

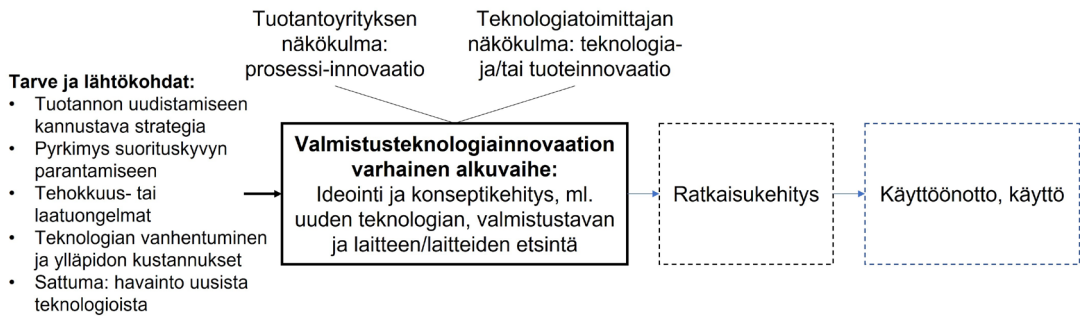
Johtajat valmistusteknologiainnovaatioita etsimässä

Tuotantoyrityksen prosessit ja laitteet ovat keskeisiä resursseja, jotka säätelevät yrityksen menestystä. Tehokkailla valmistusprosesseilla tuotanto sujuu, tuotteet valmistuvat laadukkaina oikeaan aikaan, asiakkaat voidaan tehdä tyytyväisiksi ja myös kannattavuus kehittyy myönteisesti. Valmistusteknologiat vaativat merkittäviä investointeja, ja tuotantoyritys saattaa hyödyntää niitä kannattavasti vuosikymmeniä. Kaikki teknologia kuitenkin vanhenee ja kuluu käytössä, ja teknologioiden kehittyessä yritysten on välillä tarvetta uudistaa valmistusteknologiaitaan ja -prosessejaan. Osa yritysten valmistusteknologioista saattaa löytyä teknologiatoimittajien tuotevalikoimista ja olla hankittavissa tavanomaisena ostona. Etenkin ainutkertaista tuotevalikoimaa tarjoavat tuotantoyritykset tarvitsevat prosesseihinsa täysin räätälöityjä ratkaisuja, jotka voidaan sovittaa yhteen valmistusprosessin muiden osien kanssa. Investointien suuruuden vuoksi valmistusteknologiainnovaatiot merkitsevät yritykselle strategista projektia, jossa on tarvetta harkita erilaisia teknologian, toteutustapojen ja toimittajien vaihtoehtoja. Johtajien on osallistuttava tavalla tai toisella tällaisten strategisten projektin määrittelyyn ja johtamiseen. Olemme tutkineet tällaisten radikaalien valmistusteknologiainnovaatioiden etsintää ja löytämistä kolmessa yrityksessä, yhdeksässä eri teknologiaetsintäprojektissa. Tässä artikkelissa esitämme havaintoja siitä, miten johtajat osallistuvat strategisesti merkittävien valmistusteknologioiden etsintään ja innovointiin.

Etsinnän kohteet: teknologia, valmistustapa, laite

Innovaatioiden varhaisen alkuvaiheen (englanniksi front end of innovation) päätehtävä on löytää ja analysoida vaihtoehtoisia ideoita sekä tunnistaa ja valita se ratkaisukonsepti, jota varsinaisessa kehitysprojektissa aiotaan kehittää eteenpäin. Tavanomaisessa tuotekehityksessä uusia ideoita yleensä etsitään markkinoilta ja asiakastarpeista (Kim & Wilemon, 2002). Uudet, tuotantoyritykselle räätälöitävät ja aiemmin tuntemattomat valmistusteknologiat sen sijaan voivat lähteä liikkeelle yrityksen sisäisestä strategisesta pohdinnasta, ongelmien tunnistamisesta ja analysoinnista sekä vaihtoehtoisten ratkaisujen kartoittamisesta (Frishammar et al., 2013, Frishammar et al., 2016). Lähtökohtana valmistusteknologiainnovaatioon voi olla johdon kunnianhimoinen pyrkimys suorituskyvyn vahvistamiseen, keskijohdon oivallus tehokkuus- tai laatuongelmasta nykyisessä valmistusprosessissa tai yhtä hyvin havainto uudeltaisista valmistusratkaisuista vierailulla teknologiatoimittajan luona. Nämä lähtökohtavaihtoehdot paljastuivat myös omassa tutkimuksessamme, ja havaitsimme, että ne vaikuttivat johtajien tapaan orientoitua valmistusteknologiainnovaatioprojektin käynnistämiseen. Kuva 1 havainnollistaa valmistusteknologiainnovaatioiden varhaisen alkuvaiheiden merkitystä ja lähtökohtia.

Tutkimuksessamme kolmen tuotantoyrityksen parissa tarkastelun kohteena oli valmistusteknologiainnovaatioita, joilla mahdollistettiin kokonaan



Kuva 1. Valmistusteknologiainnovaation varhaisen alkuvaiheen merkitys ja tehtävät

uusien tuotteiden valmistaminen, parannettiin tarkkuutta ja laatua tiettyjen tuoteominaisuuksien valmistamisessa tai uudistettiin valmistusprosessin suorituskykyä ja ympäristöystävällisyyttä kokonaisvaltaisemmin. Niillä joko korvattiin vanhaa teknologiaa kokonaan tai täydennettiin olemassa olevaa valmistusprosessia. Havaitsimme, että uusien ideoiden etsinnän tapa sekä ylemmän ja keskijohdon osallistuminen ideaetsintään vaihteli projektista toiseen, myös yhden yrityksen sisällä.

Jokaisessa projektissa oli tarpeen tunnistaa sekä **teknologiaa että valmistustapaa ja laitetta** koskeva ydinidea, joka määritteli valmistusteknologiaratkaisua ja ohjaisi konseptikehitystä. Eräissä tapauksissa teknologiaidea tunnistettiin samalla kun lähtökohtainen ongelma havaittiin, esimerkiksi hyödyntämällä tietämystä teknologiatoimittajakumppanin tarjonnasta tai jopa satunnaisella vierailulla teknologiatoimittajan luona. Useimmiten sekä teknologia että valmistustapa ja laitteet edellyttivät mittavaa tiedonhankintaa ja analyysyä jo ennen yksityiskohtaisempaa konseptikehitystä. Yritysten oli arvioitava teknologiavaihtoehtoja, teknologian yhteensopivuutta yrityksen prosessiin, toteuttamiskelpoisuutta, riskejä ja hyötyjä. Alustavien selvitysten ja analyysien kautta yritykset etenivät yksityiskohtaisempiin valmistustavan ja laitteiden konseptimäärittelyihin. Jo tässä vaiheessa tarvittiin teknologiatoimittajien tukea, osallistumista määrittelyihin ja jopa tarjouksia teknologian edellyttämästä kehittämisestä ja toteutuksesta, jotta tuotantoyritys voi

tehdä yksityiskohtaista investoinnin ja kehitysprojektin suunnittelua.

Valmistusteknologioiden erityispiirteenä on se, että siinä yhdistyvät tuote- ja prosessi-innovaatiot. Teknologiatoimittajalle kyse on teknologia- tai tuote-innovaatiosta, kun taas teknologiaa hyödyntävälle tuotantoyritykselle kyse on valmistusprosessin innovaatiosta. Tällöin tuote- ja prosessi-innovaatio toteutetaan osana yhtä valmistusteknologiainnovaatioprojektia samanaikaisesti. Projektin kuluessa on samanaikaisesti ratkaistava teknologiatoimittajan tietotarpeet tuotantoyrityksen prosessin erityispiirteistä ja tuotantoyrityksen tarve omaksua ja sovitella uusi teknologia, uudenlaiset valmistustavat ja laitteet osaksi omia prosessejaan.

Etsintätapa ja tietolähteet

Radikaalien innovaatioiden tutkimus on jo aiemmin tunnistanut yrityksen johtajien keskeisen aseman ei pelkästään innovaatioiden päätöksenteossa, vaan myös uusien innovaatioiden etsinnässä (Reid & De Brentani, 2004). Vaikka varsinaista tiedonhankintaa, selvityksiä ja laskelmia olisi delegoitu asiantuntijoille eri organisaatiotasolla, johdon on sitouduttava tarkastelun kohteena oleviin valmistusteknologioihin ja käsiteltävä investointeja tulevien vuosikymmenten suorituskyvyn ja menestyksen lähteenä. Tämän vuoksi tiedon etsintä ja käsittely on sille tärkeä tehtävä. Valmistusteknologiat voidaan nähdä tulevaisuusorientoituneina ja strategisina innovaation kohteina

Tiedon etsintätapa

	Johdettu prosessi (Ylimmän johdon / organisaatiotason aloite)	Oma-aloitteinen prosessi (Keskijohdon / yksilötason aloite)
Ulkoinen (tuntemattomat ideat)	Johdettu ulkoinen etsintä <ul style="list-style-type: none">• Teknologiaidea (A1, B3)• Valmistustapaidea (A1, B1, B2, B3)• Laiteidea (A1, A3, B1, B2, B3)	Oma-aloitteinen ulkoinen etsintä <ul style="list-style-type: none">• Teknologiaidea (A2, C1)• Valmistustapaidea (A2, C1, C2)• Laiteidea (A2, C1, C2, C3).
Tietolähde		
Sisäinen (mahdollisesti jo tiedossa olevat ideat)	Johdettu sisäinen etsintä <ul style="list-style-type: none">• Teknologiaidea (A3, B1, B2)• Valmistustapaidea (A3)	Oma-aloitteinen sisäinen etsintä <ul style="list-style-type: none">• Teknologiaidea (C2, C3)• Valmistustapaidea (C3)

Kuva 2. Neljä tapaa johtajien tekemään tiedon etsintään valmistusteknologiainnovaation varhaisessa alkuvaiheessa. (Kirjain-numeroyhdistelmät viittaavat yrityksiin A, B ja C ja niiden kolmeen eri projektiin)

na, joten aiemmissa tutkimuksissa on korostunut kehitystyön johtaminen ylhäältä (Frishammar et al., 2013) ja aktiivinen ulkopuolisten tietolähteiden hyödyntäminen mieluiten tiiviissä yhteistyösuhteissa (Terjesen & Patel, 2017; Wiener et al., 2020). Tutkimuksemme paljasti, että tiedon etsintätapa ja tietolähteet vaihtelevat koskien eri ideoita (teknologia, valmistustapa, laite) projekteittain ja että kaikki valmistusteknologiainnovaatiot eivät suinkaan käynnisty ylemmän johdon suunnitelmista ja aloitteista, kuten kuva 2 havainnollistaa.

Johdettu ulkoinen etsintä kuvassa viittaa sellaiseen idea- ja konseptikehitykseen, jossa ylin johto on sitoutunut strategiseen uudistamiseen ja kiinnittänyt huomionsa johonkin merkittävään tuotanto-ongelmaan. Kahdessa tutkimusammme projektissa tuotannon ongelma oli hyvin konkreettinen ja edellytti laajaa ulkopuolista tiedon etsintää ja selvittämistä sekä teknologian että valmistustavan ja vaihtoehtoisten laitteiden osalta. Kolmessa projektissa teknologiaidea oli selkeämpi ja ratkottiin sisäisellä etsinnällä. Johto delegoi tiedonhakua ja tutkimuksia keskijohdolle, joka kartoitti sekä vaihtoehtoisia ratkaisuja että teknologiatoimittajia. Etsintä näyttäytyi tutki-

muksessamme vuorovaikutteisena ja iteratiivisena. **Johdettu sisäinen etsintä** kuvan mukaisesti täydensi teknologia- ja valmistustapaideoiden etsintää kolmessa projektissa. Johdon huomio kohdentui nopeasti jo tiedossa oleviin vaihtoehtoihin teknologia- tai valmistustaparatkaisuihin. Näissäkin tapauksissa tarvittiin lisätiedon hankintaa laitteita ja/tai valmistustapaa koskien.

Oma-aloitteinen ulkoinen etsintä koskee keskijohdon aloitteellista roolia valmistusteknologiainnovaation edellyttämän idean tunnistamisessa ja tiedonhaussa. Keskijohto kohdensi huomionsa johonkin tuotannon operatiiviseen ongelmaan tai tuotteiden laatuongelmaan joko itse tai asiakkaiden palautteen pohjalta ja teki oma-aloitteista etsintää teknologiatoimittajien kautta tai kanssa. Koska operatiiviset ongelmat haitsivat päivittäistä työtä, keskijohtajat kokivat välttämättömäksi selvittää, miten ne voitaisiin ratkaista. Sattumallakin oli merkitystä: eräissä tapauksissa vierailut toisilla tuotantolaitoksilla tai keskustelut teknologiatoimittajien kehitysprojekteista aktivoivat oivalluksen keinoista parantaa tuotantoyrityksen omaa prosessia. Tällainen etsintä näyttäytyi tutkimuksessamme tilannesidonnaisena ja yllät-

tävänä, mutta keskijohdon oli tietenkin vietävä ideat ja konseptiehdotukset ylemmän johdon tietoon investointipäätöksiä varten. **Oma-aloitteinen sisäinen etsintä** kahdessa tutkimassamme projektissa lähti ongelmista, joiden ratkaisuisista oli jo ennakolta hankittu tietoa ja kokemusta toisissa sovelluksissa. Oma-aloitteista etsintää sisältävissä valmistusteknologiainnovaatioissa oli tavanomaisesti kartoittaa ratkaisuvaihtoehtoja poikkifunkti-onaalisisissa ryhmissä ennen kuin konseptiehdotukset esiteltiin ylimmälle johdolle. Lisäksi eräät keskijohtajat kokeilivat teknologiaratkaisuja hyvin nopeasti käytännössä, jo ennen varsinaisia investointiehdotuksia.

Etsintää yhdessä teknologiatoimittajan kanssa

Tuotantoyritykset tarvitsevat ulkopuolista tietoa ratkaistakseen valmistusprosessinsa ongelmia ja uudistaakseen prosessejaan. Ei riitä, että teknologiatoimittaja otetaan mukaan vasta investointipäätösten jälkeen. Teknologiatoimittajat ovat jo radikaalin innovaation varhaisissa alkuvaiheissa keskeisessä roolissa tuotantoyritysten yhteistyökumppaneina (Chaoji & Martinsuo, 2019). Käytännössä tuotantoyrityksen on voitava vertailla erilaisia teknologisia ratkaisuvaihtoehtoja määrittäessään uutta tuotantoprosessiaan, arvioitava teknologioiden soveltuvuutta, vaikutuksia ja yhteensopivuutta olemassa olevaan prosessiin ja jopa kokeiltava laitteiden (tai laiteosien tai kokonaisten prosessien) ominaisuuksia tuotteiden valmistamisessa. Teknologiatoimittajat tuovat tuotantoyrityksen käyttöön osaamisia, jotka ovat hyödyllisiä myös prosessin ongelmien ratkaisemisessa (Rönning-Sjodin et al., 2016). Yhteistyökumppanin etsintä siis on keskeisessä asemassa valmistusteknologiainnovaation varhaisessa vaiheessa. Yhteen tiettyyn kumppaniin sitoutuminen tai vanhojen tuttujen kumppanien käyttö ei välttämättä ole paras ratkaisu (Linder & Sperber, 2019), jos tuotantoyritys tavoittelee prosessinsa rohkeaa uudistamista.

Johtajat valtaosassa eli kuudessa tutkimistamme valmistusteknologiainnovaatioprojekteista hyödynsivät **suljettua toimittajaetsintää**, jossa uskottavat teknologiatoimittajat olivat jo ennakolta tiedossa ja tuotantoyritykselle tuttuja. Syyt suljetulle etsinnälle ovat ymmärrettäviä: teknologiatoimittajilla oli jo aiempaa tietoa tuotantoyrityksen prosesseista, niiden teknologiat oli jo

aiemmin todettu sopiviksi ja niiden asiantuntijoilla ja johdolla oli halu osallistua radikaalimpaankin kehitysprojektiin. Teknologiatoimittajan tietämys tuotantoyrityksen prosesseista nopeuttaa tarpeeseen perehtymistä ja ratkaisuvaihtoehtojen harkintaa. Näissäkin tapauksissa tuotantoyritys ei alussa tyytynyt keskusteluun ja tarjoukseen vain yhden teknologiatoimittajan kanssa, vaan vaihtoehtoisilta toimittajilta pyydettiin lisätietoja ja kilpailevia tarjouksia parhaan ratkaisun löytämiseksi. Kolmessa projektissa oli tarpeen tehdä **avoin toimittajaetsintä**, koska tuotantoyrityksen johdolla ei ollut tietoa sopivista toimittajista. Näissä tapauksissa kyse oli selkeästi niche-teknologioista, joilla ei ole suoraan niihin keskittyviä toimittajia. Etsintää tehtiin kollegojen, konsulttien ja tuttujen toimittajien kautta, mutta myös internetissä, konferensseissa, messuilla ja asiakasyritysten tuotantoteknologioihin tutustumalla. Vaihtoehtoisilta toimittajilta tarvittiin paljon ennakkotietoa, syvällistä perehtymistä tuotantoyrityksen prosesseihin ja tarpeisiin sekä myös halukkuus lähteä kehittämään uudenlaista valmistusteknologiaa tuotantoyrityksen kanssa. Avoin toimittajaetsintä edellyttääkin sitä, että tuotantoyritys antaa teknologiatoimittajille mahdollisuuden perehtyä syvällisesti tuotantoyrityksen prosesseihin ja tekee toimittajien kanssa tiivistä yhteistyötä yhteisesti kannattavan ratkaisun kehittämiseksi.

Johtopäätökset

Ikääntyvät valmistusteknologiat edellyttävät yritysten ylimmän ja keskijohdon huomiota monin eri tavoin. Joskus tuotannon ongelmia voidaan ratkaista kunnossapidon ja modernisaation keinoin. Toisinaan taas on viisaampaa korvata tai kokonaan uudistaa valmistusteknologioita ja -prosesseja, jotta tuotannon ongelmat ja tuotteiden laatuongelmat saadaan ratkaistua pitkäjänteisesti. Tutkimuksemme jäsentää käytäntöjä valmistusteknologiainnovaatioiden varhaisessa vaiheessa ja näyttää vaihtoehtoisia tapoja siihen, miten johtajat voivat lähestyä innovaatioiden etsinnän haastetta. Erityisesti nostimme esille sen, että valmistusteknologiainnovaatiot nivovat yhteen tuotantoyrityksen prosessi-innovaation ja teknologiatoimittajan tuoteinnovaation ja vaativat ainakin kolmenlaisia ideoita ja konsepteja (teknologia, valmistustapa, laite). Tämä yhdistelmä ja investointien strate-

gisuus tekee valmistusteknologiainnovaation käynnistämistä erityisen haastavaa.

Löydöksemme luonnehtivat valmistusteknologiainnovaatioiden varhaista alkuvaihetta tiedon etsintänä, jonka toteutuksessa johdolla on erilaisia vaihtoehtoja. Tuloksemme viittaavat siihen, että ylempi johto käynnistää johdettua valmistusteknologiainnovaation etsintää, jos yrityksen strategiaan sisältyy kunnianhimoisia päämääriä tuotannon suorituskyvyn kehittämiseen ja sen myötä investointeihin löytyy varoja ja perustelut. Keski-johto sen sijaan tarttuu oma-aloitteiseen innovaatioiden etsintään operatiivisten suorituskykyongelmien ja asiakaspalautteen lähtökohdista. Jo tämä lähtökohtainen tiedon etsintätapa määrittää, millainen työnjako ylempään johdon ja keskijohdon välille muodostuu valmistusteknologiainnovaation seuraaviin työvaiheisiin. Molemmat etsintätavat aktivoivat ulkoista ideoiden etsintää, jos sisäistä kokemusperäistä tietoa ei ole saatavilla ja jos yritykset etsivät läpimurtoja ja erilaistumista suhteessa kilpailutilanteeseen. Johdetussa etsinnässä ylempi johto määrittää vaatimukset ja delegoi etsintää keskijohdolle, kun taas oma-aloitteisessa etsinnässä keskijohdo saattaa luottaa sattumiin ja operatiiviseen ongelmanratkaisuun sekä tarvitsee ylempään johdon päätöksentekoa ja sitoutumista. Molemmissa tapauksissa asiantuntijoilla, keskijohdolla ja ulkopuolisilla kumppaneilla on tärkeä asema tiedon tuottamisessa, analysoinnissa ja

kehitysvaihtoehtojen luomisessa.

Jos aikaisempi tutkimus esittää valmistusteknologiainvestoinnit lähinnä hankintoina, viimeistelyvaiheessa olevan tutkimuksemme tulokset korostavat tuotantoyrityksen ja sen johdon roolia investoinnin edellyttämissä innovaatioissa (Chaoji & Martinsuo, tulossa). Ulkopuolinen teknologia-toimittaja ei koskaan voi tuntea tuotantoyrityksen valmistusprosesseja täydellisesti, vaan tarvitsee tuotantoyrityksen ainutkertaista prosessitietoa jo uuden teknologian kehittämisen yhteydessä. Tämä näyttäytyi tuloksissamme niin, että tuotantoyritysten johto kävi tiivistä vuoropuhelua vaihtoehtoisten teknologia-toimittajien kanssa jo hyvin varhain, ennen kuin sitoutui rajatun ja valitun teknologiaratkaisun kehitykseen. Yhteistyöllä oli vaikutusta molempiin osapuoliin: tuotantoyritykset saattoivat tunnistaa ja analysoida erilaisia teknologia- ja toimittajavaihtoehtoja samalla kun teknologia-toimittajat saattoivat perehtyä tuotantoyrityksen toimintatapoihin. Vaikka aiempi tutkimus antaa ymmärtää, että tuttujien teknologia-toimittajien käyttö saattaisi heikentää ratkaisujen innovatiivisuutta, tuloksemme viittaavat siihen, että se myös helpottaa yhteistyösuhteen vahvistamista ja edistää aiemman tiedon aktiivista hyödyntämistä molempien osapuolten toimesta. Avoin toimittajaetsintä on eduksi etenkin, jos teknologianiche on uusi ja aihepiiriin omistautuneet teknologia-toimittajat puuttuvat. ●



Miia Martinsuo on teollisuustalouden professori ja Projekti- ja palveluliiketoiminnan tutkimusryhmän (CROPS, <https://research.tuni.fi/crops>) johtaja Tampereen yliopistossa. Hänen tutkimus- ja opetusalan- sa on teollinen projekti- ja palveluliiketoiminta. Hän on viime vuosina tutkimusryhmänsä kanssa tutkinut erityisesti valmistavien yritysten palvelullistumista, teollisia palveluoperaatioita ja -innovaatioita, projektimaisen toiminnan ohjausta ja organisointia sekä tuotantoinnovaatioiden alkupäätä ja ohjausta. Yhteystiedot: miia.martinsuo@tuni.fi.



Pooja Chaoji on väitöskirjatutkija Tampereen yliopiston teknis-taloudellisessa tohtoriohjelmassa. Hänen väitöskirjansa koskee radikaalien teknologiainnovaatioiden luomista ja hallintaa tuotannossa. Yhteystiedot: pooja.chaoji@tuni.fi.

Kirjallisuutta

Chaoji, P. & Martinsuo, M. (2019) Creation processes for radical manufacturing technology innovations. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(7), 1005–1033.

Chaoji, P. & Martinsuo, M. (tulossa) Managers' search practices at the front end of radical manufacturing technology innovations. Julkaisematon käsikirjoitus.

Frishammar, J., Dahlskog, E., Krumlinde, C. & Yazgan, K. (2016) The front end of radical innovation: A case study of idea and concept development at Prime Group. *Creativity and Innovation Management*, 25(2), 179–198.

Frishammar, J., Lichtenthaler, U. & Richtner, A. (2013) Managing process development: Key issues and dimensions in the front end. *R&D Management*, 43(3), 213–226.

Kim, J. & Wilemon, D. (2002) Strategic issues in managing innovation's fuzzy front-end. *European Journal of Innovation Management*, 5(1), 27–39.

Linder, C. & Sperber, S. (2019) Towards a deeper understanding of the emergence of process innovations: Which role do inter-organizational learning and internal knowledge exploitation play? *Journal of Engineering and Technology Management*, 53, 33–48.

Reid, S. E. & De Brentani, U. (2004) The fuzzy front end of new product development for discontinuous innovations: A theoretical model. *Journal of Product Innovation Management*, 21(3), 170–184.

Rönnerberg-Sjödin, D., Frishammar, J. & Eriksson, P.E. (2016) Managing uncertainty and equivocality in joint process development projects. *Journal of Engineering and Technology Management*, 39, 13–25.

Terjesen, S. & Patel, P. (2017) In search of process innovations: The role of search depth, search breadth, and the industry environment. *Journal of Management*, 43(5), 1421–1446.

Wiener, M., Gattringer, R. & Strehl, F. (2020) Collaborative open foresight: A new approach for inspiring discontinuous and sustainability-oriented innovations. *Technological Forecasting and Social Change*, 155, 119370.

Muistathan päivittää

STO-yhteystietosi!

Toivomme erityisesti aktiivikäytössä olevaa sähköpostiosoitettasi, jotta pysyt STO-viestinnässä mukana.

Tietosi voit päivittää viestillä: toimisto@sto-ry.com, kiitos!