

Kestävän energiatransition ja strategisen ennakkoinnin haasteet

Jari Kaivo-oja

Tutkimusjohtaja, Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun kauppakorkeakoulu, Turun yliopisto

Dosentti, Teknologiaennakointi, tiedolla johtaminen ja soveltava digitalisaatiotutkimus, Vaasan yliopisto

Dosentti, Helsingin yliopisto, Suunnittelumaantiede

Dosentti, Lapin yliopisto, Ennakointi- ja innovaatiotutkimus

Principal Scientist, Euroopan Komissio, Marie Skłodowska-Curie Actions, M4IEMA project (2025-2027)

Professori, Kazimieras Simonavičius University, KSU, Vilna, Liettua

Advisory Board Member, European Digital Innovation Hub Robocoast, PrizzTech, Pori, Finland

Tutkija, STRAIND-projekti, Vaasan yliopisto ja Turun yliopisto (Business Finland)

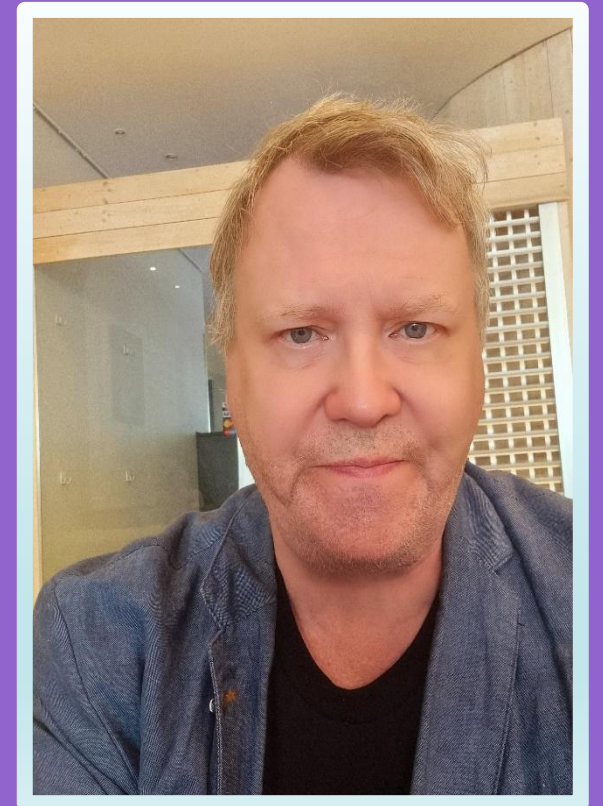
Tutkija, Digikyvykäs, Euroopan Aluekehitysrahasto (Turun yliopisto, Tampereen yliopisto ja Oulun yliopisto)

Koordinoiva tutkija, Energy Accelerator Cocreation, Vaasan yliopisto ja Business Finland

Koordinoiva tutkija, Cityverse Cocreation, Business Finland, Turun yliopisto ja Tampereen yliopisto

Tutkija, FAIR-projekti, Oikeudenmukainen vihreä siirtymä Laosissa, UK Aid, Iso-Britannia (ml- Oxfordin ja Casmbridgen yliopistot)

Pohjanmaan puheenvuoro, Tulevaisuuden kasvun eväät ennakointi-tapahtuma torstai ja perjantai 4.5.-5.6.2026



**UNIVERSITY
OF TURKU**

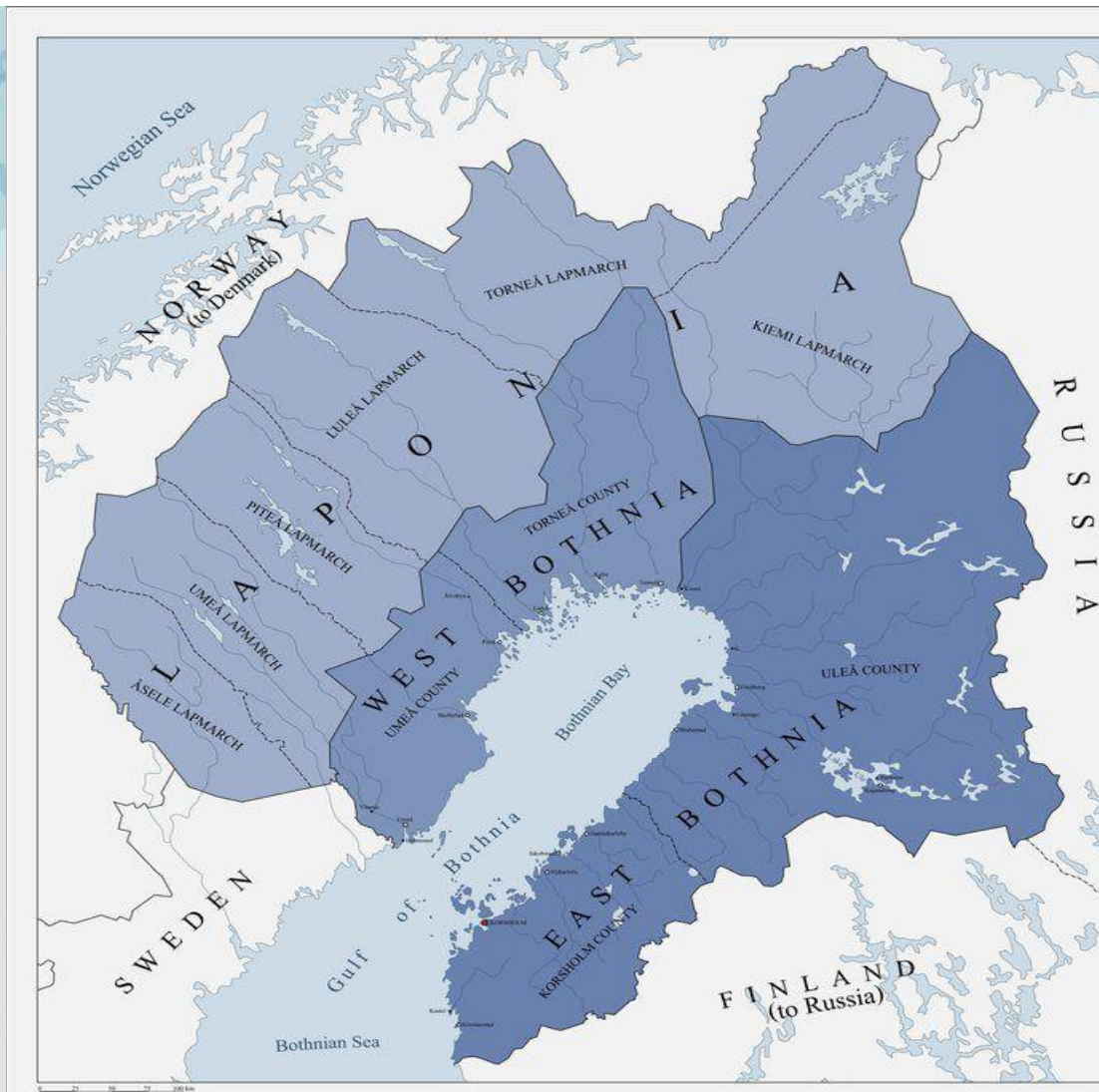
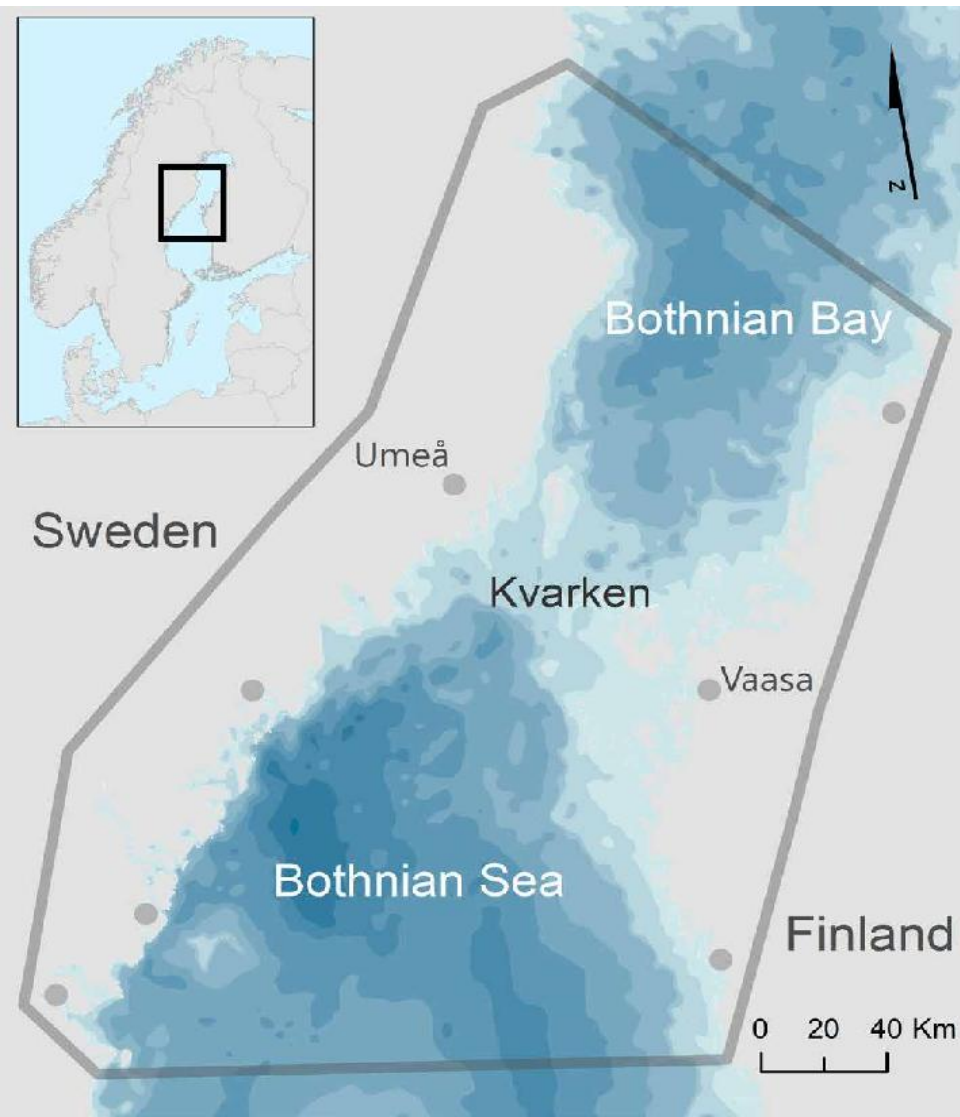


**UNIVERSITY
OF TURKU**



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Kvarken –alue ja Pohjanmaan kuningaskunta (Kingdom of Bothnia): Pohjoisen kasvuvyöhyke



Kingdom of BOTHNIA



Flag



Coat of Arms

Historical Provinces



East Bothnia



West Bothnia



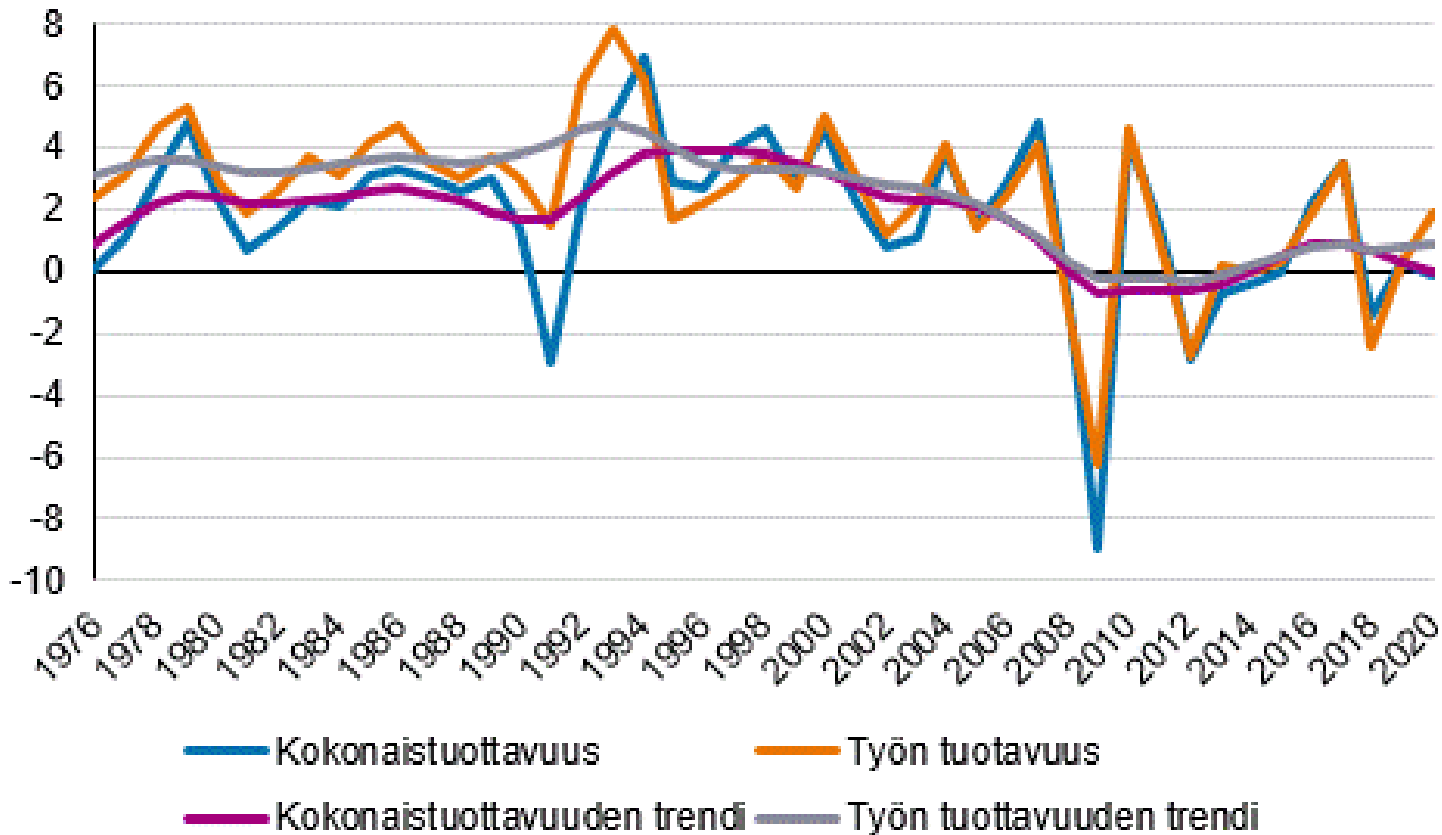
Laponia

Ethnolinguistic Groups



Legend: Swedish (Yellow), Finnish (Blue), Lappish (Green)

Suomen yleinen kasvuhaaste: ”Jotain tarttis tehdä” (Tilastokeskus 2022)



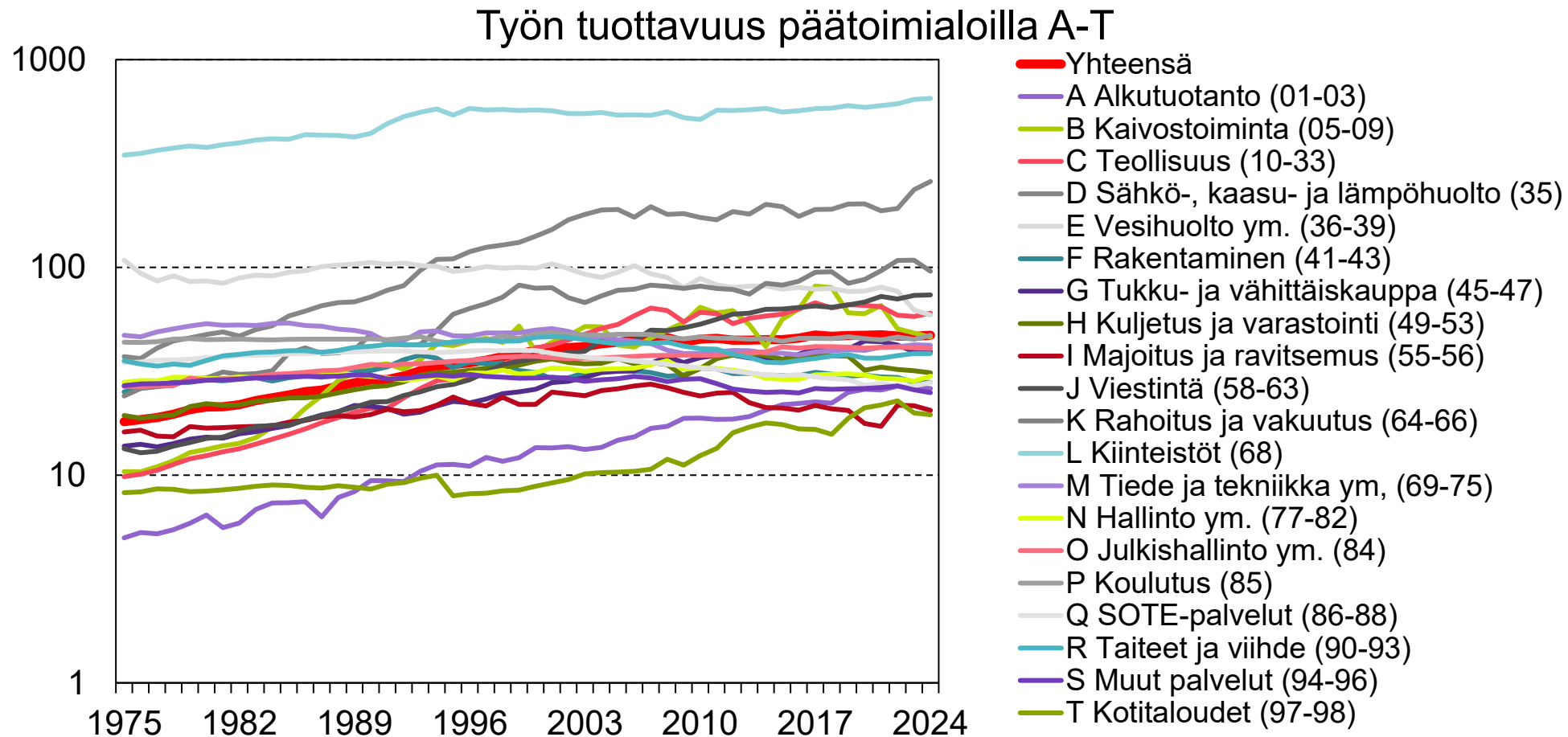
- Kokonaistuottavuuden romahdustrendi Suomessa (jo vuodesta 1995 alkaen nähtävissä, mutta finanssikriisin jälkeen, eli vuoden 2007 jälkeen ilmeisenä ilmiönä todennettavissa Tilastokeskuksen (2022) raportoinnissa kuvassa).
- Haaste koskee kaikkia toimialoja ja innovaatioiden ekosysteemejä (ml. energiatoimiala ja sen innovaatio-ekosysteemit).

Kasvun eväät ovat heikentyneet. Suomen kansantalouden kehityksen avainmuuttujat vuoden 1976 jälkeen (Tilastokeskus 2022).

	1976-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2020 ¹⁾	1976-2020 ¹⁾
Arvonlisäyksen volyymin muutos, %	3,62	2,47	2,36	0,93	2,43
Työtuntien muutos, %	0,13	-1,30	0,75	0,18	-0,04
Työn tuottavuuden kehitys, %	3,47	3,78	1,59	0,74	2,45
Työtuntien uudelleenallokoitumisen kontribuutio, %-yks.	0,27	0,31	-0,27	-0,11	0,07
Pääomaintensiteetin kontribuutio, %-yks.	0,55	0,14	0,49	0,23	0,37
Työpanoksen laadun kontribuutio, %-yks.	0,33	0,36	0,18	0,10	0,25
Kokonaistuottavuuden kontribuutio, %-yks.	2,32	2,97	1,19	0,53	1,78

1) Vuoden 2020 luvut perustuvat ennakkotietoihin.

Työn tuottavuus päätoimialoilla: Sähkö- kaasu- ja lämpöhuolto (D) on Suomen ”kasvun eväiden keskiössä” ja strategisesti merkittävä toimiala (Tilastokeskus 2026)



”Kasvun eväät” aikaisemmin ja nyt uudessa talouskehityksen vaiheessa: Uusi teollisuuspolitiikka, joka koskee kaikkia toimialoja ja innovaatioiden ekosysteemejä

- $BKT = f(K, L, E, M)$, Perinteinen vanha teollisuuspolitiikka
- $BKT = f(K, L, E, M, S)$ Palveluvetoinen teollisuuspolitiikka, ”Service Dominant Logic”, SDL

➔ • $BKT = f(K, L, E, M, S, D)$ Palveluvetoinen datatalouden ja AI-osaamisen sisältävä uusi teollisuuspolitiikka

- K = pääoma, L = työ, E = energia, M = materiaalit, S = palvelut, D = datatalous, joka tukee tehokkaasti AI-sovellutusten käyttöä



Kuva: KLEM- mallin kehittäjä, Prof. Laurence Klein (Nobel – palkittu taloustieteilijä)

Uuden teollisuuspolitiikan peruselementtejä nykytila-analyysien pohjalta ennen syksyn 2026 Delfoi -kierroksia

- **KLEMSD –pohjainen uusi teollisuuspolitiikka** (ks edellinen kalvo)
- **Alueellisen tason teollisuuspolitiikan** ottaminen nykyistä vakavammin mm. *Älykkään Erikoistumisen Strategian (S3) ja Kestävän kehityksen Vihreän siirtymän (S4) osalta* (Päivitettävät S3/TKI-strategiat teollisuuspolitiikka huomioiden)
- **Arktisen taloudellisen kasvuvyöhykkeen** kehittäminen pitkäjänteisesti erityisesti yhdessä muiden Pohjoismaiden ja Kanadan kanssa
- **European Unionin ja Suomen oman yli- ja aliregulaation välttäminen (ml. hitaat ja jäykät lupaprosessit)**
- **Eriyistalousalueet (ETA) Suomessa ja Euroopassa ja niiden välinen strateginen yhteistyö, erityisesti Itäraja-strategiat Puolan ja Baltian sekä Ukrainan kanssa**
- **Dynaamisen kyvykkyyksien haasteen (dynamic capabilities)** ottaminen nykyistä vakavammin tavanomaisten kyvykkyyksien (*ordinary capabilities*) rinnalla. Tämä merkitsee strategista teollisuusalaisten nykyistä kunnianhimoisempaa koulutusohjelmien kehitystyötä yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen sekä muiden yritysten välillä.
- **Vahva TKI -panostus ja uskottava sitoutuminen Digital Europe-, ERC- ja European Digital Innovation Hub/EDIH - kehittämiseen** myös hankevalmisteluiden ja omarahoitusosuuksien osalta sekä alue- että valtiotasolla
- **Suomen harkitun 6G-strategian tukeminen** pitkällä aikavälillä (ks. Taustaraportit ennakkoinnin osalta <https://6gfinland.fi/news/uusi-julkaisu-suomen-seuraava-askel-kohti-6g-aikaa-nyt-vapaasti-luettavissa/> ja <https://www.businessfinland.fi/globalassets/julkaisut/industry-x-white-paper.pdf> ja https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-07920-7_26)
- **Ks. Vaasan yliopiston ja Turun yliopiston STRAIND -hanke** ja 2026-2027 raportoivat tulokset ja tiedotteet: <https://sites.uwasa.fi/straind/>

Vaasa, Pohjanmaa ja Kvarken -alue Pohjoismaissa



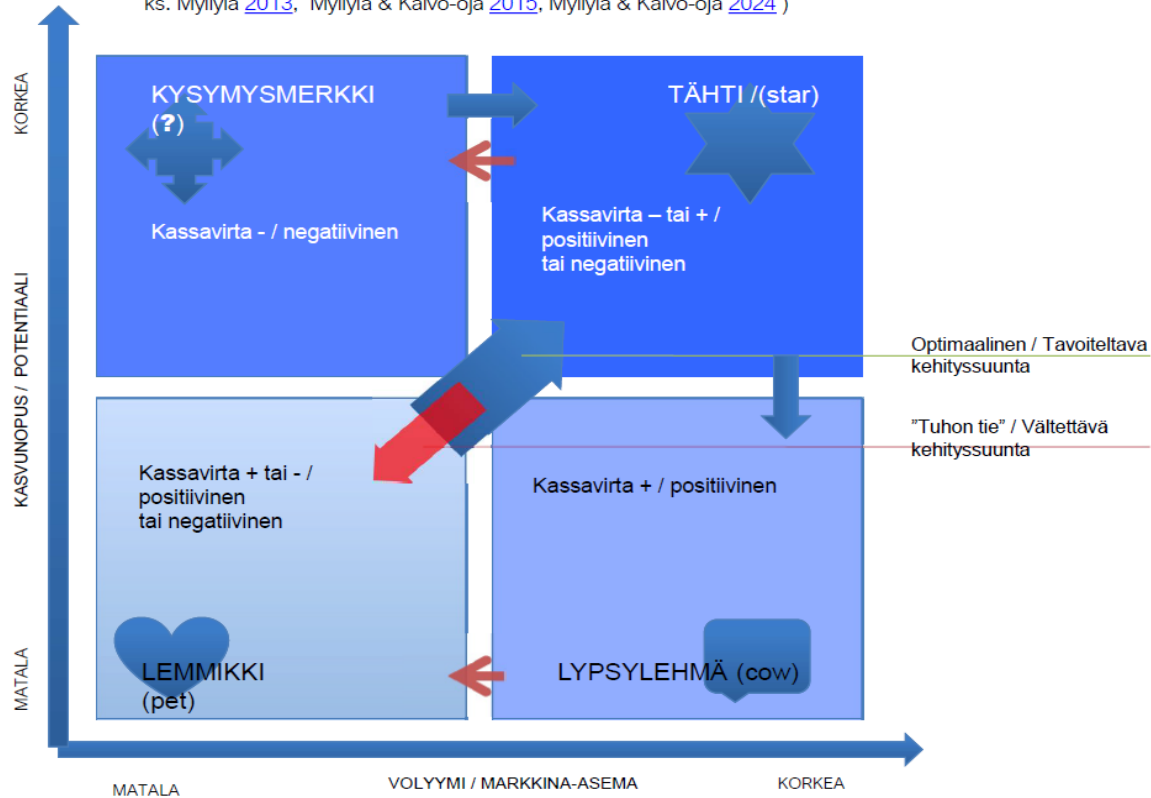
- STRAIND -projektissa tutkitaan Suomen teollisuuspolitiikan tulevaisuuden suuntaviivoja ja kehitetään aluepolitiikan ja TKI -politiikan työkaluja Pohjanmaalla ja muutamissa muissa maakunnissa.
- Älykkään erikoistumisen yhteistyön osalta tutkitaan myös yhteistyömahdollisuuksia pohjoismaiden eli Ruotsin ja Norjan kanssa. (Vaasa-Sundsvall-Östersund-Trondheim)
- Myös yhteistyö kansallisen energiaklusterin osalta on tutkimuksen polttopisteessä.
- Tutkimuksessa nähdään energia-alan ekosysteemit kehityksen polttopisteinä Suomessa (ml. Vaasan Energiaklusteri, Vaasa Energy Transition Valley)
- **Image Source:** Talvitie, Antti & Eranti, Esa (2025). Merenkurkun tie ja Nordic Connector 20.8.2025. PP slides, 40 p. Summary: [Kuljetusnet](#).

Ohjaavat tutkimuskysymykset kaikilla tasoilla STRAIND-hankkeessa

- Miten jännitteiset kehityssuuntaukset muokkaavat kansainvälistä kilpailua, arvoketjuja ja Suomen kykyä houkuttaa ulkomaisia investointeja? (*Sis. mm. kaupp- ja vientitullikysymykset, mihin Suomen kannattaa viedä?*)
- Mitkä ovat pitkän aikavälin vaikutukset kehittyviin teknologioihin erityisesti aloilla, joilla Suomella on vahvuuksia.
- *Energiaklusterin tuoteportfolion hahmottelu: Laskevan auringon alat vs. nousevan auringon nousun alat, niche-alat, sinisen valtameren strategia ja aluepolitiikka*
- Miten nämä suuntaukset vaikuttavat energiatalouden vihreään siirtymään – esim. syrjäytykö kestävä kehitys puolustuksen ja kaksikäyttötarkoituksiin liittyvien prioriteettien tieltä? Miten luomme synergiaa eri toimialojen välillä?

BCG Portfolioanalyysi > 2045

(Visuaalisen mallin alkuperäinen Copyright Ossi Luoma / M&MC RD Aluekehitys Oy:n tilauksesta Arktisen meriteknologian ennakoitiin ks. Myllylä [2013](#), Myllylä & Kaivo-oja [2015](#), Myllylä & Kaivo-oja [2024](#))



Portfoliomalli: BCG-malli ja Delfoi- prosessi integroituna

BCG-mallissa auringonnousun tuotteet tarvitsevat sijoitus-panostuksia, jotka rahoitetaan kassavirta--kategorian tuotteilla ja palveluilla. Tasapainoinen, harkittu tuoteportfolio on kestävän kehityksen keskeinen edellytys.



Kuva 1. Tässä tutkimushankkeessa haetaan vastauksia ja yhteistä näkemystä Suomen energiaklusterin tulevaisuudesta vuonna 2045 soveltaen kuvan BCG-mallia Delfoi-menetelmällä. Alkuperäinen visualisoitu malli: [Myllylä, 2013](#), ks. myös: [Myllylä & Kaivo-oja 2015, 2024](#); [Henderson 1970, Myllylä ja Kaivo-oja 2026](#)).

Taulukko I. Suomen Energiaklusteri 20245 Delfoi-BCG-analyysin valossa. Delfoi-paneelin 1. haastattelu-kierros

AURINGON NOUSUN TUOTEALUEET 2045 Pieni liikevaihto nyt – korkea potentiaalinen kasvu

1. Avaruusdatan hyödyntäminen energijärjestelmissä
2. Kvanttilaskennan sovellukset energiaverkoissa
3. SMR-pienydinvoimaloiden lämpömoduulit
4. Vedyn paikalliset suljetut ekosysteemit (satamat, teräs)
5. Power-to-X synteettiset polttoaineet
6. Kiertotalouspohjainen akkujen second life -teollisuus
7. 3D-tulostetut energiateollisuuden komponentit
8. Biopohjaiset korkean jalostusasteen materiaalit (metsä + kemia)
9. Autonomiset “pimeät tehtaat” energiateollisuudessa
10. Data-lämpö-ruoka -integraatio (datakeskus + kasvihuoneet)

TÄHTIKLUSTERIT 2045 Suuri liikevaihto + nopea kasvu

1. Järjestelmätason energian optimointi (AI + digital twin)
2. Teollinen hukkalämmön talteenotto ja korkean lämpötilan lämpöpumput
3. Sähkön varastointi (BESS + hybridimallit)
4. DC-verkot ja älykkäät mikroverkot
5. Meriliikenteen puhtaat polttoaineet (ammoniakki, metanoli)
6. Fotoniikka energiadata-infrassa
7. Kysyntäjoustoalustat ja energiayhteisöpalvelut
8. Arktinen energiateknologia (resilienssiolosuhteet, ääritilatestaukset)
9. Teollisuuden hiilidioksidin talteenotto ja hyötykäyttö (CCU)
10. Lämpövarastot (innovaatiot, ml. hiekka-akut, korkean lämpötilan ratkaisut, energian varastointi-innovaatiot)

Taulukko II. Suomen energiaklusteri Delfoi-BCG-analyysin valossa. Delfoi-paneelin 1. haastattelukierros

LEMMIKIT ("Romahtaneet" alat) Pieni markkinaosuus + heikko kasvu / rakenteelliset ongelmat

1. Pitkän matkan vetyputkiverkot Suomessa
2. Vety henkilöautojen massaratkaisuna
3. Ylisuuret offshore-tuulihankkeet Itämerellä ilman kustannuskontrollia
4. Subventiovetoinen hype -vetytalous ilman selkeää teollista ankkuria
5. Projektikeskeinen kertatoimitusmalli ilman palveluliiketoimintaa
6. Ideologiset cleantech -pilotit ilman skaalautuvuutta
7. Yhden klustrerotuotteen varaan rakentuva strategia ("uusi Nokia" -riski)

KASSAVIRRAN LÄHTEET 2045 ("Lypsylehmät") Suuri liikevaihto, vakaa markkina-asema, maltillinen kasvu

1. Sähkönsiirto- ja verkkoteknologiat (muuntajat, HVDC, suojaukset)
2. Taajuusmuuttajat ja tehoelektroniikka (AC/DC-ratkaisut)
3. Merimoottorien ja voimalaitosten elinkaaripalvelut
4. Kaukolämpöverkot ja lämpöpumppuekosysteemi
5. Tuulivoiman operointi- ja kunnossapitopalvelut
6. Teollisuuden energiatehokkuusratkaisut
7. Energiadata ja optimointipalvelut (legacy-järjestelmät)
8. Perinteinen sähköntuotanto (ydin + bio-CHP)
9. Energiaintensiivisen teollisuuden sähköistysratkaisut
10. Datakeskusten perusinfrastruktuuri (sähkö + jäähdytys)

Energiaklusteri: Nopeasti toteutettavia ja vaikuttavia toimenpiteitä (Ns. Hallitusohjelmasiioita, täydentyä 2. ja 3. Delfoi-kierrosten jälkeen)

1) Pohjois-Karjalan 400 kV kantaverkkoinvestointi

- Fingridin investointipäätös, Turvallisuus- ja elinvoimapolitiittinen perustelu; Mahdollistaa tuuli-, vety- ja datakeskusinvestoinnit → Korkea vipuvaikutus, nopea signaali Itä-Suomeen. Alueviranomaisten luotava kaavoituksellisia valmiuksia.

2) Itä-Suomen erityistalousalueen (ETA) kokeilulainsäädäntö

- Pilotit: Etelä-Karjala, Kainuu, valmistelu Pohjois-Karjalaan; Kokeilumalli (verotus, lupaprosessit, investointituet), Kirjaus kehysriiheen → Symbolinen ja konkreettinen käänne aluepolitiikassa myös valtion ja alueiden suhteissa

3) Paikallisten energialähteiden hyödyntäminen ja alueellisen elinvoiman tukeminen

- Biokaasulaitokset, Teollisuuden hukkalämmön talteenotto, CHP-laitokset.

4) Lupaprosessien nopeutuspaketti ("90 päivän malli" lähtökohdaksi)

- Konsultatiivinen viranomaisprosessi, Yhden luukun periaate; Erityisesti energia- ja datakeskushankkeet, Esimerkkinä teollisuusalueet, joihin tehty valmiiksi YVA-prosessit ennen investorin tarkentumista

5) Datakeskus + kaukolämpö -integraatiomalli ja muu hukkalämmön hyödyntämisteknologian kehittäminen ja kaupallistaminen

- Teollisuus sijoittuu verkkojen yhteyteen, Hukkalämmön hyödyntämisen teknologia ja kaupallistaminen, Kansallinen energitehokkuusstandardi

6) Pohjanmaan ZERO Valley – Nettonolla-alue

- Kansallinen demonstraatio, Hukkalämpö + DC-verkot + datakeskukset; Koko energiajärjestelmän pilotti



Map of Russia and Baltic states boundaries



Energiaklusteri: Pitkällä aikavälillä energia-klusterille kasvua ja kilpailuetua luovia toimenpiteitä

7) Fotoniikka + Energiaklusteri yhteistyöohjelma

- Selvitys → rahoitusohjelma + puhdastilat yritysten kasvua tukemaan. Yhteistyö mm. Vaasa-Joensuu-Tampere-Espoo.

8) Pohjoismainen investointien ja TKI-rahoitustoiminnan metaklusterialusta

- Ruotsi–Norja–Suomi, Yhteinen rahoitusinstrumentti; Nordic Battery Belt + Vety + Fotoniikka

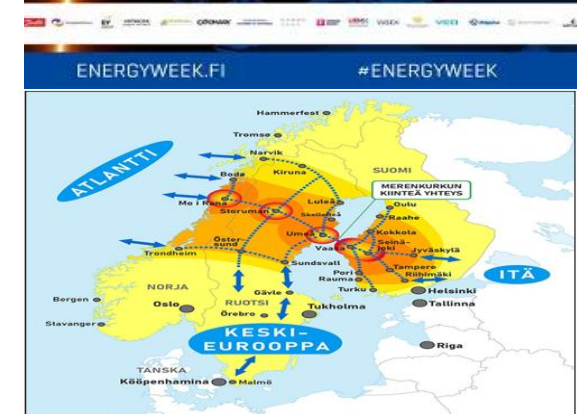
9) Pohjanmaan ja Ruotsin välinen yhteistyö on strateginen voimavara, jota voidaan kehittää pitkäjänteisesti.

- Vaasa–Uumaja -yhteistyö, Kvarkenrådet ja kiinteän tieyhteyden edistäminen; Pohjoismainen yhteistyö on noussut EU-yhteistyön rinnalle tai jopa ohi

10) Energiaklusterin alueelliset osaamis-, koulutus- ja TKI-tarpeiden ennakoitihankkeet

11) Puolustusvoimien velvoittaminen esittämään tuulivoiman rakentamisen edellytykset Puolustusvoimien näkökulmasta Itä-Suomessa (on jo käynnistynyt)

12) Energiajärjestelmäintegraation TKI-ohjelma tärkeä lähtökohta energian turvaamiseksi yritykselle ja eri toimialoille..



Kiitokset huomiostanne!

Kysymyksiä, kommentteja?



**UNIVERSITY
OF TURKU**



Jari Kaivo-oja, Research Director, Finland Futures Research Centre, Turku School of Economics, University of Turku, FFRC Unit of Tampere, Hämeenkatu 15 B 11, 33100 Tampere Finland, and

Kazimieras Simonavičius University (KSU), Dariaus ir Girėno st. 21, Vilnius, LT-02189 Lithuania. Email: jari.kaivo-oja@utu.fi. Tel. +358 41 753 0244

Ennakointikirjallisuutta

- Bzhalava, Levan, Kaivo-oja, Jari, Avarmaa, Mari & Hassan, Sohaib S. (2025) Evaluating the Growth Potential of Digital Business Weak Signals Through the Lens of Entrepreneurs. *Futures*. Vol. 168. Article 103582. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2025.103582>
- Bzhalava, Levan, Kaivo-oja, Jari & Hassan, Sohaib S. (2024). Digital Business Foresight: Keyword-based Analysis and CorEx Topic Modeling. *Futures, The Journal of Policy, Planning and Futures Studies*. Vol. 155. Article 103303. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2023.103303>
- Bzhalava, Levan, Hassan, Sohaib S. Kaivo-oja, Jari, Olsson, Bengt Köping & Imran, Javed (2022). Mapping the Wave of Industry Digitalization by Co-Word Analysis: An Exploration of Four Disruptive Industries. *International Journal of Innovation and Technology Management*. Vol. 19, No. 2. Article 2250001 (2022). Open Access <https://doi.org/10.1142/S0219877022500018>Cited by:0
- Ihamäki, Pirita, Kuoppakangas, Päivikki and Kaivo-oja, Jari (2025). Dilemma-Based Decision-Making in EDIH Ecosystem's: Insights into Innovation Leadership. *Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE2025)*, Vol. 199, pp. 1–11. <https://doi.org/10.54941/ahfe1006829>
- Kaivo-oja, Jari (2015). *Sopeutuva ennakointimalli valtionhallinnon pitkän aikavälin ennakkoinnin työvälineenä*. Virtanen, Petri, Stenvall, Jari & Rannisto, Pasi-Heikki (Toim.) *Tiedolla johtaminen julkishallinnossa. Teoriaa ja käytäntöjä*. Tampereen Yliopistopaino. Juvenes Print, Tampere University Press.
- Ihamäki, Pirita & Kaivo-oja, Jari (2024). Organizational Learning Challenges in e-Learning: Critical Success Factors Identified by SMEs to Ensure Economic Growth in the European Union. *Future of Information and Communication Conference (FICC 2024)*, 4-5 April 2024, Berlin, Germany. *Advances in Information and Communication. Proceedings of the 2024 Future of Information and Communication Conference (FICC)*, Volume 1, Springer Series, Future of Information and Communication Conference (FICC) 2024 (saiconference.com)
- Ikezumi, Yukie, Knudsen, Mikkel Stein & Kaivo-oja, Jari (2022) Plausible 6G Futures: Scenarios for the Future MNO Business Environment in the 6G Era. *Knowledge Management in Organisations*, 1st ed. 2022. 16th International Conference, KMO 2022, Hagen, Germany, July 11-14, 2022, Uden Lorna, Ting I-Hsien, Feldmann Birgit. *Proceedings Communications in Computer and Information Science Series*, Vol. 1593. Springer, Switzerland, pp. pp 334–346. https://doi.org/10.1007/978-3-031-07920-7_26
- Immonen, Eero, Villman, Teo, Lindholm, Michael & Kaivo-oja, Jari (2024). Modular Smart City Digital Twins: A Survey of Key Technologies. 11th Machine Intelligence and Digital Interaction Conference, MIDI 2023 Conference. Special Session 2: Securing the Future: Advances in Cyber-Physical Systems and Digital Twins. *MIDI 2023 Conference*. Springer Series. 6 pages. <https://midi2023.opi.org.pl/>
- Kaivo-oja, Jari (2025). The Lack of Self-criticism and Historical Memory Will Not Lead Us to the Vision of Excellence in Foresight and Futures Research. https://ffrc.wordpress.com/2025/02/18/the-lack-of-self-criticism-and-historical-memory/?fbclid=IwY2xjawllhNlIeHRuA2FibQIxMQABHe6ZIUJzHhuqGfuVSCliXNhvR3qJEuf3yobkaxaEI3_rSCHx4gEIORFuGg_aem_dwVqzRG4MHoia_r1tyvQAA

Ennakointikirjallisuutta

- Kaivo-oja, Jari, Kuusi, Osmo, Knudsen, Mikkel Stein & Lauraéus, Theresa (2020). Digital Twin: Current Shifts and Their Future Implications in the Conditions of Technological Disruption. *International Journal of Web Engineering and Technology*, Vol. 15, No. 2, 170-188. <https://doi.org/10.1504/ijwet>.
- Kaivo-oja, Jari (2025). Työn murros, työn tuottavuuden arvioinnin haasteet ja uudet mahdollisuudet digitalisoituvissa yhteiskunnissa. [Transformation of work, the challenges and possibilities of the assessment of productivity of work in digitalising society]. Teoksessa Toimittaneet Anne Erkkilä-Välimäki, Päivikki Kuoppakangas ja Teemu Haukioja. Tuottavuudella ja digitalisaatiolla kestävää kilpailukykyä. Turun yliopiston kauppakorkeakoulun Porin yksikön julkaisu A57:2025. Publications of Turku School of Economics, Pori Unit. Pori, ISBN: 978-952-02-0460-0 ja ISSN: 1799-7070, pp. 13-26. <https://www.utupub.fi/handle/10024/194509>
- Kaivo-oja, Jari (2026). Interfaces between intelligence research and foresight research: Promoting fruitful interfaces. Expert article 4012, *Baltic Rim Economies*, Issues 1, 136-137. Available 22.1.2026. Special issue of the BRE "Baltic Rim Economies 1/2026: Intelligence and foresight at the core of security policy". *Baltic Rim Economies 1/2026: Intelligence and foresight at the core of security policy - Centrum Balticum*.
- Kaivo-oja Jari & Roth, Steffen (2023). Strategic Foresight for Competitive Advantage: A Future-Oriented Business and Competitive Analysis Techniques Selection Model. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, Vol. 16, Nos. 2-4, 323-353. <http://dx.doi.org/10.1504/IJFIP.2023.10057641>
- Kaivo-oja, Jari & Ainamo, Antti (2023). Quadruple Helix Stakeholders' Interest in the Global Landscape of Artificial Intelligence: A Big Data Analysis. ISPIIM 2023 Salzburg Conference, ISPIIM Connects Salzburg – The Sound of Innovation, on 11-13 December 2023. Event Proceedings, Salzburg, Austria. ©ISPIIM and authors. Available: <https://www.proquest.com/docview/2917910962?pq-origsite=summon&sourcetype=Conference%20Papers%20&%20Proceedings> Available: <https://research.utu.fi/converis/portal/detail/Publication/180551164>
- Kaivo-oja, Jari, Santonen, Teemu, Knudsen, Mikkel Stein & Lauraéus, Theresa (2022) Google Big Data Trend Index of Industry 4.0 Technologies: Technology and Key Concept Trends of Global Landscape in 2004-2021. *Knowledge Management in Organisations*, 1st ed. 2022. 16th International Conference, KMO 2022, Hagen, Germany, July 11-14, 2022, Uden Lorna, Ting I-Hsien, Feldmann Birgit. *Proceedings Communications in Computer and Information Science Series*, Vol. 1593. Springer, Switzerland. pp 193–206. https://doi.org/10.1007/978-3-031-07920-7_15
- Kaivo-oja, Jari & Ainamo, Antti (2024). Truly Sustainable Responsibility: A New Research Direction Building on Environmental Management, Corporate Social Responsibility, and Corporate Sustainability. *Sustainability* 2025, 17, Article 651. <https://doi.org/10.3390/su17020651>
- Kaivo-oja, Jari & Ainamo, Antti (2026). Innovation Corridor: A New Transition Management Tool .ISPIIM 2026 Conference, Granada, Spain, 7-10.6.2026. ISPIIM 2026 Program. <https://www.ispim-conference.com/>

Ennakointikirjallisuutta

- Kaivo-oja, Jari, Sievers, Henrik & Hermans, Raine (2026). Digital Twins in the Energy Industry and Emerging Three Innovation Ecosystems: Battery Factory, Data Center and Greenhouse Farming Business Ecosystems: A Knowledge-based Scoping Review for Strategic Industrial Foresight Processes in Finland. *Knowledge Management in Organizations 2026 Conference, KMO 2026 Conference, The 20th International Conference on Knowledge Management in Organizations*, Manila, Philippines, KMO 2026. In print. ©Springer. <https://kmo2026.org/>
- Kaivo-oja, Jari & Santonen, Teemu (2022). Päätöksentekotilanteet ja sosiaalinen systeemitheoria ennakointitoiminnassa ja tulevaisuuden tutkimuksessa. Osio Tulevaisuudentutkimuksen menetelmiä, Systemiajattelu ja toimintaympäristön tarkastelu. Teoksessa Aalto, Hanna-Kaisa, Heikkilä, Katariina, Keski-Pukkila, Pasi, Mäki, Maija & Pöllänen, Markus (toim.) (2022). Tulevaisuudentutkimus tutuksi – perusteita ja menetelmiä. TVA-julkaisuja 1/2022. Tulevaisuudentutkimuksen Verkostoakatemia. Turku, 89-104.
- Kaivo-oja, Jari, Knudsen, Mikkel & Lauraéus, Theresa (2022). Future Avenues of Digital Transformation. Next Steps? In Väyrynen, H., Helander, N. & Jalonen, H. (Eds.) *Public Innovation and Digital Transformation*. Routledge Studies in Innovations, Organizations and Technology, Routledge, 165-183. <https://doi.org/10.4324/9781003230854-10>
- Kaivo-oja, Jari, Laueréus, Theresa & Knudsen, Mikkel Sten (2021). Global Export Strategy of the “Born Global” Companies, Business Modeling, and Dynamic Capabilities: Eight Knowledge Management Cases of Country and City Data Analytics. In: Uden, L., Ting, IH., Wang, K. (eds) *Knowledge Management in Organizations*. KMO 2021. Communications in Computer and Information Science, Vol 1438. Springer, Cham, 225–236. https://doi.org/10.1007/978-3-030-81635-3_19
- Kaivo-oja, Jari, Vehmas, Jarmo & Luukkanen, Jyrki (2021) Anticipating Future Trends in Energy Transition: Multilevel Dynamics in Energy Policy Agenda Setting. In Pami Aalto (Ed.) *Electrification. Accelerating the Energy Transition*. Elsevier. Academic Press, London, United Kingdom, San Diego, United States, Cambridge, United States and Oxford, United Kingdom. pp. 217-246. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822143-3.00009-3>
- Kaivo-oja, Jari, Knudsen, Mikkel Stein, and Lauraéus, Theresa (2020). Coping with Technological Changes: Regional and National Preparedness in Face of Technical Change, in Collan, M. and Michelsen, K-E. (Eds.), *Technical, Economic, and Societal Effects of Manufacturing 4.0 – Automation, Adaption, and Manufacturing in Finland and Beyond*, Palgrave MacMillan, London, UK. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-46103-4_12
- Kaivo-oja, Jari & Santonen, Teemu (2023). Global Megatrends and Global GDP in 2004–2021: An Empirical Big Data Look at John Naisbitt’s 12 Key Global Megatrend Variables and Global GDP PPP. In: Uden, L., Ting, IH. (eds) *Knowledge Management in Organisations*. KMO 2023. Communications in Computer and Information Science, vol 1825. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-34045-1_15
- Kaivo-oja, Jari, Reiman, Arto, Parviainen, Elina, Hulkko, Tyyne & Villman, Tero (2025). Practice-oriented AI Tools and Methods in Industrial Organisations and Small and Medium Size Enterprises (SMEs): Future Avenues to Develop Productivity, Ergonomics and Well-being of Employees. *Futures of technologies: Mutual Shaping of Socio-Technical Transformations: Book of Abstracts*. ISBN: 978-952-249-627-0

Ennakointikirjallisuutta

- Kaivo-oja, Jari, Lauraéus, Theresa & Knudsen, Mikkel Stein (2020). Picking the ICT technology Winners - Longitudinal Analysis of 21st Century Technologies Based on the Gartner Hype Cycle 2008-2017: Trends, Tendencies, and Weak Signals. *International Journal of Web Engineering and Technology*, Vol. 15, No. 2, 216 – 264. <https://doi.org/10.1504/IJWET.2020.113065> .
- Kaivo-oja, Jari & Lauraéus, Theresa (2018). The VUCA Approach as a Solution Concept to Corporate Foresight Challenges and Global Technological Disruption, *Foresight*, Vol. 20 Issue: 1, pp. 27-49, <https://doi.org/10.1108/FS-06-2017-0022>
- Knudsen, Mikkel Stein, Birmoser Ferreira-Aulu, Marianna, Kaivo-oja, Jari & Luukkanen, Jyrki (2021). Energy Research Infrastructures in Europe and Beyond: Mapping an Unmapped Landscape. *European Integration Studies*, Vol. 15, 111-124. <https://doi.org/10.5755/j01.eis.1.15.28840>
- Knudsen, Mikkel Stein. & Kaivo-oja, Jari (2020). Collaborative Robots: Frontiers of Current Literature. *Journal of Intelligent Systems: Theory and Applications*. 3(2), 13-20. <https://doi.org/10.38016/jista.682479>
- Lauraéus, Theresa, Kaivo-oja, Jari, Knudsen, Mikkel S. and Kuokkanen, Kimmo. (2021). Market Structure Analysis with Herfindahl-Hirschman Index and Lauraéus-Kaivo-oja Indices in the Global Cobotics Markets. *Economics and Culture*, Vol. 18, No. 1, 2021, 70-81. <https://doi.org/10.2478/jec-2021-0006>
- Luukkanen, Jyrki, Vehmas, Jarmo, Kaivo-oja Jari & Saunders, Anaely (2026). Sustainability Window (SuWi) method for integrated multidimensional analysis. *Journal of Cleaner Production*. JCLEPRO-D-25-31330R5. Published. ©Elsevier
- Luukkanen, Jyrki, Vehmas, Jarmo & Kaivo-oja, Jari (2021). Quantification of Doughnut Economy with the Sustainability Window Method: Analysis of Development in Thailand. *Sustainability*. Vol. 13, 847, pp. 1-18. <https://doi.org/10.3390/su13020847>
- Myllylä, Yrjö & Kaivo-oja, Jari (2026). The Delphi–BCG Conceptual Framework for Strengthening Entrepreneurial Discovery Processes. *ISPIM 2026 Conference*, Granada, Spain, 7-10.6.2026. *ISPIM 2026 Program*. <https://www.ispim-conference.com/>
- Myllylä, Yrjö & Kaivo-oja, Jari (2024). A Hybrid Foresight Study of the Environmental Reference Laboratory System in Finland: A Foresight Study for the Government of Finland. *European Journal of Futures Research*, (2024) 12:2 <https://doi.org/10.1186/s40309-023-00223-z>
- Ogbeibu, Samuel, Emelifeonwu, Jude, Senadjki, Abdelhak, Gaskin, James & Kaivo-oja, Jari (2020). Technological Turbulence and Greening of Team Creativity, Product Innovation, and Human Resource Management: Implications for Sustainability. *Journal of Cleaner Production*. Volume 244, 20 January 2020, Article 118703. Available. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118703> (AIRA 2023 Award, Asia International Research Award in 2023)

Ennakointikirjallisuutta

- Reiman, Arto, Takala, Esa-Pekka, Parviainen, Elina & Kaivo-oja, Jari (2024). Human Work in Strategic Technology Transitions in Manufacturing. *International Journal of Human Factors and Ergonomics*. Vol. 11, No. 3, pp. 266-288. <https://doi.org/10.1504/IJHFE.2024.143256>. ©Inderscience Publishers.
- Reiman, Arto, Kaivo-oja, Jari, Parviainen, Elina, Takala, Esa-Pekka & Lauraéus, Theresa (2023). Human Work in the Shift to Industry 4.0: A Road Map to the Management of Technological Changes in Manufacturing, *International Journal of Production Research*, <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2291814>
- Reiman, Arto, Kaivo-oja, Jari, Takala, Esa-Pekka & Parviainen, Elina (2024). Miten suomalainen työelämä vastaa Teollisuus 5.0 -haasteeseen. Katsauksia ja keskusteluja. Työpoliittinen aikakauskirja, *Employment policy journal*, Ministry of Employment and the Economy, Government of Finland, Helsinki, 3/2024, 72-78.
- Reiman, Arto, Kaivo-oja, Jari, Parviainen, Elina, Takala, Esa-Pekka, Lauraéus, Theresa (2021). Human Factors and Ergonomics in Manufacturing in the Industry 4.0 Context – A Scoping Review. *Technology in Society*, Vol. 65, May 2021. Article 101572. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101572>
- Roth, Steffen, Kiškienė, Austė, Gaizauskiene, Dovile & Kaivo-oja, Jari (2024). N-factorial Scenarios. A Systems-Theoretical Approach to Scenario-planning. *Systems Research and Behavioral Science*. Volume 42, Issue 2, pp. 545-552. <https://doi.org/10.1002/sres.3120>
- Roth, Steffen, Kaivo-oja, Jari, van Assche, Kristof & Dahms, Harry F. (2023). Expressions of Untruth, Suppressions of Truth. A 21st Century Reintroduction to “Simulation and Dissimulation”. *Futures, the Journal of Policy, Planning and Futures Studies*. Article 103283. ©Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2023.103283>
- Roth, Steffen, Schwede, Peter, Valentinov, Vladislav, Pérez-Valls, Miguel & Kaivo-oja, Jari (2020). Harnessing Big Data for a Multifunctional Theory of the Firm. *European Management Journal*, Volume 38, Issue 1, February 2020, pp. 54-61. (Emerald Literati Award, Best Paper the Award of Emerald Ltd.). <https://doi.org/10.1016/j.emj.2019.07.004>
- Roth, Steffen, Leydesdorff, Loet, Kaivo-oja, Jari & Sales, Augusto (2020). Open Coopetition: When Multiple Players and Rivals Team Up. *Journal of Business Strategy*, Vol. 41 No. 6, 31-38. ©Emerald. <https://doi.org/10.1108/JBS-11-2018-0192>
- Roth, Steffen, Schwede, Peter, Valentinov, Vladislav, Zazar, Kresimir, and Kaivo-oja, Jari (2020). Big Data Insights into Social Macro Trends (1800–2000): A Replication Study, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 149, December 2019, Article 119759. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119759>
- Santonen, Teemu & Kaivo-oja, Jari (2026). The Crowdsourcing-Delphi Methodology: Forward-oriented Problem Solving with Experts and Wisdom of Crowds. Chapter. Forthcoming in Jari Stenvall, Tony Kinder & Hanna Vakkala (Eds.) “Emerging Technologies and Innovative Problem Solving in Public Administration”. *Palgrave Studies in Sub-National Governance*. Palgrave Macmillan Cham. Springer Nature Switzerland AG. Hardcover ISBN 978-3-032-16475-9 Due: 25 April 2026, Softcover ISBN 978-3-032-16478-0 Due: 25 April 2027, eBook ISBN 978-3-032-16476-6 Due: 25 April 2026. <https://link.springer.com/book/9783032164759>

Ennakointikirjallisuutta

- Santonen, Teemu & Kaivo-oja, Jari (2023). Understanding Global AI Hype Phenomena with Big Data Analytics. ISPIIM 2023 Salzburg Conference, ISPIIM Connects Salzburg – The Sound of Innovation, on 11-13 December 2023. Event Proceedings, Salzburg, Austria. ©ISPIIM and authors. Available: <https://www.theseus.fi/handle/10024/818157>
- Santonen, Teemu & Kaivo-oja, Jari (2022) The Crowdsourcing Delphi: A Method for Combining Expert Judgements and Wisdom of Crowds. Knowledge Management in Organisations, 1st ed. 2022. 16th International Conference, KMO 2022, Hagen, Germany, July 11-14, 2022, Uden Lorna, Ting I-Hsien, Feldmann Birgit. *Proceedings Communications in Computer and Information Science Series*, Vol. 1593. Springer, Switzerland, pp. 233–244. https://doi.org/10.1007/978-3-031-07920-7_18
- Santonen, Teemu & Kaivo-oja, Jari (2026). Multi-Level Perspectives to AI Transformation in the World, the United States, and California: Operationalization of Frank Geels' MLP Theory with the Google Trends Data. Knowledge Management in Organizations 2026 Conference, KMO 2026 Conference, The 20th International Conference on Knowledge Management in Organizations, Manila, Philippines, KMO 2026. Forthcoming. In print. ©Springer. <https://kmo2026.org/>
- Santonen, Teemu & Kaivo-oja, Jari (2022). Joukkoistamis-Delfoi: Ennakointimenetelmä asiantuntijoiden ja suuren yleisön väliseen yhteistyöhön. Tulevaisuudentutkimus tutuksi – perusteita ja menetelmiä. [Crowdsourcing-Delphi: A foresight method for collaboration between experts and the general public. Getting to know futures research – basics and methods]. Teoksessa Aalto, Hanna-Kaisa, Heikkilä, Katariina, Keski-Pukkila, Pasi, Mäki, Maija & Pöllänen, Markus (toim.) (2022) Tulevaisuudentutkimus tutuksi – perusteita ja menetelmiä. TVA-julkaisuja 1/2022. Tulevaisuudentutkimuksen Verkostoakatemia. Turku, s. 198-217. <https://www.utupub.fi/handle/10024/153465>
- Nguyen, D., Reiman, A., Hulkko, T., Kaivo-oja, J., Karhu, T., Lindholm, M., Mattila, S., Sotamaa, T., & Villman, T. (2026). From Technology-Driven to Human-centered: Organizational Capabilities for Sustainable Digitalization in SMEs. AHFE 2026: Vol. XX, 2026, doi: 10.54941/ahfeXXXX. Published by AHFE Open Access. AHFE 2026 International Conference July 20-24, 2026 - Istanbul, Turkey.
- Myllylä, Yrjö & Kaivo-oja, Jari (2025). The Six-stage Model of Profitable Growth and Entrepreneurship in Finland: a Delphi Study. Journal of Business Economics and Management. Vol. 26, Issue 1, 89-109. <https://doi.org/10.3846/jbem.2025.22902>
- Vehmas, Jarmo, Luukkanen, Jyrki & Kaivo-oja, Jari (2018). Energy Efficiency as a Driver of Total Primary Energy Supply in the EU-28 Countries – Incremental Decomposition Analysis. Heliyon, Vol. 4, Issue 10, October 2018, Article e00878. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00878>
- Villman, Teo, Lindholm, Michael & Kaivo-oja, Jari (2024). Modular Smart City Digital Twins: A Survey of Key Technologies. 11th Machine Intelligence and Digital Interaction Conference, MIDI 2023 Conference. Special Session 2: Securing the Future: Advances in Cyber-Physical Systems and Digital Twins. MIDI 2023 Conference. Springer Series. 6 <https://midi2023.opi.org.pl/>
- Villman, Tero & Kaivo-oja, Jari (2024). Generative AI for Visionary Leadership - Desirability and Feasibility Assessments from an Expert Survey. In: Stephanidis, C., Antona, M., Ntoa, S., Salvendy, G. (eds) HCI International 2024 Posters. HCI 2024. Communications in Computer and Information Science, vol 2118. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-61963-2_9