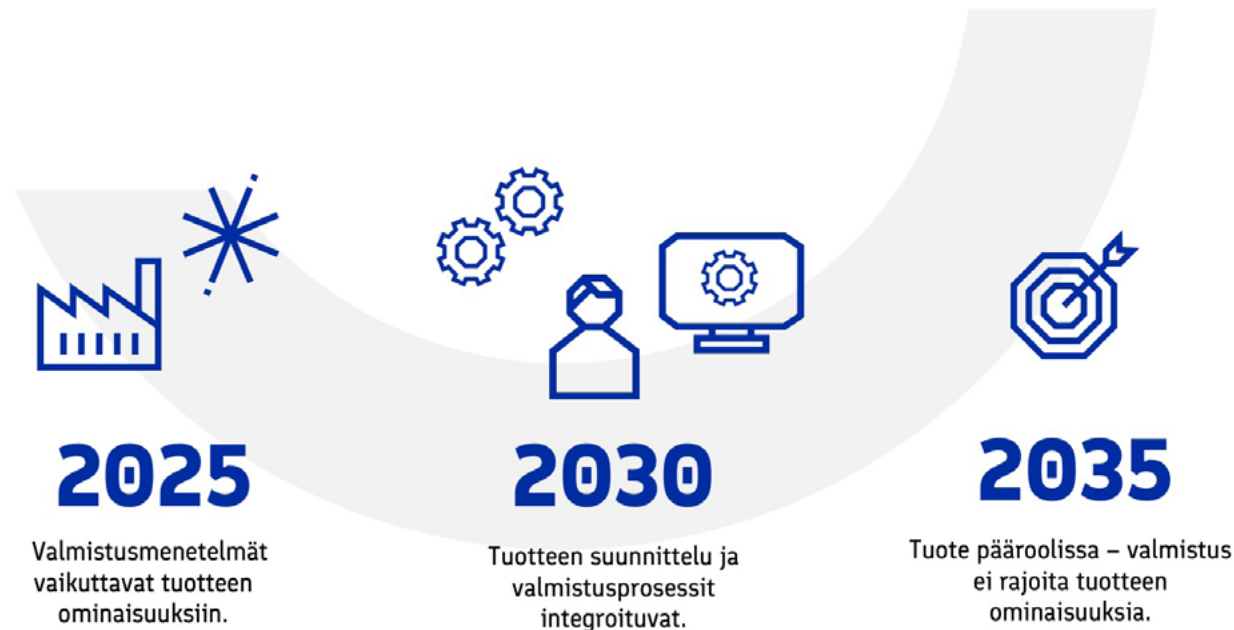


Prima Power digitalisoi konepajojen tilaus- ja tuotannosuunnitteluprosesseja. Prima Power on kehittänyt levymetallituotevalmistajille Cloud Manufacturing -ratkaisun, joka digitalisoi tarjouslaskennan ja tuotannon suunnittelun. Tekoälypohjainen ratkaisu automatisoi aikaisemmin manuaalisesti tehdyn työvaiheen ja lyhentää tarjouksen tekoajan jopa sekunteihin. Cloud Manufacturing on SaaS-pohjainen ohjelmistotuote, joka hyödyntää uusimpia tekoäly- ja koneoppimismenetelmiä, joilla levytuotteiden komponentit ja ominaispiirteet luokitellaan hinnoittelua ja valmistusta varten. Cloud Manufacturing -ohjelmisto mahdollistaa automaattisen hinnoittelun, valmistusmääräysten generoinnin ja tilauksen etenemisen seurannan. Uuden alustan avulla toimitusajat lyhenevät, kustannukset alenevat ja aikaa säästyy.

Tulevaisuudessa toimitusverkosto on luotettava ja läpinäkyvä. Tuotantoyksiköiden raja-aidat ovat monessa suhteessa kadonneet. Verkosto toimii reaaliaikaisesti ja asiakasvetoisesti tuottaen kilpailuetua vastaamalla kysyntään nopeasti ja tarvelähtöisesti. Verkoston toiminta on optimoitavissa eri lähtökohdista ja tässä työssä simulointi on keskeinen työkalu. Data-alustat mahdollistavat läpinäkyvyyden, vihreän tiedon keräämisen ja uuden arvon rakentumisen. Verkostossa syntyvä ja siinä virtaava data mahdollistaa uusia liiketoimintoja ja liiketoimintarooleja yli arvoketjujen sekä tuotteen elinkaaren.

Tulevaisuudessa toimitusverkostoon kuuluu yhä useammin alueellisia keskittymiä, jotka toimivat yhdessä esimerkiksi räätälöiden tuotteen lähellä asiakasta. Verkoston yli rakentuu uusia asiakkaiden kestävyystavoitteiden sekä säästöön mukanaan tuomia, verkoston toimijoihin kohdistuvia tarpeita raportoida kestävyteen liittyvistä toteumista asiakkailleen. Data-alustat mahdollistavat tämän ilman tarvetta rakentaa tietojärjestelmäyhteensopivuutta tarvekohtaisesti, mikä säästää resursseja. Alustat mahdollistavat aikaisempaa paremman läpinäkyvyyden verkoston lävitse, jopa reaaliaikaisella tasolla, jolloin loppuasiakkaalle voidaan tarjota huomattavasti aikaisempaa tarkempi näkymä esim. toimitusaikatauluun sekä toteutuneisiin tuoteominaisuuksiin.

Tutkimusaiheita ovat mm. datan jakamisen alustat, verkoston ja logistiikan simulointi ja optimointi, tilannekuva, resilienssin muodostuminen, ennakointi, älykkäät sopimukset, tiedon jakamisen hyötyjen arviointi, data-pohjainen liiketoiminta sekä kiertotalous.



KUVA 8: VALMISTETTAVA TUOTE KESKIÖSSÄ, VALMISTUS UUDEN ARVON MAHDOLLISTAJANA.

TEEMA #5 UUDET VALMISTUSTEKNOLOGIAT JA PARADIGMAT

Tänään teollisessa tuotannossa yleisesti hyödynnettävät valmistusmenetelmät sanelevat osaltaan sen, millaisia ominaisuuksia tuotteilla voi olla. Uusista, enemmän vapausasteita antavista valmistusteknologioista esimerkiksi ainetta lisäävä valmistus ei ole vielä levinnyt laajamittaiseen käyttöön mm. materiaaleihin, laadun- tuottokykyyän ja tarvittavien prosessivaiheiden integrointiin liittyvien haasteiden takia. Vastaavasti tuotekehitys ja valmistus ovat omissa organisaatiolokeroissaan työs-

kennelleet yhdessä lähinnä uusien tuotteiden valmistet- tavuustarkastelun, valmistuksen ylösajon sekä tuotepäi- vitysten yhteydessä. Suunnittelussa perinteinen CAD/ CAM ja BOM-työvaiheputki on tyypillinen. Tuotegeomet- riat kulkevat digitaalisessa muodossa, mutta ”pudotus” tuotantoon tapahtuu kunkin toimijan omilla menetelmillä ja työkaluilla. Lean-filosofia nähdään edelleen usein vas- takkaisena voimana valmistusoperaatioiden hallinnan, ohjauksen ja johtamisen ICT -ratkaisuille.



Tulevaisuudessa joustavat valmistusmenetelmät mahdollistavat tuotteelle täysin uusia ominaisuuksia, muotoja, rakenteita ja materiaaleja. Tuote voidaan rakentaa vastaamaan tarkasti asiakastarvetta ilman merkittäviä valmistusmenetelmien muodostamia rajoitteita. Hybridivalmistus hyödyntää tehokkaasti sekä ainetta poistavia että lisääviä menetelmiä, ja tuotannon integraatioaste kasvaa merkittävästi. Kierrätettyjen materiaalien käyttö lisääntyy.

Tuotekehitys ja valmistus sulautuvat toisiinsa (R&D&M). Tuotekehitystä ja valmistusta ei enää katsota erillisinä funktioina vaan yhtenäisenä prosessina. Tuotteen suunnittelu ja tuotannon rakentaminen sen ympärille simuloidaan etukäteen. Uudet tuotteet ja tuotemuutokset virtaavat suoraan tuotantoon, joka mukautuu autonomisesti niihin. Tuotannon käynnistyessä dataa virtaa takaisin suunnitteluohjelmistoille. Digitaalinen ketju ulottuu läpi tuotannon ja sen yli. Valmistusoperaatioiden hallinnassa, ohjauksessa ja johtamisessa hyödynnetään entistä älykkäämpiä tekoälyavusteisia ICT -ratkaisuja, joiden onnistuneille implementoinneille Lean-filosofia luo vankan pohjan.

CASE - TOTEUTUS

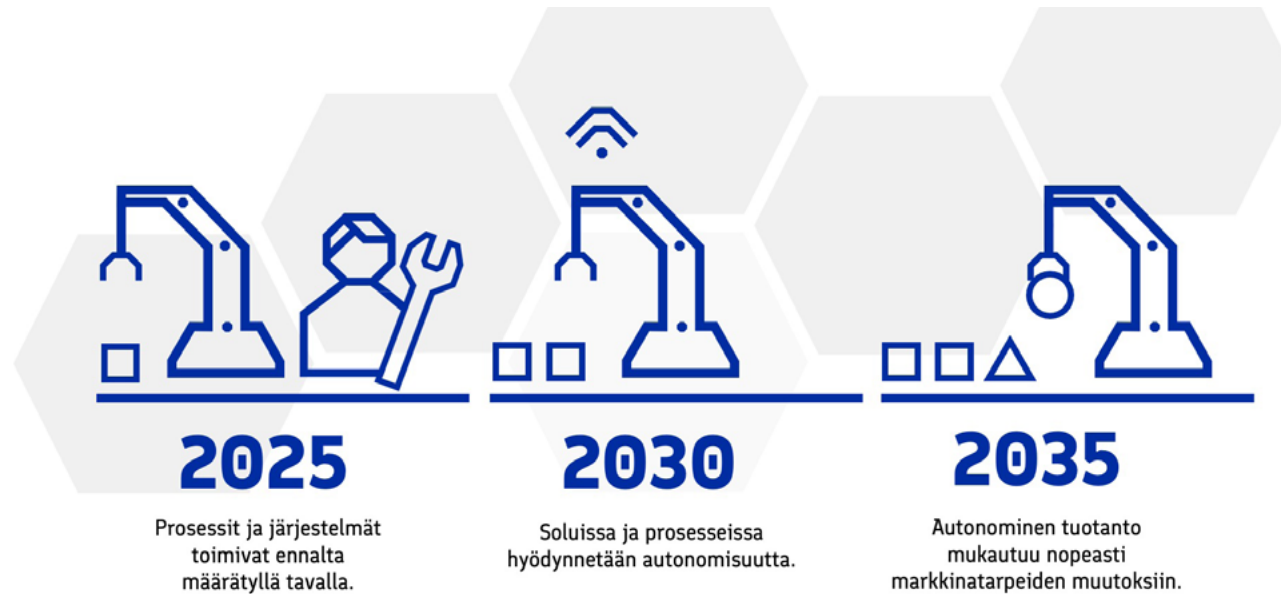


Konecranes, Danfoss ja Fastems haluavat käyttää tuotamaansa dataa ja luoda siitä yhdessä uutta liiketoimintaa. Kehitysohjelmassa otettiin askelia kohti uusia älykkäitä ratkaisuja rakentamalla älytehtaan prototyyppi, jossa testattiin datan jakamista ja yhteisiä rajapintoja. Kokeilussa kaikki kolme teollisuusyritystä integroivat toimintonsa samaan alustaan. Älykkäiden tuotantoratkaisujen edellytyksenä on, että koneilla on yhteys yrityksen järjestelmiin ja samassa tehdasympäristössä olevien

koneiden kanssa. Perusvaatimus datan ja informaation jakamiselle koneiden välillä on yhteinen ja helposti käyttöönotettava rajapinta tiedonsiirrolle. Konecranes rakensi älytehtaan prototyypin, jossa ohjausjärjestelmä oli hajautettu eri puolille tehdasta. Eri IoT-laitteet välittivät tietoa nosturille ja saamansa tiedon perusteella nosturi pystyi suorittamaan materiaalin siirtotehtäviä automaattisesti tarpeen mukaan. Fastemsin ja Danfossin laitteiden tuottaman datan siirrossa ja käsittelyssä hyödynnettiin eurooppalaista IDS-alustaa (International Data Spaces). Älytehdasmallin toteuttaminen on osoittautunut hyödylliseksi, sillä älykkäillä tehdassoluilla ja älykkäillä nostureilla on suuri potentiaali lisätä tuottavuutta jatkossa. Mallilla pölyttiin lähestymään myös muutosta, jossa tehtaat siirtyvät hierarkkisista ohjausmalleista hajautetumpiin malleihin, joissa pilvipohjainen analytiikka ja optimointi ovat suuremmassa roolissa.

Tuotedesign ja valmistusohjeet siirtyvät nykyistä pidemmälle ketjussa standardimuotoisena datana fyysisten kappaleiden sijaan. Tämä mahdollistaa osaltaan merkittävästi nykyistä lyhyemmät toimitusajat sekä valmistuksen entistä lähempänä asiakasta. Vastaavasti standardisoinnin kautta, tuotantolaitoksilta ympäri maailman voidaan tilata nopeasti lisäkapasiteettia tai monistaa tuotantoa.

Tutkimusaiheita ovat mm. ainetta lisäävä- ja hybridi-valmistus sekä niiden vaatima jälkiprosessointi ja laadunvalvonta, kierrätettyjen materiaalien ominaisuudet ja valmistettavuusaspektit, digitaaliset kaksoiset ja simulaatiomallit suunnitteluprosessista lähtien, itseoppivat järjestelmät, tehokas laskenta (esim. kvanttilaskenta) monimutkaiselle mallintamiselle.



KUVA 9: AUTONOMISUUS LUO UUTTA JOUSTAVUUTTA.

TEEMA #6 AUTONOMINEN TOIMINTA JA AUTOMAATIO

Tänään tuotannon joustavuus perustuu pääosin ihmisen adaptiivisuuteen ja kykyyn ratkaista ongelmia, tukevien järjestelmien käytettävyys on tärkeää. Valmistuksen automaatioaste kasvaa usein tuotantoon saarekkeita muodostavin solu- ja järjestelmätason ratkaisuin, tuotannon tehokkuusvaatimusten toimiessa merkittävimpana investointien ajurina. Automaatiojärjestelmät toteuttavat toimintaansa ennakkoon määritellyllä tavalla. Automaatiojärjestelmien ohjausten kyvykyys mahdollistaisi jo tänään suuremman joustavuuden, mutta erityisesti fyysiset elementit, kuten tarvittavat työvälineet aiheuttavat rajoitteita työkappaleperheiden muutosten sekä taloudellisen

eräkoon suhteen. Vastaavasti uusien tuotteiden ylösajo tuotantoon, kuten myös muutokset aiheuttavat tuotantokatkoksia. Näitä aiheuttaa myös kunnossapito, joka suoritetaan usein reaktiivisesti ja kiinteän ohjelman pohjalta kykenemättä ajoittamaan sitä oikein suhteessa vallitsevaan tuotantotilanteeseen.

Tehtailla on runsaasti legacy -laitteita ja järjestelmiä, kuten aina tulee olemaankin, mutta näitä ei ole kaikilta osin kytketty verkkoon. Vastaavasti data on monessa muodossa ja usein valmistajakohtaisten rajojen, kuten suljettujen järjestelmien ja rajapintojen takana. Tarkka tilannekuva saadaan muodostettua vain osassa tuotantoa, tavallisesti solu- tai järjestelmätasolla.

Tulevaisuudessa lähes koko tuotanto on autonomista. Tuotanto nojaa vahvasti reaaliaikaiseen tilannekuvaan ja automaattiseen, tekoälyavusteiseen, mutta ihmisen tarvittaessa tukemaan päätöksentekoon. Uusien tuotteiden valmistuksen ylösajo tapahtuu toimivan tuotannon rinnalla. Digitaaliset kaksoset ja simulaatiot mahdollistavat tämän, kuten myös muutostilanteiden ennakoivan hallinnan. Tuotantoa kyetään optimoimaan eri parametrien ja niiden yhdistelmien suhteen tuotannon rinnalla digitaalisia kaksosia ja simulointia hyödyntäen. Uudet tuotteet, tuotemuutokset ja muodostetut parhaimmat optimointiskenaariot pudotetaan suoraan todelliseen tuotantoon ilman erityistä sisäänajon tarvetta. Yksittäiskappaleiden kustannustehokas valmistus mahdollistuu.

Valmistusäly on hajautettu. Autonomisessa tuotannossa tuotantosolut tunnistavat valmistettavan tuotteen, konfiguroituvat automaattisesti ja valitsevat sopivat laitteet, työvälineet sekä menetelmät kulloisenkin tuotteen valmistusta varten. Robottisolut suorittavat useita työvaiheita itse, työvälineet kyetään koostamaan tuotelähtöisesti automaattisesti tuotegeometrioiden ja valmistuskyvykkyyksien pohjalta. Solu kykenee päättämään missä

vaiheessa tuotteet voi toimittaa seuraavaan vaiheeseen. Solut ja järjestelmät optimoivat myös omaa energiankulutustaan ja muodostuvaa tuotteen hiilijalanjälkeä laajemminkin.

Soluissa ja järjestelmissä on itsekorjaavuuden mahdollistavia kyvykkyyksiä ja tuotantokatkoksia aiheuttavat kunnossapidon toimet kyetään suorittamaan juuri oikean laajuisina ja tuotannon kannalta oikeaan aikaan. Tekoäly mahdollistaa tarvittavien huolto- ja käyttöohjeiden generoinnin tilanteen, tarpeen ja suorittavan henkilön kyvykkyyden huomioiden.

Tuotannon laitteet on kattavasti verkotettu, langattomuus korvaa kiinteät yhteydet. Tilannekuva paranee, sillä kaikki laitteet, järjestelmät ja valmistettavat tuotteet on kytketty yhteen. Yhteistyörobotiikka, jossa ihminen ja robotti työskentelevät yhdessä toimien samassa tai peräkkäisessä työvaiheessa yleistyy. Ihmisen rooli alkaa kuitenkin siirtymään enemmän autonomisen tuotannon valvontaan, kuin valmistuksen työvaiheiden suorittamiseen muuten kuin erityistä osaamista vaativissa tehtävissä. Saavutetaan tilanne, jossa autonominen tuotanto mukautuu itse nopeasti muutoksiin markkinatarpeissa.

CASE - VISIO



FASTEMSIN VISIO KOE-ERÄN VALMISTUKSESTA TEHTAALLA VUONNA 2035.

Tuotannosuunnittelijalla on odotettavissa kiinnostava päivä. Uuden asiakkaan tilaama koe-erä täysin uudentyyppisistä kompleksisista tuotteista päätettiin laittaa yöksi tuotantoon. Asiakkaan kiirehtimän koe-erän valmistus on ohjattu automaattisesti Fastemsin ohjelmiston tekemän simuloinnin ja ehdotuksen mukaisesti. Tuotannosuunnittelija olisi voinut tarkistaa tilanteen vaikka aamukahvin lomassa myFastems applikaatiosta, mutta lasten kanssa on sovittu, että aamiaista syödään ilman kännykkää. Niinpä tuotannosuunnittelija kysyy aamuvuoron tehdastyöntekijän tunnelmia. Yövuorosahan ei ole ollut yhtään ihmistä työssä ja aamuvuorolaiset ovat ensimmäisiä, jotka tietävät tuloksista. Tekoälyllä ohjattu automaattinen laadunvarmistus on testannut koe-erän valmistuneita kappaleita ja tulokset ovat lupaavia. Järjestelmä on myös hienosäätänyt valmistusprosessia yön aikana. Koe-erän laatu ja valmistuskustannukset ovat jopa paremmat kuin simulaatiossa ennustettiin.

Ennusteet kertovat jo etukäteen yksittäisen tuotteen valmistumisajankohdan sekä ominaisuudet ja kestävyysvaikutukset.

Autonominen tuotanto mahdollistaa yritykselle keinon vastata asiakastarpeeseen niin sisällön kuin volyymin kannalta erittäin nopeasti ja tehokkaasti. Se mahdollistaa myös geneeristen valmistavien yritysten synnyn (MaaS).

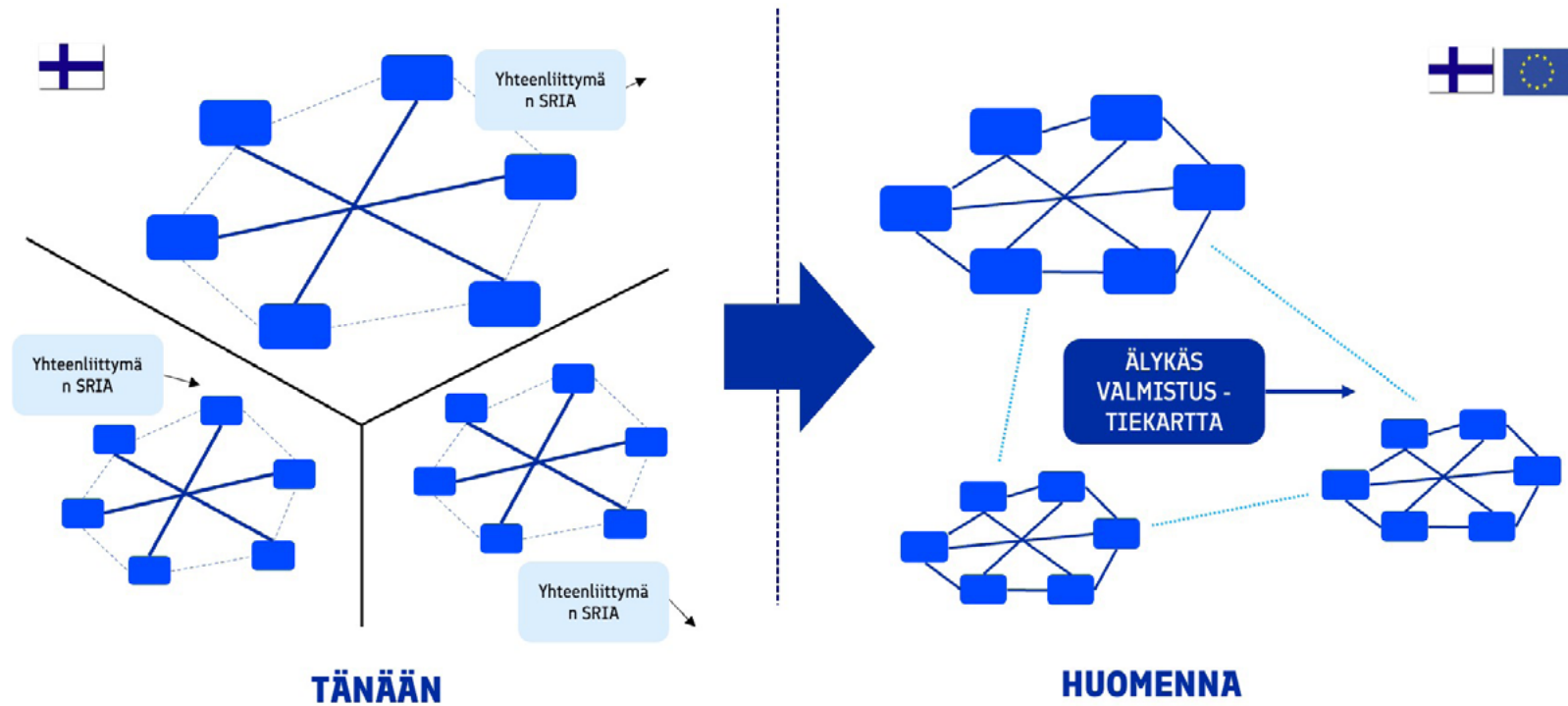
Tutkimusaiheita ovat mm. digitaaliset kaksoset, simulointi, automaattinen konfiguroitavuus, yhteistyörobotiikka, ennakoiva kunnossapito, tuotannon optimointi, tilannekuvan muodostaminen ja tuotannon ketteryys.

TIEKARTAN UUTUUSARVO



UUTUUSARVO #1 VALMISTUKSEN EKOSYSTEEMIIEN JA ERIKOISTUNEIDEN KLUSTEREIDEN YHTEENSAATTAJA

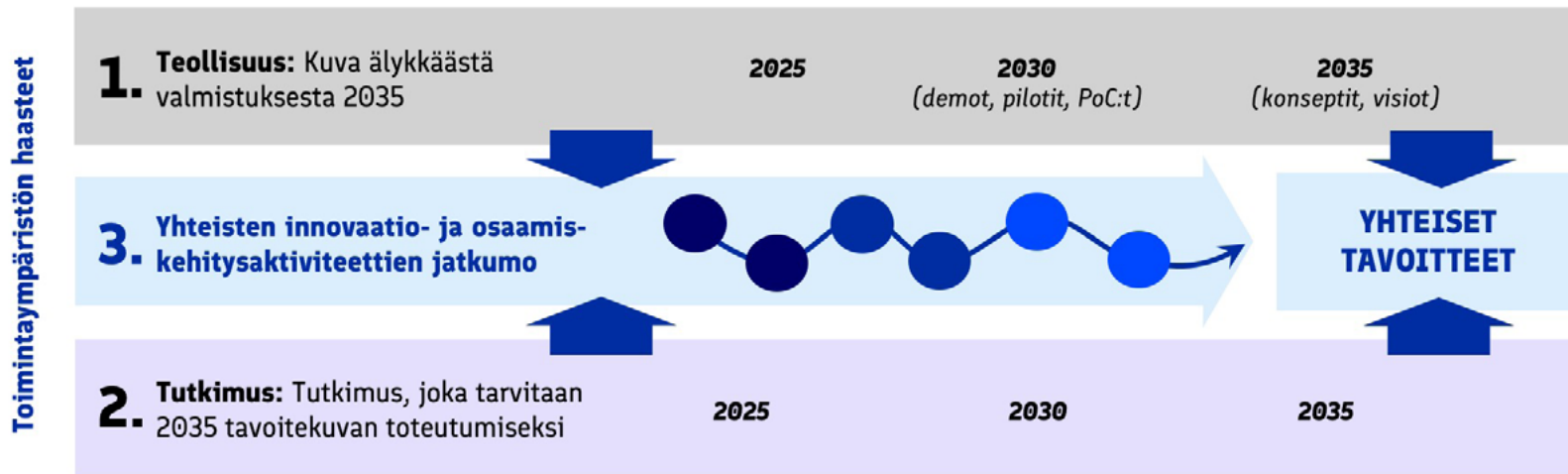
Suomessa on lukuisia valmistuksen kehitykseen konttribuoivia, eri lähtökohdista syntyneitä yhteenliittymiä: ekosysteemejä ja erikoistuneita klustereita. Näillä kaikilla oma identiteettinsä, agendansa ja toimijansa. Samat toimijat voivat olla mukana useissa eri yhteenliittymissä. Sille, miksi yhteenliittymäkenttä on rakentunut näin, on omat esimerkiksi tavoitelähtöiset ja kilpailutekniset lähtökohtansa. Nykyisellään yhteenliittymien agendat ovat rakentuneet tavoite- ja toimijalähtöisesti, vastaten suoraan toimijoiden tarvekuvaa. Tämä teollisuusvetoisuus on sinällään hyvä lähtökohta. Agendoilla on kuitenkin verrattain harvoin kytkentöjä kansallisen tason tavoitteisiin (esim. strategiat ja ohjelmat) tai toisten yhteenliittymien agendoihin. Tästä syystä kehitystoiminta valmistavan teollisuuden kentässä on pirstaloitunutta eikä näyttäydy yhtenäisenä, koko Suomen valmistavan teollisuuden kehitystä yhdessä edistävänä.



KUVA 10: TIEKARTTA YHTEISEN SUUNNAN NÄYTTÄJÄNÄ JA YHTEISTYÖN MAHDOLLISTAJANA.

Yhteisen ohjaavan tiekartan keinoin kytetään ohjaamaan kehitystä samaan suuntaan ja tässä mahdollistamaan eri yhteenliittymien toisiaan tukeva toiminta, tarpeeton päällekkäisyys välttäen. Tiekartta toimii tässä mahdollistavana työkaluna, ei pakottavana elementtinä.

Yhteenliittymien identiteetit säilyvät, mutta ne saavat uusia työkaluja toteuttaa omaa agendaansa yhteisen Suomalaisen tiekartan ohjaamana. Näin kaikki hyötyvät ja saavutamme yhdessä enemmän.



KUVA 11: ÄLYKKÄÄN VALMISTUKSEN TIEKARTAN RAKENNE.

UUTUUSARVO #2 YRITYSTEN JA TUTKIMUKSEN KOOSTAMA, KEHITYSJATKUMOT MAHDOLLISTAVA TIEKARTTA

Yhteen maaliin pelaamiseksi tarvitaan yhteinen nimittäjä. Teollisuus-tutkimus yhteistyössä rakennettava, yhteisesti jatkuvasti ylläpidettävä älykkään valmistuksen tiekartta toimii ohjaavana työkaluna. Se mahdollistaa valmistavan teollisuuden kilpailukyvyyn sekä resilienssin kasvattamisen valmistukseen linkittyvän innovaation, osaamisen kehittämisen ja yhteisen vaikuttamisen keinoin.

Tiekartta on rakennettu pohjanaan toimintaympäristömme tunnistetut haasteet ja mahdollisuudet. Nämä ovat päälinjoiltaan yhtenevät eurooppalaisten alustojen (Manufuture-EU, EFFRA) tunnistamien kanssa, mutta Suomen toimintaympäristön näkökulmasta tarkennettu- ja ja painotettuja. Vastineena tiekartta sisältää puhtaan

teollisuuden tarvekuvan ja näkemyksen valmistavasta teollisuudesta tavoitevuonna (1.). Tämä kuva ei ole listaus erilaisista mahdollisesti hyödynnettävistä teknologioista, vaan kuvaus tulevaisuuden valmistuksen ominaisuuksista, toiminnallisuuksista sekä siihen liittyvästä palvelusta. Tutkimus on omassa tiekarttakontribuutiossaan (2.) kuvannut mitä tutkimusta tarvitaan, jotta kuva toteutuisi. Väliin muodostuu yhteisten aktiiviteettien jatkumo (3.). Jokaiseen päätavoitteeseen johtaa polku, jonka varrelle kaikki tavoitteen saavuttamiseksi tarvittavat aktiiviteetit esim. hankkeet, osaamisen kehittämisen toimet ja vaikutustyö sijoittuvat. Tiekartta mahdollistaa valmistuksen kehityksen ympärillä tapahtuvan kehitystoiminnan muodostumisen systemiseksi ja aidosti tavoitelähtöiseksi jatkumoksi.

UUTUUSARVO #3 VALMISTUS UUSIN SILMIN TUOTELINSSIN LÄPI TARKASTELTUNA

Kustannustehokkuuden tavoittelu on viime vuosina ollut merkittävin valmistuksen kehitystoiminnan ajuri. Kustannustehokkuus on jatkossakin keskeisen tärkeä kilpailukyvyn mahdollistaja, mutta digitaalisen ja vihreän murroksen edessä meidän tulee kyetä tarkastelemaan valmistusta uusin silmin ja ilmeisen yli.

Uudessa lähestymisessä valmistusta ja sen kehittämistä tarkastellaan valmistettavan tuotteen ja sen mahdollistaman arvon kautta, tuotelinssin läpi. Tässä lähestymisessä tulevaisuuden valmistus on merkittävä, potentiaalinen uuden arvon mahdollistaja. Lähestyminen on tärkeä, sillä valtaosalla Suomalaisen valmistavan teollisuuden yrityksistä pääfokuksessa on itse tuote ja siihen liittyvät palvelut, asiakkaan ja yrityksen arvon mahdollistajat. Vastaavasti loppuasiakkaita kiinnostaa primääristi tuo tuote ja sen mahdollistama arvo.

Valmistuksessa käytetyt menetelmät ja työtavat eivät näin ole itseisarvo, ne ovat yksi työkalu tuotteen ja sen muodostaman arvon mahdollistamisessa.

Uudessa systeemisessä lähestymisessä valmistusta ei tarkastella erillisenä toimintona, vaan se tuo pöytään myös valmistuksen yli, koko arvoverkkoon ulottuvan tarkastelun. Rajapinnat ylittävät yhteistyö niin yksittäisen organisaation sisällä kuin niiden välillä luo uusia mahdollisuuksia uuden arvon löytymiseen eri toimintojen rajapinnoista. Tämä on vielä monella tapaa hyödyntämätön suuri mahdollisuus.

SUOMALAINEN TOIMIJAKENTTÄ – TIEKARTAN TOTEUTTAJAT



Digitaalisen ja vihreän murroksen myötä olemme systeemisen muutoksen äärellä. *Systeemisellä muutoksella tarkoitetaan toimintamallien, rakenteiden ja näiden vuorovaikutusten samanaikaista muutosta, jolla luodaan edellytyksiä tulevaisuuden hyvinvoinnille ja kestäväille kehitykselle¹.* Systeeminen muutos edellyttää systeemistä tapaa tehdä asioita. Tästä syystä tavoitteen kuvaava, ohjaava yhteinen tiekartta on tärkeä ja yksittäisen toimijan rajat ylittävä yhteinen tekeminen sekä ekosysteeminen toimintatapa välttämätön. Teollisuusvetoisilla yhteenliittymillä, ekosysteemeillä ja erikoistuneilla klustereilla, on avainrooli tiekartan käytännön toteutuksessa. Toteutuksessa yhteenliittymät ottavat profiilinsa mukaan kantaa seuraaviin asioihin: innovaatiokehitys, osaamisen kehitys, arkipäivän operatiivisen tehokkuuden kehitys ja yhteinen vaikuttaminen. Ekosysteeminen toimintatapa tarjoaa mahdollisuuden liiketoiminnalliselle ja innovatiiviselle yhteistyölle eri kokoisten (suuret + pk-yritykset ja startupit) ja eri toimialoilla olevien yritysten välillä sekä yritysten ja TKI-toimijoiden välillä.

SUOMALAINEN YHTEISTYÖ

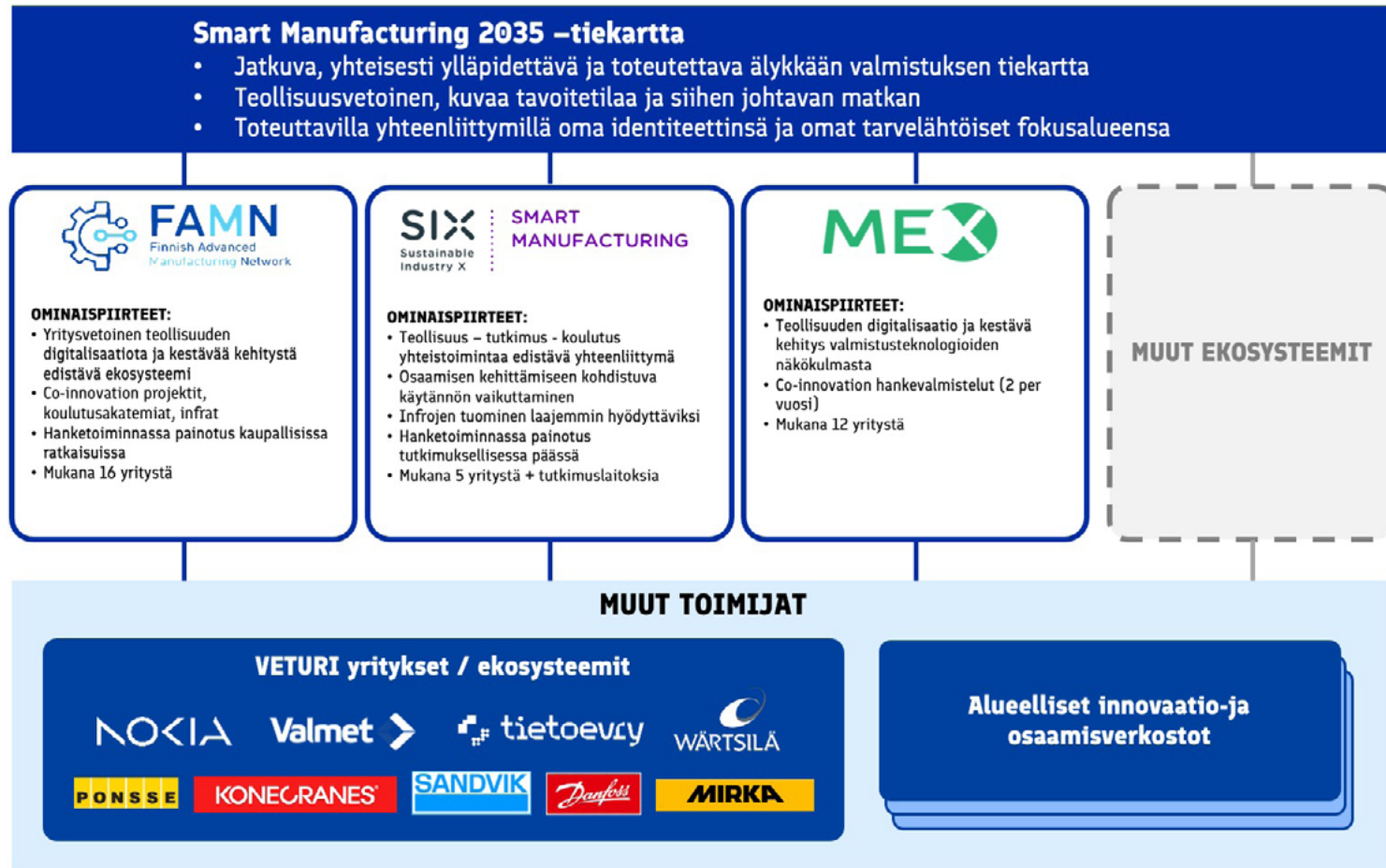
Emme ole tyhjin käsin. Suomessa on ollut suotuisa maa-perä ekosysteemisen toiminnan rakentumiselle ja orkestroinnille. Erilaisten muodostuneiden ja jatkossa muodostuvien yhteenliittymien välistä yhteistyötä on kuitenkin parannettava, ja tähän tulee tiekartan jalkautuksessa osoittaa erityinen huomio. Tässä on tärkeä huomioida tiekartan ohjaava ja mahdollistava rooli (iso kuva, teollisuuden tarvekuva ja strategiakytkennät, toteutusjatkumot).

Suomen valmistavan teollisuuden kehitykseen kontribuivat yhteenliittymät ovat edenneet eri aikajanalla ja tulevat eri taustoista. Niiden toiminta on isossa kuvassa lähtenyt liikkeelle valtaosin ongelmanratkaisun tarpeesta. Ongelmanratkaisun, jossa tarvitaan laajempaa eri toimijoiden välistä yhteistyötä. Liikkeelle laittajia löytyy niin teollisuudesta kuin tutkimuksestakin. Jokainen yhteenliittymä on tehnyt valintoja sisällön ja toiminnan suhteen ympäristön ja käytettävissä olevien resurssien mukaan. Strategisen huippuosaamisen keskittymillä (SHOK) on ollut merkittävä rooli ekosysteemisen toimintatavan synnyssä Suomessa. Nyt toiminnan perintönä syntyy edelleen ja orkestroidaan uusia teollisuusvetoisia yhteenliittymiä. Tällä hetkellä valmistuksen kannalta keskeisiä ovat teollisuustarvelähtöisesti syntyneet FAMN, MEX Finland,

SIX Manufacturing ja FAME sekä myös Business Finlandin veturiyritysekosysteemit. Näiden lisäksi on olemassa myös muita tutkimus- ja teollisuusyhteenliittymiä, yhtä kaikki potentiaalisia yhteisen tiekartan toteuttajia.

Olemassa olevan hyvän hyödyntäminen ja edelleen kehittäminen on keskeistä tiekartan toteutuksessa. Yhteenliittymien toiminta on monelta osin toisiaan täydentävää ja erilaisuus vahvuus. Se tekee kehityksestä tarvittavan monipuolista. Yhteisen ohjaavan, tavoitteen osoittavan kartan tarve on kuitenkin ilmeinen.

Yhteisen tiekartan osaltaan mahdollistaman toimijoiden välisen yhteistyön kautta Suomella on mahdollista olla kokoaan olennaisesti suurempi ja vaikuttavampi toimija valmistuksen kaksoissiirtymään liittyvissä asioissa niin Euroopassa kuin globaalillakin tasolla. Tiekartan vaikuttavuus ulottuu myös laajalle sitä toteuttavien ekosysteemien ulkopuolelle. Näkyvä tiekartta houkuttelee myös yhteenliittymien ulkopuolelle jättäytyneitä yrityksiä toisten yhteyteen kehittämään ja vertaisoppiimaan tarvittavia digitaalisen ja vihreän siirtymän taitoja. Yksin toimien tarvittavan kehitysloikan ottaminen on haastavaa, mutta yhdessä voimme saavuttaa enemmän.



KUVA 12. MERKITTÄVIMMÄT VALMISTUKSEN EKOSYSTEEMIT SUOMESSA, OMINAISPIIRTEET JA YHTEISTYÖPOTENTIAALI.

EUROOPPALAINEN YHTEISTYÖ

Laaja-alainen kansainvälinen yhteistyö nousee yhä tärkeämmäksi suomalaiselle teollisuudelle niin tutkimuksen ja liiketoiminnan kehityksen kuin uusien osaajien saatavuuden kannalta. Suomi on maailman mittakaavassa asukasluvultaan pieni ja sijainniltaan hieman sivussa. Tästä syystä yritysten ja tutkimuksen välisen yhteistyön ei tule näin rajoittua pelkästään kotimaiseen toimintaan, vaan tarvitaan myös kansainvälistä yhteistyötä. Tiekartan tavoitteiden toteutuminen vaatii suomalaisten ekosysteemien toiminnan kansainvälistymistä. Tällöin myös suomalaisia yrityksiä on oltava nykyistä enemmän keskeisissä rooleissa tai ylipäättään mukana eurooppalaisissa ekosysteemeissä. Vastaavasti meidän tulee myös kasvattaa EU:ssa tarjolla olevan rahoituksen kotiuttamista Suomeen ja Suomalaisen teollisuuden kehittämiseen. Ulkomaisten yritysten lisäksi kansainvälisiä huippuosaajia tulee saada maahamme nykyistä enemmän. Kaikki tämä kansainvälistää teollisuuttamme monipuolisesti.

Yhteisen tiekartan myötä yhtenä rintamana toimimisella on myös toinen vahva eurooppalainen ulottuvuus. Tämän kautta voi tavoitella aiempaa suurempaa vaikuttavuutta ja roolia, kun EU -tasolla suunnitellaan uusia aloitteita ja ohjelmia. Yhtenä rintamana toiminen luo potentiaalisesti lisää voimaa myös standardointiin teollisuuden eri aloilla. Älykkään valmistuksen tiekartan yhtenä tarkoituksena on saada yritykset suunnittelemaan Horisontti 2 (3-5 vuotta) ja 3 (5-10 vuotta) tutkimus- ja kehitystoimintoja. Vain pidemmän horisontin suunnitelmia ja niistä nousevia käytännön avauksia pystytään nostamaan kansainväliseen tiedepolitiikkaan sekä konkreettisiin kansainvälisiin yhteistyöhankkeisiin ja mahdollisuuteen saada kansainvälisiä osaajia yhteistyöverkoston kautta Suomeen.

VAIKUTTAVUUS SUOMEN TULEVAISUUDELLE

Kestävä valmistus luo tulevaisuuden maailman. Kestävä valmistava teollisuus luo pohjan hyvinvointiyhteiskunnalle ja sen palveluille. Tämä tapahtuu ensisijaisesti teollisuusvientistä kansantaloudelle saatavien vientitulojen kautta. Kestävä valmistava teollisuus tuottaa kestäviä ratkaisuja myös kotimaan markkinoille ja tarjoaa merkityksellistä työtä.

Suomessa on viime vuosina laadittu asiantuntijavoimin useita, maamme valmistavan teollisuuden kehitykseen eri tavoin linkittyviä, kansallisen tason strategioita ja ohjelmia (top-down). Näiden sisältämät toimenpide-ehdotukset ovat hyviä ja potentiaalisesti vaikuttavia, mutta toimeenpanossa emme ole loistaneet. Vastaavasti teollisuusvetoisesti (bottom-up) rakennetut tiekartat, kuten älykkään valmistuksen tiekartta, muodostavat käytännön tavoitteidensa kautta 'maadoituspisteitä' ja ovat aktiiviteettijatkumoineen ylemmän tason strategioiden ja ohjelmien toimeenpanoa eri tavoin vahvasti tukevia. Lopukädessä laajan vaikuttavuuden mahdollistaa näiden hyvien suunnitelmien ohella saumaton jalkautusketju kansalliselta strategiselta tasolta tehdaslattioille.

Tiekartat ovat siis työkalu ja osa suurempaa kokonaisuutta, jonka vaikuttavuuspotentiaali on suuri. Valmistuskontekstissa tätä potentiaalia kuvaa hyvin Työ- ja elinkeinoministeriön Tekoäly 4.0 -ohjelmassa asetettu tavoite. *Sen mukaisesti vuonna 2030, kun Tekoäly 4.0 -ohjelma on onnistunut tavoitteissaan, suomalainen teollisuus on puhdasta, tehokasta ja digitaalista. Se tuottaa kilpailukykyisiä, asiakkaiden hiilikädenjälkeä kasvat-*

tavia ratkaisuja globaaleille, yhtenevästi säännellyille markkinoille. Kaksoisiirtymää edistävästä ratkaisusta on osattu muodostaa suomalaisille yrityksille merkittävää kansainvälistä liiketoimintaa. Menestys perustuu yhteistyöhön, vastuullisuuteen ja uudistumiskykyyn².

Tämän tavoitteen saavuttamiseksi meillä on edessä seuraavat voitettavat taistelut:

1. Siirtyä edelläkävijänä kestäväan tuotantoon ja liiketoimintaan.
2. Pysyä mukana digitaalisen siirtymän etujoukoissa valituilla aloilla, sekä toimia siellä ajatusjohtajana ja edistyksellisenä soveltajana.
3. Saada tuotannolliset ja TKI investoinnit nousuun (ensivaiheen 4% tavoite).
4. Saada käyttöön tarvittava määrä osaavaa työvoimaa.

Syntyvä vaikuttavuus ja kilpailutekijät:

1. Suomi on ennakoitava ja houkutteleva toimintaympäristö älykkään valmistuksen toimijoille.
2. Olemme globaaleilla markkinoilla profiloituneet auttamaan asiakkaitamme toimimaan kestävästi ja vastuullisesti (ympäristökädenjälki).
3. Meillä on ekosysteemisen toimintatavan kautta kyky saada toimijoita yhteen ratkaisemaan kompleksista ongelmaa nopealla aikataululla ja näin vastata voittajana globaaliin ja kasvavaan tarpeeseen.

SITOUTUMINEN TIEKARTAN YLLÄPITÄMISEEN JA TOTEUTTAMISEEN

Vaikuttavuuden kannalta on olennaista, että niin yritykset, tutkimus kuin valmistuksen yhteenliittymät sitoutuvat tiekartan ylläpitoon ja toteutukseen. Lähtötilanteessa ei tule sortua kalvosarjoille jääviin strategioihin ja suuriin suunnitelmiin, vaan edetä käytäntöön pienin, mutta vaikuttavin askelin. Tämän edessä on tärkeää erottaa olennainen epäolennaisesta, tunnistaa tärkeimmät tehtävät ja niiden suorittamiseen liittyvät käytännön yhteistyömahdollisuudet. Toteutusmatka on tärkeä aloittaa ydintekemisestä, johon lukeutuu:

- Tiekartan teollisuusvetoinen päivitys ja viestintä
- Yhteisen implementoinnin tutkakuvan muodostaminen ja sen ylläpito. Implementointiin liittyvä tiedonjako

Tämän lisäksi on hyvä tunnistaa lisää sisältöä yhteenliittymien välisistä yhteistyömahdollisuuksista. 'Matalalla roikkuvia hedelmiä' löytyy yhteenliittymien olemassa olevaa toimintaa tiekartan toteutuskuvaan ja yritysten tar-

peisiin peilaten (Minkä osan toiminnastamme voisimme jakaa myös muille? Missä toiminnan pisteissä on hyötyä nykyistä suuremmasta kriittisestä massasta?). Esimerkkejä:

- Yhteiset disseminaatiotilaisuudet esim. innovaatiokehitysaktiviteettien tulosten laajemman vaikuttavuuden mahdollistamiseksi
- EU-vaikuttamiseen liittyvä yhteistyö, yhteinen EU-mahdollisuuksien näkyville tuonti
- Yhteiset projektivalmistelut ja projektit yli ekosysteemirajojen
- Yhteinen toimialan houkuttelevuuden kasvattaminen ja osaamisen kehittämiseen vaikuttaminen
- Yhteiset kansainvälisten kumppanuuksien kehittämiseen liittyvät toimet esim. benchmarking- ja verkostoitumismatkat
- Yhteistyössä tehtävä valmistavalle teollisuudelle relevanttien tutkimus-, koulutus- ja testausympäristöjen näkyville tuonti ja hyödyntämisen pelikirja.

Kartta on pöydällä, matka kohti yhdessä sovittua tavoitetta voi alkaa.

TIEKARTAN YLLÄPITÄJÄT JA TOTEUTTAJAT

YRITYKSET



TUTKIMUSTOIMIJAT



YHTEENLIITTYMÄT



LÄHDEMATERIAALIA

European Commission 2023. A Green Deal Industrial Plan for the Net-Zero Age. COM 2023:62.

https://commission.europa.eu/system/files/2023-02/COM_2023_62_2_EN_ACT_A%20Green%20Deal%20Industrial%20Plan%20for%20the%20Net-Zero%20Age.pdf

ManuFUTURE 2018. Vision 2030.

https://www.manufuture.org/wp-content/uploads/2022/04/Manufuture-Vision-2030_DIGITAL.pdf

Työ- ja elinkeinoministeriö 2020. Tekoäly 4.0 -ohjelma. <https://tem.fi/tekoalyohjelma>

Työ- ja elinkeinoministeriö 2022b. Tekoäly 4.0 -ohjelma: Suomi kaksoissiirtymän suunnannäyttäjänä – Tekoäly 4.0 -ohjelman loppuraportti. TEM 2022:60. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-997-1>

Paasi, J., Nieminen, H., Salminen, K., Apilo, T., Heilala, J. & Virkkunen, R. 2022. Sustainable Industry X: Suomalaisen teollisuuden uudistumisagenda. VTT Technology 410. <https://doi.org/10.32040/2242-122X.2022.T410>

Työ- ja elinkeinoministeriö 2021a. Uudistuvan teollisuuden strategia. TEM 2021:44.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-607-9>

Työ- ja elinkeinoministeriö 2022a. Kestävä talouskasvu ja hyvinvointimme tulevaisuus - loppuraportti. TEM 2022:37.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-815-8>

BUSINESS FINLAND

Business Finland on globaalin kasvun kiihdyttämö. Luomme edellytyksiä uudelle kasvulle auttamalla yrityksiä kansainvälistymään sekä rahoittamalla tutkimusta ja innovaatioita. Huippuasiantuntijamme ja uusien tietojen nopeuttavat markkinoiden mahdollisuuksien tunnistamista ja auttavat muuttamaan ne kansainvälisiksi menestystarinoiksi.

WWW.BUSINESSFINLAND.FI