



**TURUN
YLIOPISTO**
UNIVERSITY
OF TURKU

Tuottavuudella ja digitalisaatiolla kestäväää kilpailukykyä

Toimittaneet Anne Erkkilä-Välimäki, Päivikki Kuoppakangas ja
Teemu Haukioja

Turun yliopiston kauppakorkeakoulun Porin yksikön julkaisu A57:2025
Publications of Turku School of Economics, Pori Unit



**TURUN
YLIOPISTO**
UNIVERSITY
OF TURKU

ISBN 978-952-02-0460-0

ISSN 1799-7070

Turun yliopisto, 11/2025

Kansikuva: Freepik



SATAKUNTALIITTO
Regional Council of Satakunta



**Euroopan unionin
osarahoittama**

Tuottavuudella ja digitalisaatiolla kestäväää kilpailukykyä (ProDigy, A80028) oli Turun yliopiston hanke, joka toteutettiin 1.4.2023-30.11.2025. Toteutuksesta vastasivat Turun yliopiston kauppakorkeakoulun Porin yksikkö ja teknillisen tiedekunnan kone- ja materiaalitekniikan laitos. Turun kauppakorkeakoulun Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen henkilökunta osallistui hankkeen toteutukseen. ProDigy-hanke sai rahoitusta Satakuntaliitolta Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) Uudistuva ja osaava Suomi 2021–2027 -ohjelmasta (Toimintalinja 1. Innovatiivinen Suomi, Erityistavoite 1.2 Digitalisaation etujen hyödyntäminen kansalaisten, yritysten ja julkishallinnon hyväksi).

Raportissa esitetyt hankkeen tulokset, niihin perustuvat näkemykset ja suositukset edustavat kirjoittamiseen osallistuneiden tutkijoiden näkemyksiä. Siten ne eivät edusta organisaation tai rahoittajan virallista kantaa.

Esipuhe

Elinkeinoelämän vihreää siirtymää voidaan edistää vaikuttavammin hyödyntämällä tekoälyä ja data-analytiikkaa yrityksissä. Turun yliopiston *Tuottavuudella ja digitalisaatiolla kestävästä kilpailukykyä Satakuntaan* (ProDigy) – hankkeen tavoitteena oli tuottaa tietoa, jonka avulla voidaan vahvistaa Satakunnan maakunnan älykästä erikoistumista yritysten tuottavuuden kasvattamiseksi ja kilpailukyvyn lisäämiseksi.

Tämä raportti kokoaa yhteen hankkeen keskeiset tulokset viiden artikkelin kokonaisuutena. Teemat ulottuvat työn tuottavuuden mittaamisen haasteista Satakunnan toimialakohtaiseen tuottavuuskehitykseen, maakunnan yritysprofileihin sekä meriteollisuuden digitalisaation käytännön edellytyksiin ja inhimillisiin tekijöihin. Yhdessä ne tarjoavat päätöksenteolle ja yrityksille konkreettista näyttöä siitä, missä tuottavuuden vipukohdat sijaitsevat, ja miten digitaaliset ratkaisut voidaan valjastaa vaikuttavasti osaksi liiketoimintaa.

Kiitän lämpimästi hankkeen toteutukseen osallistuneita yrityksiä ja asiantuntijoita, ohjausryhmää sekä Satakuntaliittoa.

Porissa, 20.11.2025

Päivikki Kuoppakangas

Tutkimuspäällikkö, ProDigy-hankkeen vastuullinen johtaja
Turun yliopiston kauppakorkeakoulun Porin yksikkö

TIIVISTELMÄ

Raportti kokoa viiteen artikkeliin ProDigy-hankkeen havainnot siitä, miten tuottavuus ja digitalisaatio voivat vahvistaa Satakunnan alueellista ja yritysten kestäväää kilpailukykyä. Tarkastelu kattaa Satakunnan alue- ja toimialatason näkökulmat ja yritysraakenteen erityispiirteet sekä haastattelutulokset digitalisaation haasteista ja mahdollisuuksista yritysten tuottavuuden ja kilpailukyvyn kasvattamiseksi. Esimerkkitoimialana on meriteollisuus ja digitaalisten kaksosten käyttöönotto laivanrakennuksessa.

1. Työn murros, työn tuottavuuden arvioinnin haasteet ja uudet mahdollisuudet digitalisoituvissa yhteiskunnissa

Satakunta kohtaa samat rakenteelliset ja teknologiset murrokset kuin koko Suomi: teollisuuden rakennemuutos, investointien puute ja digitalisaation epätasainen hyödyntäminen. Perinteinen työn tuottavuuden mittaus ei tavoita aineettoman pääoman, digitalisaation ja inhimillisen osaamisen vaikutuksia, mikä kytkeytyy ns. Brynjolfssonin tuottavuusparadoksiin: teknologia on kaikkialla – paitsi tuottavuustilastoissa. Alueen keskeiset haasteet ovat teollisuuden supistuminen, pk-yritysten rajallinen digikyvykyys, koulutuksen ja työelämän osaamiskuilu sekä julkisen sektorin hidas digitalisaatio. Mahdollisuudet liittyvät uusteollistumiseen ja vihreään siirtymään, automaation ja datan yhdistämiseen teollisuudessa sekä aineettoman arvonluonnin kiihdyttämiseen. Poliittikasuosituksukset ehdottavat alueellisen tuottavuusohjelman käynnistämistä, hybridi-indikaattoreita tuottavuuden arviointiin, tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiopanos- tusten lisäämistä ja digikyvykyysohjelmia pk-sektorille, alueen koulutusjärjestelmän uudistamista sekä julkisen sektorin digitalisaation nopeuttamista.

2. Satakunnan tuottavuusanalyysit

Satakunnassa työn tuottavuus ei ole finanssikriisin jälkeen palautunut koko maan tahtiin. Dekompositioanalyysi paljastaa hajanaisen kuvan: 31 toimialalla tuottavuus on noussut ja 39:llä laskenut 2000-luvulla. Aluetalouden keskeisiä haasteita ovat väestön väheneminen sekä joidenkin aluetaloudellisesti merkittävien toimialojen laskeva arvonlisäys ja tuottavuus; arvonlisäys on vähentynyt erityisesti Porin seutukunnassa. Arvonlisäyksen heikkenemistä selittävät ennen kaikkea väestön väheneminen ja työajan lyheneminen kaikissa seutukunnissa, kun taas työllisyyden parantuminen on koko maakunnassa arvonlisäystä tukeva ajuri. Työn tuottavuuden kasvu on kasvattanut tuotannon bruttoarvonlisäystä Pohjois-Satakunnassa ja Rauman seutukunnassa. Heikoimmin ovat kehittyneet perinteiset teollisuudenalat — kemianteollisuus, metallien jalostus, metallituoteteollisuus sekä muiden koneiden ja laitteiden valmistus — kun taas maa- ja metsätalous, puuteollisuus, televiestintä, T&K sekä liike-elämän tukipalvelut ovat yltäneet keskimäärää parempaan kehitykseen. Digitalisaation vaikutuksia ei voitu empiirisesti erottaa puutteellisten maakunnallisten tilastojen vuoksi, mikä korostaa mittariston ja datan saatavuuden kehittämistarvetta.

3. Satakunnan yritysprofilointi

Yritysrekisterin rajoitteista huolimatta laadittu profilointi osoittaa, että Satakunnassa vuonna 2024 on ollut 296 "vahvaa" investointikykyistä yritystä ja 1046 kasvukykyistä startupia. Molempiin ryhmiin kuuluvat yritykset keskittyvät kuitenkin paljon matalan tuottavuuden toimialoille. Lähes viidennes kasvu-startupeista toimii rakentamisessa, jonka tuottavuus alittaa Satakunnan keskiarvon. Vahvoista yrityksistä 25 % ja kasvu-startupeista vain 15 % sijoittuu korkean tuottavuuden aloille. Vahvojen yritysten toimialajakauma on näillä korkean tuottavuuden aloilla selvästi monipuolisempi. Kolme tuottavinta toimialaa on edustettuna vahvoissa yrityksissä, mutta kasvu-startupeissa niistä vain yksi, mikä haastaa alueen kasvun laatua.

4. Digitalisaatio yrityksissä ja digitaaliset kaksoset meriteollisuudessa – mahdollisuudet, hidasteet ja dilemmat

Hankkeessa vuonna 2024 tehtyjen haastatteluiden mukaan digitalisaatio parantaa tuottavuutta, kilpailukykyä ja asiakaskokemusta, kun se kytketään liiketoiminnan ytimeen: palvelullistaminen, automaatio, yhtenäiset tietomallit ja reaaliaikainen analytiikka laskevat kustannuksia ja parantavat resurssitehokkuutta. Ekosysteemyhteistyö tuo etua, mutta edellyttää yhteisiä pelisääntöjä, standardeja, selkeitä dataoikeuksia ja kyberturvallisuutta. Meriteollisuudessa digitaaliset kaksoset tarjoavat alustan elinkaaren aikaiselle optimoinnille, mutta vaativat modulaarista, vaiheittaista etenemistä. Suurimmat esteet yritysten digitalisaatiolle ovat organisatorisia ja arkkitehtonisia: sirpaleinen data- ja järjestelmäympäristö, heikko datan laatu, henkilöstön osaamisvajeat ja muutosvastarinta sekä epävarmuus investointien tuotosta. Dilemma-analyysin perusteella digitalisaation jännitteiden ratkaiseminen edellyttää ennen kaikkea strategista selkeyttä sekä modulaarista tieto- ja järjestelmäarkkitehtuuria. Keskeisiä ratkaisuja ovat myös ekosysteemien ja kumppanuuksien systemaattinen hyödyntäminen sekä henkilöstön osaamisen ja osallistumisen jatkuva vahvistaminen, jotta siirtymä kohti datalähtöisiä palveluita voi toteutua hallitusti. Lisäksi yhtenäisten periaatteiden, standardien ja rajapintojen kehittäminen luo pohjan digitalisaation riskien jakamiselle ja hallinnalle koko meriteollisuuden tasolla.

5. Inhimillisten tekijöiden ja käyttäjäkokemuksen integrointi alusten digitaalikaksosiin: kirjallisuuskatsaukseen perustuva näkökulma ja käytännön suosituksia

Laivasuunnittelu on moniulotteinen sidosryhmäprosessi, jossa inhimillisten tekijöiden ja UX:n (user experience) systemaattinen integrointi on ratkaisevaa turvallisuudelle, tehokkuudelle ja kustannuksille. Haastatteluaineiston ja kirjallisuuden perusteella toistuviksi haasteiksi nousevat datan keräämisen, hyödyntämisen, näkyvyyden ja suodatuksen puutteet, järjestelmien sulkeutuneisuus sekä luottamukseen ja omistusoikeuksiin liittyvät esteet. Näiden ratkaisemiseksi esitetään "yksi malli – useita näkymiä" -periaate: joustava digitaalinen kaksonen, joka suodattaa ja esittää kullekin

sidosryhmälle juuri sen ryhmän päätöksenteon kannalta olennaisen tiedon, parantaen tilannetietoisuutta, lyhentäen reaktioaikoja, vähentäen kognitiivista kuormaa ja alentaen elinkaarikustannuksia. Suositusten mukaan yrityksissä tulee investoida datakyvykkyyksiin, integroida käyttäjäkokemusta parantavat menetelmät digitaalisten kaksosten kehitykseen sekä sopia datan jakamisen, yksityisyyden ja näkyvyyden pelisäännöt, jotta taloudelliset hyödyt ja innovaatiot realisoituvat.

Avainsanat: tuottavuus, yritysten kilpailukyky, digitalisaatio, vihreä siirtymä, digitaaliset kaksoset, meriteollisuus, aluekehitys, Satakunta

EXECUTIVE SUMMARY

This report summarises the findings of the ProDigy project in the form of five articles examining how productivity and digitalisation can bolster the regional and corporate competitiveness of Satakunta. The review covers regional and sectoral perspectives in Satakunta, the specific characteristics of its business structure, and the results of interviews on the challenges and opportunities of digitalisation in terms of increasing business productivity and competitiveness. Examples are provided from the maritime industry and the introduction of digital twins in shipbuilding.

1. The transformation of work, the challenges of assessing labour productivity and the new opportunities arising from the digitalisation of societies.

Satakunta faces the same structural and technological transformations as Finland as a whole, including industrial restructuring, a lack of investment and uneven utilisation of digitalisation. Traditional measures of labour productivity do not capture the effects of intangible capital, digitalisation and human skills. This is linked to the so-called Brynjolfsson productivity paradox: technology is everywhere, except in productivity statistics. Key challenges in the region include industrial decline, limited digital capabilities among SMEs, a skills gap between education and working life, and a slow pace of digitalisation in the public sector. The region's key challenges are industrial decline, limited digital capabilities among SMEs, a skills gap between education and working life, and a slow pace of digitalisation in the public sector. Opportunities are linked to reindustrialisation and the green transition, the combination of automation and data in industry, and accelerating intangible value creation. Policy recommendations include launching a regional productivity programme, introducing hybrid indicators for productivity assessment, increasing investment in research, development and innovation, and creating digital capability programmes for the SME sector. Other recommendations are reforming the region's education system and accelerating digitalisation in the public sector.

2. Productivity analyses for Satakunta

Since the financial crisis, labour productivity in Satakunta has not recovered at the same pace as the rest of the country. Decomposition analysis reveals a fragmented picture: productivity increased in 31 industries and decreased in 39 industries during the 2000s. Key challenges for the regional economy include population decline, declining value added, and declining productivity in certain important sectors; value added has particularly declined in the Pori region. This decline is primarily due to population decline and shorter working hours throughout the province, while improved employment is a driver of value added. Growth in labour productivity has increased gross value added in Northern Satakunta and the Rauma region. Traditional industries, such as chemicals, metal processing, metal products, and other machinery and equipment

manufacturing, have developed the least. In contrast, agriculture and forestry, wood products, telecommunications, R&D, and business support services have achieved above-average development. However, the effects of digitalisation could not be empirically distinguished due to incomplete regional statistics, highlighting the need to develop indicators and improve data availability.

3. Satakunta business profiling

Despite the limitations of the business register, profiling shows that Satakunta will have 296 'strong' companies with investment capacity and 1,046 growth-capable start-ups in 2024. However, companies in both groups are largely concentrated in low-productivity industries. Almost a fifth of growth start-ups operate in construction, where productivity is below the Satakunta average. 25% of strong companies are in high-productivity sectors, compared to 15% of growth startups. Strong companies are clearly more diverse in their sector distribution in these high-productivity sectors. While the three most productive industries are represented among strong companies, only one is represented among growth startups, which calls into question the quality of growth in the region.

4. Digitalisation in companies and digital twins in the maritime industry: opportunities, obstacles and dilemmas

According to interviews conducted in 2024 as part of the project, digitalization improves productivity, competitiveness and customer experience when integrated into core business operations. Servitisation, automation, unified data models and real-time analytics reduce costs and improve resource efficiency. Ecosystem collaboration brings benefits but requires common rules, standards, clear data rights and cybersecurity. In the maritime industry, digital twins provide a platform for lifecycle optimisation, but require modular, step-by-step progress. The biggest obstacles to companies' digitalisation are organisational and architectural: fragmented data and system environments, poor data quality, staff skill gaps, resistance to change and uncertainty about the return on investment. Based on the dilemma analysis, resolving the tensions of digitalization requires, above all, strategic clarity and a modular information and system architecture. Key solutions also include the systematic utilization of ecosystems and partnerships, as well as the continuous strengthening of staff expertise and participation, so that the transition to data-driven services can be implemented in a controlled manner. In addition, the development of uniform principles, standards, and interfaces will create a basis for sharing and managing the risks of digitalization across the entire maritime industry.

5. Integrating human factors and user experience into digital twins of ships: a literature review-based perspective and practical recommendations

Ship design is a multidimensional stakeholder process in which the systematic integration of human factors and user experience (UX) is crucial for safety, efficiency, and cost. Based on interview data and literature, recurring challenges include deficiencies in data collection, utilisation, visibility and filtering; closed systems; and obstacles related to trust and ownership rights. To address these challenges, the 'one model – multiple views' principle is proposed: a flexible digital twin that filters and presents each stakeholder group with information relevant to their decision-making. This improves situational awareness, shortens response times, reduces cognitive load and lowers life-cycle costs. According to the recommendations, companies should invest in data capabilities, integrate methods that improve the user experience into the development of digital twins and establish rules for data sharing, privacy and visibility, in order to realise economic benefits and innovations.

Key words: productivity, competitiveness, digitalisation, green transition, digital twins, maritime industry, regional development, Satakunta region

Sisällysluettelo

Esipuhe.....	4
Tiivistelmä	5
Executive Summary.....	8

Työn murros, työn tuottavuuden arvioinnin haasteet ja uudet mahdollisuudet digitalisoituissa yhteiskunnissa..... 13

1 Johdanto työn murrosta ja digitalisaatiota koskevaan keskusteluun	13
2 Tuotannontekijät ja tuottavuus	14
3 Digitalisaatio ja tuottavuuskehitys.....	15
4 Työn tuottavuuden arvioinnista	16
5 Suomen ajankohtaiset tuottavuushaasteet.....	17
6 Uudet ulottuvuudet tuottavuuden arvioinnissa	19
7 Arviointimenetelmät ja arviointikehykset.....	19
8 Haasteet, kriittiset huomiot ja mittaamista koskevat suositukset mittaamisen yhteydessä	20
9 Lopuksi	21
10 Poliittikkasuositukset Satakunnalle.....	23
11 Lähteet.....	24

Satakunnan tuottavuusanalyysit 27

1 Johdanto	27
2 Aineisto ja menetelmät	28
2.1 Tilastoaineistot työn tuottavuuteen liittyen	28
2.2 Digitalisaatioon liittyvä tilastoaineisto	28
2.3 Työn tuottavuuden tarkastelu	29
2.4 Dekompositioanalyysi alueellisella ja toimialoittaisella tasolla	29
3 Tulokset	31
3.1 Työn tuottavuus ja arvonlisäyksen ajurit alueittain	31
3.2 Työn tuottavuus ja arvonlisäyksen ajurit toimialoittain	35
4 Yhteenveto ja johtopäätökset	67
4.1 Yhteenveto	67
4.2 Johtopäätökset.....	69
5 Lähteet.....	70
Liite A.....	71
Liite B.....	73

Satakunnan yritysprofilointi 118

1 Johdanto	118
2 Satakunnan vahvimpien yritysten profilointi	119
2.1 Sijaintiprofiili	119
2.2 Toimialaprofiili.....	120
2.3 Henkilöstöprofiili	120
2.4 Liikevaihtoprofiili.....	121
2.5 Ikäprofiili	122
3 Satakunnan kasvu-startupit	123
3.1 Sijaintiprofiili	123
3.2 Toimialaprofiili.....	124
3.3 Henkilöstöprofiili	125

3.4	Liikevaihtoprofiili.....	126
3.5	Ikäprofiili	127
4	Satakunnan vahvimpien yritysten sijoittuminen tuottaville toimialoille	129
5	Satakunnan kasvu-startupien sijoittuminen tuottaville toimialoille	129
6	Johtopäätökset	130

Digitalisaatio yrityksissä ja digitaaliset kaksoset meriteollisuudessa – mahdollisuudet, hidasteet ja dilemmat

		132
1	Johdanto	132
2	Aineisto ja menetelmät	134
2.1	Satakuntalaiset yritykset	134
2.2	Suomessa toimivat meriteollisuusyritykset	135
2.3	Haastattelujen toteutus ja aineiston analyysi	135
3	Digitalisaation tarjoamat mahdollisuudet liiketoiminnan kehittämiseen	137
3.1	Parempaa palvelua asiakkaille ja uusia liiketoimintamahdollisuuksia ..	137
3.2	Prosessien tehostamista, resurssiviisautta ja tukea toiminnanohjaukselle	137
4	Digitalisaation esteet, haasteet ja hidasteet	139
4.1	Teknologia- ja järjestelmäperustan sirpaleisuus ja datan luotettavuus	139
4.2	Yritysten toimintakulttuurit ja osaamisvajeet	139
4.3	Epävarmuus investointien tuotoista	140
4.4	Monitoimijaympäristön haasteet	140
5	Digitaalisten kaksosten käyttöönotto meriteollisuudessa	141
5.1	Muutoksen ajurit	141
5.2	Muutoksen hidasteet	142
6	Yrityksen digitalisaatiota edistäviä toimia	146
6.1	Muutoksen ja osaamisen systemaattinen johtaminen	146
6.2	Tietojohtaminen.....	146
6.3	Digitaalisen kehityksen vaiheittainen edistäminen	147
6.4	Yhteistyö kilpailuedun rakentajana.....	147
7	Dilemma-analyysi	149
7.1	Yrityshaastatteluista tunnistetut yleiset digitalisaation dilemmat	149
7.2	Meriteollisuutta erityisesti koskevat dilemmat	153
8	Yhteenveto	156
9	Lähteet.....	157
10	LIITE C	159
11	LIITE D	161

Integrating Human Factors and UX into Ship Digital Twins:

A Literature-Informed Perspective and Practical Recommendations

1	Tiivistelmä	165
2	Introduction	166
3	Results and Discussion	169
4	“One Model – Multiple Views”	171
5	Recommendations	172
6	References	173



Työn murros, työn tuottavuuden arvioinnin haasteet ja uudet mahdollisuudet digitalisoituvissa yhteiskunnissa

Jari Kaivo-oja

Turun yliopiston kauppakorkeakoulu,
Tulevaisuuden tutkimuskeskus

1 Johdanto työn murrosta ja digitalisaatiota koskevaan keskusteluun

Työn tuottavuuden arviointi suhteessa digitalisaatiokehitykseen vaatii monipuolista ja moniulotteista lähestymistapaa, sillä digitalisaatio muuttaa sekä työn sisältöjä, prosesseja että mittaustapoja. Työelämän muutos on moniulotteinen prosessi, ja sitä voidaan arvioida erilaisista näkökulmista. Yleensä yksilöt ja työntekijät arvioivat muutoksia omasta subjektiivisesta näkökulmasta ja tekevät omia itsereflektioitaan työelämän muutoksista. Eri tieteelliset näkökulmat ja muut työelämän asiantuntijat voivat aina tarjota uusia, tuoreita näkökulmia subjektiivisten näkökulmien rinnalle, täydentämään omakohtaisia kokemuksia. On tärkeää tiedostaa, että (1) ei ole näkökulmariippumatonta tapaa tarkastella maailmaa, (2) näkökulmat ovat subjektiivisia, mutta ne voidaan objektivoida, (3) samoja asioita voidaan tarkastella useista eri näkökulmista, (4) ei ole absoluuttista, etuoikeutettua tai universaalista näkökulmaa sekä (5) näkökulmia voidaan vertailla eri kriteereillä (Hautamäki, 2025, s. 33, 56–57). Nämä eri näkökulmien valintaan liittyvät näkökulmateoreettiset näkökohdat on hyvä pitää mielessä arvioitaessa digitalisaatiota ilmiönä, joka vaikuttaa yhteiskunnan kehitykseen.

Nykyään työn murroksen tutkimus tarkastelee, miten teknologinen kehitys, digitalisaatio, tekoäly ja automaatio muuttavat työn rakennetta, sisältöjä, osaamisvaatimuksia ja tuottavuuden dynamiikkaa. Viimeisten kahden vuosikymmenen aikana tutkimus on kehittynyt kolmessa pääsuunnassa: (1) taloudellinen tuottavuus ja ICT, (2) työn rakenteelliset muutokset ja (3) aineettoman pääoman ja osaamisen rooli (Solow, 1987; Brynjolfsson, 1993; Brynjolfsson & Hitt, 1998; Corrado et al., 2005; Jorgenson et al., 2008; Timmer et al., 2010; Brynjolfsson & McAfee, 2014; Frey & Osborne, 2017; Kaivo-oja et al., 2017; Haskel & Westlake, 2018; OECD, 2019; OECD, 2020; Kaivo-oja et al., 2020; Knudsen & Kaivo-oja, 2020; McKinsey Global Institute, 2021; European Commission, 2022; World Economic Forum, 2023). Työn murroksen tutkimuksen var-

haisvaiheessa keskeinen havainto oli ns. tuottavuusparadoksi: uudet teknologiset investoinnit eivät välittömästi näkyneet tuottavuuden kasvuna (ks. Solow, 1987; Brynjolfsson & Hitt, 1998; Brynjolfsson et al., 2017; European Investment Bank, 2024).

2 Tuotannontekijät ja tuottavuus

KLEMS-muuttujat ovat taloustieteessä ja erityisesti tuottavuuden mittaamisessa käytetty luokittelu tuotannontekijöistä. Ne muodostavat kehyksen, jolla voidaan tarkastella taloudellisen kasvun lähteitä ja tuottavuuden muutoksia (ks. Oulton, 2016; OECD, 2021). Nimi KLEMS tulee viidestä päämuuttujasta, jotka edustavat eri tuotannontekijöitä: KLEMS-muuttujat ovat:

K = Capital (Pääoma)

Pääoma viittaa fyysiseen pääomaan, kuten koneisiin, rakennuksiin, infrastruktuuriin, tietotekniikkaan jne., ja se voidaan jakaa alaluokkiin, esim. ICT-pääoma ja muu pääoma.

L = Labour (Työvoima)

Työvoima-muuttuja on työpanos tuotannossa: työntekijöiden määrä, tehdyt työtunnit, työpanoksen laatu (esim. koulutus, osaaminen). Usein työpanoksen käyttö jaotellaan koulutustason, iän tai sukupuolen mukaan.

E = Energy (Energia)

Energialla tarkoitetaan energiapanoksia, kuten sähkö, kaasu, öljy ja hiili. Tämä tuotannontekijä on tärkeä erityisesti energiantensiivisillä toimialoilla.

M = Materials (Materiaalit)

Materiaalit ovat siis tuotannossa käytetyt raaka-aineet ja väli tuotteet. Esimerkiksi teollisuudessa käytetyt materiaalit ovat metallit, kemikaalit tai komponentit.

S = Services (Palvelut väli tuotteina)

On syytä korostaa, että nämä kaikki tuotannontekijät vaikuttavat tuotantoon Satakunnassa. KLEMS-luokitus mahdollistaa kokonaistuottavuuden (TFP, Total Factor Productivity) tarkemman mittaamisen, koska se ottaa huomioon kaikki keskeiset panokset. Analysoimalla, kuinka paljon tuotoksen kasvusta selittyy eri tuotannontekijöiden kasvulla, voidaan tunnistaa (1) teknologinen kehitys, (2) rakenteelliset muutokset ja (3) investointien tai koulutuksen vaikutukset tuottavuuteen. On hyvä todeta, että työn tuottavuus on tärkeä tuottavuustekijä, mutta se ei yksinomaan selitä kokonaistuottavuutta. Eri tuotannontekijöiden käytön tuottavuutta voidaan selittää kunkin tuotannontekijän osalta erikseen.

3 Digitalisaatio ja tuottavuuskehitys

Myöhempi tutkimus (ks. mm. Jorgenson et al., 2008; OECD, 2019) osoitti, että ICT-investoinnit alkavat lisätä tuottavuutta vasta silloin, kun organisaatiot uudistavat rakenteitaan ja prosessejaan. Tämä uusi tutkimuksellinen havainto johti nykyiseen vallitsevaan käsitykseen, että tuottavuus on organisatorinen, eikä vain pelkästään tekninen ilmiö. Työn tutkimuksen osalta, Autor, Levy ja Murnane (2003) sekä Frey ja Osborne (2017) ovat osoittaneet, että digitalisaatio muuttaa työn sisältöä rutiini- ja ei-rutiinitehtävien perusteella siten, että rutiinitehtävät automatisoituvat helposti, ja ei-rutiiniset, luovat ja vuorovaikutteiset tehtävät säilyvät ja kasvavat. Tämä kehitys on johtanut työmarkkinoiden lisääntyvään polarisaatioon, jossa korkean osaamisen ja matalan palkkatason työt lisääntyvät, mutta keskiluokan tehtävät vähenevät asteittain. Tämän kehityksen on arvioitu johtavan asteittain ns. keskiluokan ja keskiluokkaisten ammattien kriisiin.

Työn murroksen tutkimus korostaa nyt vahvasti osaamisen ja jatkuvan oppimisen merkitystä (ks. OECD, 2020). Corrado, Hulten ja Sichel (2005) sekä Haskel ja Westlake (2018) ovat uskottavasti osoittaneet sen, että talouskasvua ja tuottavuutta ei voi enää ymmärtää ilman aineettoman pääoman – tiedon, datan, ohjelmistojen, verkostojen ja brändien – huomioimista. Digitaalitaloudessa työn arvo syntyy yhä enemmän osaamisen, datan ja innovaatioiden yhdistämisestä, eikä pelkästä teollisesta tuotannosta. Tämä laajentaa työn tuottavuuden käsitettä ”aineettomaksi tuottavuudeksi”, jonka osalta tieteellinen tutkimus on alkuvaiheessa. Aineeton tuottavuus voi käytännössä kytkeytyä pääoman, työn, energian, materiaalien ja palveluiden käyttöön (ns. KLEMS-tuotannontekijämuuttajat).

Brynjolfsson ja McAfee (2014) sekä Teece (2018) painottavat tutkimuksissaan sitä, että työn murros ei ole pelkästään yksilöiden tai tehtävien muutos, vaan organisaatioiden kyky sopeutua ja uudistua. Paradoksi tiivistyy Robert Solow’n kuuluisaan toteamukseen (1987): ”You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics.” Professori Erik Brynjolfsson 1990-luvulta lähtien kehitti tätä ajatusta eteenpäin ja osoitti, että tietotekniikka- ja digitalisaatioinvestoinnit eivät automaattisesti johda mitattavissa olevaan tuottavuuden kasvuun (ks. Brynjolfsson & Yang, 1996; Brynjolfsson & Hitt, 1998; Brynjolfsson & Hitt, 2000; Brynjolfsson & McAfee, 2014; Brynjolfsson et al., 2017). Tätä paradoksia kutsutaan usein Brynjolfssonin moderniksi tuottavuusparadoksiksi, koska hän systemaattisesti osoitti empiirisesti, miksi ja milloin ICT-investoinnit jäävät ”tuottamattomiksi” — ainakin tilastollisesti — ja miten tämä tilanne voidaan ratkaista organisaatio- ja yhteiskuntatasolla. Voi siis olla, että ainakin osa Satakunnan toimialakohtaisista tuottavuushaasteista voidaan yhdistää Brynjolfssonin paradoksin mahdollisiin ratkaisumalleihin.

Yritysten on kehitettävä dynaamisia kyvykkyyksiä – kykyä oppia, integroida teknologia ja uudistaa liiketoimintamalleja. Teecen (2018) liiketoimintamalleihin liittyvät tutkimukset ovat vahvistaneet näkemystä siitä, että pelkästään teknologiset innovaatiot eivät riitä työn tuottavuuden kohottamiseen, vaan tarvitaan uusia, innovatiivisia liike-

toimintamalleja ja kaupallistamisstrategioita. Digitalisaation myötä työ muuttuu myös aikaisempaa systeemisemmäksi. Tuottavuus on verkostojen, datan ja ihmisten vuorovaikutuksen lopputulos. Makridakis (2017) ja Kaivo-oja, Roth & Westerlund (2017), Kaivo-oja, Kuusi, Knudsen & Lauraéus (2020) ovat laajentaneet keskustelua kohti tulevaisuusorientoitunutta näkökulmaa. Tekoälyn ja robotiikan aikakaudella työn murros ei tarkoita vain korvautumista koneilla, vaan ihmisen ja koneen yhteistyön uudelleenmuotoilua. Tutkimus painottaa, että tulevaisuuden tuottavuus riippuu inhimillisen työn laadusta, luovuudesta ja yhteiskunnallisesta sopeutumiskyvystä. Esimerkiksi digitaalisten kaksosten tekninen kehittäminen voi muuttaa radikaalisti tulevaisuudessa koulutusta ja työelämän vaatimuksia työntekijöille (Kaivo-oja et al., 2017; Knudsen & Kaivo-oja, 2020; Kaivo-oja et al., 2020).

4 Työn tuottavuuden arvioinnista

Perinteisesti työn tuottavuus (labour productivity) määritellään tuotoksen (output) ja työpanoksen (input) suhteena seuraavasti: $\text{Työn tuottavuus} = \text{Tuotos} / \text{Työtunnit}$. Tuotosta voidaan mitata myös bruttoarvonlisäyksellä, kuten tässä tutkimuksessa on tehty toimialoittaisen kehityksen arvioinnissa.

Tämä tapa mitata työn tuottavuutta on selkeä ja useimmissa tapauksissa hyvin perusteltu ja läpinäkyvä tapa tehdä arvioita työn tuottavuudesta. On kuitenkin hyvä heti todeta, että digitalisaation myötä tämä määritelmä voi osoittautua liian kapeaksi, koska:

- a) Osa tuottavuushyödyistä syntyy laadullisista parannuksista, ei määrällisestä tuotoksesta.
- b) Digitaalinen työ synnyttää aineettomia hyötyjä (tieto, data, massadata, innovaatio, asiakaskokemus), joita ei täysin näy makrotaloudellisissa BKT-tilastoissa.
- c) Automaatio ja tekoäly voivat siirtää arvoa työntekijöiltä koneille ja ohjelmistoille, jolloin työpanoksen arvon mittaaminen vaikeutuu. Ns. "cobotics"-ilmiö, jossa robotit ja ihmiset tekevät saumattomasti yhteistyötä, tekee työn tuottavuuden arvioinnista aikaisempaa haastavampaa.

Voimme siis todeta, että $\text{Tuottavuus} = \text{Tuotos} / \text{Työpanos}$, mutta "tuotos" ei aina ole helposti mitattavissa. Teollisuudessa tuotosta voidaan mitata fyysisinä yksiköinä (esim. koneita, kiloja, autoja), mutta palvelualoilla se on huomattavasti vaikeampaa. Voimme esimerkiksi pohtia, miten mitataan lääkärin, opettajan tai juristin työn "tuotos"? On syytä korostaa sitä, että laatu ja vaikuttavuus eivät näy määrällisissä mittareissa. Pelkät työtunnit tai työntekijöiden määrä eivät kerro koko totuutta työn tuottavuudesta.

Työpanoksen laatu (esim. koulutustaso, osaaminen, kokemus) vaikuttavat kukin osaltaan tuottavuuteen, mutta sitä on vaikea sisällyttää mittareihin tarkasti. Kaksi työntekijää voi käyttää saman ajan työn tekemiseen, mutta työ voi tuottaa hyvin eri määrän lisäarvoa. Tuottavuutta mitattaessa usein mitataan vain työn tuottavuutta, vaikka muutkin tekijät (pääoma, teknologia, energia, materiaalit ja organisointi) vaikuttavat kokonaistuottavuuteen. Jos yritys investoi uuteen teknologiaan, se voi parantaa työn tuottavuutta — mutta ei suinkaan siksi, että työntekijät työskentelevät tehokkaammin, vaan koska heillä on paremmat välineet työssä ja yrityksessä. Tuotoksessa voi aina olla mukana alihankintaa, ostettuja palveluita ja materiaaleja, jotka eivät liity suoraan työntekijöiden omaan panokseen, mutta välipanokset vaikuttavat tuottavuuslaskelmiin välillisesti. Tämä tosiasia vaikeuttaa ”puhtaan” työpanoksen vaikutuksen erottamista tuottavuutta mitatessa.

On hyvä aina myös muistaa, että kaikki kansantaloudessa tehtävä työ ei näy tilastoissa täysimääräisenä (esim. harmaa talous, kotityö, omaishoitajien työ, pienimuotoinen keikkatyö jne.). Myös tilastovirheet, puutteelliset raportoinnit ja erilaiset kirjanpitoikäytännöt vaikuttavat mittauksiin ja niiden pohjalta tehtyihin tilastoihin. Tuottavuuden vertaaminen ajassa tai eri maiden välillä edellyttää yhteismitallista dataa: tilastoinnissa on syytä ottaa huomioon valuuttakurssien vaikutukset, eri tilastointikäytännöt, hinnat ja inflaatiokehitys. Esimerkiksi digitaalinen työ, alustatalous ja etätyö muuttavat työn luonnetta nopeasti. Myös siirtymä hybridityön suuntaan kansantaloudessa voi tulla ilmi vasta pitkän ajan kuluttua. Eri tekijöiden vaikutusta tuottavuuteen ei saada heti näkyviin perinteisissä tilastoissa. Näiden eri asioiden alueellinen huomioiminen ei ole aina helppoa, ja tilastojakin voidaan joutua oikaisemaan ja korjaamaan em. syistä.

5 Suomen ajankohtaiset tuottavuushaasteet

Voimme todeta yleisesti, että Suomen tuottavuusongelmat ovat monisyisiä ja liittyvät sekä (1) talouden rakenteellisiin tekijöihin, (2) harjoitettuun innovaatiopolitiikkaan että (3) työmarkkinoiden toimintaan.

Voimme aluksi tarkastella talouden rakennemuutosta ja teollisuuden painon laskua kansantaloudessa. Vielä 2000-luvun alkuun saakka Suomi oli teollisuusvetoinen talous, jossa tuottavuuden kasvu perustui erityisesti ICT-sektorin (Nokia, elektroniikka, telekommunikaatio) nousuun. Nokian ja elektroniikkateollisuuden supistuminen 2010-luvun alussa vei hyvin suuren osan kokonaistuottavuuden kasvupotentiaalista. Uusien korkean tuottavuuden klustereiden synty on ollut Suomessa hidasta, mikä on jättänyt talouden matalan kasvun uralle (ks. Böckerman & Maliranta, 2007; Maliranta & Ohlsbom, 2017; Stenborg et al., 2019; Fornaro et al., 2021; OECD, 2025a; OECD, 2025b). Tämä kehitys on koskettanut myös Satakuntaa, jossa voimme nähdä tiettyjen toimialojen jääneen matalan kasvun uralle. Osa näistä yrityksistä on mennyt konkurssiin, osa on fuusioitu toisiin yrityksiin.

Eräs keskeinen syy Suomen tuottavuusongelmiin on ollut investointien ja inno-

vaatiotoiminnan heikkous. Suomessa yritysten T&K-investoinnit laskivat vuoden 2008 jälkeen ja ovat edelleen pienemmät suhteessa BKT:hen kuin huippuvuosina (alle 3 % BKT:stä), jolloin Suomi oli Nokia/ICT-klusterivetoinen talous. Suomen yritysraakenne on pienyritysvaltainen, mikä rajoittaa mittakaavaetujen saavuttamista ja heikentää vientivetoista tuottavuuskasvua. Suomessa innovaatiopolitiikka on ollut viime vuosiin asti pirstaloitunutta, ja riskirahoituksen saatavuus on ollut rajallista, etenkin kasvuyrityksille (Maliranta & Rouvinen, 2004; Valtioneuvosto, 2021; Einiö et al., 2022; Gronchi et al., 2023; Huovari & Kiema, 2024).

Työvoiman osaaminen ja koulutusjärjestelmän haasteet ovat heikentäneet koulutetun työvoiman saatavuutta Suomessa. Vaikka Suomen koulutusjärjestelmä on edelleen vahva, oppimistulokset ovat heikentyneet, ja PISA-tulokset ovat laskeneet 2000-luvun jälkeen (ks. OECD, 2022). Lisäksi on syytä todeta, että aikuiskoulutuksen ja jatkuvan oppimisen järjestelmä ei ole pysynyt teknologisen murroksen tahdissa. Haasteita on myös osatyökykyisten koulutuksessa (Keyriläinen & Lappalainen, 2023). Tästä syystä johtuen digitalisaation hyödyntäminen on epätasaista eri aloilla – etenkin julkisella sektorilla ja pk-yrityksissä.

Useat tutkimukset ovat tuoneet esille sen, että rakenteellinen jäykkyys ja työmarkkinoiden dynamiikka eivät ole parhaassa mahdollisessa kunnossa Suomessa. Työmarkkinoiden jäykkyys (palkkarakenteet, paikallisen sopimisen rajat) vähentää resurssien siirtymistä tuottavampiin yrityksiin ja toimialoihin. Tämä selittää osittain sitä, että jotkut toimialat junnaavat alhaisella tuottavuustasolla. Yritysten synty- ja kuolemadynamiikka on hitaampaa kuin monissa vertailumaissa, mikä hidastaa luovan tuhon kautta tapahtuvaa uudistumista (ks. Maliranta, 2020; IMF, 2024). Alueelliset erot (kasvukeskukset vs. periferia) heijastuvat työvoiman liikkuvuuteen ja tuottavuuseroihin. Asuntojen hintakehitys ei ole tukenut työvoiman liikkuvuuskehitystä.

Digitalisaation ja tekoälyn hyödyntämisen paradoksi voi selittää myös tuottavuuskehityksen ongelmia Suomessa. Vaikka Suomi on teknologisesti kehittynyt, digitaalisten investointien tuottavuusvaikutukset ovat olleet odotettua heikompia, eli ns. Brynjolfssonin paradoksi (Brynjolfsson & McAfee, 2014) näkyy myös Suomessa. Teknologiaa on otettu aktiivisesti kyllä käyttöön, mutta organisatoriset muutokset, prosessien uudistaminen ja johtamiskulttuurin digitalisaatio ovat jääneet jälkeen. Digitalisaatiostrategioita ei ole kyetty päivittämään laajasti pk-yrityksissä ja keskisuurissa yrityksissä. Tämä on johtanut siihen, että digitaalinen potentiaali ei realisoitu tuottavuudeksi.

Julkisen sektorin tuottavuushaasteet ovat Suomessa mittavia. Julkinen sektori on suuri, mutta sen tuottavuuskehitys on ollut hidasta – etenkin terveydenhuollossa, koulutuksessa ja hallinnossa. Digitalisaatio- ja automatisointihankkeiden hyötyjen konkretisoituminen on ollut hidasta, osin hallinnollisten rakenteiden vuoksi (ks. Laustola, 2020; OECD, 2023; Valtiovarainministeriö, 2024).

Suomen tuottavuusongelma ei johdu yhdestä tekijästä, vaan lähinnä kolmen tason negatiivisesta yhteisvaikutuksesta: (1) rakenteellisesta tekijästä (elinkeinorakenne ja teollisuuden muutos), (2) innovaatiojärjestelmän heikkouksista (T&K-panostus-

ten ja osaamisen pullonkaulat) ja (3) organisatorisista tekijöistä (digitaalinen kehitys ja inhimillisen pääoman yhteispelin heikkous). Jos Satakunnassa halutaan parannuksia toimialoittaisen tuottavuuskehityksen osalta, olisi tehtävä reippaita panostuksia uusteollistamiseen, alueelliseen T&K-toimintaan ja digitalisaatiokehitystä tukevaan ammattikoulutukseen, korkeakoulutukseen ja aikuiskoulutukseen. Kaikkia näitä koulutusohjelmia tulisi uudistaa inhimillisen pääoman kasvattamiseksi alueella.

6 Uudet ulottuvuudet tuottavuuden arvioinnissa

Samaan aikaan kun digitalisaatio on edennyt, on ryhdytty mittaamaan digitalisaation vaikutusta tuottavuuteen. On ryhdytty keskustelemaan digitaalisesta tuottavuudesta, inhimillisestä osaamistuottavuudesta ja aineettoman pääoman tuottavuudesta.

Digitaalista tuottavuutta voidaan (ks. OECD, 2019; OECD, 2020) arvioida sen perusteella, kuinka tehokkaasti digitaaliteknologiat tukevat arvonluontia. Uusia digitaalista tuottavuutta mittaavia mittareita ovat: (1) automaation aste, (2) data-analytiikan käyttö päätöksenteossa, (3) digitaalisten työkalujen käyttöönottoaste ja (4) työnkulujen digitalisaatioaste.

Inhimillistä osaamistuottavuutta voidaan mitata seuraavilla mittareilla: (1) digitaalinen osaamispääoma (digital skills index), (2) työntekijöiden oppimiskyky ja sopeutumiskyky ja (3) innovatiivisuus ja yhteistyökyky (ks. Autor et al., 2003; Teece, 2018).

Nykyään liiketoiminnassa arvo syntyy yhä useammin aineettomista tekijöistä: tiedosta, brändeistä, datasta, algoritmeista ja verkostoista. Aineettoman pääoman tuottavuutta voidaan mitata seuraavilla mittareilla: (1) tietovarantojen hyödyntämisaste, (2) ohjelmisto- ja dataomaisuuden arvo, (3) verkosto- ja yhteistyötuottavuus.

7 Arviointimenetelmät ja arviointikehykset

Kansantalouden tasolla digitalisaatioon liittyvät arviointikehykset ovat (1) monitasoinen arviointi (mikro- ja makrotaso yhdessä), (2) mikrotaso eli yksittäisen työntekijän tai tiimin digivalmiudet ja työn tehokkuus yrityksessä, (3) mesotaso eli organisaation prosessien digitalisaatio ja arvonluonti ja (4) makrotaso eli kansantalouden tuottavuuskehitys digitalisaation seurauksena.

Digitalisaation kokonaisvaltainen mittaristo on nykyään hyvin pitkälle kehitetty. Esimerkiksi OECD ja EU ovat kehittäneet erilaisia digitalisaatiokehityksen malleja, joissa yhdistetään: (1) ICT-investointien vaikutukset, (2) innovaatiotoiminta, (3) digitaaliset ekosysteemit sekä (4) työn laadullinen kehitys.

Digitalisaation vaikutusten arviointiin vaikuttaa nykyään yhä enenevässä määrin tekoälyn käyttöönotto yritysmaailmassa, akateemisessa tutkimuksessa ja valtionhallinnossa. Tekoälyn hyödyntäminen vaikuttaa tuottavuuskehitykseen kansantaloudessa. AI-aikakauden (ks. Makridakis, 2017) mittareita ovat: (1) ihmisen ja koneen yhteistyön tehokkuus, (2) automaation vaikutus ajankäyttöön (aikasäästö) ja (3) päätöksen-

teon nopeus ja virheettömyys (päättöksenteon viiveiden vähentäminen).

8 Haasteet, kriittiset huomiot ja mittaamista koskevat suositukset mittaamisen yhteydessä

Digitalisaatiokehityksen yhteydessä on jo pitkään tunnistettu tuottavuusparadoksin mahdollisuus. Tuottavuusparadoksi tarkoittaa sitä, että digitaaliteknologioiden investoinnit eivät aina näy tuottavuusluvuissa (ns. Brynjolfssonin paradoksi). Samaan aikaan on tunnistettu mittaongelmat, kuten se, että aineettomia hyötyjä ja digitaalista arvonluontia on vaikea mitata perinteisillä makrotalouden tilastoilla. Mittaamista vaikeuttavat erityisesti jakautuneet hyödyt ja työn murros. Jakautuneet hyödyt tarkoittavat erityisesti sitä, että digitalisaatio voi kasvattaa tuottavuutta, mutta hyvin epätasaisesti eri aloilla ja alueilla. Tämä ilmiö näkyy myös tässä raportissa Satakuntaa koskevissa työn tuottavuusarvioinneissa. Työn tuottavuuskehitys on ollut myönteistä joillakin toimialoilla, mutta se on ollut myös negatiivista joillakin aloilla. Joillakin toimialoilla tuottavuuskehitys on ollut lähes muuttumatonta, suuntaan tai toiseen. Työn murros vaikuttaa työn tuottavuuteen myös siten, että osa tuottavuuden kasvusta syntyy työn ulkoistamisen ja automaation kautta, ei ihmistyön tehostumisena. Nämä ulkoistamisen ja automaation tuottamat muutokset tekevät digitalisaation vaikutuksen arvioinnista astetta vaikeampaa.

Miten digitalisaation osalta tuottavuutta sitten tulisi arvioida? Suositeltava lähestymistapa mitata työn tuottavuutta digitalisaation aikakaudella tulisi olla hybridi-indikaattoreiden kehittäminen (ks. esim. OECD, 2020). Hybridi-indikaattorit yhdistävät (1) taloudelliset mittarit (tuotos per työntekijä, output/workers), (2) digitaalisen kyvykkyyden mittarit (digital maturity), (3) osaamispääoman (intellectual/intangible capital) ja innovatiivisuuden (innovation activity, STI-indicators) mittarit sekä (4) työn laadun ja hyvinvoinnin mittarit (quality indicators/welfare indicators). Taulukkoon 1 olemme keränneet yhteenvedon siitä, miten digitalisaatiota kannattaisi lähestyä tuottavuuskehitystä arvioitaessa, jos haluamme kehittää hybridimittauslähestymistapaa. Taulukossa 1 esitetyt ulottuvuudet edustavat vaihtoehtoisia näkökulmia tuottavuuskehitykseen (Hautamäki, 2025).

Taulukko 1. Hybridi-indikaattoreiden lähtökohdat.

Ulottuvuus hybridi-indikaattorissa	Mittauksen kohde	Esimerkkejä mittareista
Taloudellinen tuottavuus	Tuotos/Työtunnit	BKT/työtunti, arvonluonti toimialalla
Digitaalinen tuottavuus	Teknologian hyödyntäminen	DESI-indeksi, automaatio-aste, data analytics-aktiivisuus, datan käyttöaste ja volyymi
Osaamistuottavuus	Ihmisten digitaidot	Digital skills index, MAS-indeksit (Motivation, Access, Skills)
Aineeton pääoma	Tieto, data, brändien arvo	Dataomaisuuden arvo, Intellectual Capital Indicators
Työn laatu ja hyvinvointi	Inhimillinen kestävyys	Työtyytyväisyystaso, stressitasot, kognitiivisen ergonomian indikaattorit

Työn murroksen tutkimus osoittaa, että digitalisaatio ei yksinään selitä tuottavuuden kasvua. Ratkaisevaa on, kuinka hyvin yksilöt, organisaatiot ja yhteiskunnat kykenevät integroimaan teknologian, osaamisen ja aineettoman arvonluonnin yhdeksi kokonaisuudeksi. Näin ollen työn murros on yhtä paljon inhimillinen ja institutionaalinen kuin teknologinen ilmiö. Ns. Brynjolfssonin paradoksi (tai laajemmin IT-tuottavuusparadoksi) on yksi digitaalisen taloustieteen ja työn murroksen tutkimuksen kulmakivistä. Se liittyy siihen, miksi digitalisaation ja tietotekniikkainvestointien vaikutukset tuottavuuteen eivät aina näy selvästi makrotason mittareissa – vaikka teknologinen kehitys sinänsä on nopeaa ja näkyvää. Siksi olisi kehitettävä tutkimusta taulukon 1 viitoittamien hybridianalyysien ja -mittausten suuntaan. Tätä mittaamisen kehittämistarvetta voidaan perustella erittäin hyvin siis ns. Brynjolfssonin paradoksin pohjalta.

9 Lopuksi

Satakunnan taloudellinen kehitys kohtaa samat rakenteelliset ja teknologiset murrokset kuin koko Suomi: teollisuuden rakennemuutos, investointien niukkuus ja digitalisaation hyödyntämisen epätasaisuus. Työn murros – automaation, tekoälyn ja digitaalisten alustojen vaikutuksesta – muuttaa työn sisältöjä, ammattirakenteita ja osaamisvaatimuksia. Perinteinen työn tuottavuuden mittaaminen (tuotos/työtunnit)

ei enää välttämättä riitä kuvaamaan alueen taloudellista ja yhteiskunnallista suori-
tuskykyä. Digitalisaatio, aineeton pääoma ja inhimillinen osaaminen tuottavat lisä-
arvoa, jota ei mitata riittävästi nykyisillä menetelmillä. Tämä selittää osin ns. Bryn-
jolfssonin tuottavuusparadoksia: teknologia on kaikkialla – paitsi tuottavuustilastoissa.

Voimme koota edellä esitetyn pohjalta Satakunnan erityiset kehityshaasteet.

Ne ovat:

- 1) Teollisuuden supistuminen ja uusiutuminen: Satakunnan teollinen pohja on kaventunut, ja uusteollistumisen mahdollisuudet vaativat uusia innovaatio- ja TKI-panostuksia.
- 2) Pk-sektorin digikyvykyys: Monet alueen yritykset hyödyntävät vain osittain digitalisaation ja tekoälyn mahdollisuuksia.
- 3) Koulutus ja osaaminen: Ammattikoulutuksen ja korkeakoulutuksen digi-
valmiudet eivät vastaa täysin työelämän murrosta.
- 4) Julkisen sektorin tuottavuus: Digitalisaatio on edennyt hitaasti hallinnossa ja palveluissa, mikä jarruttaa alueen kokonaiskehitystä.

Satakunnalla on mahdollisuus vastata näihin haasteisiin.

Uudet mahdollisuudet ovat:

1. Satakunta voi hyödyntää työn murrosta kolmella strategisella alueella:
(1) uusteollistuminen ja vihreä siirtymä; (2) digitalisaation, energiamur-
roksen ja automaation yhdistäminen teollisuuteen voi nostaa tuottavuuden
uudelle tasolle Satakunnassa; (3) digitaalinen ja aineeton tuottavuus:
panostukset datatalouteen, ohjelmistoihin, tekoälyn ja verkostotalouteen
tuottavat pitkäkestoista ja kestävää kasvua Satakuntaan.
2. Inhimillinen osaamistuottavuus: jatkuvan oppimisen ja digitaalisten taitojen
vahvistaminen kaikilla koulutusasteilla kasvattaa alueen resilienssiä ja
houkuttelevuutta.

10 Poliitikkasuositukset Satakunnalle

Satakunnan tuottavuuskehitys voidaan kääntää tuottavuuden osalta nousuun yhdistämällä teknologinen uudistuminen, inhimillisen osaamisen vahvistaminen ja aineettoman arvonluonnin hyödyntäminen. Tämä käänös vaatii pitkäjänteistä strategista otetta. Työn murros ei ole vain uhka – vaan se on myös mahdollisuus rakentaa Satakunnasta digitaalisen ja kestävän tuottavuuden edelläkävijäalue.

Satakunnalle voidaan esittää viisi poliitikkasuositusta:

Poliitikkasuositus 1: Perustetaan alueellinen ja tavoitteellinen ”Tuottavuus ja digitalisaatio” -ohjelma, joka yhdistää elinkeinoelämän, korkeakoulut ja julkisen sektorin toimet tuottavuuden parantamiseksi.

Poliitikkasuositus 2: Kehitetään hyvin perustellut hybridi-indikaattorit tuottavuuden arviointiin, jotka mittaavat: taloudellista tuottavuutta (BKT/työtunti), digitaalista tuottavuutta (automaation ja datan käyttöaste), osaamistuottavuutta (Digital Skills Index, jatkuva oppiminen), aineetonta pääomaa (dataomaisuuden arvo, verkostoarvo) sekä työn laatua ja hyvinvointia kuvaavat indikaattorit.

Poliitikkasuositus 3: Lisätään TKI-panostuksia ja laaditaan digikyvykkyysohjelmia pk-sektorille (koulutus eri koulutusasteilla, tekoälyn käyttöönotto, johtamiskulttuurin uudistaminen).

Poliitikkasuositus 4: Panostetaan maakunnan koulutusjärjestelmän uudistamiseen: kehitetään uusia alueellisia digipedagogisia ratkaisuja ja yrityslähtöisiä koulutusohjelmia, jotka parantavat osaamista ja kyvykkyksiä Satakunnassa.

Poliitikkasuositus 5: Nopeutetaan julkisen sektorin digitalisaatiota – esimerkiksi terveydenhuollossa, koulutuksessa, turvallisuusalalla ja hallinnossa – hyödyntämällä tekoälyä ja prosessiautomaatiikkaa.

11 Lähteet

Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279–1333. <https://doi.org/10.1162/003355303322552801>

Brynjolfsson, E. (1993). The productivity paradox of information technology: Review and assessment. *Communications of the ACM*, 36(12), 66–77. <https://doi.org/10.1145/163298.163309>

Brynjolfsson, E., & Hitt, L. M. (1998). Information technology and organizational transformation: Re-investing in productivity. *Communications of the ACM*, 41(8), 49–55. <https://doi.org/10.1145/280324.280332>

Brynjolfsson, E., & Hitt, L. M. (2000). Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance. *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 23–48. <https://doi.org/10.1257/jep.14.4.23>

Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company. New York.

Brynjolfsson, E., Rock, D., & Syverson, C. (2017). Artificial intelligence and the modern productivity paradox: A clash of expectations and statistics (NBER Working Paper No. 24001). <https://www.nber.org/papers/w24001>

Brynjolfsson, E., & Yang, S. (1996). Information technology and productivity: A review of the literature. *Advances in Computers*, 43, 179–214. [https://doi.org/10.1016/S0065-2458\(08\)60644-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2458(08)60644-0)

Böckerman, P., & Maliranta, M. (2007). The micro-level dynamics of regional productivity growth: The source of divergence in Finland. *Regional Science and Urban Economics*, 37(2), 165–182. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2006.08.004>

Corrado, C., Hulten, C., & Sichel, D. (2005). Measuring capital and technology: An expanded framework. In C. Corrado, C. Hulten, & D. Sichel (Eds.), *Measuring capital in the new economy* (pp. 11–46). University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226116174.003.0001>

Einiö, E., Koski, H., Kuusi, T., & Lehmus, M. (2022). *Innovation, Reallocation, and Growth in the 21st Century* (Publications of the Government's Analysis, Assessment and Research Activities, 2022:1). Valtioneuvosto. Helsinki <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163736>

European Commission. (2022). *The Digital Economy and Society Index (DESI) 2022*. Publications Office of the European Union.

European Investment Bank. (2024). *Investment report: Finland country chapter*. https://www.eib.org/files/documents/lucalli/20240238_econ_eibis_2024_finland_en.pdf

Fornaro, P., Kuosmanen, N., Kuosmanen, T., & Maczulskij, T. (2021). *Labor Productivity and Reallocation in Finland 2000–2018* (Government Survey and Research Publication Series, 2021:73). Prime Minister's Office. Helsinki.

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254–280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>

- Gronchi, I., Leppänen, J., Sarkia, K., Ahokas, J., Järvensivu, P., Salminen, V., & Uitto, H. (2023). Missiovetoisuus uudistavan tutkimus- ja innovaatiopolitiikan aikakaudella: Strategisen toimeenpanon malli (VN TEAS, 2023:33). Valtioneuvosto. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-495-8>
- Haskel, J., & Westlake, S. (2018). *Capitalism Without Capital: The Rise of the Intangible Economy*. Princeton University Press. Princeton.
- Hautamäki, A. (2025). *Näe asiat uudessa valossa*. Like. Helsinki.
- Huovari, J., & Kiema, I. (2024). Tuottavuuden ja kustannuskilpailukyvyn kehitys Suomessa (Taustaraportti tuottavuuslautakunnan vuoden 2024 raporttiin). Valtioneuvosto. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165837/01_Tuottavuuden_ja_kustannuskilpailukyvyn_kehitys_Suomessa.pdf
- IMF. (2024). Finland: Article IV Consultation (Country Report No. 2024/072). International Monetary Fund. <https://doi.org/10.5089/9798400270406.002>
- Jorgenson, D. W., Ho, M. S., & Stiroh, K. J. (2008). A retrospective look at the U.S. productivity growth resurgence. *Journal of Economic Perspectives*, 22(1), 3–24. <https://doi.org/10.1257/jep.22.1.3>
- Kaivo-oja, J., Knudsen, M. S., & Lauraéus, T. (2020). Coping with technological changes: Regional and national preparedness in face of technical change. In M. Collan & K.-E. Michelsen (Eds.), *Technical, economic, and societal effects of manufacturing 4.0* (pp. 271–298). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-030-46103-4_12
- Kaivo-oja, J., Kuusi, O., Knudsen, M. S., & Lauraéus, T. (2020). Digital twin: Current shifts and their future implications in the conditions of technological disruption. *International Journal of Web Engineering and Technology*, 15(2), 170–188.
- Kaivo-oja, J., Roth, S., & Westerlund, L. (2017). Futures of robotics: Human work in digital transformation. *International Journal of Technology Management*, 75(3–4), 244–269. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2017.085693>
- Knudsen, M. S., & Kaivo-oja, J. (2020). Collaborative robots: Frontiers of current literature. *Journal of Intelligent Systems: Theory and Applications*, 3(2), 13–20.
- Keyriläinen, M. & Kirsi Lappalainen, K. (2023). Työkykyohjelma 2019-2023. Loppuraportti. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2023:21. TEM. Helsinki.
- Laustola, I. (2020). The impact of creative destruction on economic development in Finland: a provincial panel data analysis. Master Thesis. Turku School of Economics. University of Turku. Turku.
- Makridakis, S. (2017). The forthcoming artificial intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms. *Futures*, 90, 46–60. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.03.006>
- Maliranta, M. (2014). Innovointi ja ”luova tuho” – erot maiden, toimialojen ja yritysryhmien välillä. *Kansantaloudellinen aikakauskirja*, 110(1), 20–41.
- Maliranta, M., & Ohlsbom, R. (2017). Suomen tehdasteollisuuden johtamiskäytäntöjen laatu (ETLA Raportit No. 73). Helsinki.
- Maliranta, M., & Rouvinen, P. (2004). ICT and business productivity: Finnish micro-level evidence. In *The Economic Impact of ICT: Measurement, Evidence and Implications* (Vol. 12, Issue 6, 213–240).

McKinsey Global Institute. (2021). The Productivity Puzzle and How Digital Can Solve It. MGI. Brussels.

OECD. (2001). OECD Productivity Manual: A Guide to the Measurement of Industry-level and Aggregate Productivity Growth. OECD Publishing. Paris.

OECD. (2019). Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264311992-en>

OECD. (2020). Digitalisation and productivity: A story of complementarities and divergences (STI Policy Papers No. 94). OECD Publishing. Paris. <https://doi.org/10.1787/67bdb64-en>

OECD. (2021). SME digitalisation to "Build Back Better: Digital for SMEs (D4SME) policy paper, OECD SME and Entrepreneurship Papers, No. 31, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/50193089-en>.

OECD. (2022). Skills Outlook: Finland. OECD Publishing. Paris.

OECD. (2023). OECD Digital Education Outlook 2023. Towards an Effective Digital Education Ecosystem. OECD. Paris.

OECD. (2025a). OECD Economic Surveys: Finland 2025 (Vol., 2025/11). OECD Publishing. Paris.

OECD. (2025b). SME digitalisation for competitiveness. The 2025 OECD D4SME Survey. OECD. Paris.

Oulton, N. (2016). The mystery of TFP. International Productivity Monitor, 31, 68–87.

Solow, R. M. (1987; July 12). We'd better watch out. The New York Times Book Review.

Stenborg, M., Huovari, J., Kiema, I., Maliranta, M., Kotilainen, A., & Keskinen, K. (2019). Tuotavuuden tila Suomessa. Miksi sen kasvu pysähtyi, käynnistyykö se uudelleen? Valtiovarainministeriön julkaisuja 2019:21. Helsinki.

Teece, D. J. (2018). Business models and dynamic capabilities. Long Range Planning, 51(1), 40–49. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007>

Timmer, M. P., Inklaar, R., O'Mahony, M., & van Ark, B. (2010). Economic Growth in Europe: A Comparative Industry Perspective. Cambridge University Press. Cambridge.

Valtioneuvosto. (2021). Parlamentaarisen TKI-työryhmän loppuraportti (Valtioneuvoston julkaisuja, 2021:95). Helsinki.

Valtiovarainministeriö (2024). Uudistavalla teknologiapolitiikalla kilpailukykyä ja hyvinvointia Suomelle: Teknologianeuvottelukunnan suositukset. Valtiovarainministeriön julkaisuja 2024:25. Helsinki.

World Economic Forum. (2023). The Future of Jobs Report 2023. Cologny, Geneva, Switzerland.



Satakunnan tuottavuusanalyysit

Jarmo Vehmas

Turun yliopiston kauppakorkeakoulu,
Tulevaisuuden tutkimuskeskus

1 Johdanto

Työn tuottavuuden heikentyminen on jo ollut keskeinen huolenaihe Suomen kansantaloudessa (esim. Tuottavuuslautakunta, 2019; Huovari & Kiema, 2024). Suomi ei ole pärjännyt kansainvälisessä vertailussa (esim. Pohjola, 2020). Työn tuottavuus vaihtelee myös alueittain ja toimialoittain. Vuonna 2021 Pohjois-Pohjanmaan liitto julkaisi muistion maakuntien tuottavuudesta. Muistiossa tarkasteltiin työn tuottavuuskehitystä vuosina 2000–2018 käyttäen mittarina reaalihintaista bruttoarvonlisäystä tehtyä työtuntia kohti. Sen mukaan Satakunnan tuottavuuskehitys oli Suomen heikoin, työn tuottavuus ei ollut juurikaan kasvanut vuosien 2000 ja 2018 välillä (Honkatukia, 2021). Kyseinen tulos oli ProDigy-hankkeen tuottavuustarkastelujen keskeisin lähtökohta. Toinen lähtökohta oli digitalisaation tarjoama mahdollisuus työn tuottavuuden parantamiseen Satakunnassa. Tavoitteena oli tutkia empiirisesti digitalisaation ja työn tuottavuuden suhdetta.

Aluksi Honkatukian (2021) tarkastelu päivitettiin Satakunnan maakunnan osalta uudemmallalla tilastoaineistolla. Tarkastelua syvennettiin ottamalla mukaan seutukuntataso sekä julkisesti saatavilla olevaa aineistoa tarkempi toimialajaottelu. Tuloksia hyödynnettiin dekompositioanalyysissä, jossa tarkasteltiin tuotannon bruttoarvonlisäyksen muutokseen vaikuttaneita tekijöitä alueittain ja toimialoittain. Arvonlisäyksen muutosta tarkasteltiin pelkästään työn tekemiseen liittyvien muutosten näkökulmasta.

Digitalisaation empiirisen tarkastelun mahdollisuudet osoittautuivat varsin huonoiksi Satakunnan osalta, sillä digitalisaation etenemistä kuvaavia tilastotietoja ei ole saatavilla lainkaan maakunnittain. Tähän palataan seuraavassa luvussa, jossa esitellään makro-osiossa käytetyt aineistot ja menetelmät. Tämän jälkeen käydään läpi alueittaisten ja toimialoittaisten työn tuottavuustarkastelujen tulokset sekä dekompositioanalyysien tulokset. Toimialoittaiset tulokset esitellään luvussa 3 Satakunnan 25 suurimman toimialan osalta.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Tilastoaineistot työn tuottavuuteen liittyen

Aluksi hyödynnettiin julkisesti saatavilla olevia kansantalouden aluetilinpidon aikasarjatoja tuotannon bruttoarvonlisäyksestä, tehtyjen työtuntien määrästä ja työvoiman määrästä vuosina 2000–2021 koko maasta, Satakunnasta sekä Rauman, Porin ja Pohjois-Satakunnan seutukunnista. Nämä aikasarjat ladattiin syksyllä 2023 Tilastokeskuksen StatFin-tietokantaan kuuluvasta kansantalouden aluetilinpidosta (Tilastokeskus, 2023a). Toimialoittaisia tietoja oli saatavilla TOL 2008-toimialaluokituksen yhteensä 30 aggregoidulta toimialalta vuosilta 2000–2021. Tilastokeskuksesta ostettiin vastaavat tiedot tarkemmalla toimialajaottelulla koko maasta, Satakunnan maakunnasta sekä Rauman, Porin ja Pohjois-Satakunnan seutukunnasta. Ostettu aineisto koostui yhteensä 78 toimialasta pääosin TOL 2008-toimialaluokituksen 2-numerotalla vuosilta 2010–2021. Varsinaiset analyysit tehtiin lopulta 70 toimialalle.

Aineistossa käypiin ja edellisen vuoden hintoihin esitetyt tuotannon bruttoarvonlisäystiedot deflatoitiin kunkin aikasarjan alkuvuoden hintoihin. Jatkossa julkisiin aineistoihin perustuvat tuotannon bruttoarvonlisäykset ja työn tuottavuudet on siis esitetty reaalisina vuoden 2000 hintoina ja ostettuihin aineistoihin perustuvat reaalisina vuoden 2010 hintoina.

2.2 Digitalisaatioon liittyvä tilastoaineisto

Makro-osiossa kartoitettiin myös digitalisaatioon liittyvän tilastoaineiston, erityisesti aikasarja-aineiston saatavuutta alueittain ja toimialoittain. Maakunnittain tilastoaineistoa digitalisaation etenemisestä ei ole saatavissa maksuttomista tietokannoista. Valtakunnallisia tilastotietoja löytyy, mutta aikasarjoja on parhaimmillaankin vain muutamalta vuodelta 2020-luvulta. Esimerkiksi Tilastokeskuksen (2023b) StatFin-tietokannan tilastotaulussa ”Tietotekniikan käyttö yrityksissä” (14yc) on valtakunnallisia tietoja digitalisaation etenemisestä toimialoittain verrattain laajalla muuttujajoukolla, mutta parhaimmillaankin vasta vuodesta 2021 alkaen. Kyseiset muuttujat ja toimialat on lueteltu liitteessä 1. Lisäksi Tilastokeskuksen (2023b) tilastotaulussa ”Tietotekniikan käyttö yrityksissä henkilöstön suuruusluokittain” (13vg) on pidempiä aikasarjoja (esimerkiksi verkkosivut omaavien yritysten osuus vuodesta 2002 alkaen) samoista muuttujista, mutta toimialoittainen jaottelu puuttuu. Kuten edellä todettiin, maakunnittaisen tilastoaineistojen puutteen ja aikasarjojen yhteensopimattomuuden vuoksi digitalisaation etenemistä ei ollut mahdollista sisällyttää Satakuntaa koskeviin empiirisiin tuottavuustarkasteluihin.

Julkisessa keskustelussa tuottavuudella viitataan useimmiten työn tuottavuuteen. Tämän lisäksi voidaan puhua myös kansantalouden kokonaistuottavuudesta, jossa toimialoittaiset työn tuottavuudet ovat yksi osatekijä. Kansantalouden tasolla saatavilla on aikasarja-aineistoja sekä kokonaistuottavuuden että myös työn tuottavuuden

osatekijöistä (Tilastokeskus, 2023c). Näihin tekijöihin kuuluu muun muassa ICT-intensiteetin kontribuutio kokonaistuottavuuteen ja työn tuottavuuteen, mutta aineisto on saatavissa ainoastaan koko kansantalouden tasolla. Digitalisaation vaikutusten tarkastelua Satakunnassa ei siten ollut mahdollista sisällyttää makro-osion empiirisiin analyyseihin. Toimialoittaista työn tuottavuutta ja arvonlisäystä tarkastelevien analyyseiden tulosten tulkinnassa pyritään kuitenkin ottamaan huomioon digitalisaation mahdollinen vaikutus. Tätä hankaloittaa erityisesti se, että kuten muutkin tekijät, digitalisaatio voi käytännössä joko lisätä tai heikentää työn tuottavuutta.

2.3 Työn tuottavuuden tarkastelu

Tilastoaineistossa (Tilastokeskus, 2023a) alueelliset ja toimialoittaiset bruttoarvonlisäykset ilmoitettiin käypiin ja edellisvuoden hintoihin. Näiden avulla laskettiin kullekin toimialalle arvonlisäyksen volyymisarja, joka kuvaa arvonlisäyksen määrällistä muutosta ilman hintamuutosten vaikutusta. Sivutuotteena saatiin myös toimialoittaiset hintaindeksit. Laskenta on tehty kaikille toimialoille samalla tavalla. Markkinatoimialoilla tuotannon bruttoarvonlisäys perustuu yritysten liikevaihtoon ja siihen lisättäviin ja siitä vähennettäviin eriin, mutta markkinattomilla toimialoilla bruttoarvonlisäys määritellään kustannusperusteisesti.

Kuten edellä todettiin, volyymisarjan perusvuodeksi valittiin aikasarja-aineistojen ensimmäinen vuosi eli julkisesti saatavilla olevien aineistojen (Tilastokeskus, 2023a) analyyseissä vuosi 2000 ja Tilastokeskukselta ostettujen aineistojen analyyseissä 2010. Työn tuottavuustarkastelua varten reaalihintaiset toimialojen bruttoarvonlisäykset jaettiin tehtyjen työtuntien määrällä, jolloin tulokseksi saatiin reaalihintainen aikasarja työn tuottavuudesta yksikkönä euroa per tunti (€/h). Alueellinen työn tuottavuus laskettiin sektoreittain koko kansantalouden (S1), yksityisen sektorin (S1Y) ja julkisyhteisöjen (S13) osalta koko maalle, Satakunnan maakunnalle (MK04) sekä Rauman (SK041), Porin (SK043) ja Pohjois-Satakunnan (SK044) seutukunnille. Toimialoittaiset työn tuottavuudet laskettiin myös seutukunnille, mutta tässä raportissa keskitytään Satakunnan ja koko maan vertailuun. Toimialojen 85–88 (Koulutus, Terveyspalvelut ja Sosiaalipalvelut) osalta laskettiin työn tuottavuus myös erikseen yksityiselle sektorille ja julkisyhteisöille.

2.4 Dekompositioanalyysi alueellisella ja toimialoittaisella tasolla

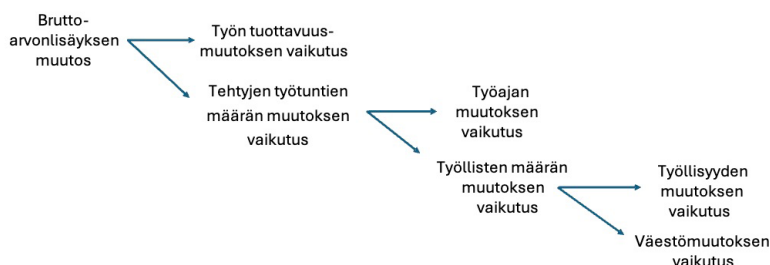
Työn tuottavuuden muutosta käytettiin yhtenä alueittaisen tuotannon bruttoarvonlisäyksen muutoksen ajurina. Muita alueellisen arvonlisäyksen ajureita ovat työn tekemisen näkökulmasta oheisen identiteetin mukaisesti vuosittaisen työajan muutos työllistä kohti, työllisyyden muutos sekä väestömäärän muutos.

$$\text{Bruttoarvonlisäys} \equiv \frac{\text{Bruttoarvonlisäys}}{\text{Tehdyt työtunnit}} \times \frac{\text{Tehdyt työtunnit}}{\text{Työllisten määrä}} \times \frac{\text{Työllisten määrä}}{\text{Väestömäärä}} \times \text{Väestömäärä}$$

Toimialoittaisen bruttoarvonlisäyksen muutoksen ajureina käytettiin vastaavasti työn tuottavuuden muutosta, vuosittaisen työajan muutosta sekä työllisten määrän muutosta alla olevan identiteetin mukaisesti.

$$\text{Bruttoarvonlisäys} \equiv \frac{\text{Bruttoarvonlisäys}}{\text{Tehdyt työtunnit}} \times \frac{\text{Tehdyt työtunnit}}{\text{Työllisten määrä}} \times \text{Työllisten määrä}$$

Dekompositioanalyysin avulla selvitetään matemaattisesti, millä tavoin ja minkä verran kukin ajuri vaikuttaa bruttoarvonlisäyksen muutokseen. Bruttoarvonlisäyksen muutos dekomponoidaan yllä olevassa identiteetissä tunnistettujen ajureiden vaikutusten summaksi. Kukin vaikutus voi joko lisätä tai vähentää arvonlisäystä. Dekompositioanalyysiin on olemassa monia erilaisia tekniikoita. ProDigy-hankkeessa sovellettiin ketjutettua kahden ajurin additiivista ja inkrementaalista dekompositioanalyysiä (Kuva 1). Kyseistä menetelmää on aikaisemmin sovellettu energiankulutuksen ja hiilidioksidipäästöjen muutoksen kansainväliseen tarkasteluun (ks. Vehmas & Luukkanen, 2022).



Kuva 1. Bruttoarvonlisäyksen ajurien ketjuttaminen alueellisella tasolla. Toimialoittaisten ajurien ketjutuksessa viimeinen vaihe jää pois.

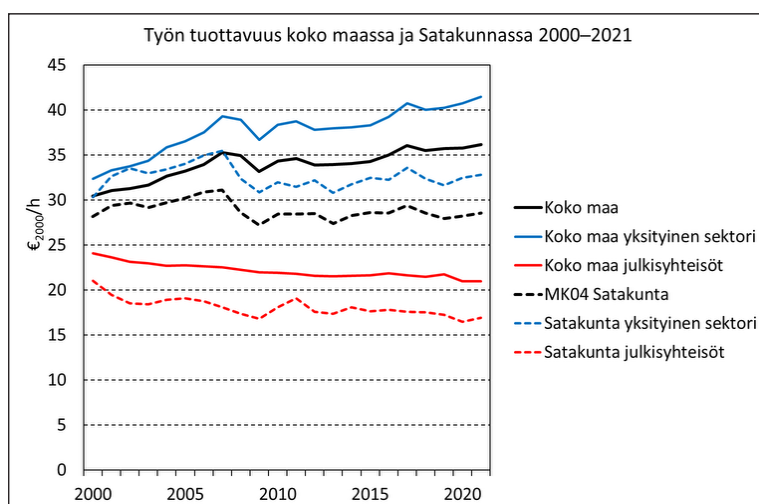
Menetelmän etuna on se, että se tuottaa täydellisen dekomposition ilman jäännöstermiä aineistosta riippumatta, ja vuosittaisista tuloksista voidaan summaamalla ottaa tarkasteltavaksi mikä tahansa aineistoon sisältyvä pidempi aikaväli (Vehmas & Luukkanen, 2022). Menetelmän suurin puute on se, että sen avulla ei ole mahdollista tarkastella rakenteellisten muutosten vaikutuksia alueellisella tasolla. Lisäksi ajureiden mielekäs ketjuttaminen edellyttää kausaalisuhdetta niiden välillä. Bruttoarvonlisäyksen tarkastelu työn tekemisen näkökulmasta kuitenkin täyttää kausaalisuusehdon, sillä työllisten määrän muutos ja työajan muutos johtavat muutokseen työtuntien määrässä, ja työtuntien määrän muutos ja työn tuottavuuden muutos johtavat muutokseen tuotannon bruttoarvonlisäyksessä (Kuva 1). Toimialoittaiset analyysit voivat lisäksi tuoda esille muutoksia, jotka alueellisessa tarkastelussa näyttäytyvät rakenteellisina muutoksina.

Dekompositioanalyysit tehtiin alueittain ja toimialoittain pelkästään koko talouden sektorille (S1). Alueiksi valittiin koko maa, Satakunta (MK04) sekä Rauman (SK041), Porin (SK043) ja Pohjois-Satakunnan (SK044) seutukunnat ja toimialoiksi ostetun ai-
neiston 70 toimialaa.

3 Tulokset

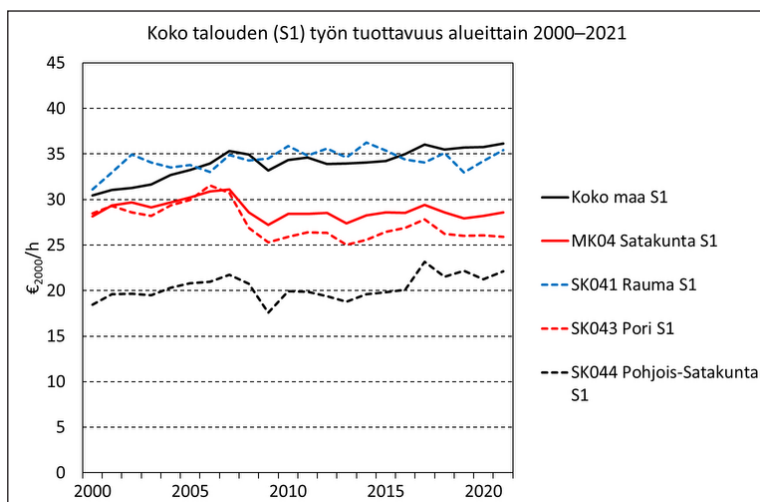
3.1 Työn tuottavuus ja arvonlisäyksen ajurit alueittain

Vuosina 2000–2021 työn tuottavuus ei ole Satakunnassa juurikaan kasvanut finanssikriisin aiheuttaman laskun jälkeen, toisin kuin koko maassa (Kuva 2). Työn tuottavuuskehityksessä yksityisen sektorin merkitys on keskeinen, mutta Satakunnassa yksityinen sektori ei ole kunnolla toipunut finanssikriisistä, vaan työn tuottavuustrendi on jäänyt pysyvästi valtakunnallisen koko talouden kehityksen alapuolelle, ja kasvukin on jäänyt melko vaatimattomaksi tarkasteluaikavälillä.



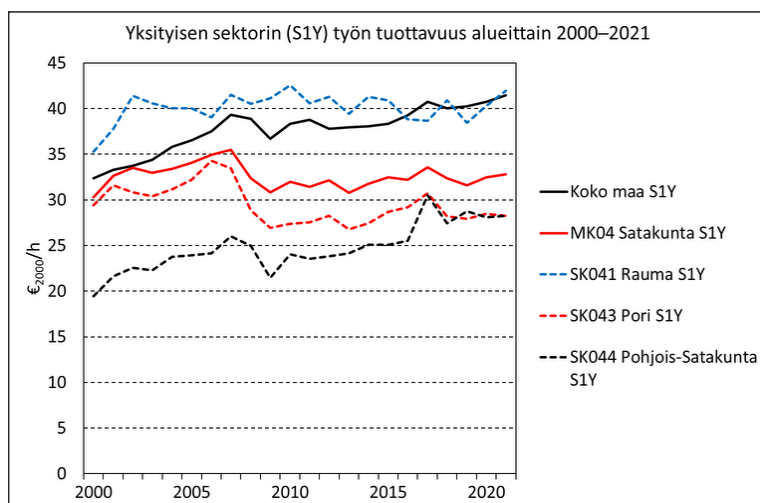
Kuva 2. Työn tuottavuuden kehitys koko maassa ja Satakunnassa sektoreittain (koko talous S1, yksityinen sektori S1Y ja julkisyhteisöt S13).

Rauman seutukunta on ollut tarkasteluajanjaksolla Satakunnan aluetalouden veturi. Koko talouden työn tuottavuuskehitys on siellä pysytellyt valtakunnallisen kehityksen tahdissa, toisin kuin Satakunnan muissa seutukunnissa (Kuva 3). Pohjois-Satakunnassa työn tuottavuus on kuitenkin parantunut finanssikriisin jälkeen ja ylittänyt kriisiä edeltäneen vuoden 2007 tason. Satakunnan ongelmat kohdistuvat erityisesti Porin seutukuntaan, jossa finanssikriisin aiheuttama lasku työn tuottavuudessa on ollut huomattavan suuri ja sen jälkeinen kehitys Satakunnan heikoin.



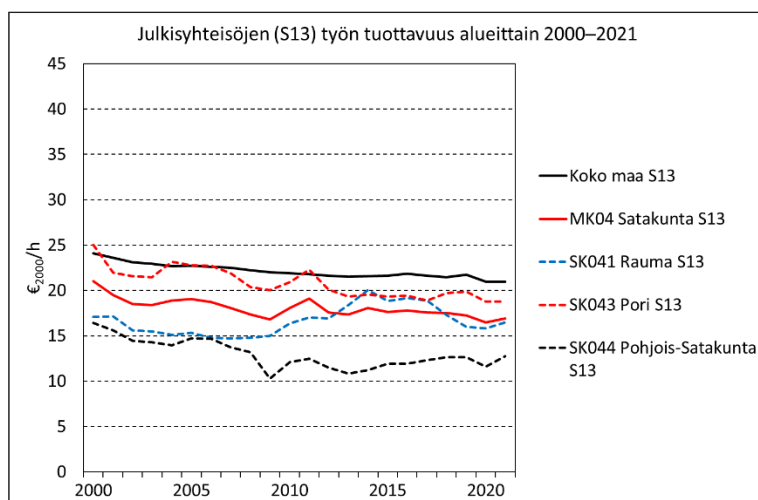
Kuva 3. Koko talouden (S1) työn tuottavuuskehitys alueittain 2000–2021.

Yksityisen sektorin työn tuottavuuskehitys tuo vielä selvemmin esille Satakunnan ongelmat. Rauman seutukunnan hyvää kehitystä varjostaa se, että työn tuottavuus on jäämässä jälkeen valtakunnallisesta kehityksestä yksityisellä sektorilla (Kuva 4), joka perinteisesti on vastannut suurimmasta osasta työn tuottavuuden kasvua. Pohjois-Satakunnassa yksityisen sektorin työn tuottavuuden taso on ollut selvästi Satakunnan alhaisin, mutta on viime vuosina noussut Porin seutukunnan tasolle. Kokonaisuutena yksityisen sektorin työn tuottavuus on kehittynyt finanssikriisin jälkeen parhaiten Pohjois-Satakunnassa.



Kuva 4. Yksityisen sektorin (S1Y) työn tuottavuuskehitys alueittain 2000–2021.

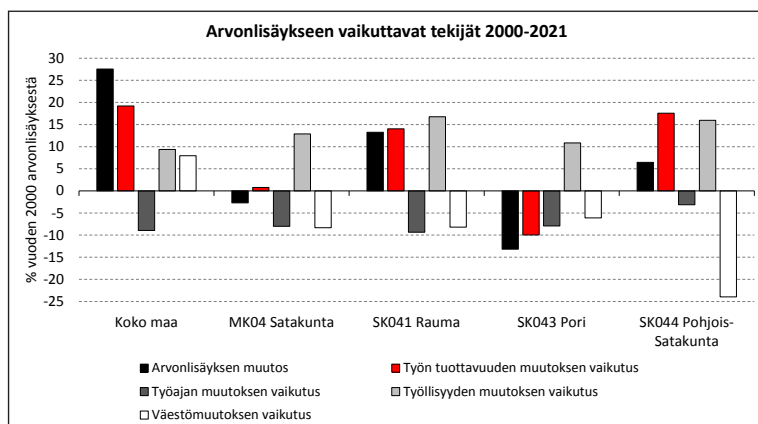
Julkisyhteisöjen työn tuottavuustrendi on ollut kaikilla tarkastelluilla alueilla laskeva vuosina 2000–2021 (Kuva 5). Satakunnan ja seutukuntien työn tuottavuudessa on välittömästi finanssikriisin jälkeen merkittävä nousu, jota ei ole valtakunnallisessa julkisyhteisöjen työn tuottavuudessa. Rauman seutukunnassa nousu jatkui muuta Satakuntaa pidempään. Julkisyhteisöjen työn tuottavuuskehitystä tarkasteltaessa on huomattava, että se perustuu valtaosin markkinattomaan tuotantoon.



Kuva 5. Julkisyhteisöjen (S13) työn tuottavuuskehitys alueittain 2000–2021.

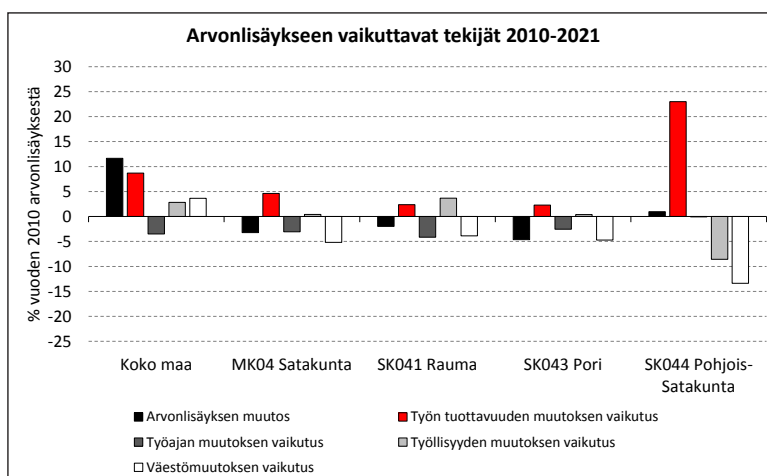
Kuvat 6 ja 7 esittävät tuotannon bruttoarvonlisäykseen vaikuttaneet tekijät kahdella eri aikavälillä, 2000–2021 (Kuva 6) ja 2010–2021 (Kuva 7). Kuvapari tuo esille kaksi oleellista metodologista seikkaa dekompositioanalyyseistä: ensinnäkin tulokset ovat verrattain herkkiä tarkasteluajavälin valinnalle, ja toiseksi vertailuvuoden bruttoarvonlisäyksen arvoon suhteutetut tekijöiden vaikutukset ovat sitä suurempia, mitä pidemmästä tarkasteluajavälistä on kyse.

Kuva 6 osoittaa, että arvonlisäyksen kehitys on Satakunnassa ollut vuosina 2000–2021 selvästi heikompi kuin koko maassa. Tuotannon vuotuinen bruttoarvonlisäys on laskenut Satakunnassa, ja nimenomaisesti Porin seutukunnassa. Muissa seutukunnissa arvonlisäys on noussut, mutta selvästi vähemmän kuin koko maassa. Väestön väheneminen ja työajan lyhentyminen ovat keskeisimmät arvonlisäyksen laskua selittävät tekijät Satakunnassa ja Porin seutukunnassa, ja niiden vaikutus on ollut arvonlisäystä vähentävä myös muissa seutukunnissa (Kuva 6). Pohjois-Satakunnan muutoin hyvä kehitys jää jossain määrin väestön vähenemisen jalkoihin. Positiivisin seikka Satakunnassa ja seutukunnissa on ollut työllisyyden parantuminen, joka on vaikuttanut arvonlisäystä kasvattavasti kaikkialla Satakunnassa. Työn tuottavuuden kasvulla on ollut suuri merkitys arvonlisäyksen kasvattajana Pohjois-Satakunnan ja Rauman seutukunnissa.



Kuva 6. Bruttoarvonlisäyksen dekompositioanalyysin tulokset koko maassa, Satakunnassa ja seutukunnissa aikavälillä 2000–2021.

Tarkasteluaikavälillä 2010–2021 tuotannon vuosittainen bruttoarvonlisäys on kasvanut valtakunnallisesti noin 12 %, mutta laskenut Satakunnassa Pohjois-Satakunnan seutukuntaa lukuun ottamatta. Kuva 7 osoittaa hyvin Satakunnan koko maata hitaamman toipumisen finanssikriisistä vuoden 2010 jälkeen. Työn tuottavuus on jonkin verran kasvanut, eikä työllisyyskään ole laskenut, Pohjois-Satakunnan seutukuntaa lukuun ottamatta, mutta väestön väheneminen ja työajan lyhentymisen ovat estäneet alueellisen bruttoarvonlisäyksen kasvun Satakunnassa ja erityisesti suurissa Porin ja Rauman seutukunnissa.



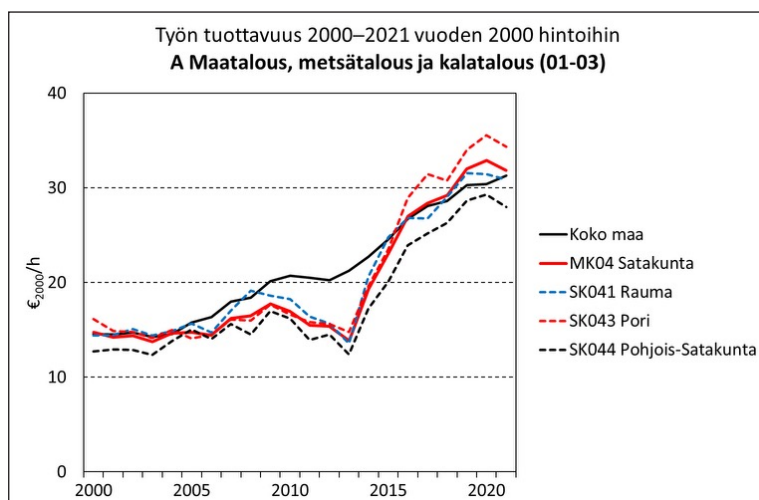
Kuva 7. Bruttoarvonlisäyksen dekompositioanalyysin tulokset koko maassa, Satakunnassa ja seutukunnissa aikavälillä 2010–2021.

3.2 Työn tuottavuus ja arvonlisäyksen ajurit toimialoittain

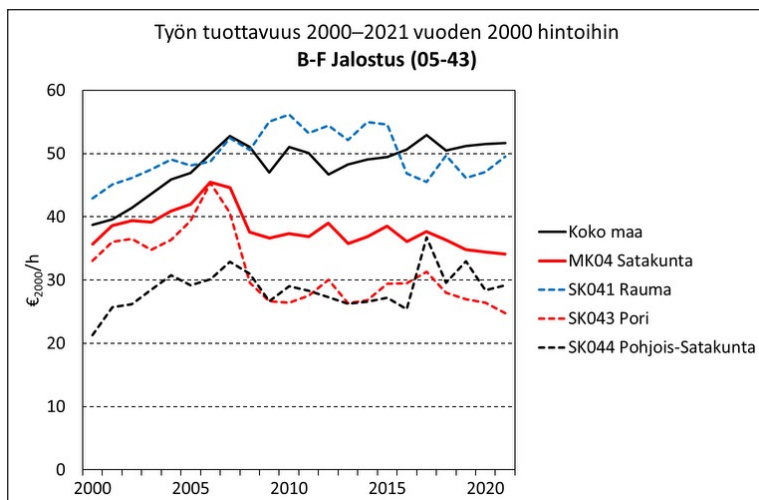
Seuraavassa esitellään työn tuottavuus ja arvonlisäyksen muutokseen vaikuttavat tekijät toimialoittain ja alueittain.

3.2.1 Kolme päätoimialaa

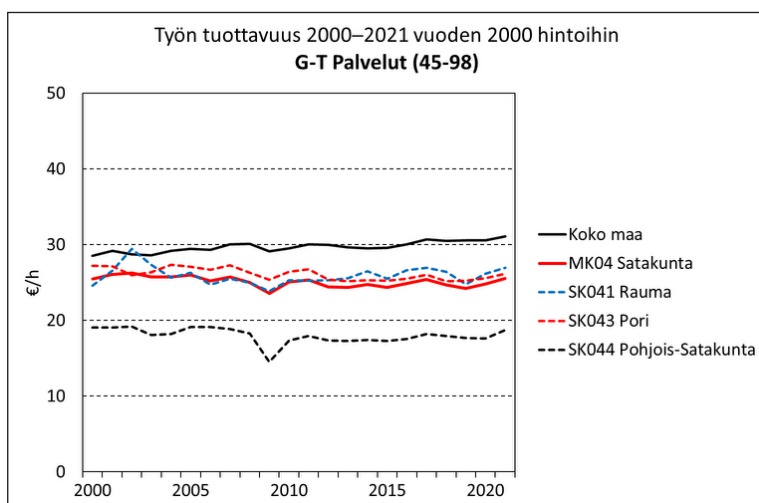
Kuissa 8–10 on esitetty aggregoitujen päätoimialojen eli maatalouden (Kuva 8), jalostuksen (Kuva 9) ja palveluiden (Kuva 10) työn tuottavuuskehitys koko maassa, Satakunnassa ja seutukunnissa vuosina 2000–2021. Maa- ja metsätalouden työn tuottavuus notkahti finanssikriisin jälkeen Satakunnassa selvästi valtakunnan tasoa enemmän, mutta on viime vuosina noussut valtakunnan tasoa korkeammaksi erityisesti Porin seutukunnassa (Kuva 8). Sen sijaan jalostuksessa finanssikriisin vaikutukset näkyvät kaikilla alueilla siten, että työn tuottavuuteen on tullut sen jälkeen vaihtelevuutta, eikä selvää kasvavaa trendiä ole enää tunnistettavissa Satakunnassa (Kuva 9). Seutukunnista Pohjois-Satakunnan trendi on positiivisin, siellä työn tuottavuus on noussut korkeammalle tasolle kuin Porin seutukunnassa, joka on perinteistä satakuntalaista teollisuusaluetta. Rauman seutukunnassa jalostuksen työn tuottavuus on pitkään ollut valtakunnan keskimääräistä tasoa korkeampi, mutta vuoden 2016 jälkeen laskenut sen alapuolelle ollen kuitenkin selvästi Satakunnan korkein. Palveluissa työn tuottavuus on koko 2000-luvun ollut Satakunnassa selvästi koko maan tasoa alhaisempi (Kuva 10). Yleisesti ottaen palveluiden työn tuottavuus on pysynyt lähestulkoon ennallaan, mutta eroja todennäköisesti on yksityisten ja julkisten palveluiden tuottavuuskehityksessä. Tähän palataan jäljempänä erityisesti koulutuksen sekä sosiaali- ja terveyspalvelujen osalta.



Kuva 8. Maatalouden työn tuottavuuden kehitys koko maassa, Satakunnassa ja seutukunnissa 2000–2021.



Kuva 9. Jalostuksen työn tuottavuuden kehitys koko maassa, Satakunnassa ja seutukunnissa 2000–2021.



Kuva 10. Palvelujen työn tuottavuuden kehitys koko maassa, Satakunnassa ja seutukunnissa 2000–2021.

Seuraavassa tarkastellaan toimialoittaista työn tuottavuuskehitystä Satakunnassa ja koko maassa aikavälillä 2010–2021 sekä toimialoitaiseen bruttoarvonlisäykseen vaikuttaneita tekijöitä Satakunnassa samalla aikavälillä. Taulukossa 1 on esitetty 25 tuotannon bruttoarvonlisäyksellä mitattuna merkittävintä toimialaa Satakunnassa. Yhteensä nämä toimialat kattoivat 84,5 % koko Satakunnan tuotannon bruttoarvonlisäyksestä vuonna 2021. Suurin toimiala on kiinteistötoimintaan (TOL 2008 toimiala 68) kuuluva asuntojen ja asuinkiinteistöjen hallinta (68202). Sille ei alan luonteen

vuoksi voida tilastoida työtunteja, joten sille ei voida laskea työn tuottavuutta. Tämän vuoksi alatoimialan 68202 tiedot on poistettu taulukossa mukana olevan toimialan 68 tiedoista.

Taulukko 1. Satakunnan 25 bruttoarvonlisäykseltään suurinta toimialaa vuonna 2021.

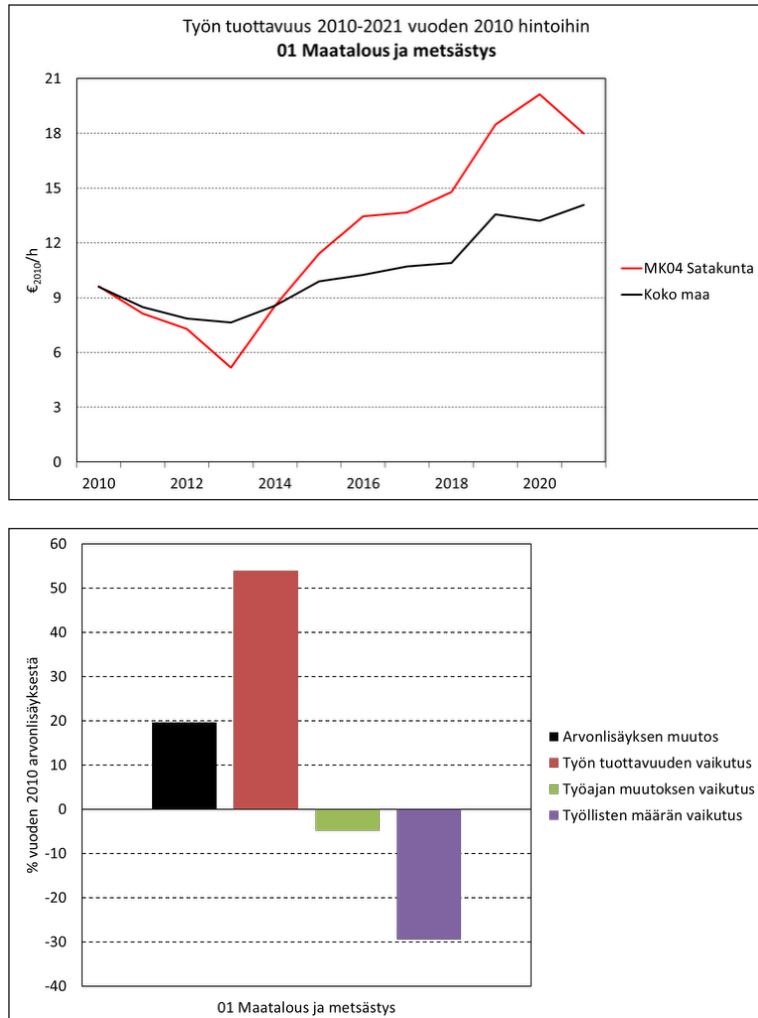
Toimiala TOL 2008	Osuus bruttoarvon- lisäyksestä (%)	Osuus työllisistä (%)
68202 Asuntojen ja asuinkiinteistöjen hallinta	8,4	0,0
84 Julkinen hallinto ja sosiaalivakuutus	7,0	9,0
87_88 Sosiaalipalvelut	5,4	10,2
41+432_439 Talonrakentaminen ym.	5,3	6,5
86 Terveyspalvelut	5,1	8,2
28 Muiden koneiden ja laitteiden valmistus	5,0	3,5
85 Koulutus	4,4	5,4
35 Energiahuolto	3,9	1,6
47 Vähittäiskauppa (pl. autot ym.)	3,6	5,8
17 Paperiteollisuus	3,5	1,2
68 Kiinteistöalan toiminta (pl. 68202)	3,4	0,8
24 Metallien jalostus	3,4	2,2
49 Maaliikenne	2,8	4,0
02 Metsätalous ja puunkorjuu	2,3	0,7
25 Metallituotteiden valmistus	2,3	2,7
10 Elintarviketeollisuus	2,2	0,2
42+431 Maa- ja vesirakentaminen ym.	2,1	2,1
71 Tekniset palvelut	1,8	1,8
16 Puuteollisuus	1,8	0,7
52 Varastointi ja liikennettä palveleva toiminta	1,7	1,3
45 Autojen ym. kauppa, korjaus ja huolto	1,6	2,1
46 Tukkukauppa (pl. autot ym.)	1,5	1,8
01 Maatalous ja metsästys	1,5	3,6
78 Työllistämistoiminta	1,2	2,6
38 Jätteen keruu, käsittely ja loppusijoitus; materiaalien kierrätys	1,2	0,5

Jäljempänä kuvissa 11–36 toimialojen tuottavuutta käsitellään toimialaluokituksen TOL 2008 mukaisessa järjestyksessä. Kussakin kuvassa on kaksi graafia. Ylemmässä on työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa. Alemmassa graafissa on Satakuntaa koskevan bruttoarvonlisäyksen dekompositioanalyysin tulos. On huomattava, että nämä tulokset ovat herkkiä tarkasteltavalle aikavälille. Inkrementaalinen metodi kuitenkin laskee kaikki vuosittaiset muutokset, joten tuloksia voidaan tarvittaessa helposti laskea myös muille ajanjaksoille vuosien 2010 ja 2021 välillä.

Toimialoitteisessa dekompositioanalyysissä tuotannon bruttoarvonlisäyksen muutos jaotellaan työn tuottavuuden, keskimääräisen työajan ja työllisten määrän muutosten vaikutuksiksi. Kuissa 11–36 ylemmän graafin mustan pylvään korkeus on vaikuttavia tekijöitä koskevien pylväiden korkeuksien summa. Mitä korkeampi pylväs, sitä suurempi on sen vaikutus arvonlisäyksen muutokseen. Dekompositioanalyysin tulokset on ilmoitettu prosentteina vertailuvuoden 2010 absoluuttisesta bruttoarvonlisäyksestä. Liitteessä 2 on esitetty vastaavat graafiparit niille 45 toimialalle, joita ei ole käsitelty kuissa 11–36.

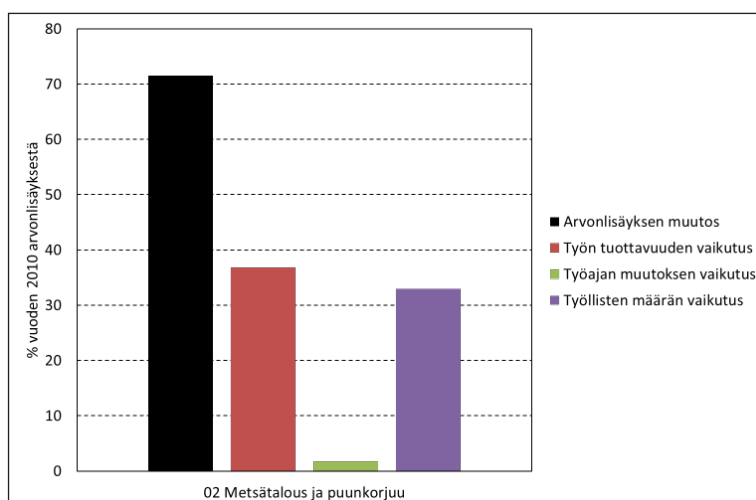
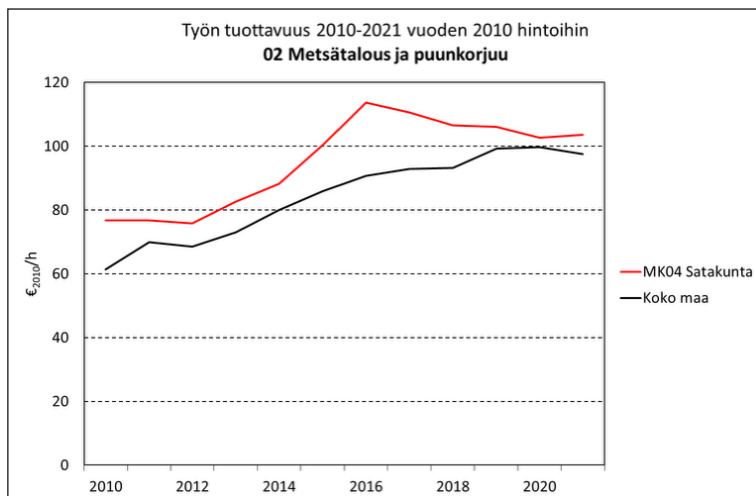
2.2.2 Maa- ja metsätalous

Kuissa 11 ja 12 on esitetty työn tuottavuuskehitys ja arvonlisäyksen vaikuttavat tekijät kahdella maa- ja metsätalouden merkittävällä toimialalla Satakunnassa vuosina 2010–2021. Maataloudessa ja metsästyksessä työn tuottavuuskehitys on vuoden 2013 jälkeen ollut hyvä sekä valtakunnallisesti että erityisesti Satakunnassa, lukuun ottamatta viimeisen vuoden notkahdusta (Kuva 11). 20 prosentin arvonlisäyksen kasvua Satakunnassa selittää huomattava työn tuottavuuden parantuminen, sen sijaan työajan lievä lyhentyminen ja työllisten määrän merkittävä lasku ovat syöneet työn tuottavuusmuutoksen aikaansaamaa tuotannon bruttoarvonlisäyksen kasvua. Digitalisaatiolla saattaa olla vaikutusta maatalouden työn tuottavuuden huomattavaan kasvuun Satakunnassa.



Kuva 11. Maatalouden ja metsästyksen (TOL 2008 toimiala 01) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä maatalouden ja metsästyksen bruttoarvonnäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

Metsätalous ja puunkorjuu on myös toimiala, jossa työn tuottavuus on noussut vuosien 2010 ja 2021 välisenä aikana. Satakunnassa työn tuottavuuskehitys on vuoden 2016 jälkeen kääntynyt lievästi laskuun, mutta on kuitenkin ollut valtakunnallisen tason yläpuolella koko tarkasteluajavälin ajan (Kuva 12). Toimiala 02 on ensimmäinen esimerkki melko vähälukuisista toimialoista, joilla yksikään tarkastelluista tekijöistä ei ole alentanut tuotannon bruttoarvonnäyksestä. Työn tuottavuuden parantuminen ja työllisten määrän kasvu selittävät merkittävän (70 %) arvonnäyksen kasvun Satakunnassa lähes kokonaan. Myös metsätalouden ja puunkorjuun alalla digitalisaatiolla voi olla osuutta työn tuottavuuskehityksen parantumiseen, mutta sen selvittäminen vaatisi lisätutkimusta muilla menetelmillä.

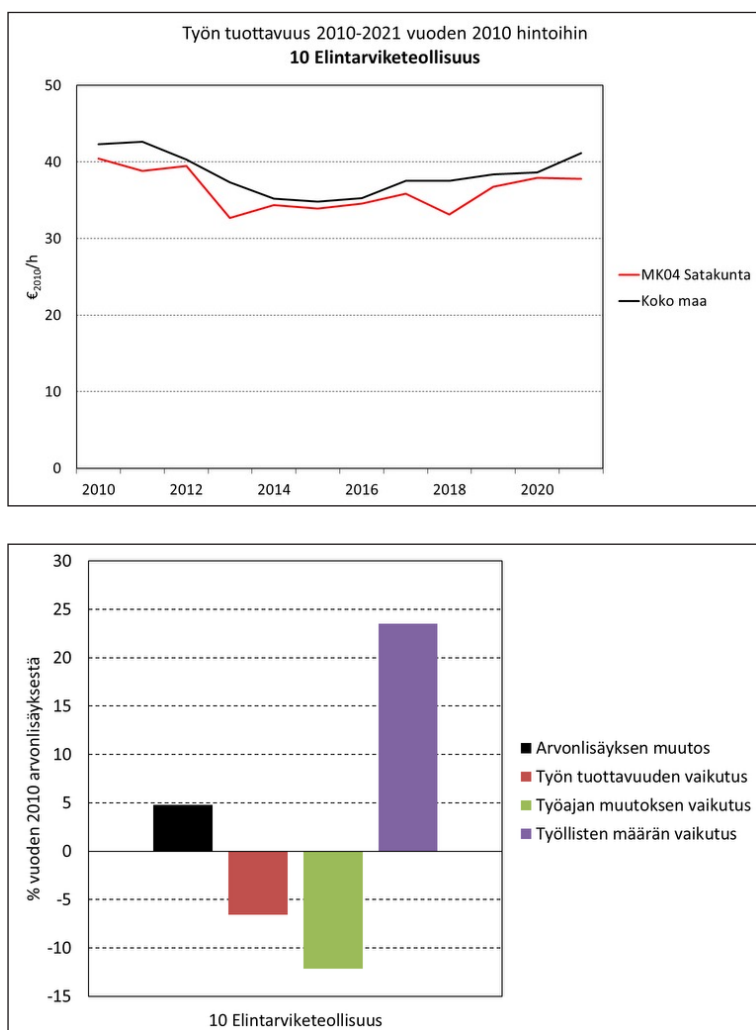


Kuva 12. Metsätalouden ja puunkorjuun (TOL 2008 toimiala 02) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäyksen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

3.2.3 Teollisuus

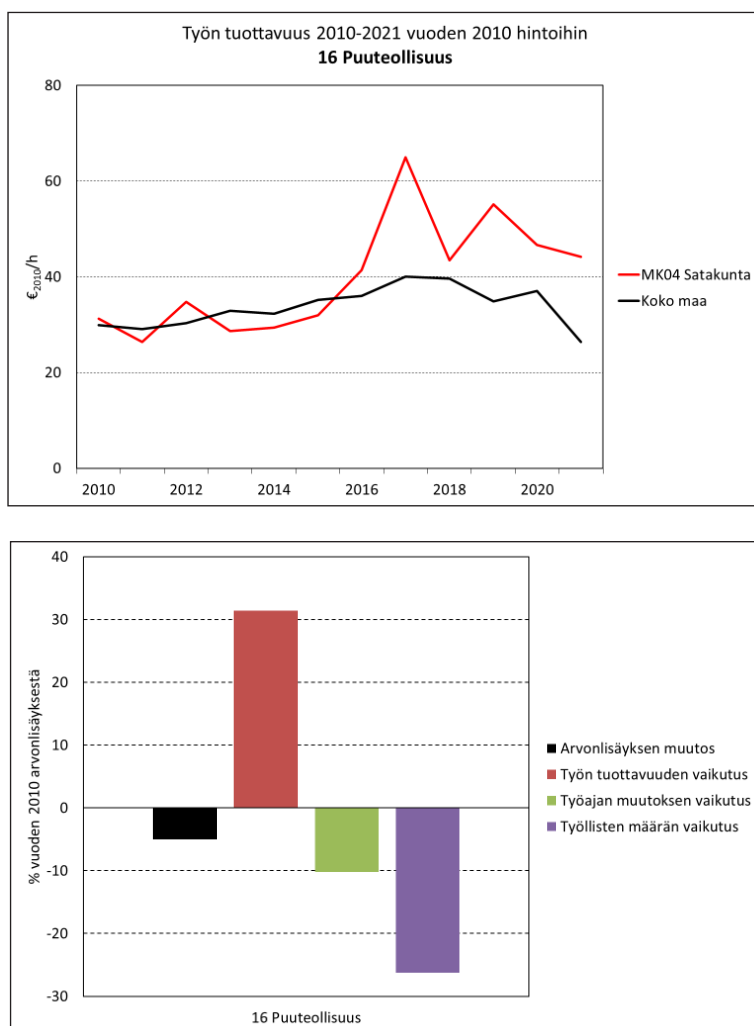
Kuvissa 13–20 on esitetty Satakunnan merkittävien teollisuustoimialojen työn tuottavuus sekä tuotannon bruttoarvonlisäyksen muutokseen vaikuttaneet tekijät.

Elintarviketeollisuudessa työn tuottavuuskehitys on ollut Satakunnassa melko samankaltainen kuin valtakunnallisesti. Työn tuottavuus on jonkin verran laskenut, ja osittain sen vuoksi tuotannon bruttoarvonlisäyksen kasvu on jäänyt vaatimattomaksi. Arvonlisäyksen muutosta Satakunnassa selittävät kuitenkin enemmän työllisten määrän kasvu ja työajan lyhentyminen kuin työn tuottavuuden lasku (Kuva 13).



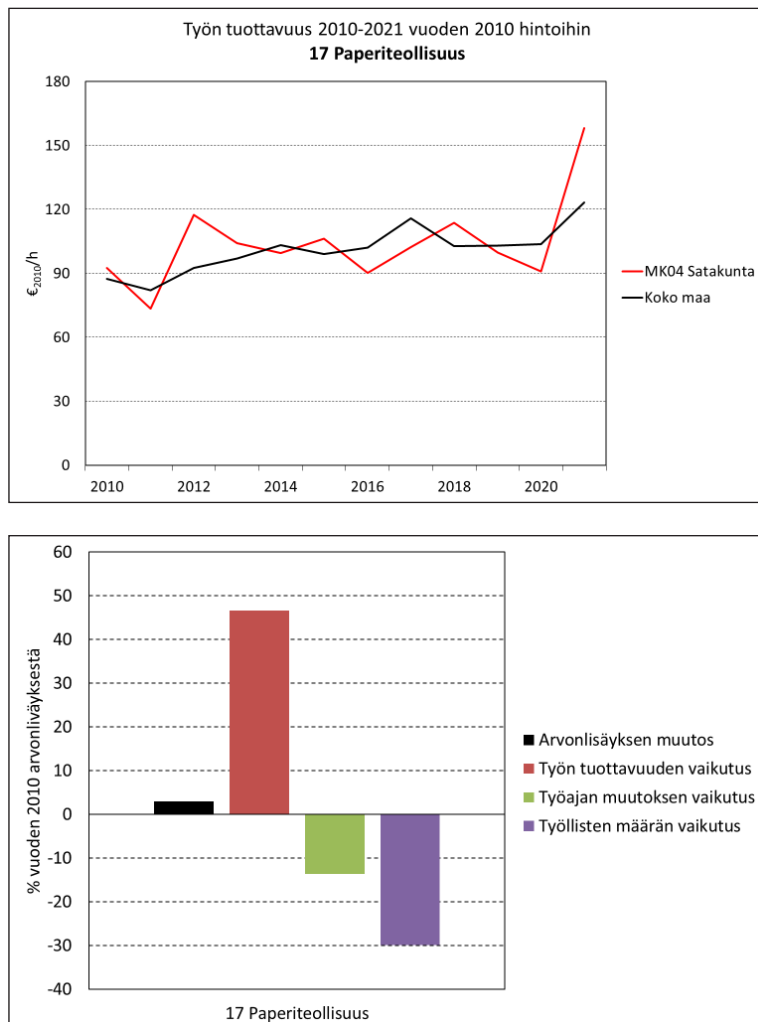
Kuva 13. Elintarviketeollisuuden (TOL 2008 toimiala 10) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

Puuteollisuudessa eli mekaanisessa metsäteollisuudessa työn tuottavuuskehityksessä on nopeita vaihteluita tarkasteluajavälin 2010–2021 jälkipuoliskolla, erityisesti Satakunnassa (Kuva 14). Valtakunnallisesti työn tuottavuus on laskenut, mutta Satakunnassa noussut vuosien 2010 ja 2021 välillä. Huippuvuoden 2017 jälkeen työn tuottavuus on Satakunnassa ollut selvästi koko maan tasoa parempi vaihteluista huolimatta. Työn tuottavuusmuutos on myös kasvattanut puuteollisuuden tuotannon bruttoarvonlisäystä. Työllisten määrän lasku ja työajan lyhentyminen ovat kuitenkin olleet niin merkittäviä, että kokonaisuutena tuotannon vuotuinen bruttoarvonlisäys on laskenut jonkin verran (Kuva 14).



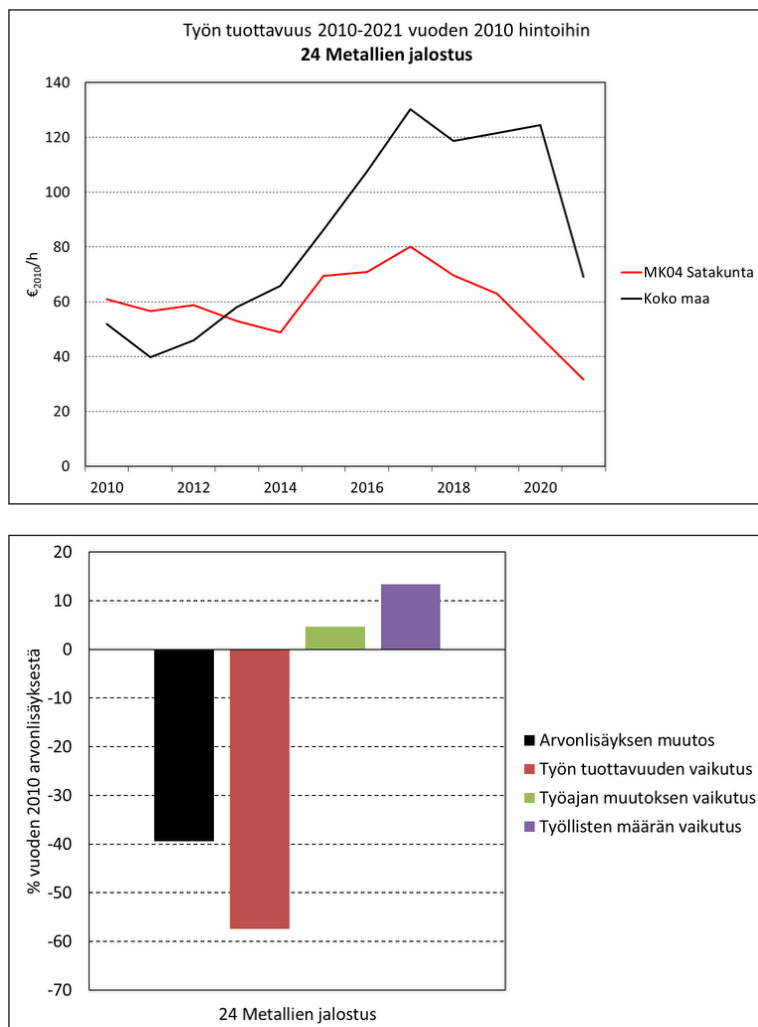
Kuva 14. Puuteollisuuden (TOL 2008 toimiala 16) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäyksen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

Massa- ja paperiteollisuudessa työn tuottavuuskehitys on ollut vuosina 2010–2021 nousujohteista valtakunnallisesti. Satakunnassa työn tuottavuudessa on ollut voimakkaita vaihteluita, mutta kokonaisuutena tarkasteluajavälillä työn tuottavuus on noussut Satakunnassakin (Kuva 15), erityisesti vuoden 2021 kolminkertaistumisen myötä. Vuosina 2011–2020 trendi oli kuitenkin pääosin laskeva. Toimialalla 17 työn tuottavuus oli Satakunnassa teollisuustoimialojen korkein. Tarkasteluajavälillä tuotannon bruttoarvonlisäys oli kuitenkin varsin vähäinen, ja huomattava työn tuottavuusparannus lähes nollaantui työllisten määrän ja työajan lyhentymisen vuoksi. Digitalisaation merkitys tässä kehityskulussa on mahdollinen, mutta vaatisi lisäselvitystä.



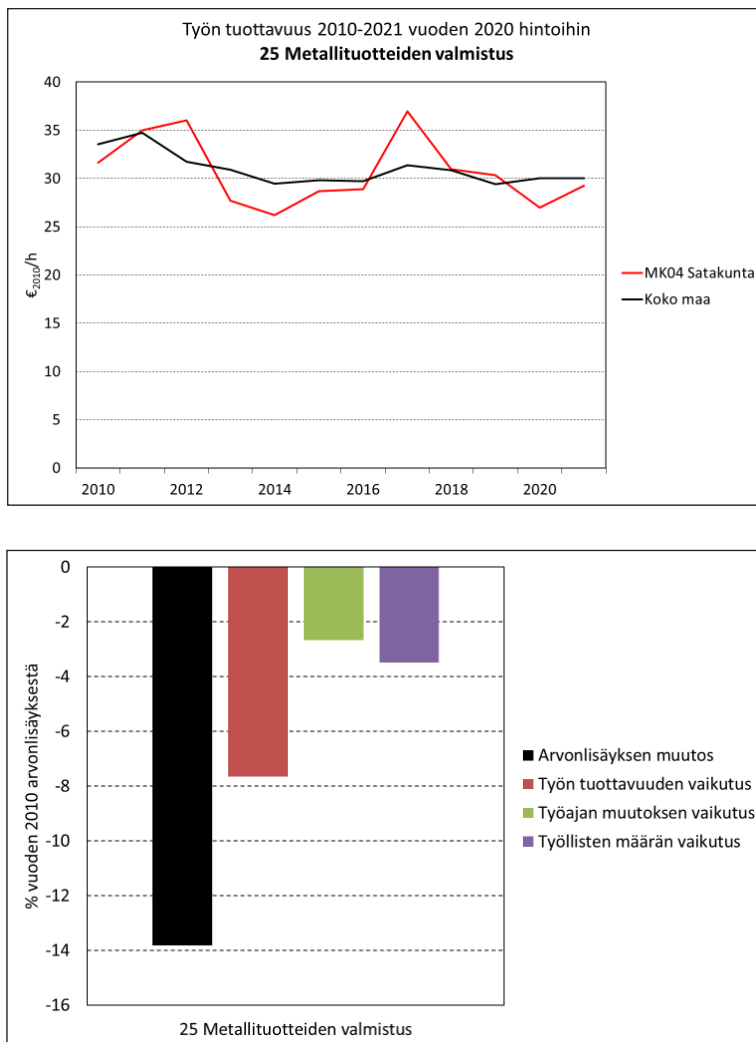
Kuva 15. Paperiteollisuuden (TOL 2008 toimiala 17) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

Kuvan 16 toimiala kemianteollisuus ei ollut mukana taulukossa 1, mutta se päätettiin ottaa mukaan mielenkiintoisuutensa vuoksi, ja koska se on ollut Satakunnan merkittävimpiä teollisuudenaloja. Kemianteollisuudessa valtakunnallinen työn tuottavuus on ollut nousujohteista tarkasteluajavälin paria viimeistä vuotta lukuun ottamatta. Satakunnassa kemianteollisuus on perinteisesti ollut Satakunnan suurimpia ja korkean työn tuottavuuden teollisuustoimialoja, mutta vuonna 2018 tilanne muuttui oleellisesti (Kuva 16). Yhdysvaltalaisen Venatorin omistaman Porin titaanioksiditehtaan tuotanto ajettiin alas vuoden 2017 tulipalon jälkeen, ja sen seurauksena kemianteollisuuden tuotanto ja työn tuottavuus romahtivat Satakunnassa. Tämä episodi dominoi Satakunnan tuotannon bruttoarvonlisäyksen 90 prosentin laskua vuodesta 2010 vuoteen 2021 (Kuva 16).



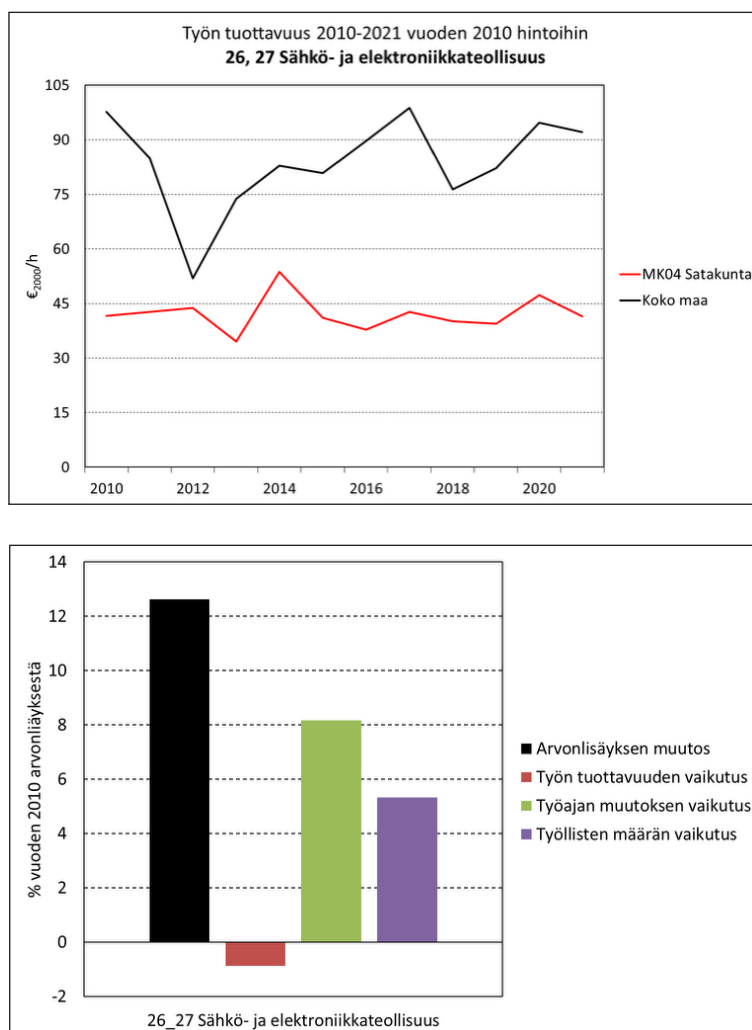
Kuva 17. Metallien jalostuksen (TOL 2008 toimiala 24) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

Metallituoteteollisuudessa työn tuottavuuskehitys on ollut niin ikään laskeva, mutta Satakunnassa vuosittainen vaihtelu on voimakkaampaa kuin valtakunnallisesti (Kuva 18). Myös tuotannon bruttoarvonlisäys on laskenut, ja dekompositioanalyysi ei löytänyt yhtään tekijää, joka olisi pystynyt arvonlisäystä kasvattamaan. Suurin osa arvonlisäyksen laskusta johtuu työn tuottavuuden laskusta, minkä lisäksi työllisten määrä on hiukan laskenut ja työaikakin hieman lyhentynyt.



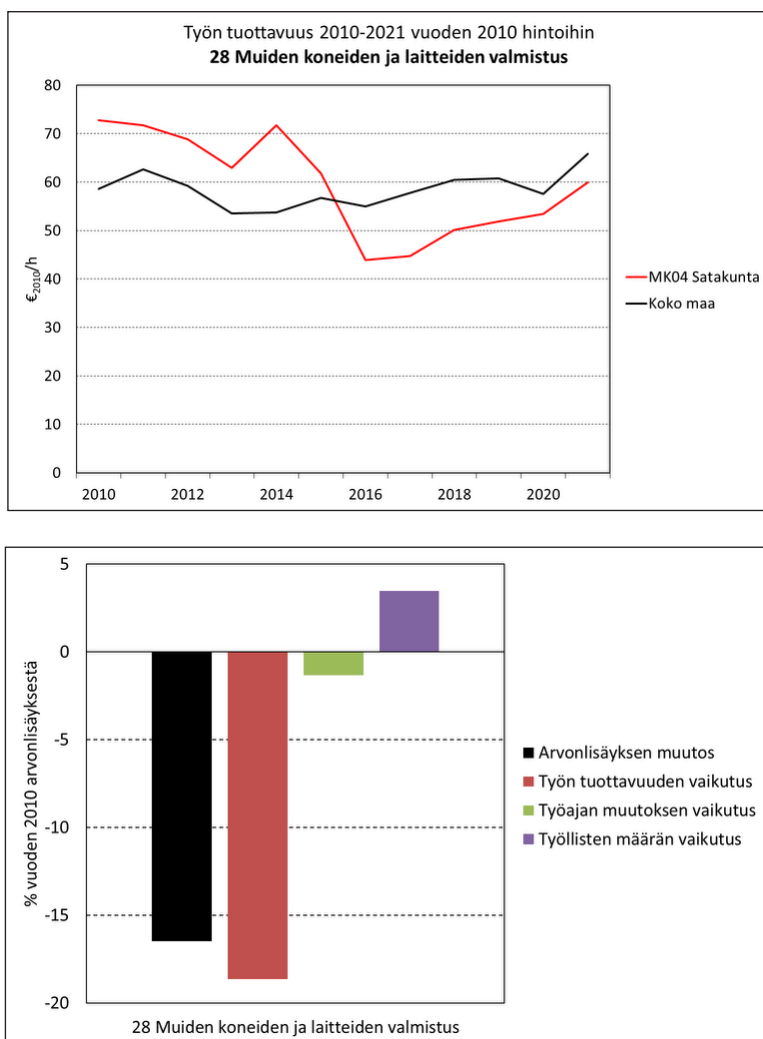
Kuva 18. Metallituoteteollisuuden (TOL 2008 toimiala 25) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

Sähkö- ja elektroniikkateollisuudessa ero työn tuottavuudessa on huomattava koko maan ja Satakunnan välillä (Kuva 19). Satakunnassa työn tuottavuus on vain noin puolet siitä mitä koko maassa. Toimiala 25 on sikäli erikoinen, että valtakunnallinen vaihtelu työn tuottavuudessa on ollut voimakkaampaa kuin Satakunnassa. Vuosien 2010 ja 2021 välillä työn tuottavuudessa ei kuitenkaan ole kovin suurta muutosta. Satakunnassa tuotannon bruttoarvonlisäys on kasvanut, ja työn tuottavuusmuutos on ainoa tekijä, joka sitä ei ole kasvattanut. Merkittävin arvonlisäystä kasvattava tekijä on dekompositioanalyysin mukaan ollut työajan pidentyminen (Kuva 19).



Kuva 19. Sähkö- ja elektroniikkateollisuuden (TOL 2008 toimialat 26 ja 27) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

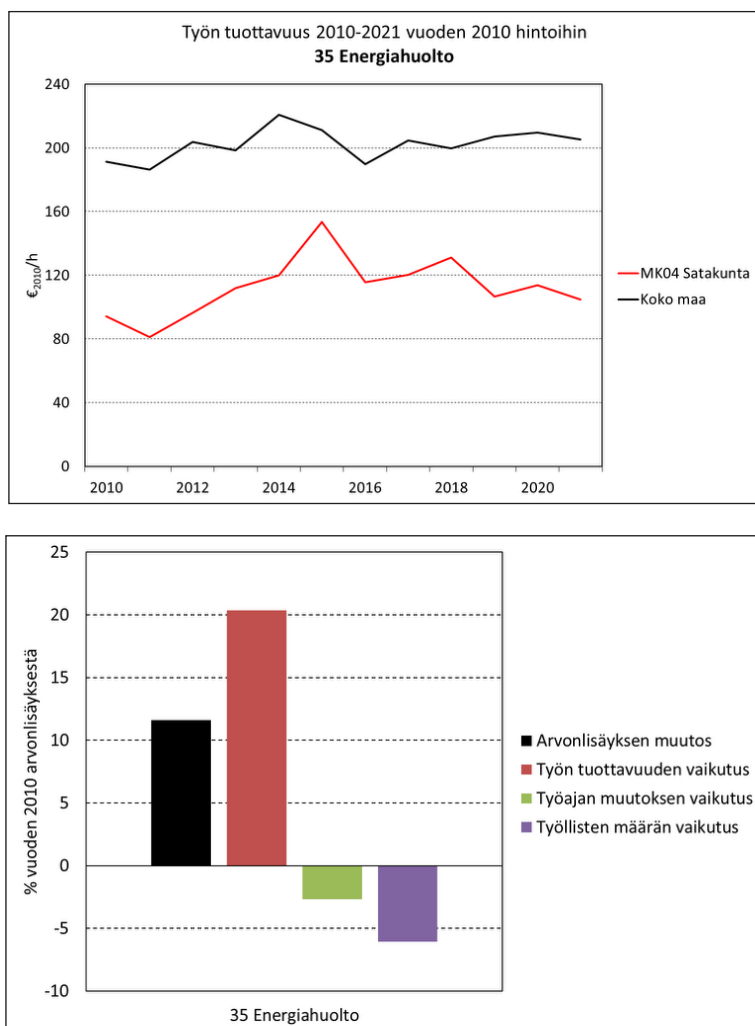
Muiden koneiden ja laitteiden valmistus eli konepajateollisuus on Satakunnan suurin teollisuustoimiala tuotannon bruttoarvonlisäyksellä mitattuna. Työn tuottavuuskehitys on vuosien 2010 ja 2021 välillä ollut laskeva, mutta vuodesta 2016 alkaen nousujohteinen kuitenkin yltämättä tarkasteluajavälin alun korkeimpaan tasoon (Kuva 20). Valtakunnallisesti työn tuottavuus on samana aikana hieman kasvanut. Vuosi 2015 on Satakunnan konepajateollisuuden käännekohta, koska muuta maata korkeampi työn tuottavuus päättyi tuolloin. Tuotannon bruttoarvonlisäys laski Satakunnassa tarkasteluajavälillä reilut 16 %, ja lasku johtui lähes kokonaan työn tuottavuuden laskusta (Kuva 20). Työllisten määrä on ainoa tekijä, jolla on ollut arvonlisäystä kasvattava vaikutus.



Kuva 20. Muiden koneiden ja laitteiden valmistuksen (TOL 2008 toimiala 28) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

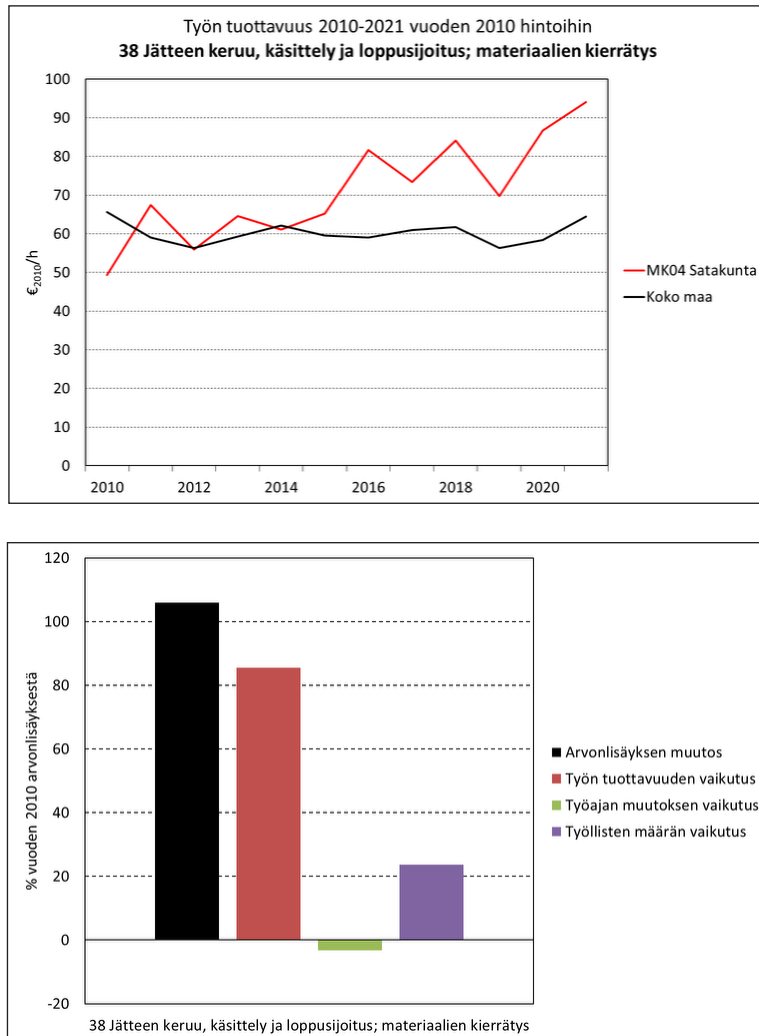
3.2.4 Energia-, vesi- ja jätehuolto

Energiahuollossa työn tuottavuus on vuosina 2010–2021 jonkin verran noussut koko maassa ja myös Satakunnassa. Ero on kuitenkin varsin suuri, sillä koko maassa työn tuottavuus on keskimäärin lähes kaksinkertainen Satakuntaan verrattuna (Kuva 21). Tarkasteluaikavälillä toimialan 35 tuotannon bruttoarvonlisäys on noussut noin 12 %, mikä dekompositioanalyysin mukaan selittyy työn tuottavuuden kasvulla. Muutokset työllisten määrässä ja työajan pituudessa ovat vaikuttaneet päinvastaisesti (Kuva 21).



Kuva 21. Energiahuollon (TOL 2008 toimiala 35) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

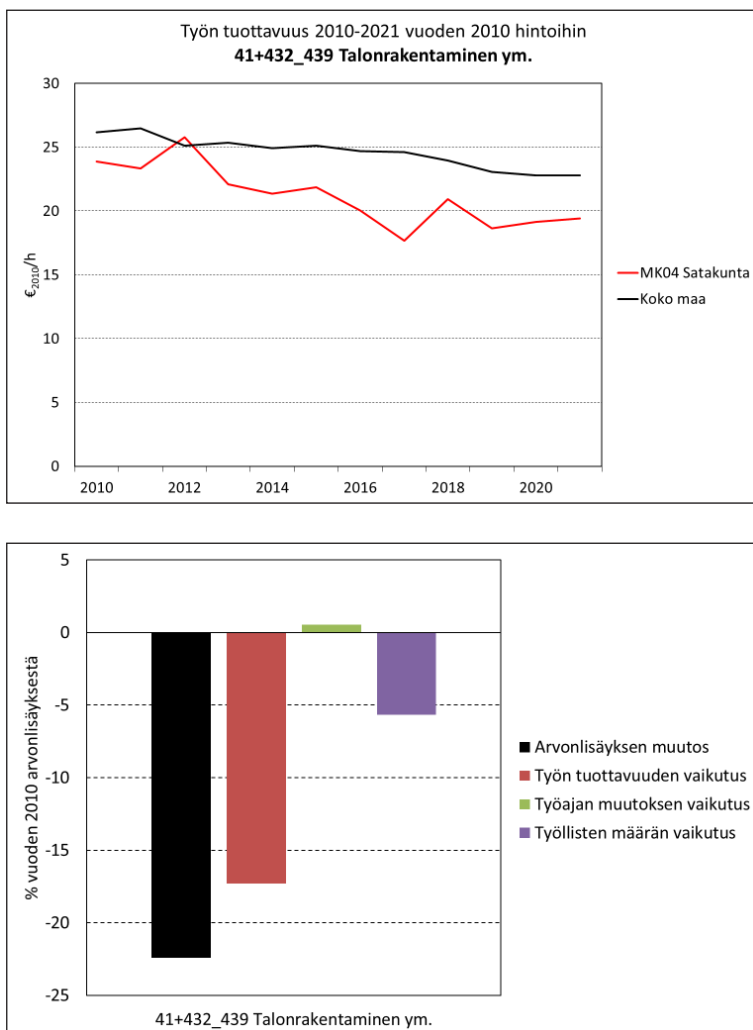
Jätehuolto on yksi niistä harvoista toimialoista, joilla työn tuottavuuskehitys on Satakunnassa ollut selvästi parempi kuin koko maassa. Tarkasteluajavälillä työn tuottavuus on koko maassa pysynyt lähes samalla tasolla, kun taas Satakunnassa se on lähes kaksinkertaistunut ja ollut vuodesta 2014 selvästi koko maan tasoa korkeampi vuositaisesta vaihtelusta huolimatta (Kuva 22). Dekompositioanalyysi osoittaa, että Satakunnassa jätehuollon bruttoarvonlisäyksen kasvu johtuu työn tuottavuuden ja työllisten määrän kasvusta (Kuva 22).



Kuva 22. Jätehuollon (TOL 2008 toimiala 38) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäyksen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

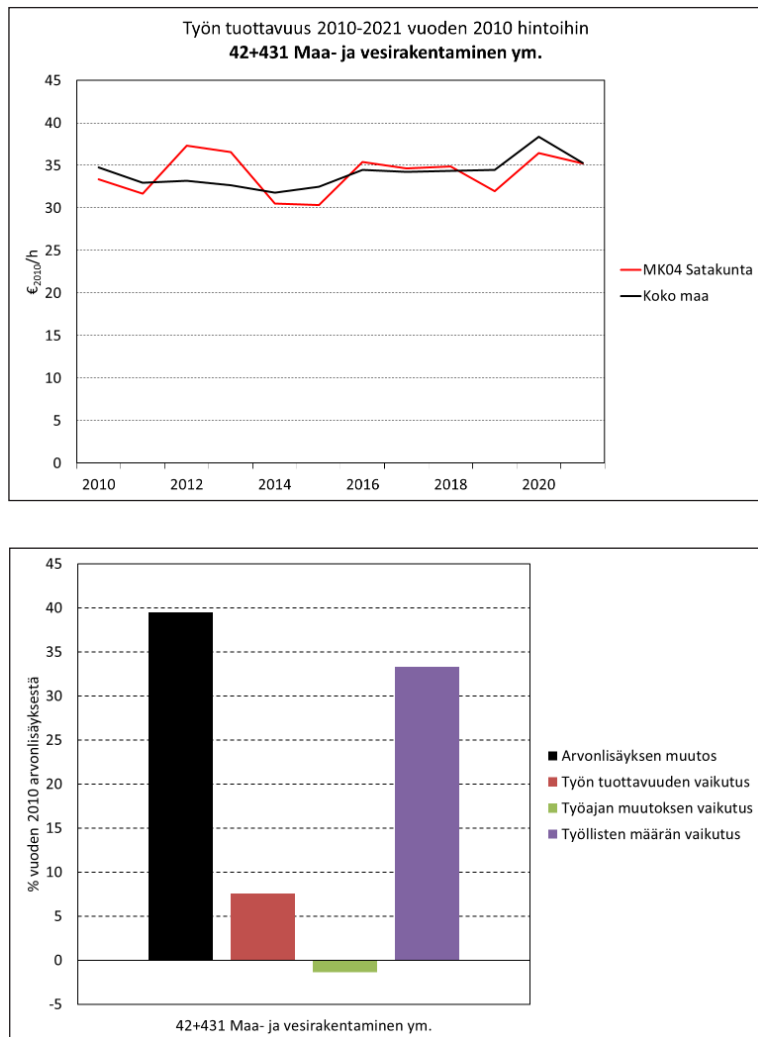
3.2.5 Rakentaminen

Rakennusallalla (talonrakentaminen) työn tuottavuus on laskenut koko maassa ja myös Satakunnassa, jossa työn tuottavuus on ollut jonkin verran alhaisempi kuin koko maassa keskimäärin. Myös työn tuottavuuden lasku on ollut jonkin verran koko maata nopeampaa (Kuva 23). Talonrakentamisen tuotannon bruttoarvonlisäys on laskenut Satakunnassa vuosien 2010 ja 2021 välillä yli 20 %. Dekompositioanalyysin mukaan lasku selittyy työn tuottavuuden heikentymisellä ja työllisten määrän supistumisella (Kuva 23).



Kuva 23. Talonrakentamisen (TOL 2008 toimialat 41 ja 432–439) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

Maa- ja vesirakentamisessa tilanne on hieman talonrakentamista parempi. Työn tuottavuus on valtakunnallisesti hiukan noussut, samoin Satakunnassa. Satakunnassa on kuitenkin ollut jonkin verran vuosittaista vaihtelua tarkasteluaikavälillä 2010–2021 (Kuva 24). Samalla aikavälillä maa- ja vesirakentamisen bruttoarvonlisäys on Satakunnassa noussut erityisesti työllisten määrän kasvun vuoksi, mutta työn tuottavuuden parantumisella on ollut osansa tässä kehityksessä (Kuva 24).



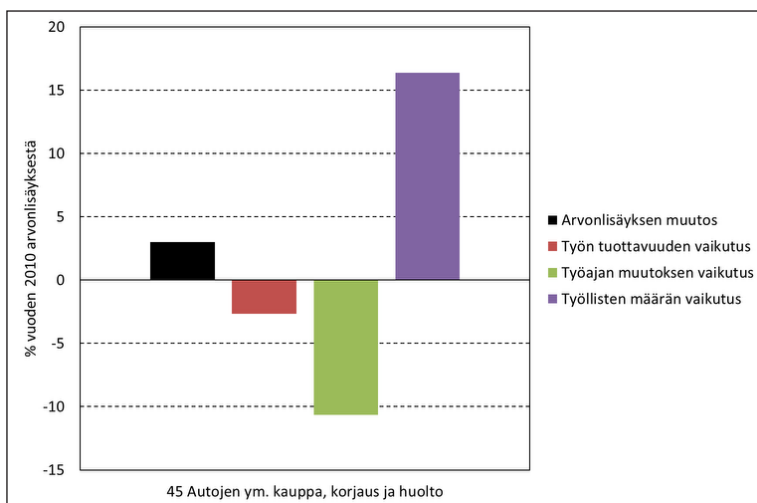
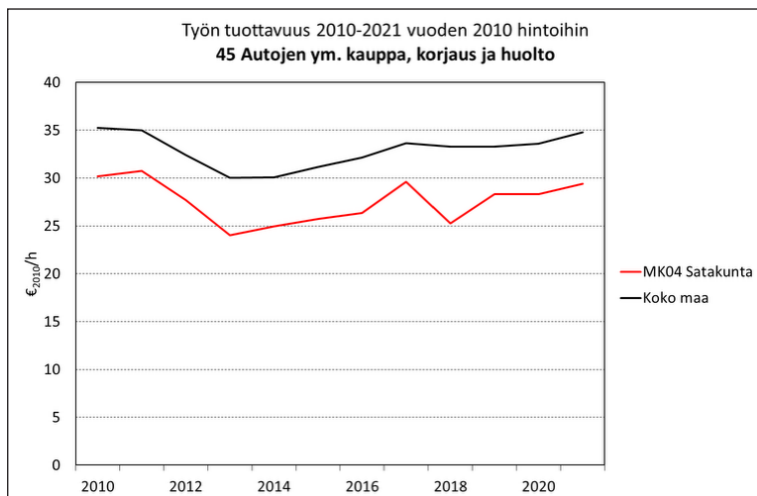
Kuva 24. Maa- ja vesirakentamisen (TOL 2008 toimialat 42 ja 431) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

3.2.6 Kauppa

Kuvissa 25–27 on esitetty autokaupan ja huoltokorjaamojen (TOL 2008 toimiala 45) sekä tukkukaupan (toimiala 46) ja vähittäiskaupan (toimiala 47) työn tuottavuus koko maassa ja Satakunnassa vuosina 2010–2021 (ylempi kuva) sekä ko. toimialojen arvonlisäykseen vaikuttaneet tekijät Satakunnassa samalla aikavälillä (alempi kuva).

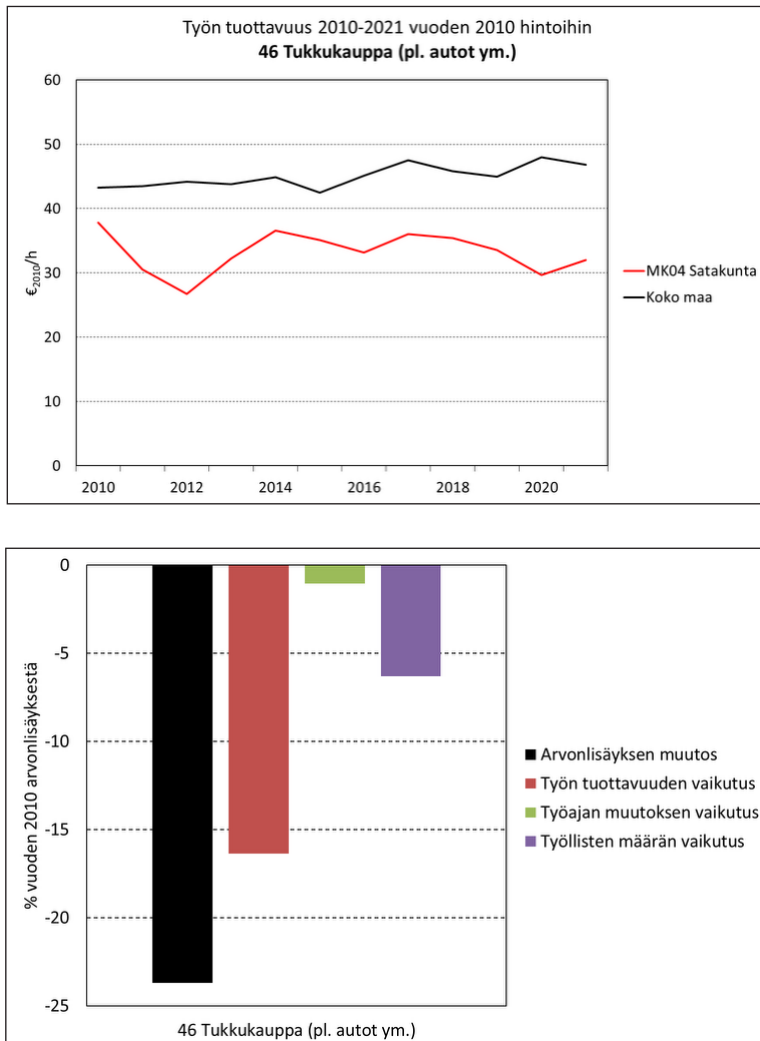
Kuva 25 osoittaa, että autokaupan ja huoltokorjaamojen työn tuottavuus oli koko maassa vuonna 2021 samalla tasolla kuin vuonna 2010, mutta väli vuosina alhaisemmalla tasolla. Satakunnassa tilanne on samantapainen, mutta toimiala 45 on kehittynyt hiukan huonommin kuin koko maassa. Työn tuottavuus vuonna 2021 oli Satakunnassa edelleen hieman alhaisempi kuin vuonna 2010.

Satakunnassa toimialan 45 tuotannon bruttoarvonlisäys on hieman noussut vuosina 2010–2021. Dekompositioanalyysin mukaan arvonlisäyksen nousua selittää ainoastaan toimialan työllisten määrän kasvu (Kuva 25). Keskimääräisen työajan lyhentyminen on vaikuttanut voimakkaammin laskevasti arvonlisäykseen kuin työn tuottavuuden lasku. Tuloksista voidaan päätellä, että työntekijöiden osa-aikaisuus on lisääntynyt autokaupassa ja mahdollisesti myös huoltokorjaamoissa.



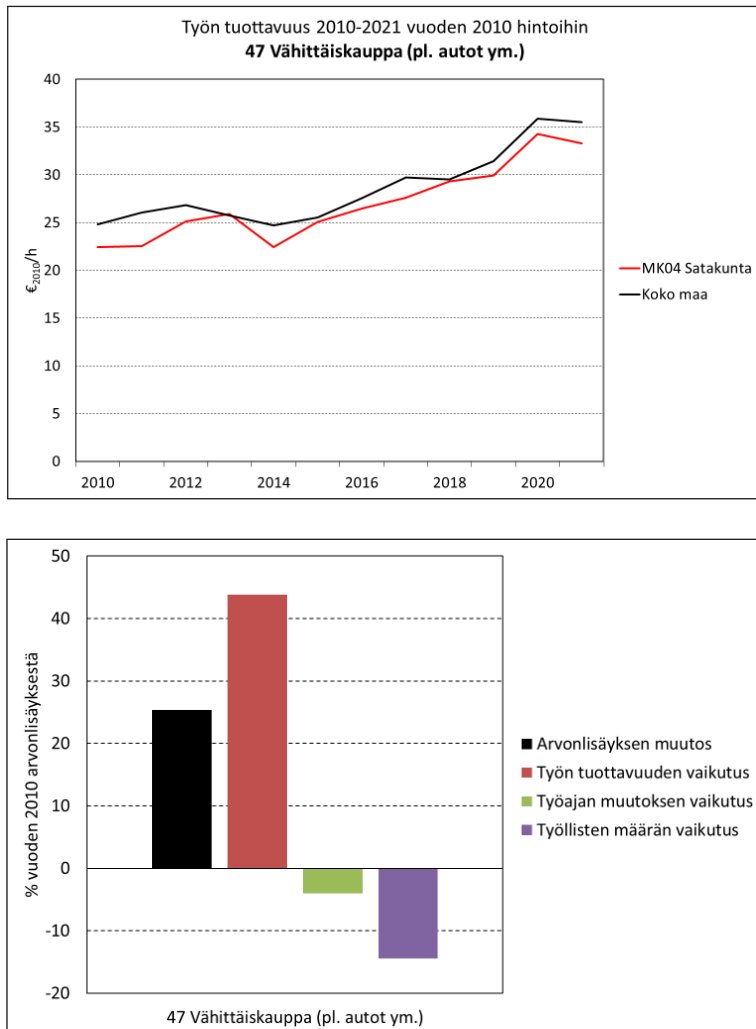
Kuva 25. Autokaupan ja huoltokorjaamojen (TOL 2008 toimiala 45) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

Tukkukaupassa (pl. autokauppa) valtakunnallinen työn tuottavuus on hieman noussut mutta Satakunnassa jonkin verran laskenut vuosien 2010 ja 2021 välillä. Vuosittaista vaihtelua on ollut jonkin verran, mutta Satakunnassa työn tuottavuus on ollut koko tarkasteluaikavälin alhaisempi kuin koko maassa (Kuva 26). Samalla aikavälillä tukkukaupan bruttoarvonlisäys on laskenut Satakunnassa yli 20 %. Dekompositioanalyysin mukaan kaikki tarkastellut tekijät ovat vähentäneet arvonlisäystä, työn tuottavuuden lasku eniten ja työajan muutos vähiten (Kuva 26).



Kuva 26. Tukkukaupan (TOL 2008 toimiala 46) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä tukkukaupan bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

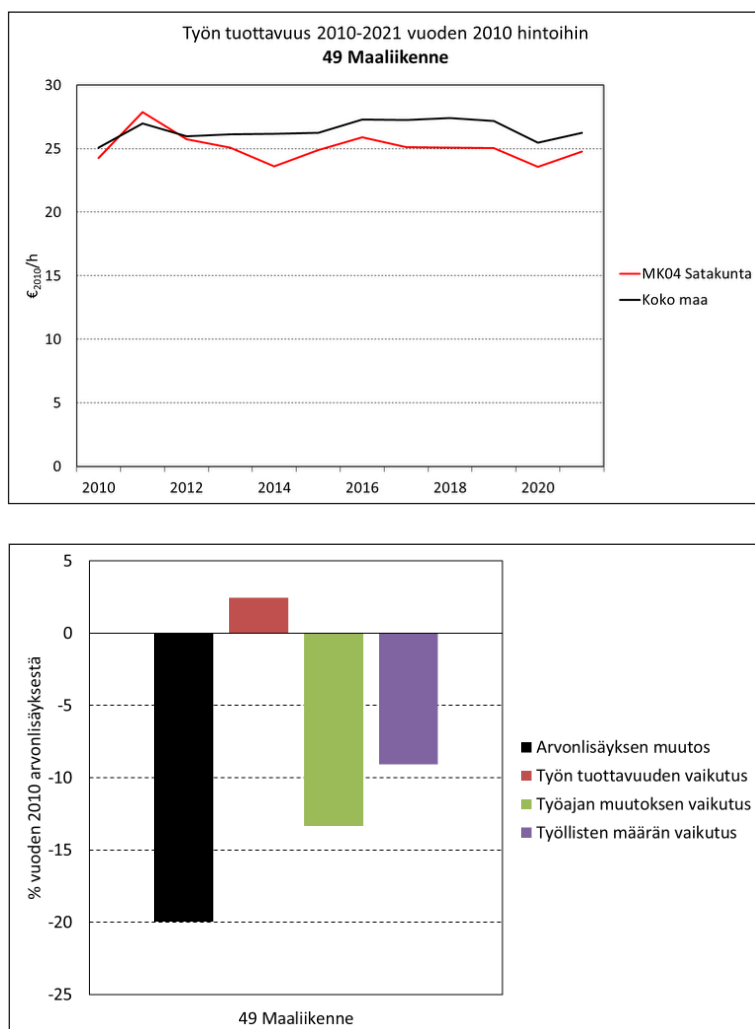
Sen sijaan vähittäiskaupassa työn tuottavuuskehitys vuosina 2010–2021 on ollut koko maassa ja Satakunnassa lähes identtinen ja selvästi nousujohteinen (Kuva 27). Satakunnassa vähittäiskaupan bruttoarvonlisäys on kasvanut reilut 25 %. Taustalla on dekompositioanalyysin perusteella työn tuottavuuden kasvu (Kuva 27). Samanlainen työllisten määrän väheneminen ja keskimääräisen työajan lyhentyminen viittaavat osa-aikaisuuden lisääntymisen ohella myös digitalisaation tuottamaan arvonlisäyksen kasvuun.



Kuva 27. Vähittäiskaupan (TOL 2008 toimiala 47) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

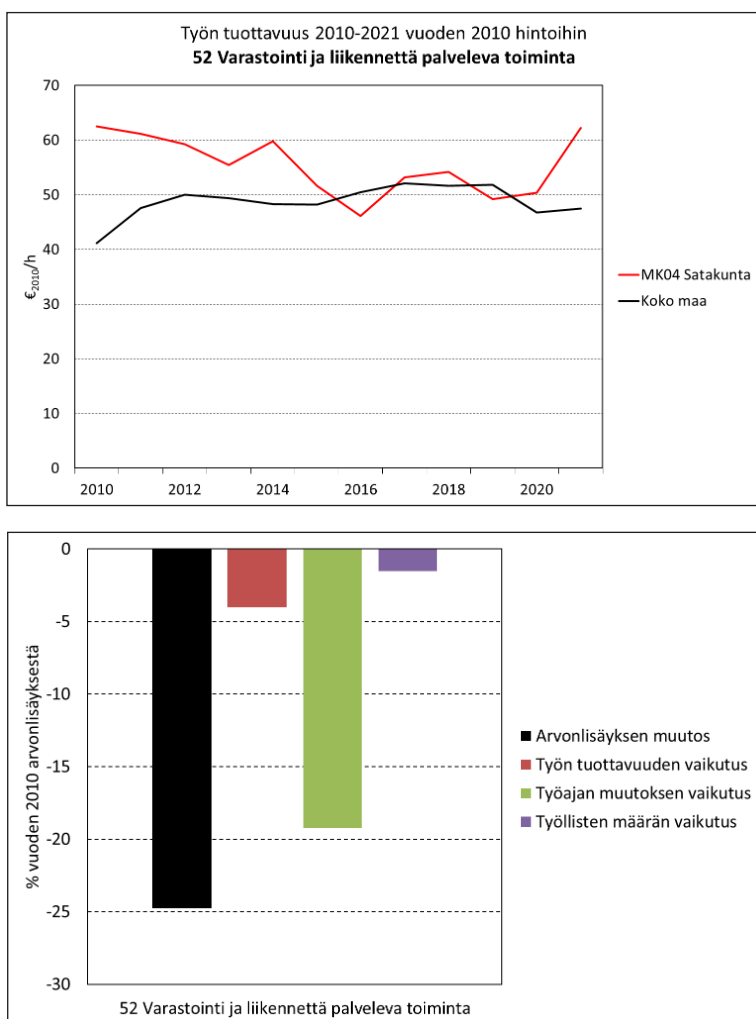
3.2.7 Liikenne ja kiinteistöala

Maaliikenteen toimialalla työn tuottavuuskehitystä luonnehtii vakaus niin valtakunnallisesti kuin Satakunnassakin (Kuva 28). Satakunnassa pieni nousu työn tuottavuudessa ei ole estänyt bruttoarvonlisäyksen selvää laskua, joka selittyy dekompositioanalyysin tulosten perusteella työajan lyhentymisellä ja työllisten määrän laskulla. Tulos on muihin toimialoihin verrattuna poikkeuksellinen, ja voi viitata osa-aikatyön lisääntymisen ohella myös digitalisaation tuomiin muutoksiin.



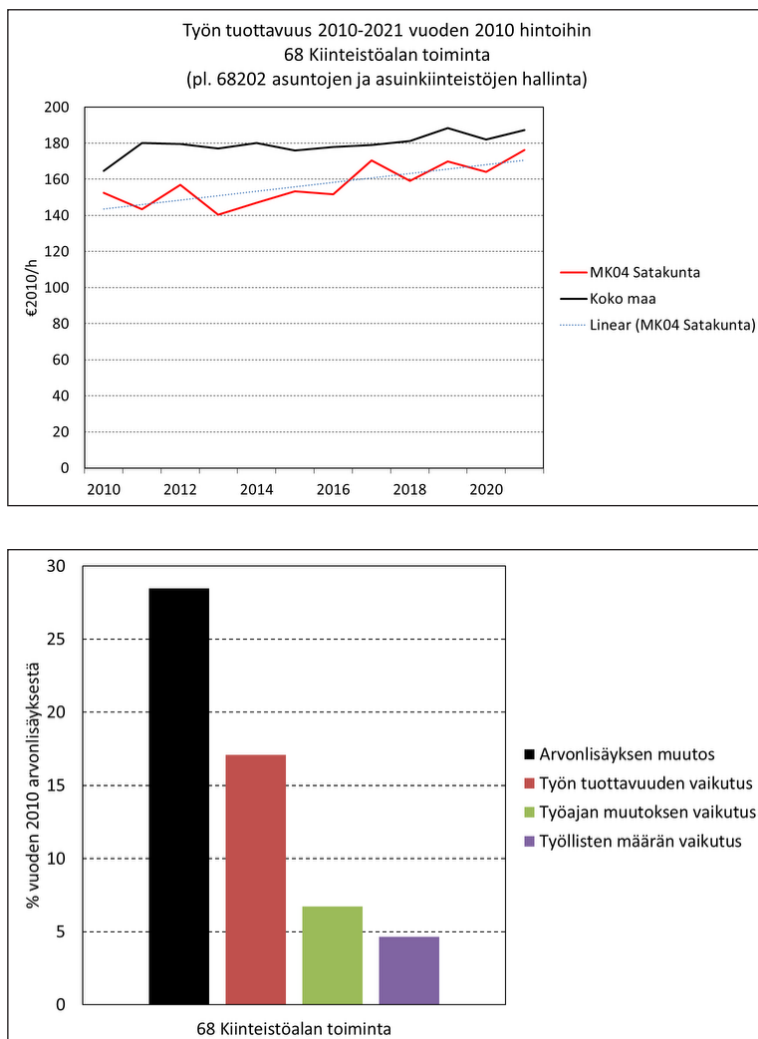
Kuva 28. Maaliikenteen (TOL 2008 toimiala 49) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

TOL 2008 -toimialaluokituksen toimiala 52 kattaa varastoinnin ja liikennettä palvelevan toiminnan kuten satamat, asemat, terminaalit ja lentokentät. Työn tuottavuuskehitys vuosina 2010–2021 on ollut koko maassa ja Satakunnassa varsin erilaista (Kuva 29). Valtakunnallisesti työn tuottavuus on noussut 2010-luvun alussa, pysytellyt sitten melko vakaana ja laskenut tarkasteluaikavälin loppupuolella. Satakunnassa taas työn tuottavuus oli 2010-luvun alkuvuosina selvästi koko maan tasoa korkeampi, mutta laski vuosikymmenen puolivälissä ja kääntyi taas nousuun 2020-luvun vaihteessa. Satakunnassa bruttoarvonlisäys laski lähes 25 %, eikä dekompositioanalyysikään löytänyt yhtään arvonlisäystä kasvattanutta tekijää. Selvästi merkittävin arvonlisäyksen laskua selittävä tekijä on työajan lyhentyminen, mutta samanaikaisesti työn tuottavuus on kuitenkin laskenut (Kuva 29). Työllisten määräkin on hiukan pienentynyt, joten digitalisaatiolla voi olla osuutta toimialan 52 kehitykseen.



Kuva 29. Varastoinnin ja liikennettä palvelevan toiminnan (TOL 2008 toimiala 52) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

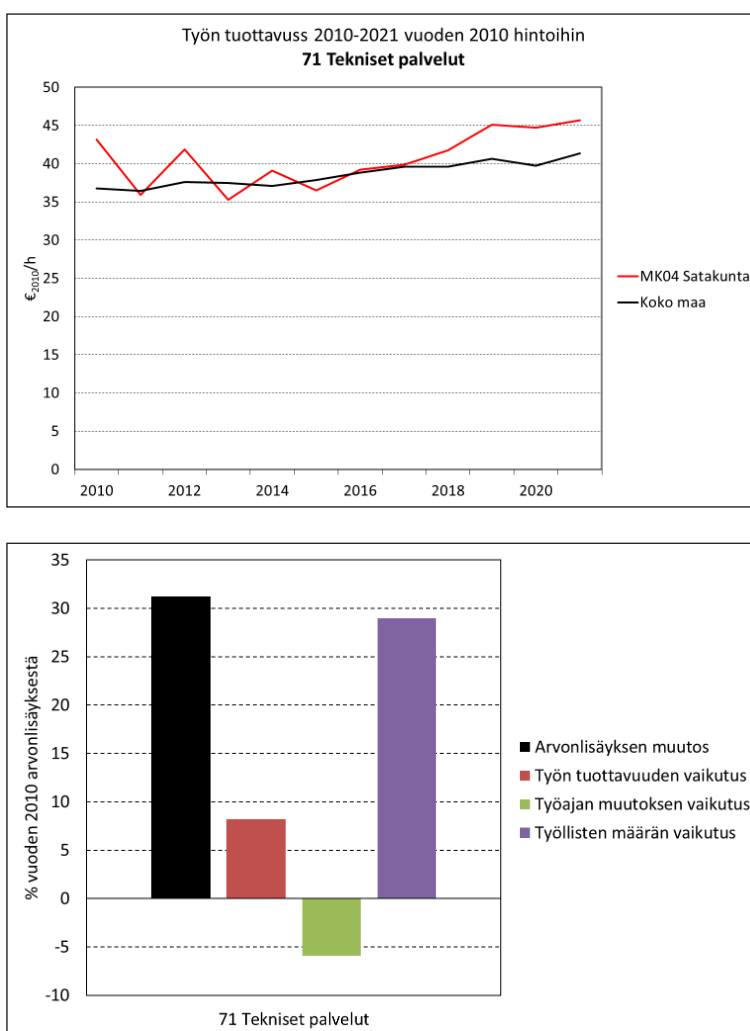
Kiinteistötoimialalla työn tuottavuuskehitys on ollut nousujohteinen niin koko maassa kuin Satakunnassakin (Kuva 30). Tarkasteluajavälillä 2010–2021 toimialan 68 bruttoarvonlisäys nousi noin 28 %, ja dekompositioanalyysi kertoo kaikkien tekijöiden eli muutosten työn tuottavuudessa, työajassa ja työllisten määrässä kasvattaneen sitä (Kuva 30). On huomattava, että toimialan 68 tiedoissa ei ole mukana 5-numerotason alatoimialan 68202 (asuntojen ja asuinkiinteistöjen hallinta) tietoja. Sen bruttoarvonlisäys on erittäin suuri, mutta kyseiselle toimialalle ei sen luonteen vuoksi tilastoida lainkaan työtunteja (Taulukko 1).



Kuva 30. Kiinteistötoiminnan (TOL 2008 toimiala 68) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

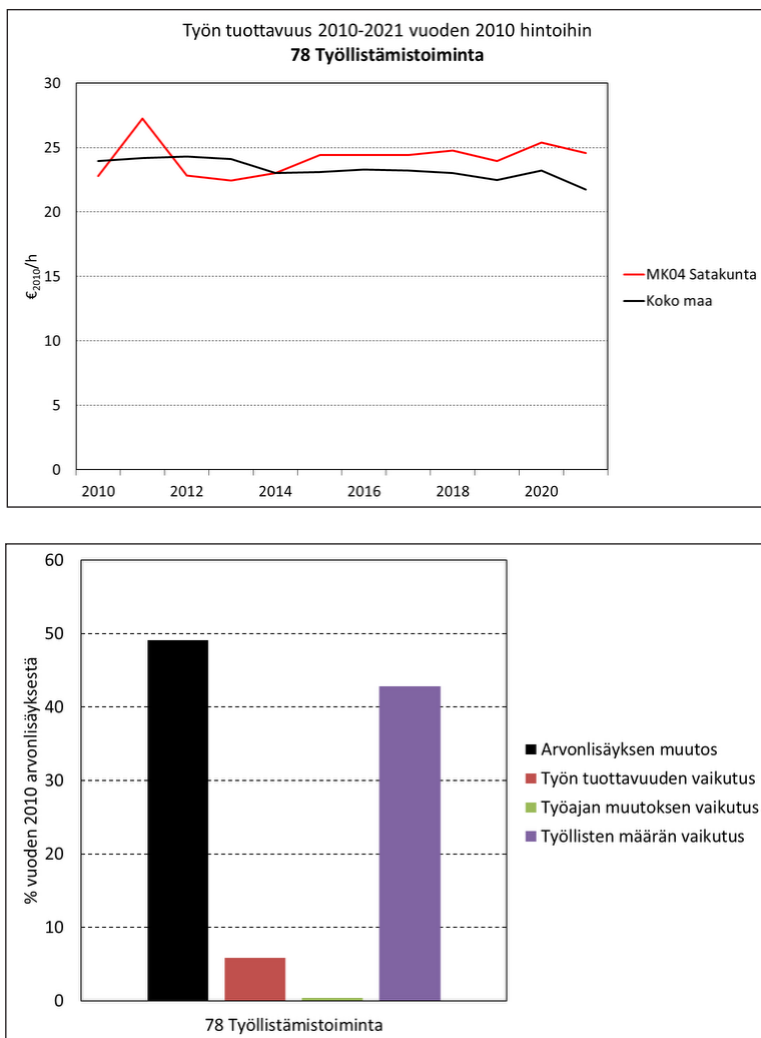
3.2.8 Yksityiset palvelut

Teknisiin palveluihin (TOL 2008 toimiala 72) kuuluvat muun muassa arkkitehti- ja insinööripalvelut, piirustusten laatiminen, rakennustarkastus, maanmittaus, kartoitus sekä erilaiset testaus- ja analyysipalvelut. Työn tuottavuuskehitys tällä toimialalla on ollut lievästi nousujohteinen; Satakunnassa oli 2010-luvun alkupuolella vuosittaisia nousuja ja laskuja, mutta siitä tarkasteluajanjakson loppuun saakka työn tuottavuus on kasvanut ja noussut valtakunnan tasoa korkeammaksi (Kuva 31). Teknisten palveluiden arvonlisäyksen yli 30 prosentin nousua Satakunnassa selittää erityisesti työllisten määrän kasvu, mutta myös työn tuottavuuden kasvu (Kuva 31). Työajan muutoksella on ollut arvonlisäystä laskeva vaikutus.



Kuva 31. Teknisten palveluiden (TOL 2008 toimiala 71) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

Työllistämistoiminta (TOL 2008 toimiala 78) on nimestään huolimatta pääosin yksityisen sektorin toimintaa. Työn tuottavuudessa ei ole tapahtunut paljoakaan muutoksia vuosina 2010–2021, mutta valtakunnallisesti se on hivenen laskenut ja Satakunnassa hiukan noussut (Kuva 32). Tasoltaan työn tuottavuus on Satakunnassa vähän koko maata korkeampi. Sen sijaan toimialan bruttoarvonlisäys on Satakunnassa lähes kaksinkertaistunut pääosin työllisten määrän kasvun vuoksi (Kuva 32). Työajassa ei ole tarkasteluaikana juurikaan muutosta, mutta se vähä mitä on, on ollut arvonlisäystä kasvattavaan suuntaan.

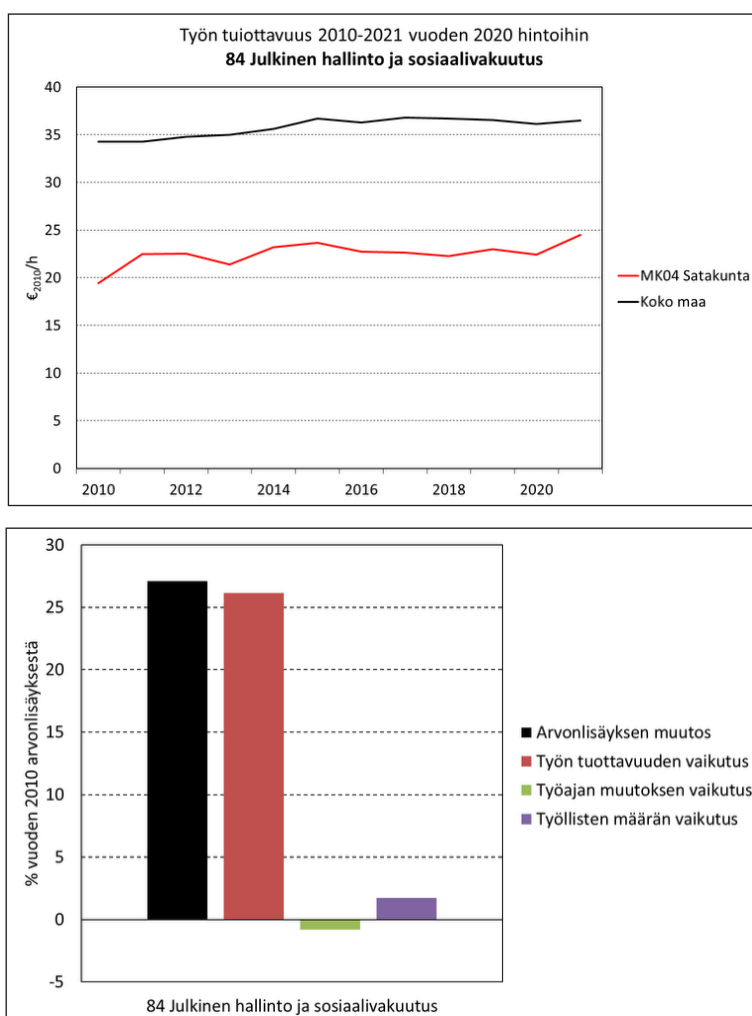


Kuva 32. Työllistämistoiminnan (TOL 2008 toimiala 78) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

3.2.9 Julkiset palvelut

Kuvat 33–36 esittävät pääosin julkisten palveluiden työn tuottavuuskehitystä ja toimialan bruttoarvonlisäykseen vuosina 2010–2021 vaikuttaneita tekijöitä. Tarkasteltavat palvelut ovat julkinen hallinto ja pakollinen sosiaalivakuutus (Kuva 33), koulutus (Kuva 34), terveyspalvelut (Kuva 35) sekä sosiaalipalvelut (Kuva 36). Koulutuksen sekä terveys- ja sosiaalipalveluiden osalta työn tuottavuuden tarkasteluun on otettu erikseen julkisyhteisöt ja yksityinen sektori.

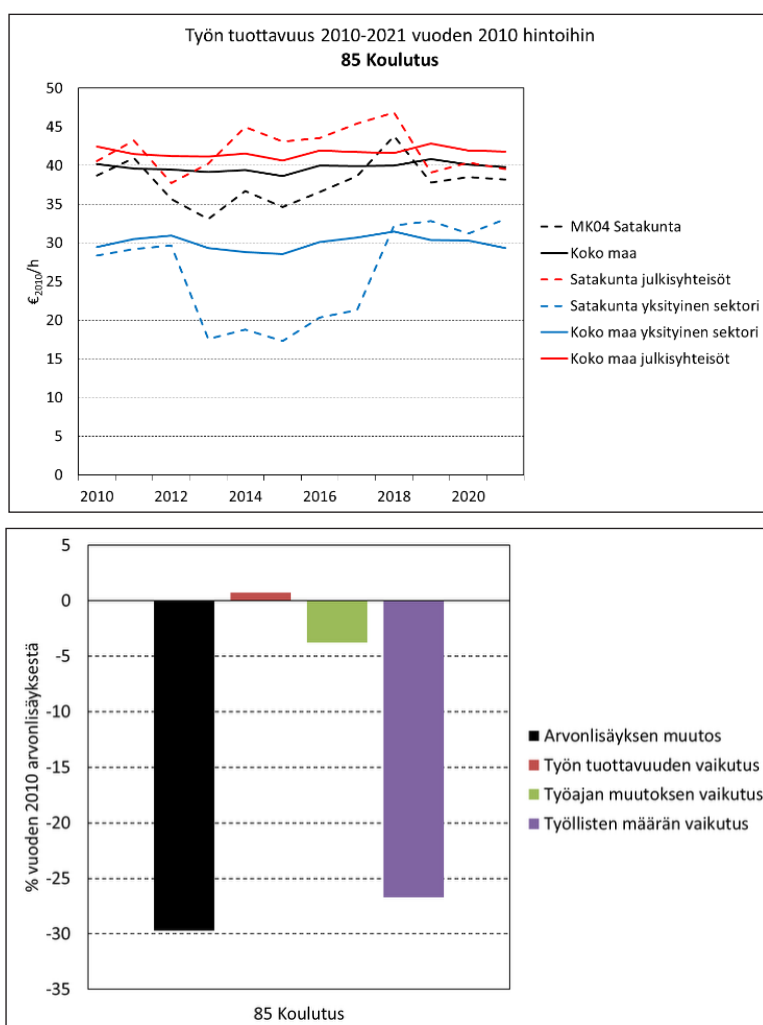
Julkisessa hallinnossa ja sosiaalivakuutuksessa (TOL 2008 toimiala 84) työn tuottavuuden tasossa on suuri ero koko maan ja Satakunnan maakunnan välillä (Kuva 33). Työn tuottavuuskehitys on tarkastellulla ajanjaksolla ollut molemmissa lievästi nouseva. Satakunnassa toimialan vuotuinen bruttoarvonlisäys on noussut 27 % pääosin työn tuottavuusparannusten vuoksi. Työajassa ja työllisten määrässä ei suuria muutoksia ole ollut, joten niiden vaikutus arvonlisäykseen on jäänyt vähäiseksi (Kuva 33).



Kuva 33. Julkisen hallinnon ja sosiaalivakuutuksen (TOL 2008 toimiala 84) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

Koulutuksessa työn tuottavuudessa on vuosina 2010–2021 ollut merkittäviä eroja koko maan ja Satakunnan välillä samoin kuin yksityisen sektorin ja julkisyhteisöjen tarjoaman koulutuksen välillä. Julkisyhteisöjen työn tuottavuus on ollut korkeammalla tasolla kuin yksityisen sektorin työn tuottavuus niin koko maassa kuin Satakunnassakin (Kuva 34). Valtakunnan tasolla työn tuottavuuskehitys on ollut huomattavasti tasaisempi kuin Satakunnassa, niin koko talouden kuin julkisyhteisöjen ja yksityisen sektorinkin osalta. Kokonaisuutena koulutuksen työn tuottavuus on tarkasteluajavälillä pysynyt jokseenkin samana koko maassa ja Satakunnassa.

Koulutuksen bruttoarvonlisäys Satakunnassa on laskenut lähes 30 % vuosien 2010 ja 2021 välillä. Tämä johtuu pääosin työllisten määrän laskusta, mutta myös työajan pitenemisestä (Kuva 34). Työn tuottavuusmuutoksen vaikutus on varsin vähäinen. Tässä yhteydessä on huomattava, että julkisyhteisöjen tarjoama koulutus on pääosin maksutonta ja siten markkinatonta, koska sen kustannukset — pääosin palkkakustannukset — katetaan verovaroin.

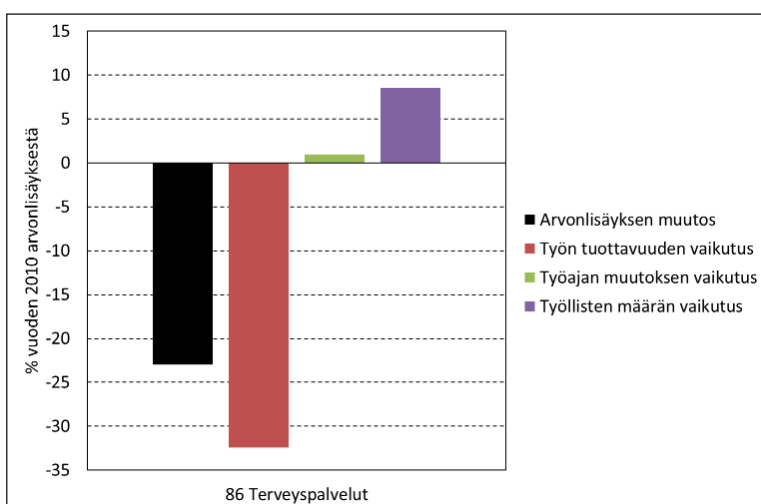
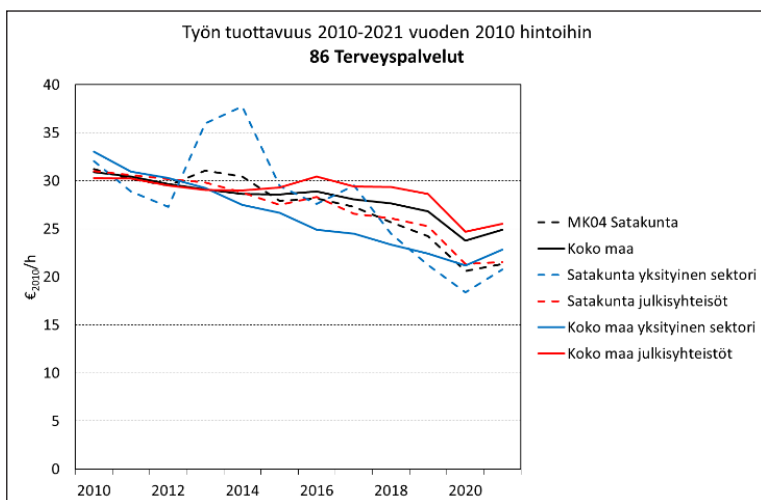


Kuva 34. Koulutuksen (TOL2008 toimiala 85) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sektoreittain (koko talous (S1), yksityinen sektori (S1Y) ja julkisyhteisöt (S13)) sekä koko talouden bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

Terveyspalveluja tuottavat sekä julkisyhteisöt että yksityinen sektori. Kuvassa 35 on esitetty toimialan 86 työn tuottavuus Suomessa ja Satakunnassa koko talouden tasolla sekä erikseen yksityiselle sektorille ja julkisyhteisöille. Kaikkien tuottavuuskäyrien trendi on ollut laskeva, pois lukien lyhytaikaiset nousut Satakunnassa ja viimeisen vuoden nousu kaikissa työn tuottavuuskäyrissä (Kuva 35). Tuota tilapäistä ajanjaksoa luonnehtii Satakunnan koko maata korkeampi taso erityisesti yksityisen sektorin työn tuottavuudessa. Muutoin julkisyhteisöjen työn tuottavuus on ollut yksityisen sektorin työn tuottavuutta korkeampi.

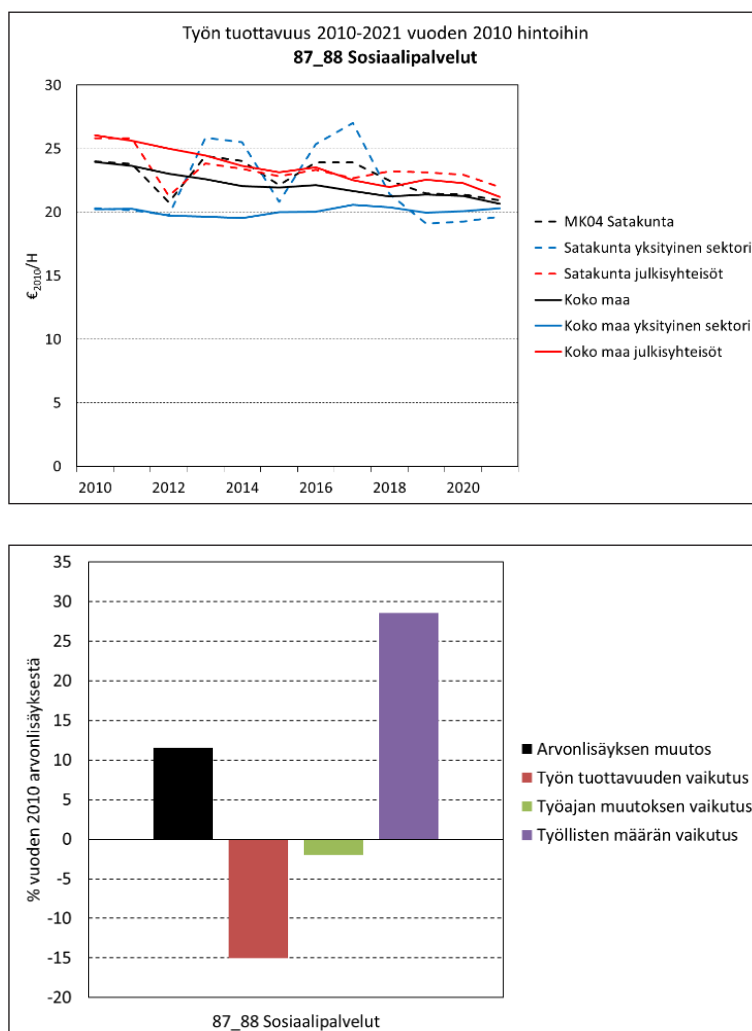
Työn tuottavuuden laskuun julkisissa palveluissa on kiinnitetty huomiota jo pidemmän aikaa. Työn tuottavuuden laskua terveyspalveluissa on pidetty jopa tilastoharhana (Wessman, 2022). Tämä on sikäli perusteltua, että terveyspalveluissa työn tuottavuuden (tuotannon bruttoarvonlisäys tehtyä työtuntia kohti) muutos ei kuvaa lainkaan muutosta tuotettujen terveyspalvelujen laadussa (Hautakangas & Heikkinen, 2008), joka tällä toimialalla olisi parempi mittari kuin bruttoarvonlisäys, joka markkinatomissa palveluissa koostuu ensisijaisesti palkkakustannuksista. Markkinoiden sijasta kaikki julkiset ja osa yksityisesti tuotetuista terveyspalveluista kustannetaan verovaroin. Kärjistäen voisi sanoa, että terveyspalveluissa työn tuottavuus bruttoarvonlisäystä käyttäen kuvaa lähinnä alan keskimääristä palkkakehitystä. Laskeva trendi voi kuvata alan keskimääristä reaali-palkkakehitystä, joka voi liittyä esimerkiksi siihen, että matalapalkkaisten työntekijöiden osuus alan työllisyysrakenteessa on kasvanut.

Terveyspalveluiden bruttoarvonlisäyksen muutoksen dekompositioanalyysi osoittaa odotetusti, että arvonlisäyksen laskua selittää työn tuottavuuden lasku, mutta työllisten määrän kasvulla on ollut päinvastainen vaikutus (Kuva 35). Myös työaika on hiukan pidentynyt, mutta sen arvonlisäystä kasvattava vaikutus on jäänyt marginaaliseksi.



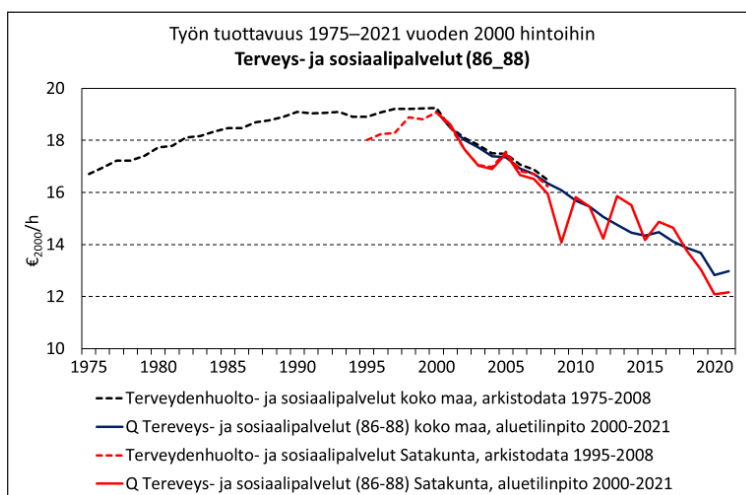
Kuva 35. Terveyspalveluiden (TOL 2008 toimiala 86) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sektoreittain (koko talous (S1), yksityinen sektori (S1Y) ja julkisyhteisöt (S13)) sekä koko talouden bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

Sosiaalipalveluissa työn tuottavuus on samalla tavalla ongelmallinen kuin terveyspalveluissa ja muissakin julkisissa palveluissa. Kehitys on kuitenkin ollut terveyspalveluiden vastaavaa parempi, sillä työn tuottavuuden laskeva trendi (Kuva 36) on sosiaalipalveluissa keskimäärin loivempi kuin terveyspalveluissa. Yksityisten sosiaalipalveluiden työn tuottavuus on valtakunnallisesti pysynyt lähes samalla tasolla koko tarkasteluajanjakson. Satakunnassa työn tuottavuuden vaihtelut ovat olleet voimakkaita, erityisesti vuosien 2013–2015 ja 2017–2019 laskut ovat olleet melko suuria (Kuva 36).



Kuva 36. Sosiaalipalveluiden (TOL 2008 toimialat 87 ja 88) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sektoreittain (koko talous S1, yksityinen sektori S1Y ja julkisyhteisöt S13) sekä koko talouden bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

Laskeva trendi terveys- ja sosiaalipalvelujen (TOL 2008 toimialat 86–88) työn tuottavuudessa herätti kysymyksen trendistä ennen vuotta 2010. Tätä varten koottiin tiedot sosiaali- ja terveystalouden tuotannon bruttoarvonlisäyksestä ja tehdyistä työtunneista Tilastokeskuksen StatFin-tietokannasta (Tilastokeskus, 2023a) ja arkistotietokannasta (Tilastokeskus, 2024). Kuva 37 osoittaa, että sote-palveluiden työn tuottavuus oli noussut vuosituhatteen vaihteeseen asti, jolloin lasku alkoi koko maassa ja myös Satakunnassa. Tämän havainnon tarkempi analyysi on kiintoisa jatkotutkimuksen kohde.



Kuva 37. Sosiaali- ja terveystalouden (TOL 2008 toimialat 86–88) työn tuottavuuskehitys vuosina 1975–2021.

4 Yhteenveto ja johtopäätökset

4.1 Yhteenveto

Työn tuottavuus ei ole Satakunnassa juurikaan kasvanut finanssikriisin aiheuttaman laskun jälkeen, toisin kuin koko maassa. Rauman seutukunta on työn tuottavuuskehityksen veturi Satakunnassa. Pohjois-Satakunnan seutukunnassa yksityisen sektorin työn tuottavuus on kasvanut voimakkaasti. Työn tuottavuusongelmat koskettavat erityisesti suurinta Porin seutukuntaa, mutta kuitenkin julkisyhteisöjen työn tuottavuus Porin seutukunnassa on maakunnan korkein.

Tuotannon bruttoarvonlisäyksen kehitys on Satakunnassa selvästi heikompi kuin koko maassa keskimäärin. Arvonlisäys on laskenut erityisesti Porin seutukunnassa. Väestön väheneminen ja työajan lyhentyminen ovat työn tekemisen näkökulmasta keskeisimmät arvonlisäyksen laskua selittävät tekijät Satakunnassa ja kaikissa seutukunnissa. Toisaalta työllisyyden parantuminen on arvonlisäyksen ajuri kaikkialla Satakunnassa. Työn tuottavuuden kasvu on kasvattanut tuotannon bruttoarvonlisäystä Pohjois-Satakunnan ja Rauman seutukunnissa.

Kuvien 11–36 sekä liitteen 2 kuvien perusteella voidaan todeta seuraavaa: Satakunnassa työn tuottavuus noussut vuosien 2010 ja 2021 välillä 31 toimialalla. Nousu on ollut 30 % tai enemmän 16 toimialalla:

- 01 Maatalous
- 02 Metsätalous
- 15 Nahan ja nahkatuotteiden valmistus
- 16 Puuteollisuus
- 17 Paperiteollisuus
- 31 Huonekaluteollisuus
- 37 Viemäri- ja jätevesihuolto
- 38 Jätehuolto ja kierrätys
- 39 Ympäristöhuoltopalvelut
- 47 Vähittäiskauppa
- 50 Vesiliikenne
- 61 Televiestintä
- 62_63 Tietojenkäsittelypalvelut
- 64 Rahoitustoiminta
- 72 Tieteellinen tutkimus ja kehittäminen
- 77 Vuokraus- ja leasingtoiminta
- 82 Hallinto- ja tukipalvelut liike-elämälle
- 92 Rahapeli- ja vedonlyöntipalvelut

Työn tuottavuus on laskenut 39 toimialalla Satakunnassa vuosien 2010 ja 2021 välillä. Lasku on ollut yli 30 % 14 toimialalla:

- 03 Kalastus ja vesiviljely
- 089 Muu mineraalien kaivu
- 14 Tekstiiliteollisuus
- 20 Kemianteollisuus
- 24 Metallien jalostus
- 29 Moottoriajoneuvojen ym. valmistus
- 30 Muiden kulkuneuvojen valmistus
- 36 Vesihuolto
- 53 Posti- ja kuriiripalvelut
- 66 Rahoitusta ja vakuuttamista palveleva toiminta
- 74 Muut liike-elämän palvelut
- 86 Terveyspalvelut
- 94 Järjestöjen toiminta
- 96 Muut henkilökohtaiset palvelut

25 suurimman toimialan joukossa näistä ovat Metallien jalostus (toimiala 24) ja Terveyspalvelut (toimiala 86). Satakunnan suurimmalla teollisuustoimialalla konepajateollisuudessa (28 Muiden koneiden ja laitteiden valmistus) työn tuottavuus romahti 2010-luvun puolivälissä. Sen jälkeen työn tuottavuus on noussut lähes toimialan valtakunnalliselle tasolle. Kemianteollisuuden työn tuottavuus romahti Venatorin titaanioksiditehtaan alasajon myötä vuoden 2017 tulipalon jälkeen.

Dekompositioanalyysi osoittaa, että työn tuottavuus on kasvattanut arvonlisäystä 34 tarkastellulla Satakunnan toimialalla, kun tarkastelussa oli mukana 70 toimialaa. Työajan pidentyminen on kasvattanut arvonlisäystä 26 toimialalla. Työntekijöiden määrän muutos puolestaan on kasvattanut arvonlisäystä 34 toimialalla. Kaikki kolme ajuria ovat kasvattaneet arvonlisäystä kuudella (6) toimialalla:

- 02 Metsätalous ja puunkorjuu
- 31 Huonekalujen valmistus
- 37 Viemäri- ja jätevesihuolto
- 68 Kiinteistöalan toiminta
- 78 Työllistämistoiminta
- 81 Kiinteistön- ja maisemanhoito.

Näistä Metsätalous ja puunkorjuu (toimiala 02), Kiinteistöalan toiminta (68) sekä Työllistämistoiminta (78) ovat Satakunnan 25 suurimman toimialan joukossa tuotannon bruttoarvonlisäyksellä mitattuna.

Toisaalta kaikki kolme ajuria ovat pienentäneet arvonlisäystä yhdeksällä toimialalla:

- 20 Kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistus
- 25 Metallituotteiden valmistus
- 30 Muiden kulkuneuvojen valmistus
- 46 Tukkukauppa (pl. autot ym.)
- 52 Varastointi ja liikennettä palveleva toiminta
- 53 Posti- ja kuriiritoiminta
- 65 Vakuutus-, jälleenvakuutus- ja eläkevakuutustoiminta
- 72 Tieteellinen tutkimus ja kehittäminen
- 94 Järjestöjen toiminta.

Näistä toimialoista Metallituotteiden valmistus (toimiala 25), Tukkukauppa (46) sekä Varastointi ja liikennettä palveleva toiminta (52) ovat Satakunnan 25 suurimman toimialan joukossa.

4.2 Johtopäätökset

Arvonlisäykseen vaikuttavien tekijöiden analyysissä keskityttiin työn tekemiseen liittyviin vaikutuksiin. Digitalisaation mahdolliset vaikutukset toimialoittaisen arvonlisäyksen muutokseen kanavoituvat siis työn tuottavuuden, työajan muutoksen ja työllisten määrän kautta. Digitalisaation vaikutuksia ei ollut mahdollista tarkastella empiirisesti, mutta joidenkin toimialojen kohdalla digitalisaatio on todennäköisesti yksi osatekijä työn tuottavuuden muutoksessa. Tämän aihepiirin empiirisessä tutkimuksessa on mahdollisuuksia edetä valtakunnallisella tasolla muun muassa kansantalouden kokonaistuottavuuteen vaikuttavien tekijöiden osalta. Maakunnallinen tarkastelu edellyttäisi digitalisaation etenemistä kuvaavien tilastoaineistojen parempaa saatavuutta. Ylipäätään maakunnallisten tilastoaineistojen saatavuudessa ja paikoitellen myös saatavilla olevien toimialoittaisten tietojen luotettavuudessa on parantamisen varaa.

Satakunnan aluetalouden pahimpia ongelmia ovat väestön väheneminen ja joidenkin aluetaloudellisesti merkittävimpien toimialojen laskeva arvonlisäys ja työn tuottavuus. Näitä toimialoja on erityisesti perinteisillä teollisuudenaloilla: Kemianteollisuus (toimiala 20), Metallien jalostus (24), Metallituoteteollisuus (25) sekä Muiden koneiden ja laitteiden valmistus (28).

Toisaalta Satakunnassa 21 toimialalla arvonlisäys on kasvanut vuosien 2010 ja 2021 välillä niin, että työn tuottavuusmuutoksella on ollut siihen kasvattava vaikutus. Satakunnassa on myös sellaisia toimialoja, joilla työn tuottavuuskehitys on ollut koko maahan verrattuna parempi, kuten Maatalous ja metsästys (toimiala 01), Metsätalous ja puunkorjuu (02), Puuteollisuus (16), Huonekalujen valmistus (31), Muu valmistus (32), Viemäri- ja jätevesihuolto (37), Televiestintä (61), Tieteellinen tutkimus ja kehittäminen (72), Työllistämistoiminta (78) sekä Liike-elämän hallinto- ja tukipalvelut (82). Näistä Maatalous ja metsästys (01), Metsätalous ja puunkorjuu (02) sekä Työllistämistoiminta (78) ovat Satakunnan 25 suurimman toimialan joukossa.

5 Lähteet

- Hautakangas, S., & Heikkinen, J. (2008). Miten tuottavuuden kehitystä mitataan julkisissa palveluissa? Tilastokeskus, Tieto&trendit, 8/2008. https://stat.fi/artikkelit/2008/art_2008-12-19_001.html
- Honkatukia, J. (2021). Maakuntien tuottavuus. Merit Economics, muistio 21.9.2021. https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2021/11/Maakuntien_tuottavuus_20211101.pdf
- Huovari, J., & Kiema, I. (2024). Tuottavuuden ja kustannuskilpailukyvyn kehitys Suomessa. Taustaraportti tuottavuuslautakunnan vuoden 2024 raporttiin. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165837/01_Tuottavuuden_ja_kustannuskilpailukyvyn_kehitys_Suomessa.pdf
- Pohjola, M. (2020). Teknologia, investoinnit, rakennemuutos ja tuottavuus. Suomi kansainvälisessä vertailussa. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2020:5. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-492-1>
- Tilastokeskus. (2023a). StatFin-tietokanta, Kansantalouden aluetilinpito. Tilastotaulut 12bd (Tulot ja tuotanto alueittain, vuosittain, 2000–2021) ja 12bg (Työllisyys ja työtunnit alueittain, vuosittain, 2000–2021). <https://pxdata.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/>
- Tilastokeskus. (2023b). StatFin-tietokanta, Tietotekniikan käyttö yrityksissä. Tilastotaulut 13vg (Tietotekniikan käyttö yrityksissä henkilöstön suuruusluokittain, 2002–2022) ja 14yc (Tietotekniikan käyttö yrityksissä toimialoitain, 2021–2022). <https://pxdata.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/>
- Tilastokeskus. (2023c). StatFin-tietokanta. Kansantalouden tuottavuusmittarit. Tilastotaulut 14w1 (Työn tuottavuuden (arvonlisäyys/työtunti) muutoksen osatekijät, 1976–2021) sekä 14w3 (Arvonlisäyksen muutoksen osatekijät, 1976–2021). <https://pxdata.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/>
- Tilastokeskus (2024). StatFin arkistokanta, Kansantalouden aluetilinpito. Tilastotaulu 904 (Tuotanto ja työllisyys maakunnittain 1975–2008*, 30 toimialaa). https://pxdata.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin_Passiivi/
- Tuottavuuslautakunta. (2019). Tuottavuuden tila Suomessa. Miksi sen kasvu pysähtyi, käynnistyykö se uudelleen? Keskustelualoitteet. Valtiovarainministeriön julkaisuja 2019:21. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-367-001-3>
- Vehmas, J., & Luukkanen, J. (2022). Kestävän kehityksen kvantitatiiviset arviointimenetelmät tulevaisuudentutkimuksessa. Teoksessa H.-K. Aalto, K. Heikkilä, P. Keski-Pukkila, M. Mäki & M. Pöllänen (toim.), Tulevaisuudentutkimus tutuksi – perusteita ja menetelmiä (s. 72–92.) <https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/153465/TVA-1-2022.pdf>
- Wessman, R. (2022). Terveysthuoltoalan heikko tuottavuus on tilastoharha, eikä palkkoja todellakaan kannata asettaa sen perusteella. <https://www.mustread.fi/blogit/terveydenhuoltoalan-heikko-tuottavuus-on-tilastoharha-eika-palkkoja-todellakaan-kannata-asettaa-sen-perusteella/>

Liite A

Tietotekniikan käyttöä yrityksissä kuvaavat muuttujat ja lista toimialoista, joilta tietoja on saatavissa. Lähde: Tilastokeskus. 2023. StatFin-tietokanta, Tietotekniikan käyttö yrityksissä. Tilastotaulut 13vg (Tietotekniikan käyttö yrityksissä henkilöstön suuruusluokittain, 2002–2022) ja 14yc (Tietotekniikan käyttö yrityksissä toimialoitain, 2021–2022). <https://pxdata.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/>

Muuttujat (38):

1. Vähintään 100 Mbit/s internetyhteys
2. Verkkosivut
3. Verkkokauppa
4. Toiminnanohjausjärjestelmä (ERP)
5. Sosiaalinen media käytössä
6. Pilvipalvelut käytössä
7. Sähköposti pilvipalveluna
8. Toimisto-ohjelmia pilvipalveluna
9. Tietokantojen ylläpito pilvipalveluna
10. Tiedostojen tallennus pilvipalveluna
11. Kirjanpitosovelluksia pilvipalveluna
12. Asiakkuuden hallinta (CRM) pilvipalveluna
13. Laskentatehoa sovellusten ajamiseen pilvipalveluna
14. Toiminnanohjausjärjestelmä (ERP) pilvipalveluna
15. Tietoturva pilvipalveluna
16. Alustapalveluita sovelluskehitykseen, -jakeluun (PAAS) pilvipalveluna
17. Yrityksellä käytössä tekoälyteknologioita
18. Teknologiat, jotka analysoivat kirjoitettua tekstiä (text mining)
19. Teknologiat, jotka muuttavat puhuttua kieltä koneluettavaan muotoon (puheentunnistus)
20. Teknologiat, jotka tuottavat kirjoitettua tai puhuttua kieltä (luonnollisen kielen tuottaminen)
21. Teknologiat, jotka tunnistavat kohteita tai henkilöitä kuvista (kuvan tunnistus, kuvan käsittely)
22. Koneoppiminen datan analysoimiseksi
23. Teknologiat, joilla automatisoidaan työprosesseja tai avustetaan päätöksenteossa (tekoälyä käyttävä ohjelmistorobotiikka)
24. Teknologiat, jotka mahdollistavat koneiden itsenäisen liikkumisen ympäristön havainnointiin pohjaten (autonomiset robotit, itseohjautuvat ajoneuvot, autonomiset dronit)
25. Yrityksellä käytössä asiakkuudenhallinnan tietojärjestelmä (CRM)

26. Yrityksellä käytössä ohjelmisto liiketoimintatiedon hallintaan (BI, Business intelligence)
27. Data-analytiikka, oman henkilöstön toimesta
28. Data-analytiikan data: yrityksen liiketoimintatiedot (oman henkilöstön toimesta)
29. Data-analytiikan data: asiakasdata (oman henkilöstön toimesta)
30. Data-analytiikan data: sosiaalinen media (oman henkilöstön toimesta)
31. Data-analytiikan data: verkkosivustojen data (oman henkilöstön toimesta)
32. Data-analytiikan data: kannettavien laitteiden tai ajoneuvojen sijaintitiedot (oman henkilöstön toimesta)
33. Data-analytiikan data: älylaitteiden tai sensoreiden data (oman henkilöstön toimesta)
34. Data-analytiikan data: julkisen sektorin avoin data (oman henkilöstön toimesta)
35. Data-analytiikan data: satelliittidata (esim. satelliittikuvat) (oman henkilöstön toimesta)
36. Data-analytiikka, toisen yrityksen tai organisaation toimesta
37. Data-analytiikka (oman henkilöstön, toisen yrityksen tai organisaation toimesta)
38. Tekoälyohjelmien tai -järjestelmien käyttöön liittyviä ohjeita, käytänteitä tai toimintatapoja on dokumentoitu

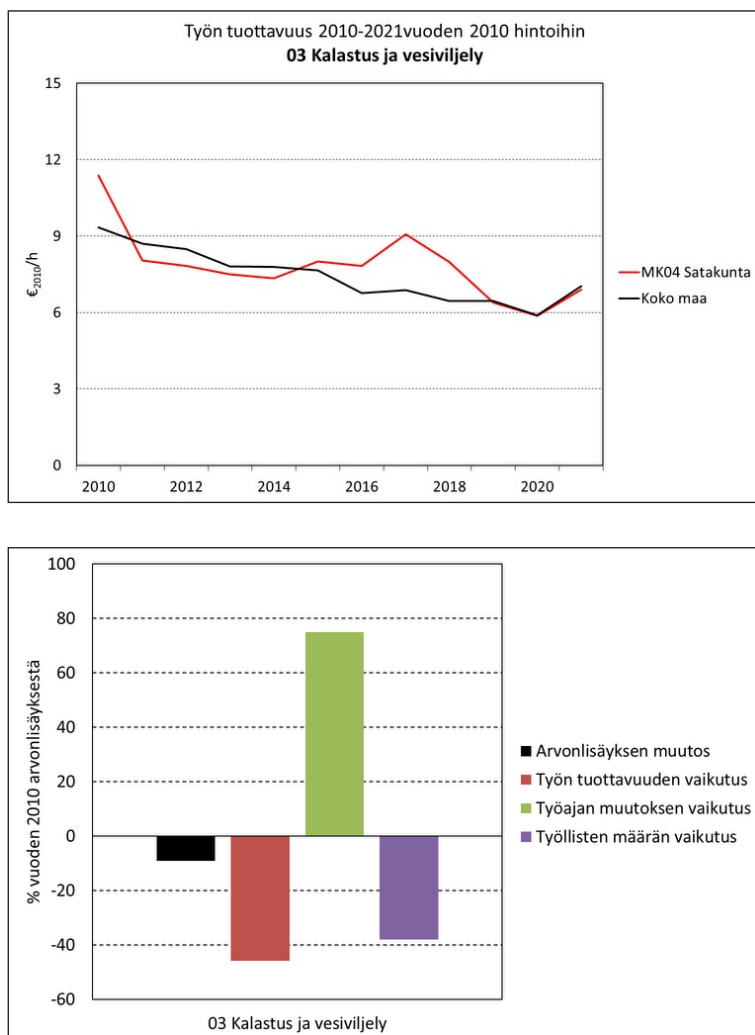
Toimialat (TOL 2008):

- Yhteensä
- C-E Teollisuus; sähkö-, lämpö-, vesi- ja jätehuolto yms. (10–39)
- 41–43 Rakentaminen
- 45–46 Tukkukauppa ja moottoriajoneuvojen kauppa
- 47 Vähittäiskauppa (pl. moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien kauppa)
- H Kuljetus ja varastointi (49–53)
- 55, 56 Majoitus- ja ravitsemistoiminta
- J Informaatio ja viestintä (58–63)
- L, N, S951 Kiinteistöala ja hallinto- ja tukipalvelutoiminta ja tietokoneiden ja viestintälaitteiden korjaus
- M Ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta (69–75)

Liite B

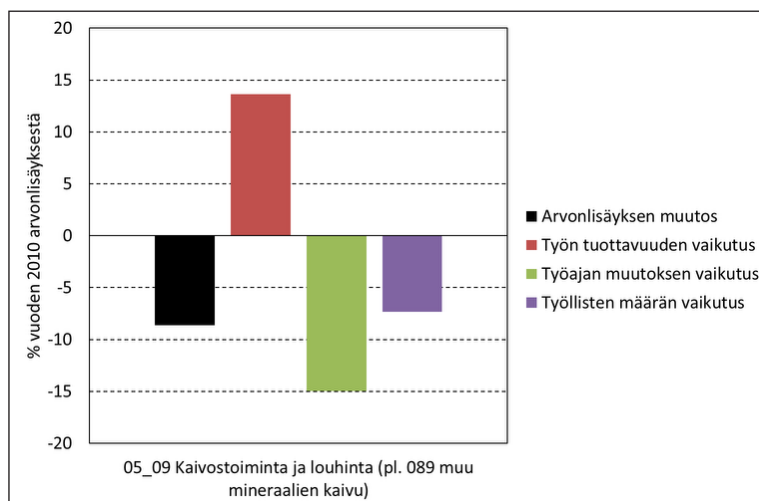
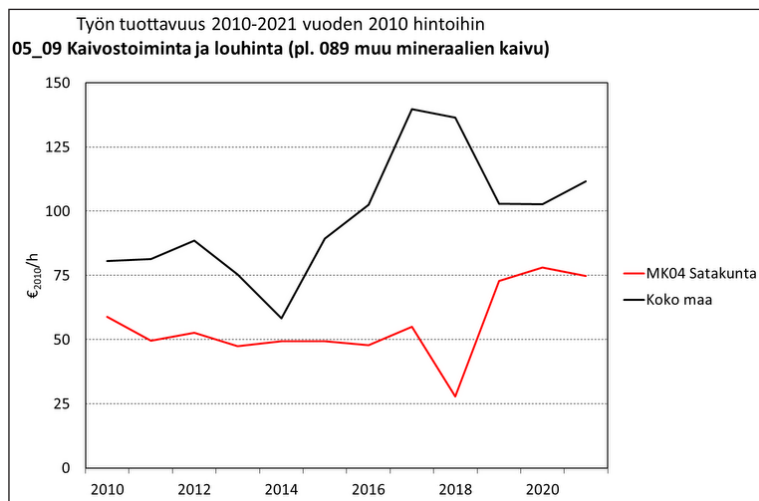
Työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä tuotannon bruttoarvonlisäykseen vaikuttaneet tekijät Satakunnassa vuosina 2010–2021 toimialoilla, joita ei käsitelty varsinaisessa raportissa.

A Maa-, metsä- ja kalatalous

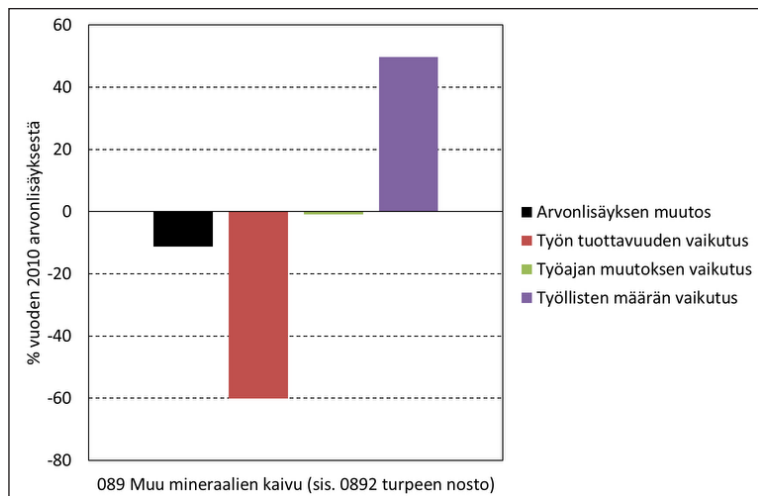
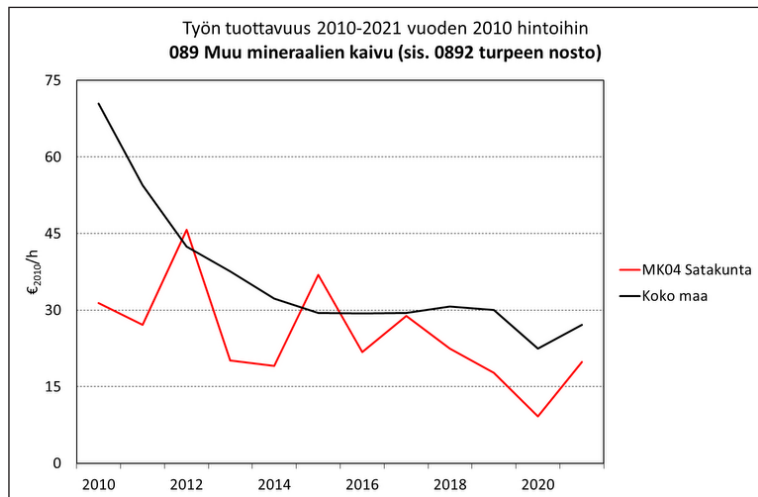


Kuva B1. Kalastuksen ja vesiviljelyn (TOL 2008 toimiala 03) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

B Kaivostoiminta ja louhinta

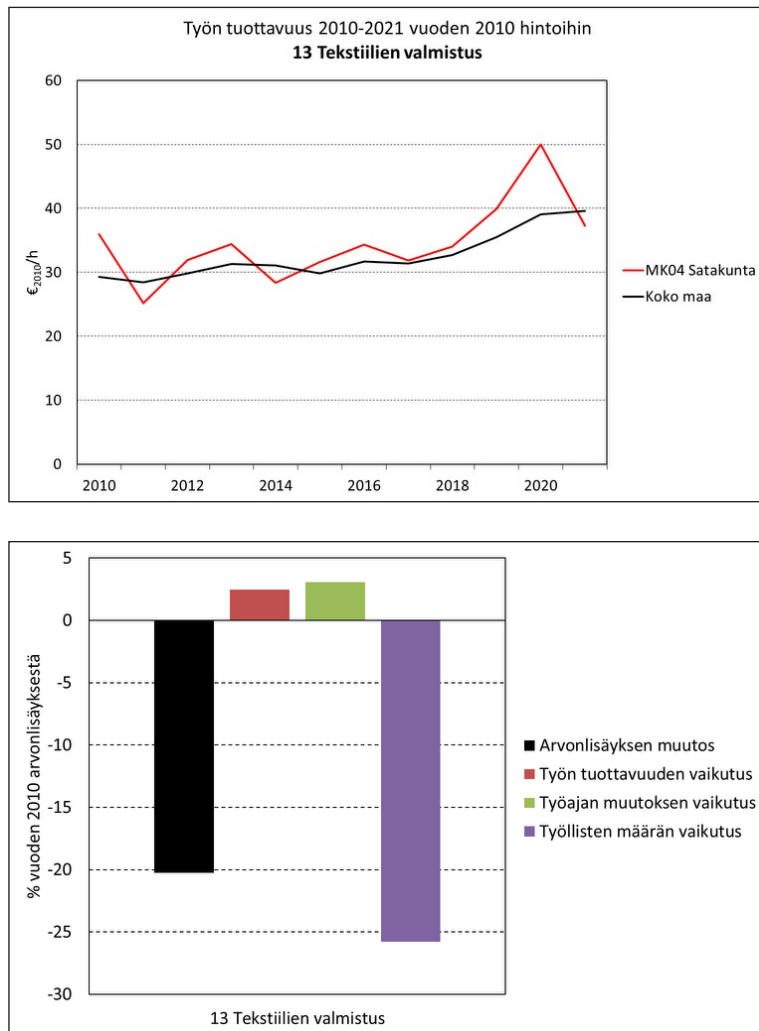


Kuva B2. Kaivostoiminnan ja louhinnan (TOL 2008 toimialat 05–09) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

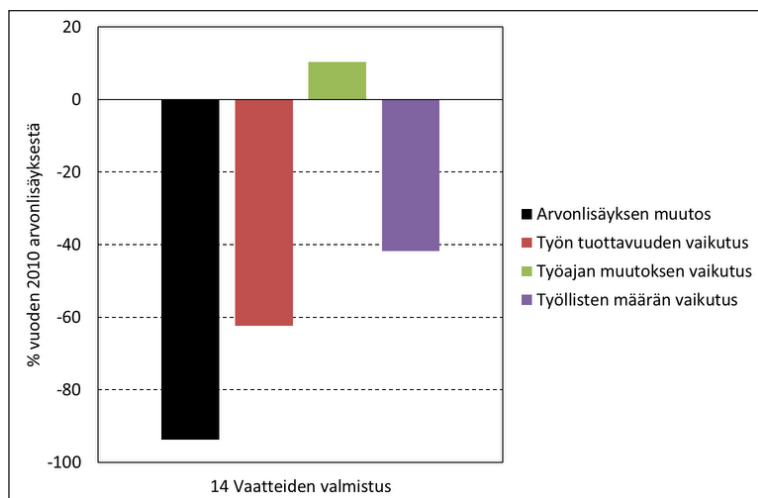
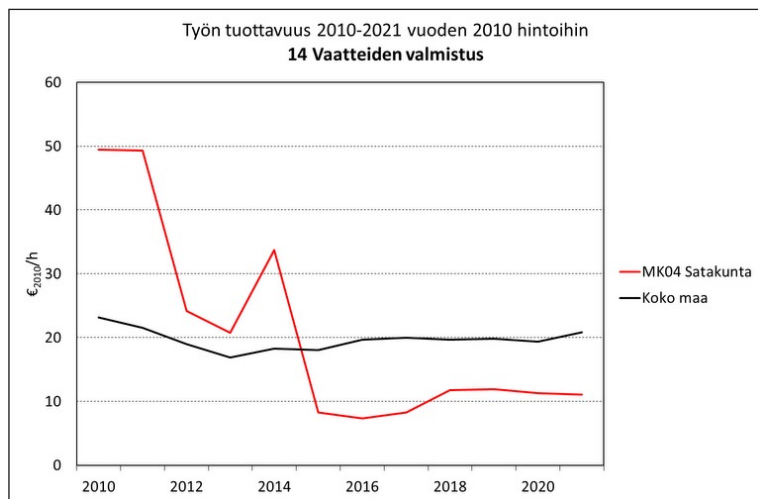


Kuva B3. Mineraalien kaivuun (TOL 2008 toimiala 089) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

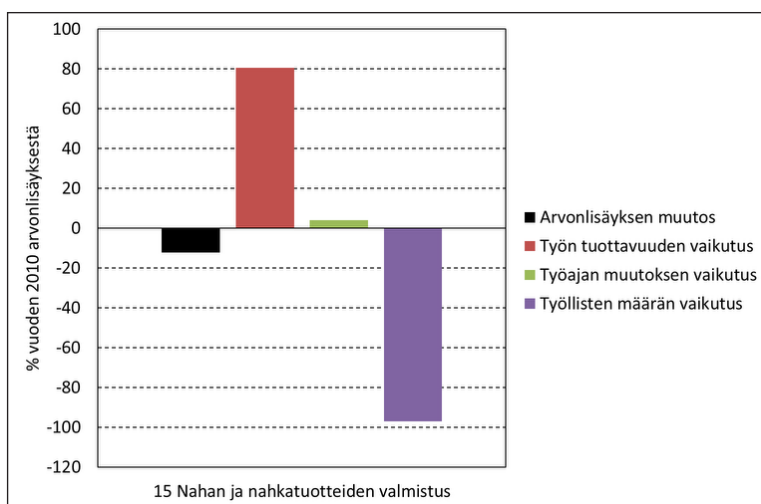
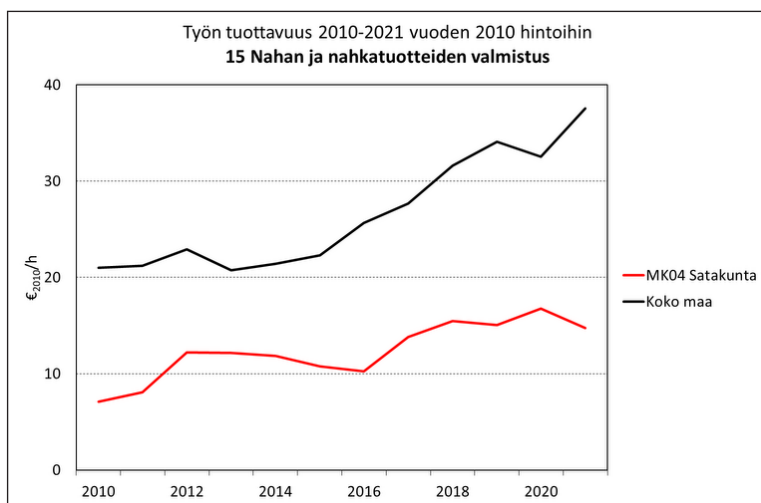
C Teollisuus



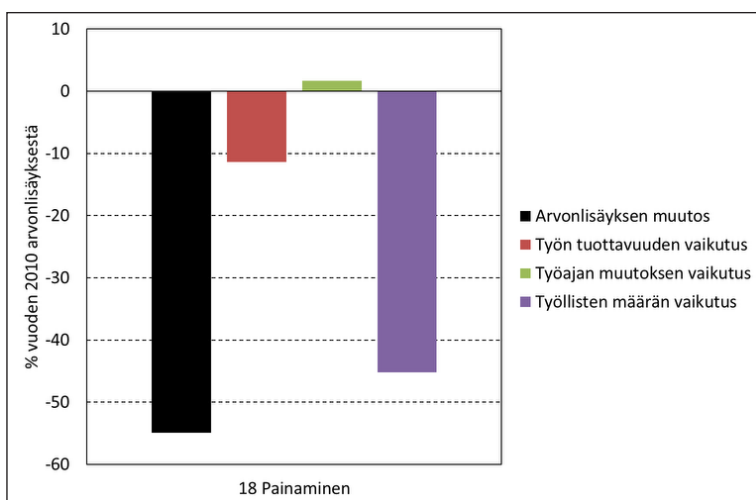
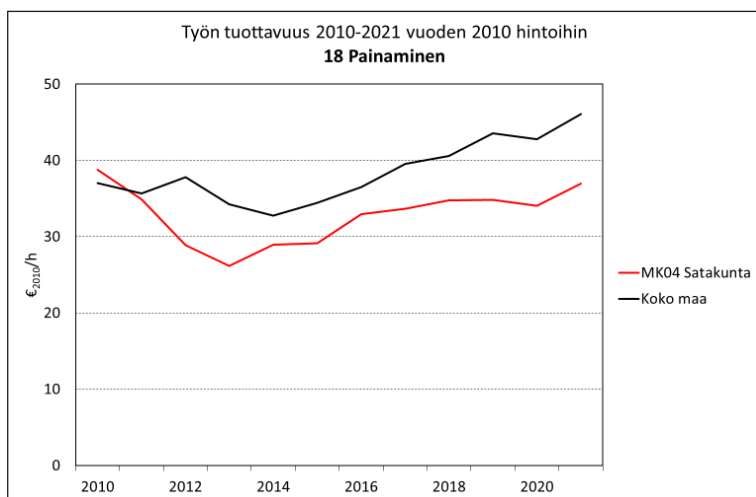
Kuva B4. Tekstiilien valmistuksen (TOL 2008 toimiala 13) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.



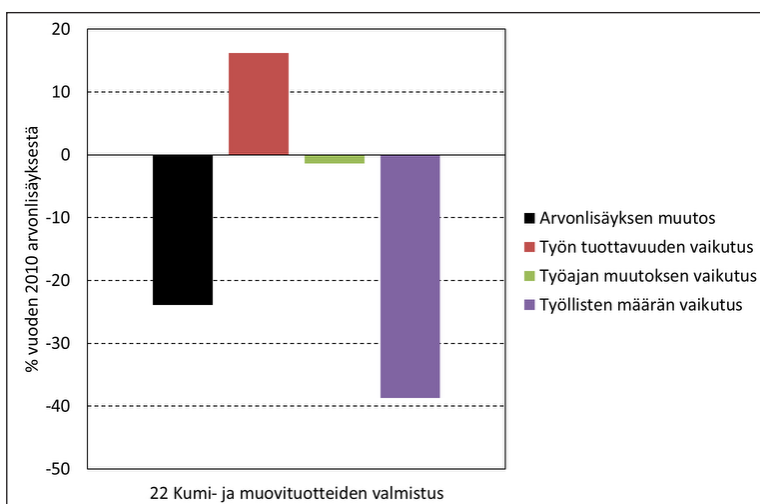
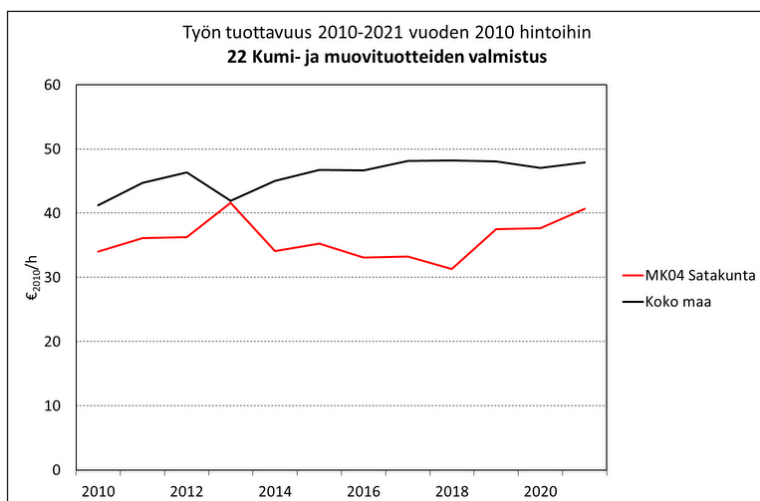
Kuva B5. Vaatteiden valmistuksen (TOL 2008 toimiala 14) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.



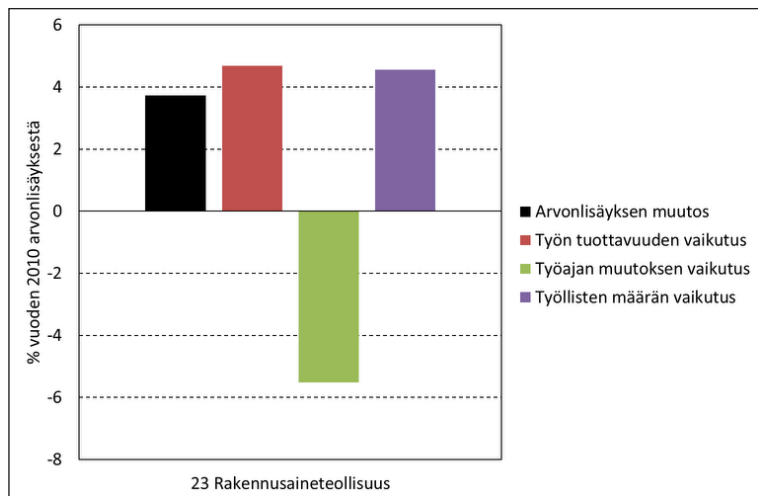
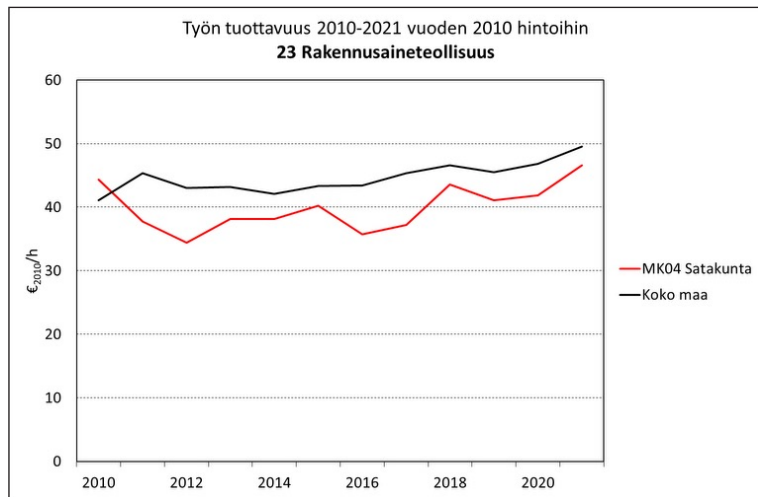
Kuva B6. Nahan ja nahkatuotteiden valmistuksen (TOL 2008 toimiala 15) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.



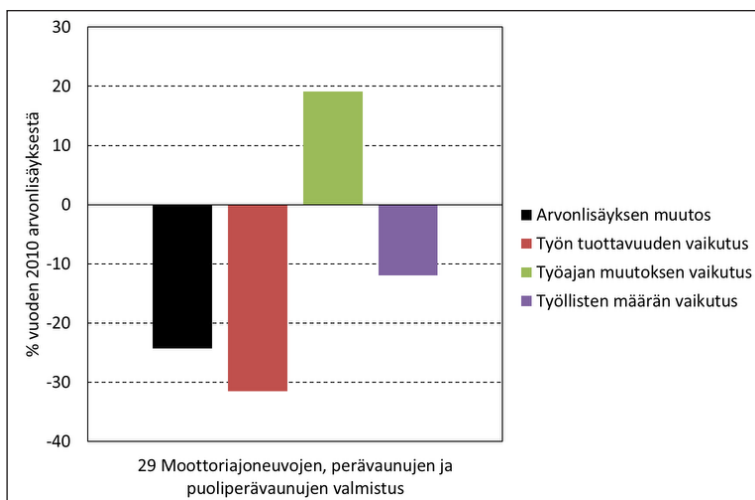
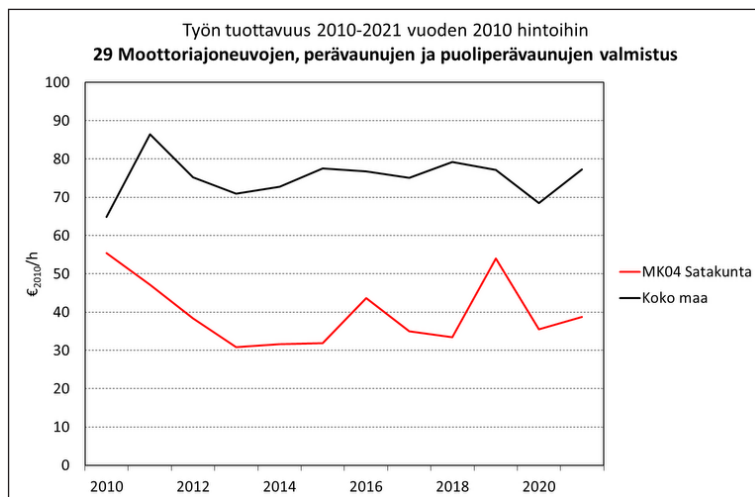
Kuva B7. Painamisen (TOL 2008 toimiala 18) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.



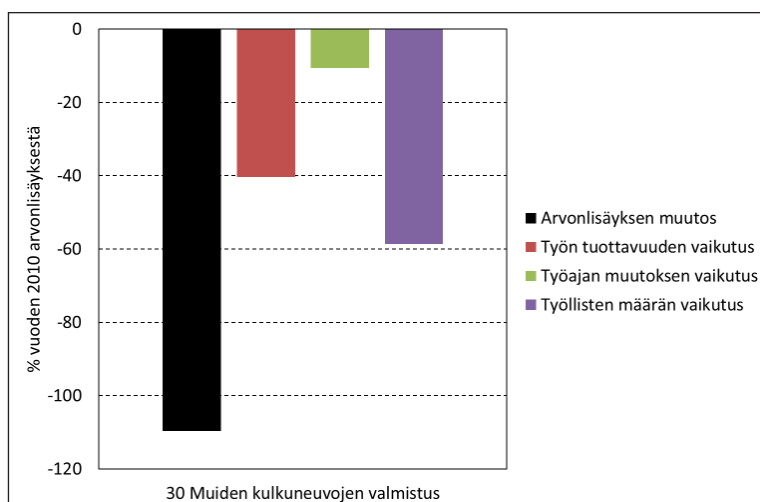
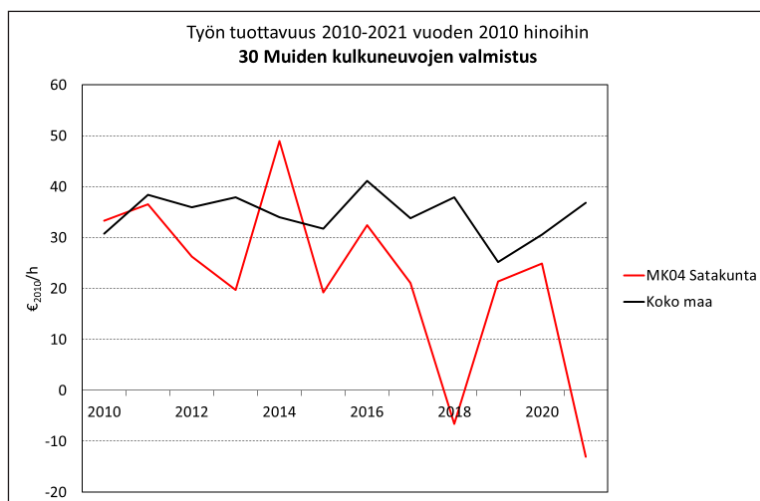
Kuva B8. Kumi- ja muovituotteiden valmistuksen (TOL 2008 toimiala 22) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.



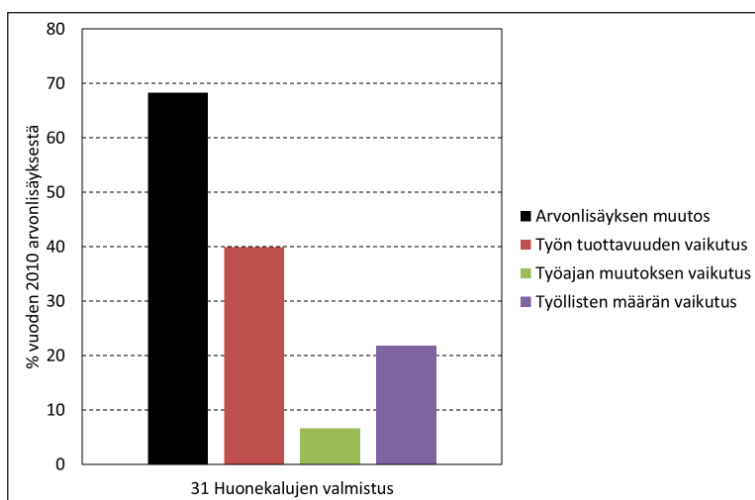
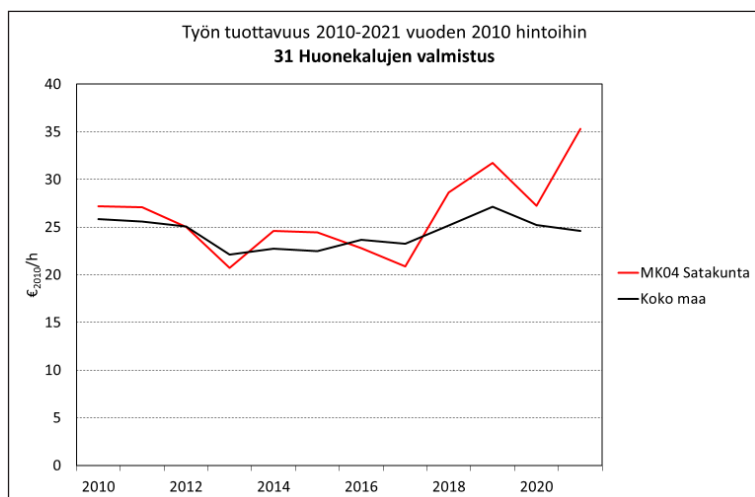
Kuva B9. Rakennusaineteollisuuden (TOL 2008 toimiala 23) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.



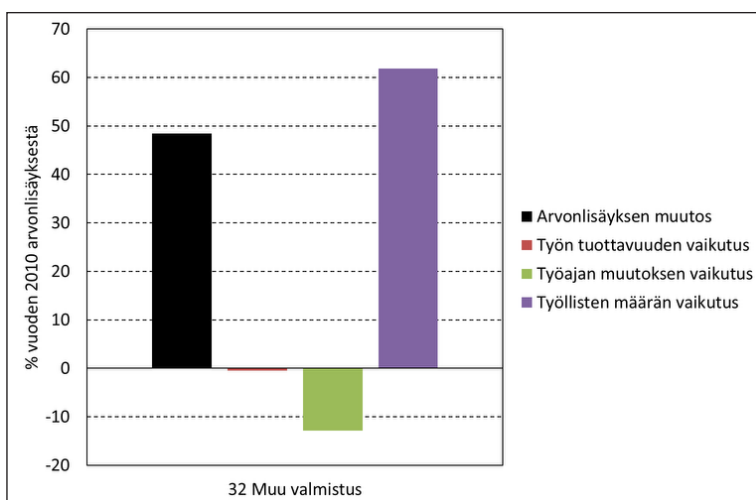
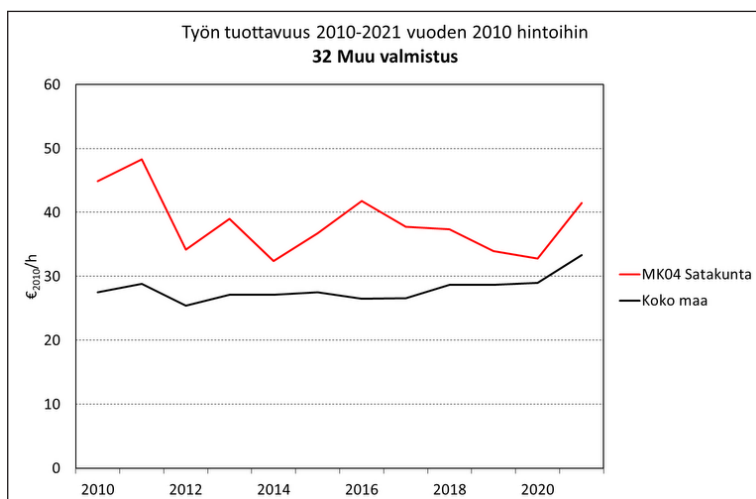
Kuva B10. Moottoriajoneuvojen, perävaunujen ja puoliperävaunujen valmistuksen (TOL 2008 toimiala 29) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.



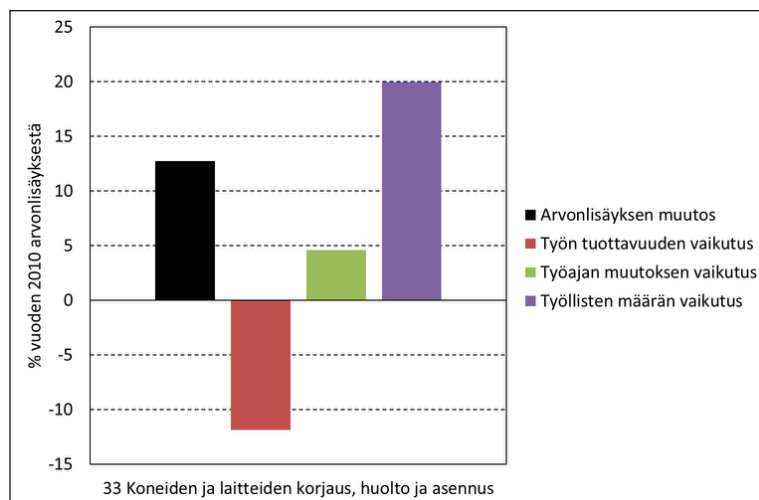
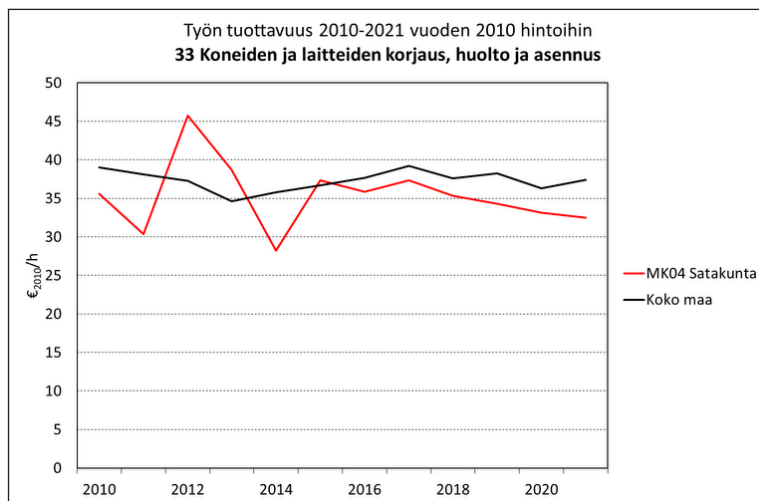
Kuva B11. Muiden kulkuneuvojen valmistuksen (TOL 2008 toimiala 30) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonnäkykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.



Kuva B12. Huonekalujen valmistuksen (TOL 2008 toimiala 31) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

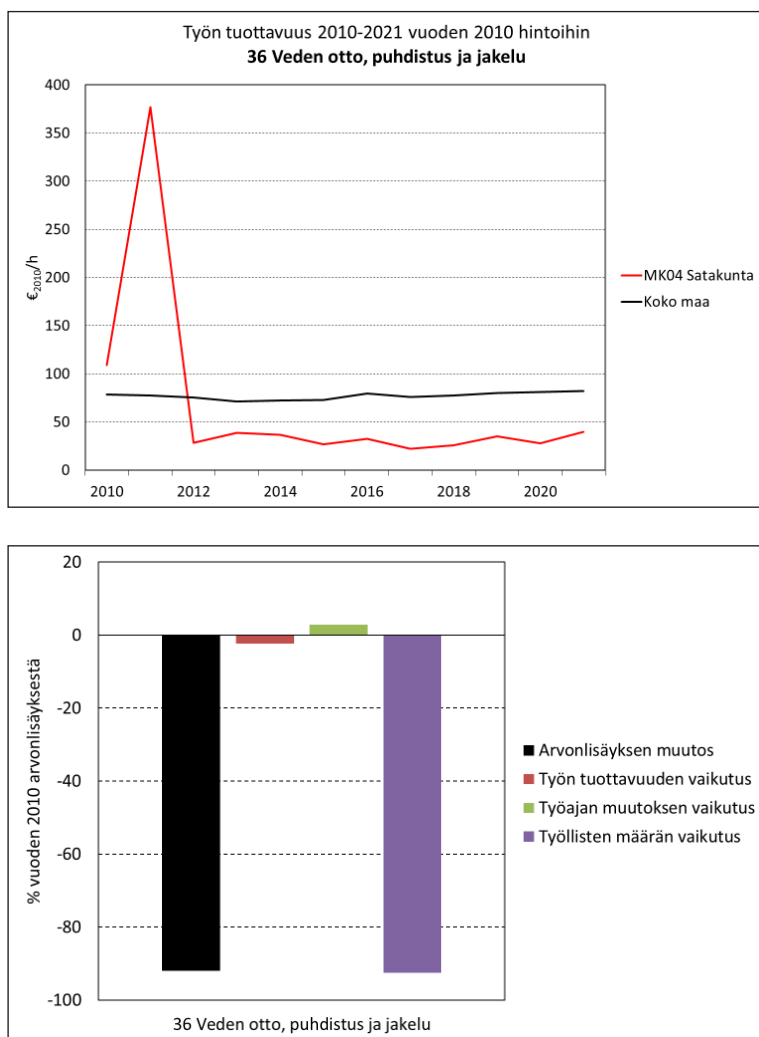


Kuva B13. Muun valmistuksen (TOL 2008 toimiala 32) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

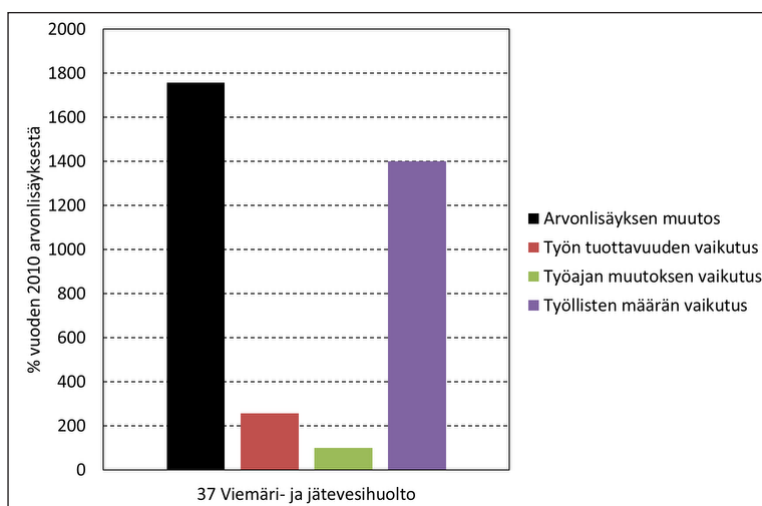
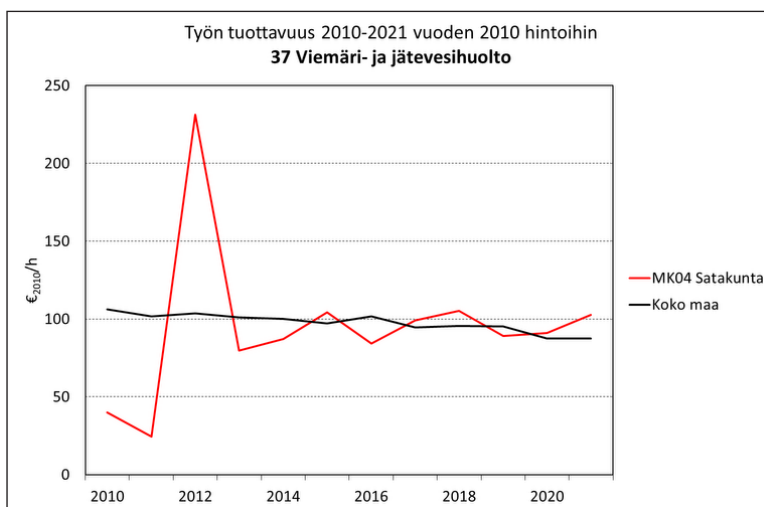


Kuva B14. Koneiden ja laitteiden korjauksen, huollon ja asennuksen (TOL 2008 toimiala 33) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

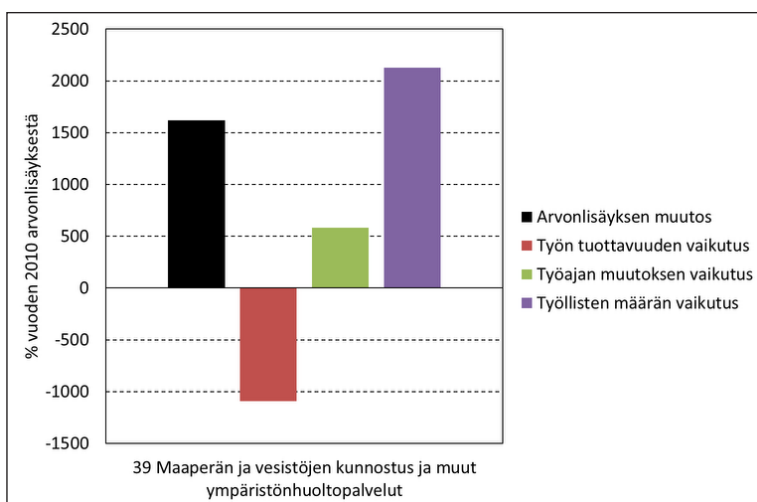
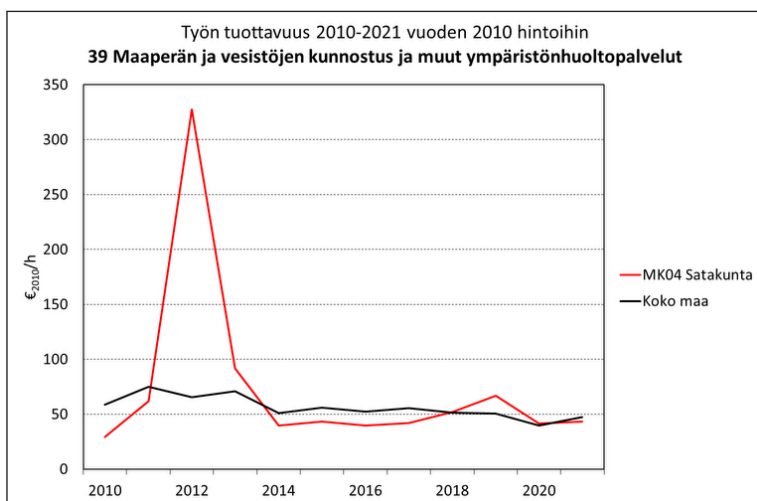
E Vesihuolto, viemäri- ja jätevesihuolto, jätehuolto ja muu ympäristön puhtaanapito



Kuva B15. Veden oton, puhdistuksen ja jakelun (TOL 2008 toimiala 36) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

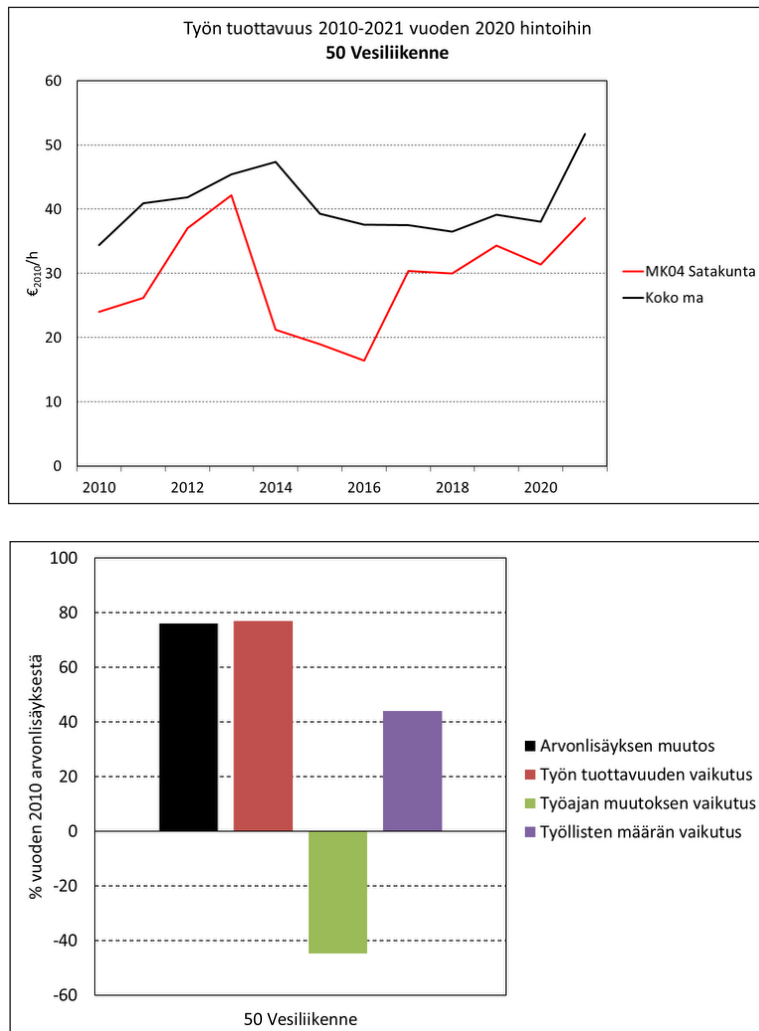


Kuva B16. Viemäri- ja jätevesihuollon (TOL 2008 toimiala 37) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

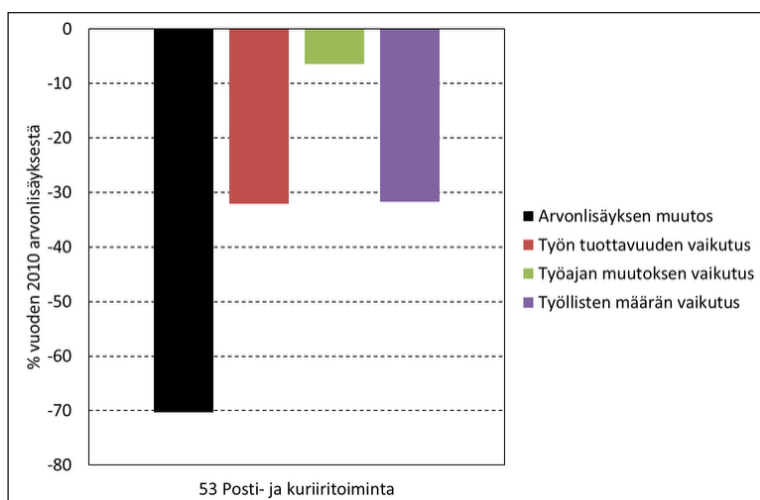
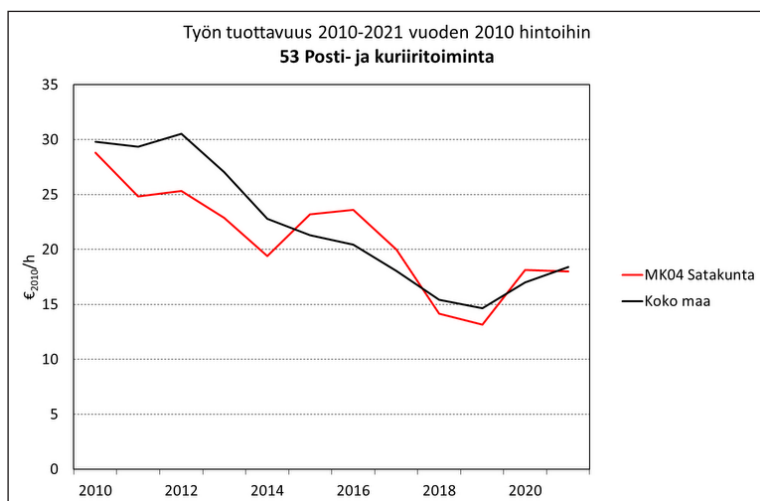


Kuva B17. Maaperän ja vesistöjen kunnostuksen ja muiden ympäristöhuoltopalvelujen (TOL 2008 toimiala 39) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

H. Kuljetus ja varastointi

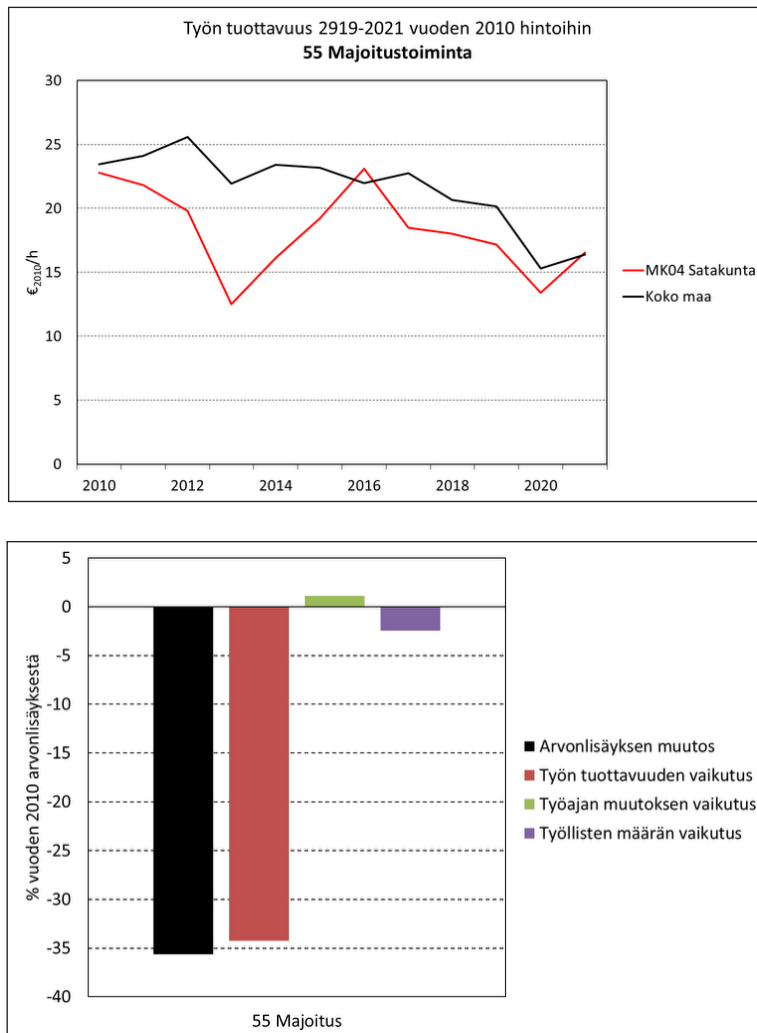


Kuva B18. Vesiliikenteen (TOL 2008 toimiala 50) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

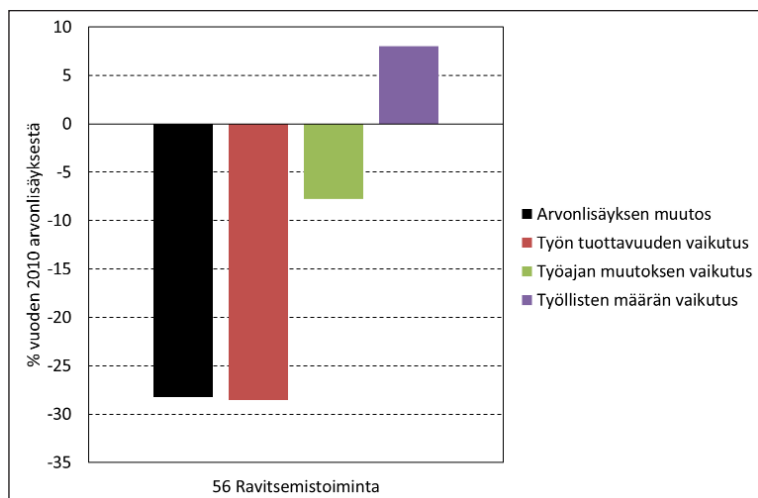
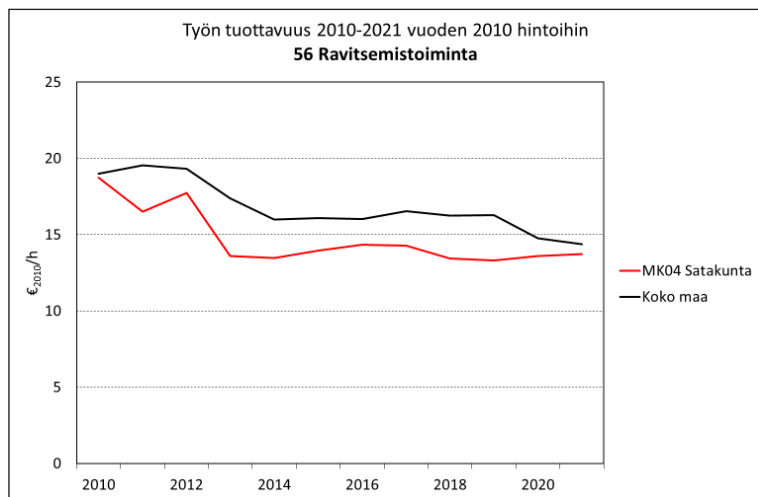


Kuva B19. Posti- ja kuriiritoiminnan (TOL 2008 toimiala 53) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

I. Majoitus- ja ravitsemistoiminta

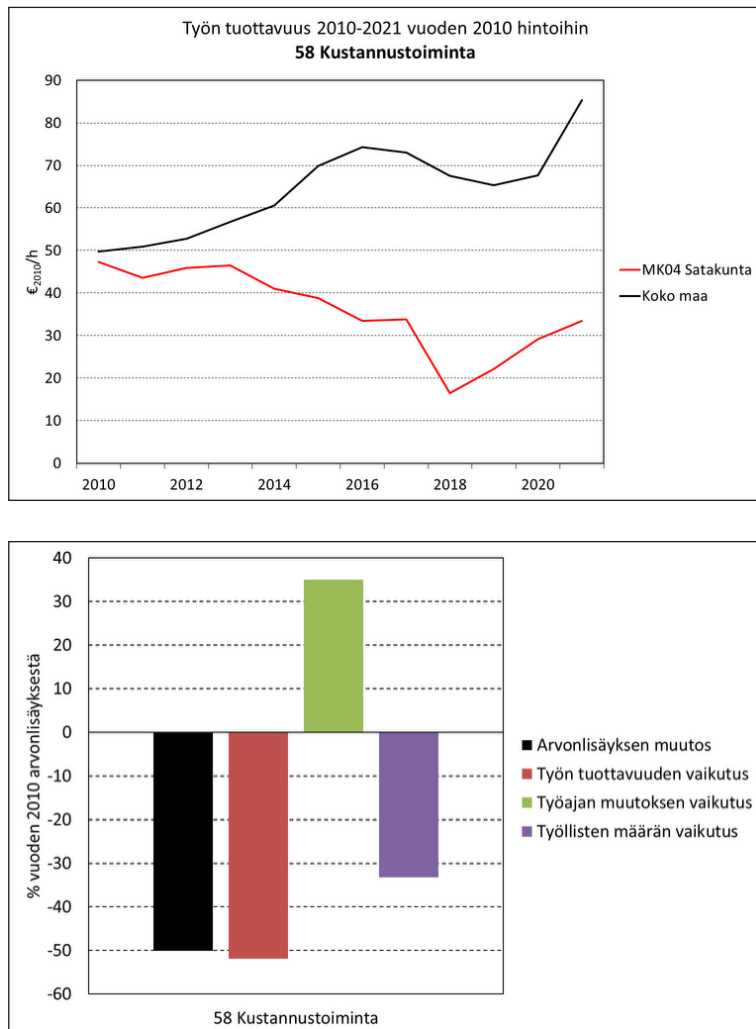


Kuva B20. Majoitustoiminnan (TOL 2008 toimiala 55) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

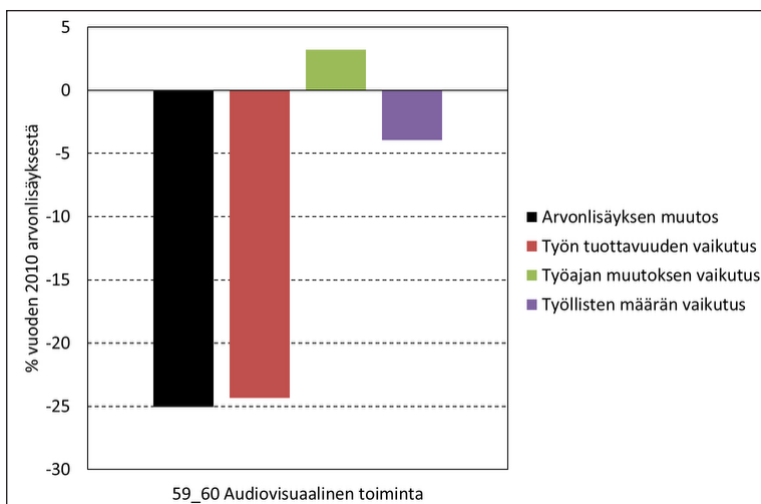
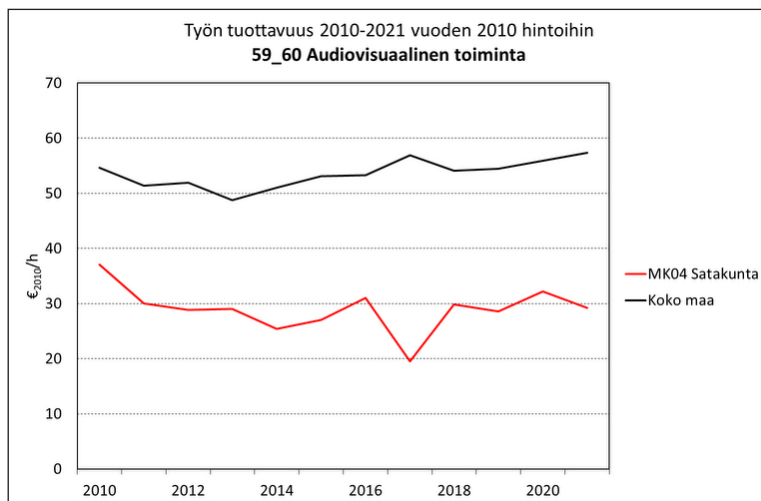


Kuva B21. Ravitsemistoiminnan (TOL 2008 toimiala 56) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

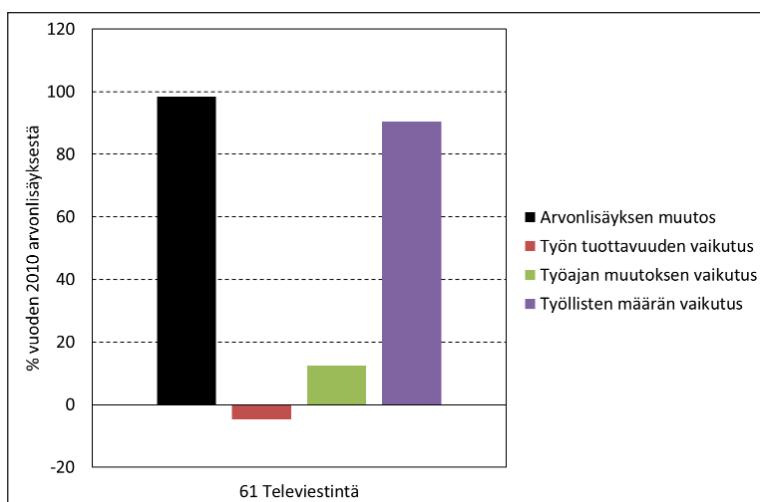
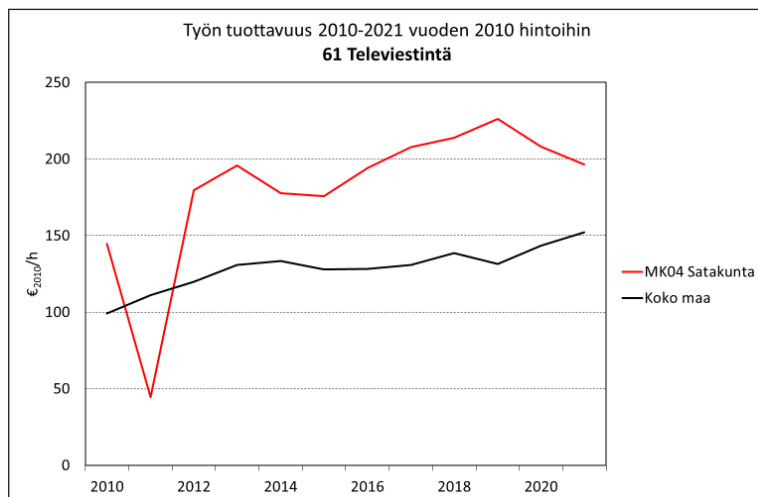
J. Informaatio ja viestintä



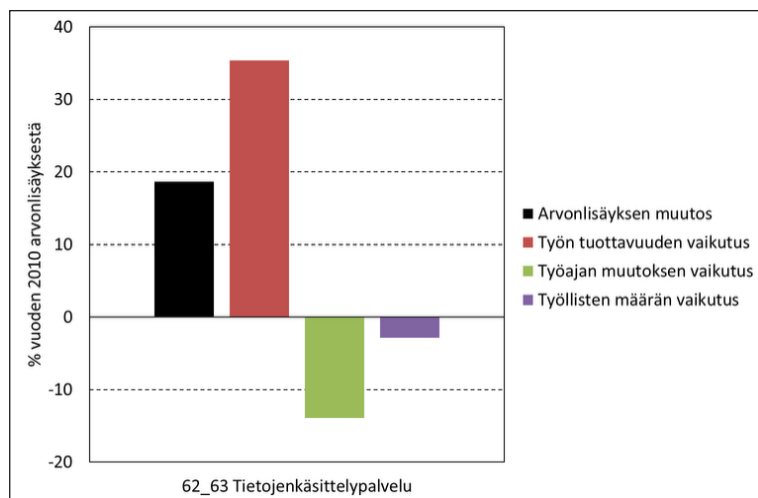
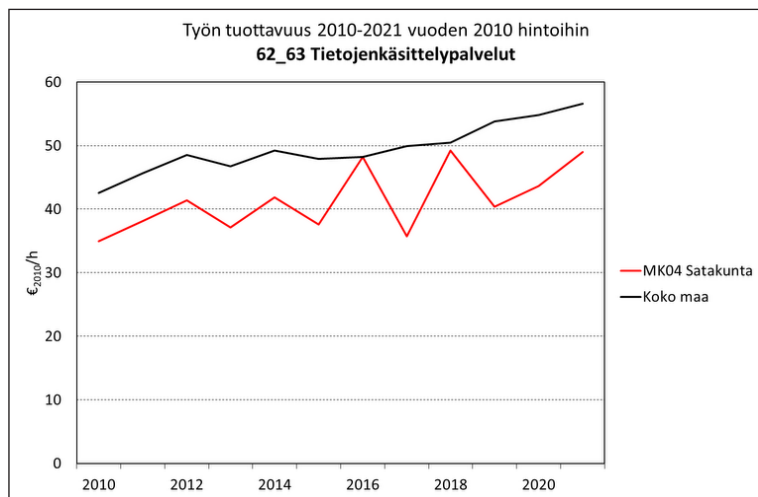
Kuva B22. Kustannustoiminnan (TOL 2008 toimiala 58) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.



Kuva B23. Audiovisuaalisen toiminnan (TOL 2008 toimialat 59 ja 60) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

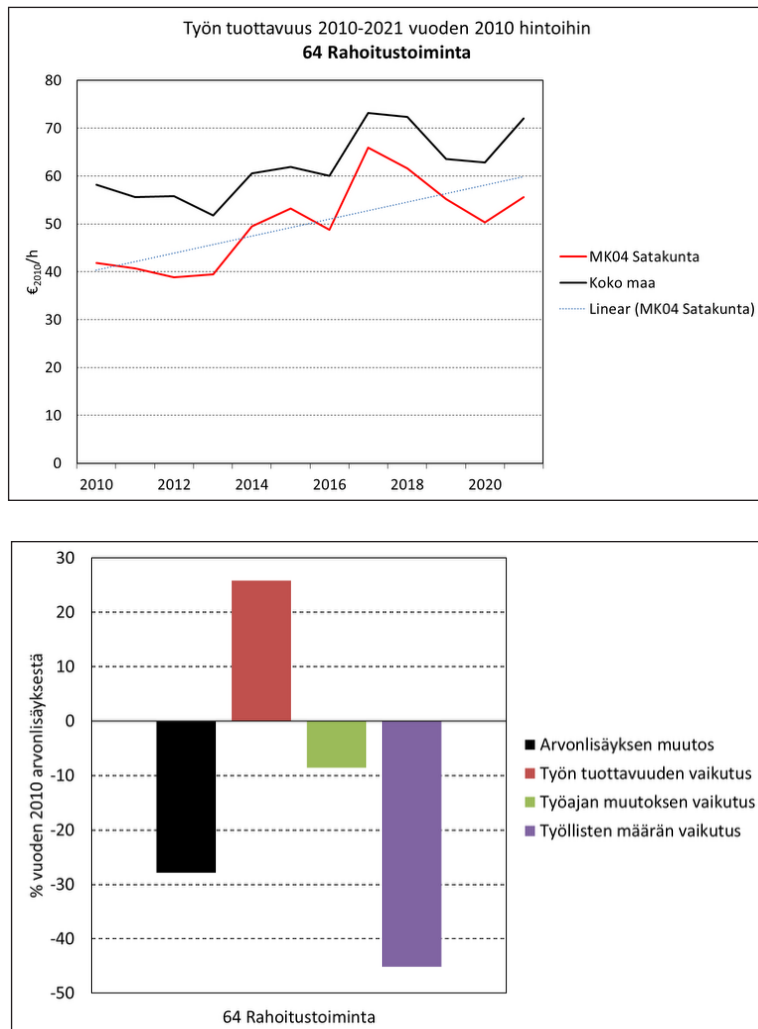


Kuva B24. Televiestinnän (TOL 2008 toimiala 61) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

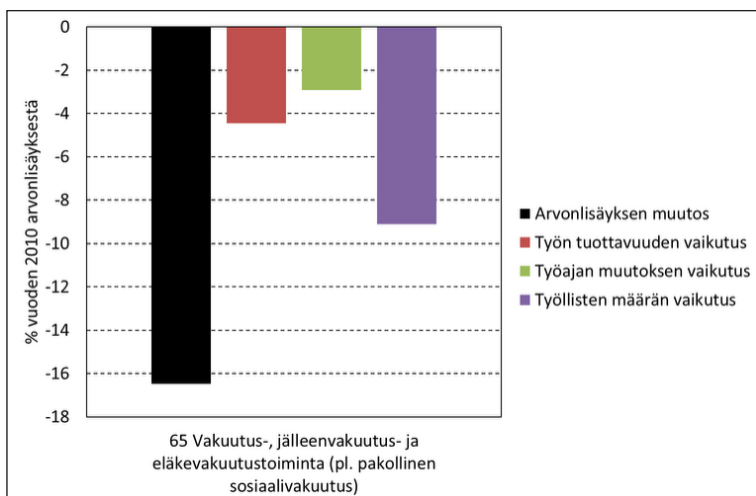
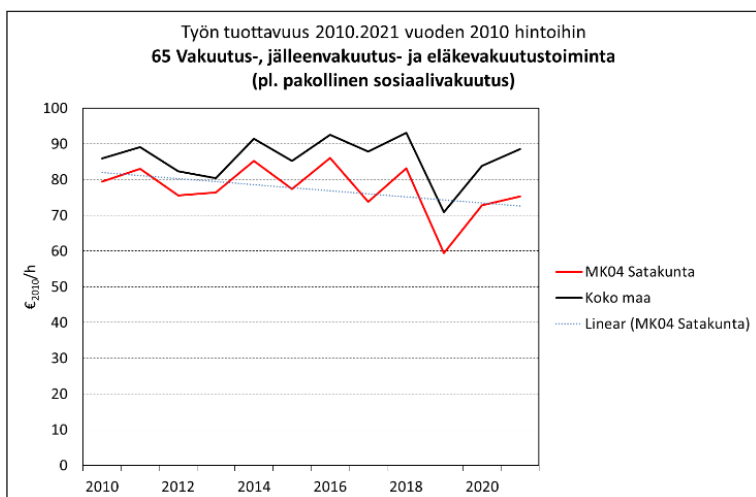


Kuva B25. Tietojenkäsittelypalveluiden (TOL 2008 toimialat 62 ja 63) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

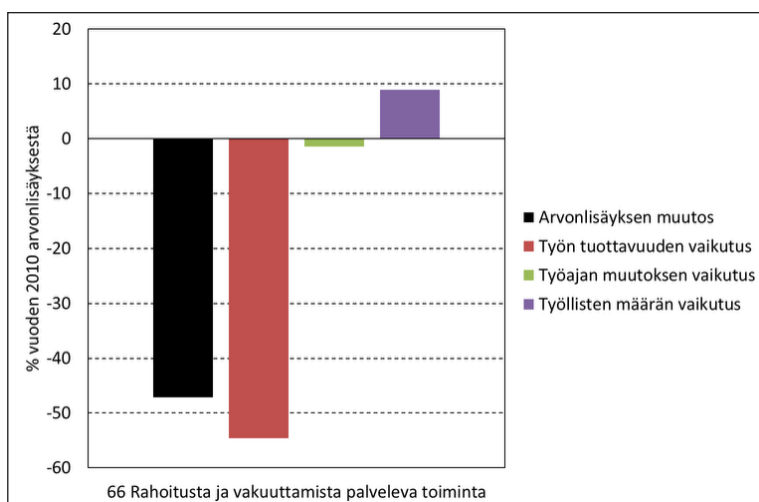
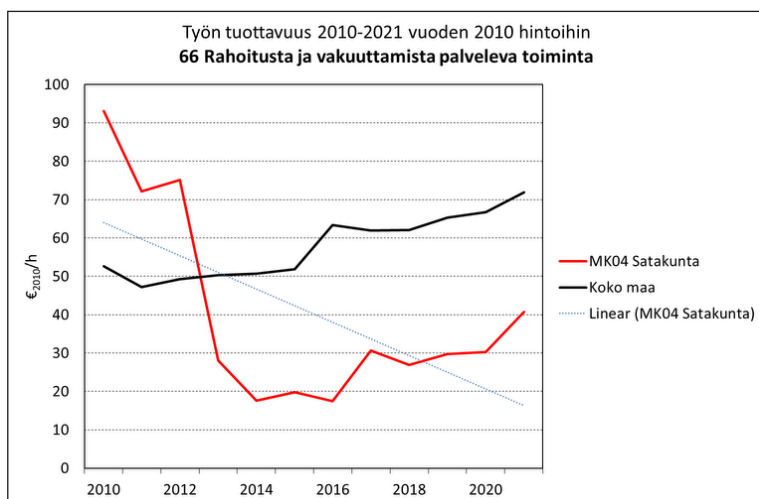
K. Rahoitus- ja vakuutustoiminta



Kuva B26. Rahoitustoiminnan (TOL 2008 toimiala 64) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

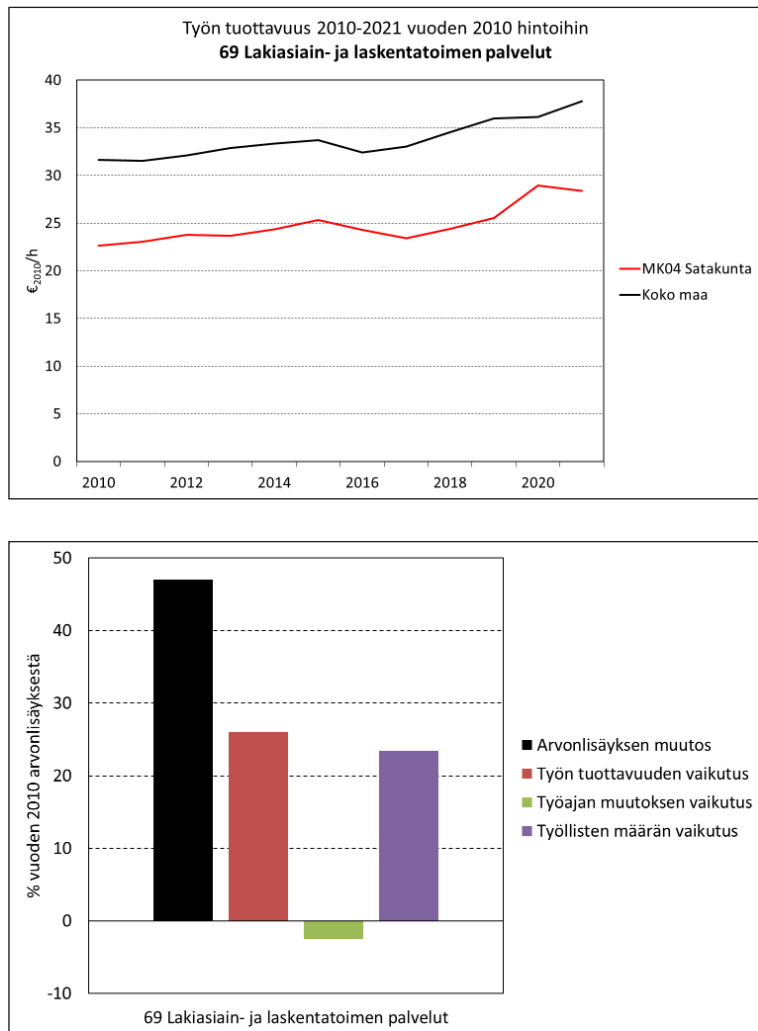


Kuva B27. Vakuutus-, jälleenvakuutus- ja eläkevakuutustoiminnan (pl. pakollinen sosiaalivakuutus) (TOL 2008 toimiala 65) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

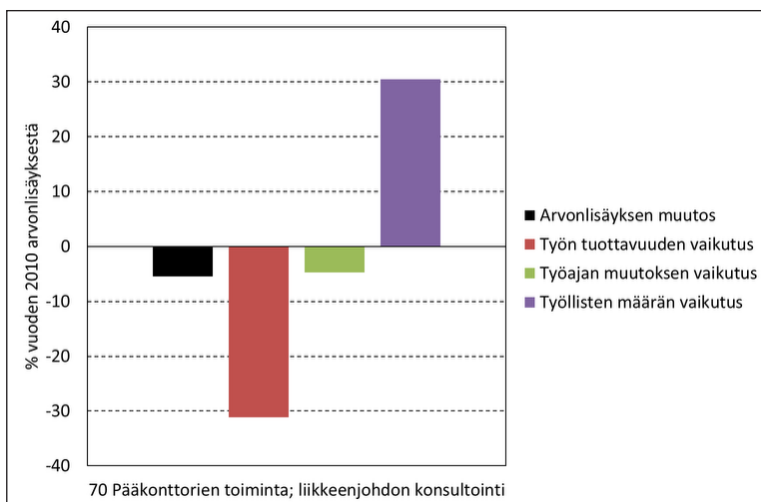
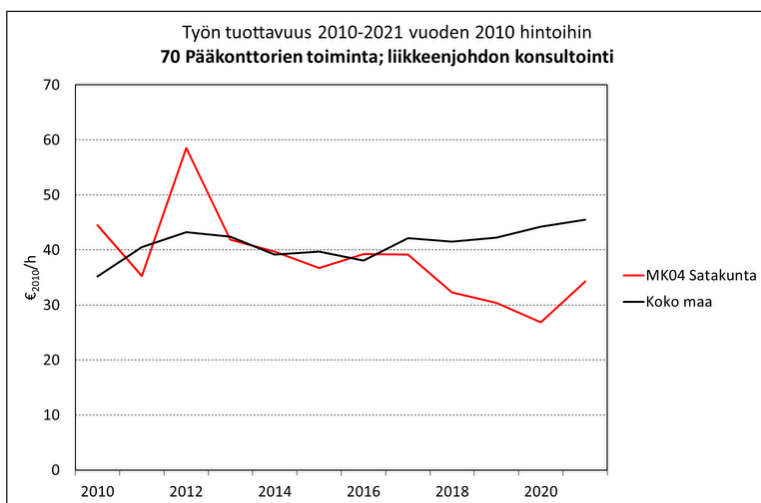


Kuva B28. Rahoitusta ja vakuuttamista palvelevan toiminnan (TOL 2008 toimiala 66) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

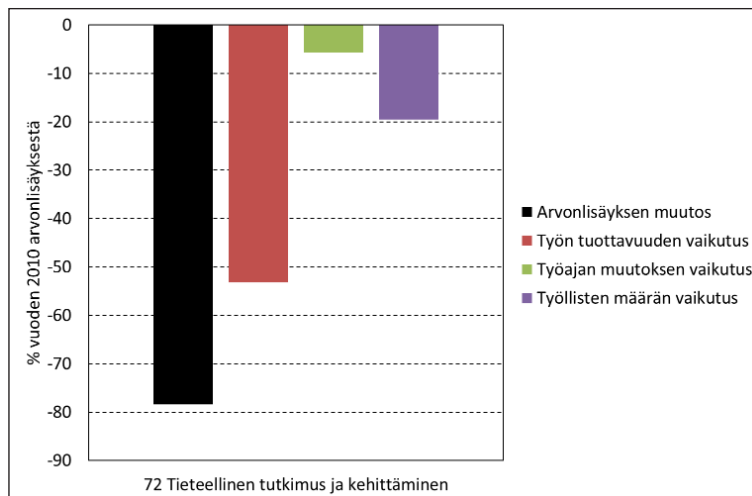
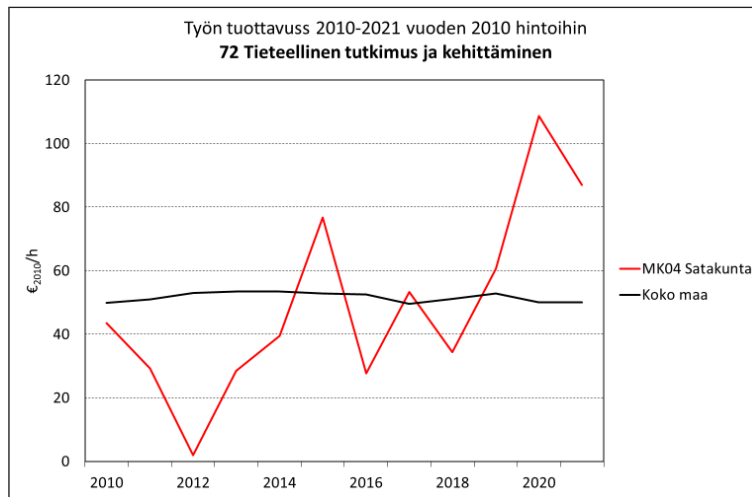
M. Ammatillinen, tieteellinen ja tekninen toiminta



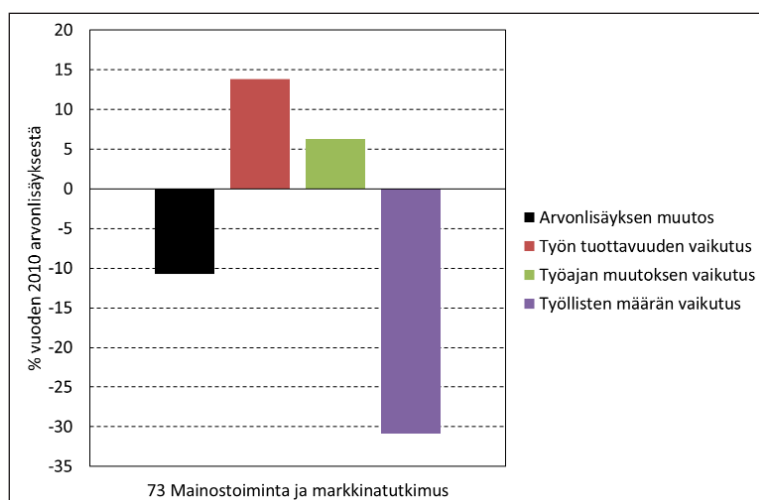
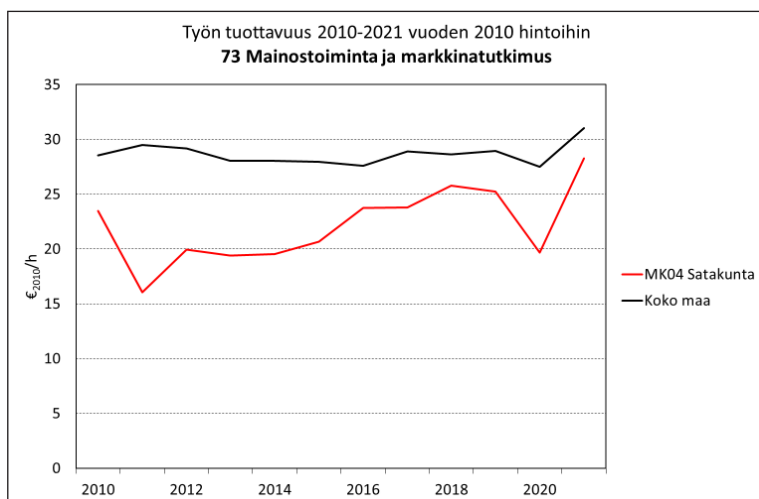
Kuva B29. Lakiasiain- ja laskentatoimen palveluiden (TOL 2008 toimiala 69) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.



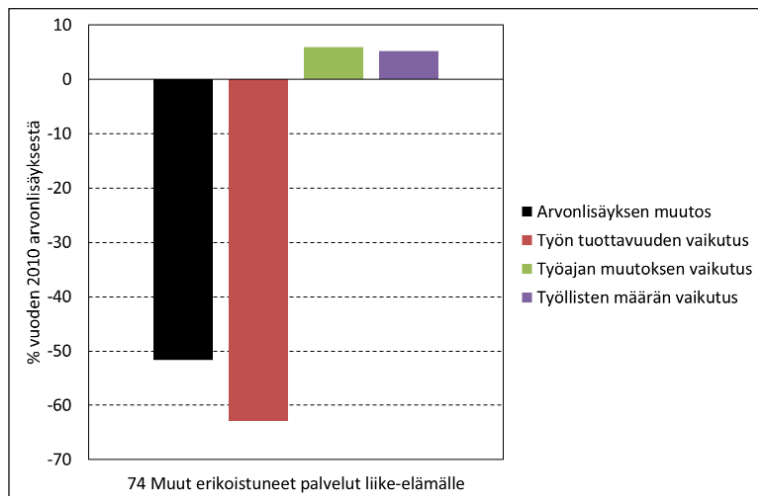
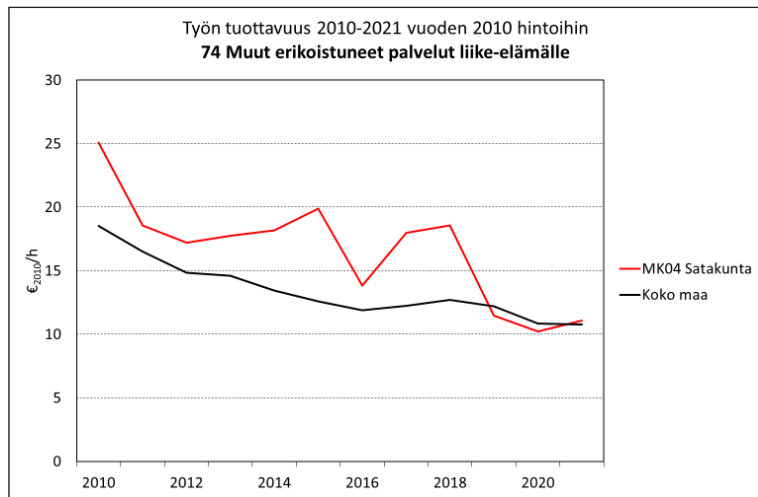
Kuva B30. Pääkonttoreiden toiminnan ja liikkeenjohdon konsultoinnin (TOL 2008 toimiala 70) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.



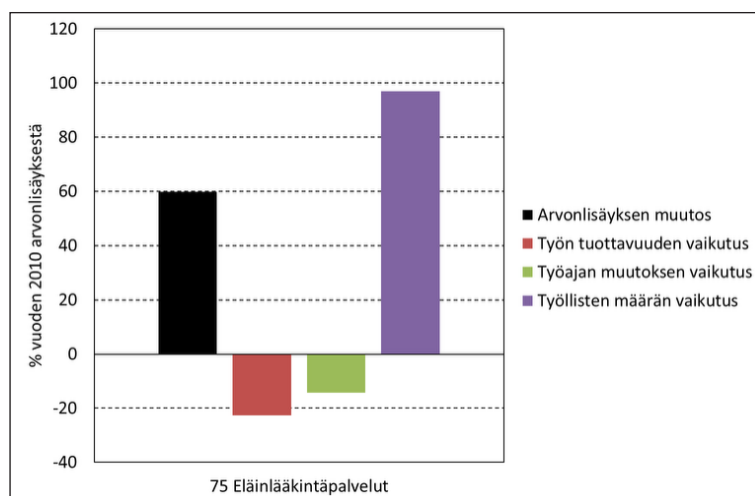
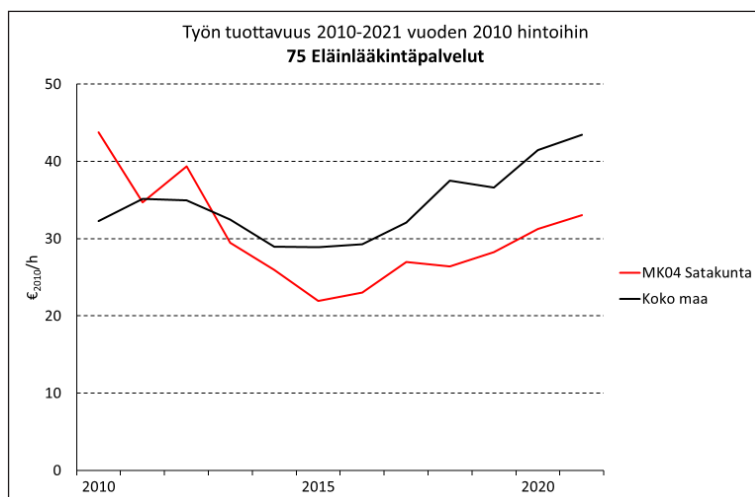
Kuva B31. Tieteellisen tutkimuksen ja kehittämisen (TOL 2008 toimiala 72) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.



Kuva B32. Mainostoiminnan ja markkinatutkimuksen (TOL 2008 toimiala 73) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

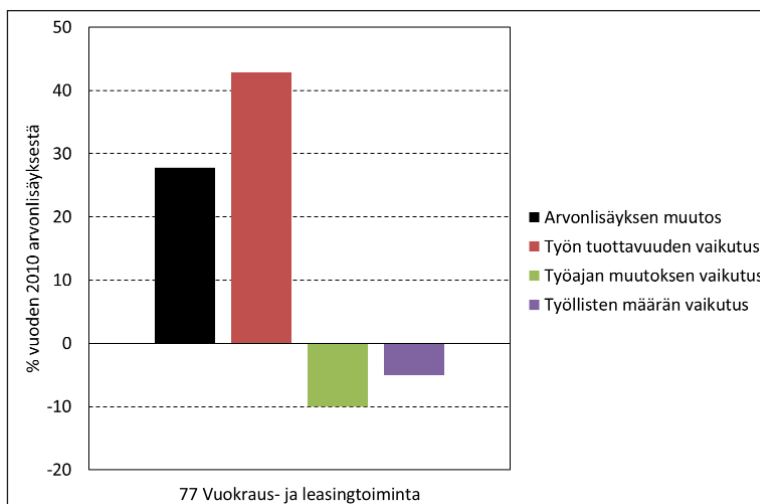
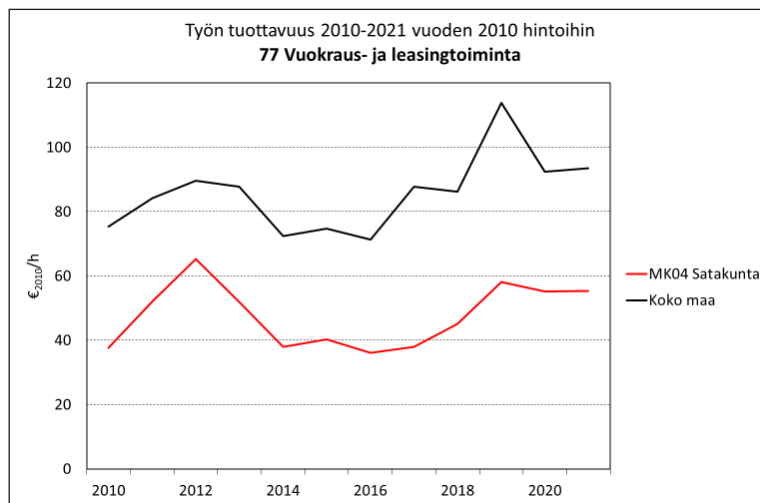


Kuva B33. Muiden erikoistuneiden liike-elämän palvelujen (TOL 2008 toimiala 74) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

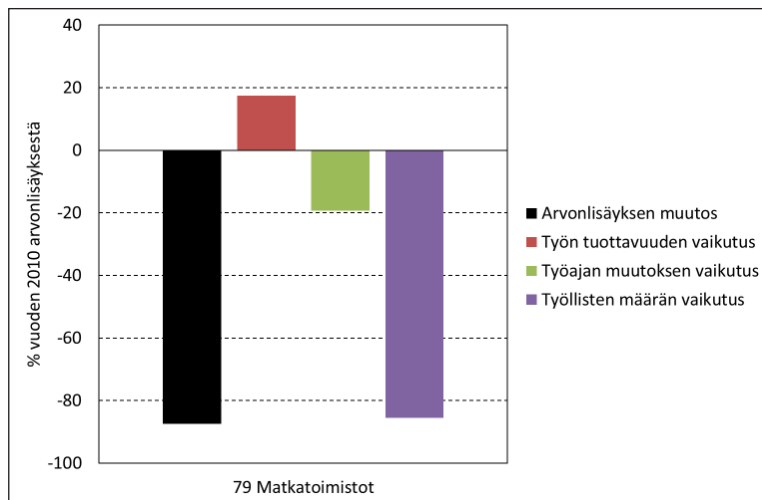
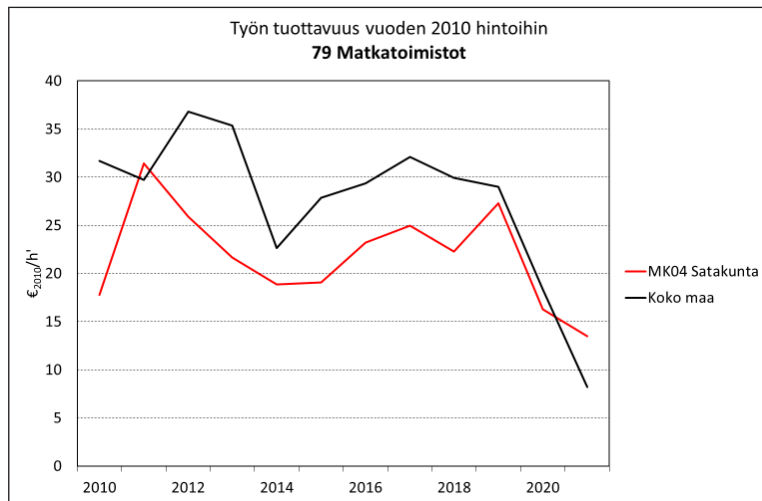


Kuva B34. Eläinlääkintäpalvelujen (TOL 2008 toimiala 75) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

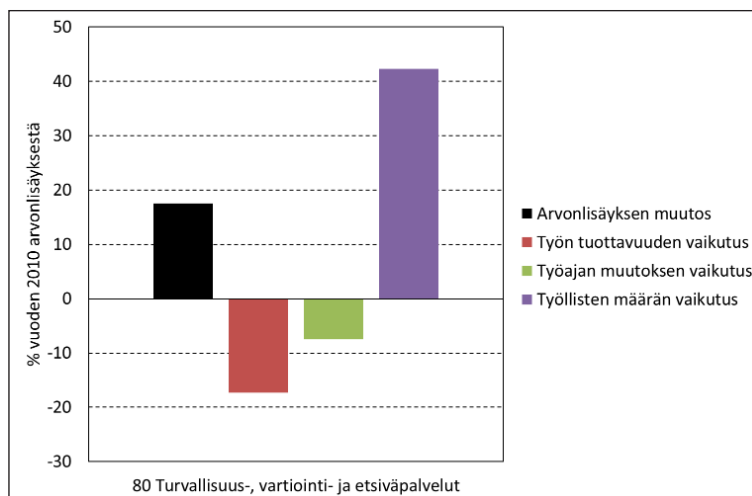
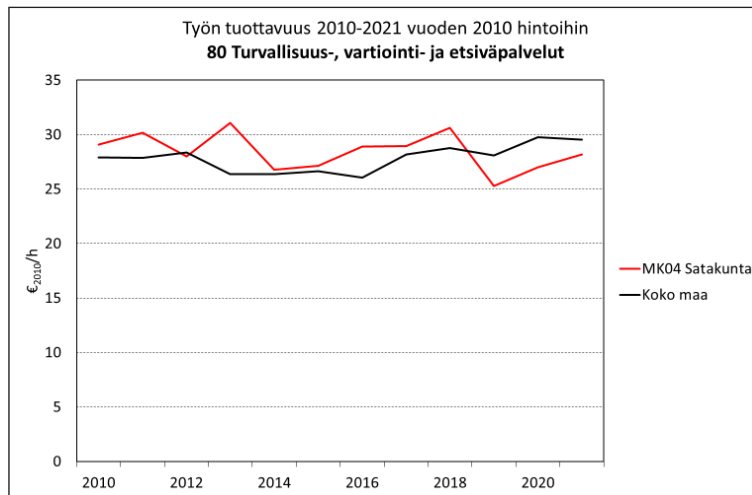
N. Hallinto- ja tukipalvelutoiminta



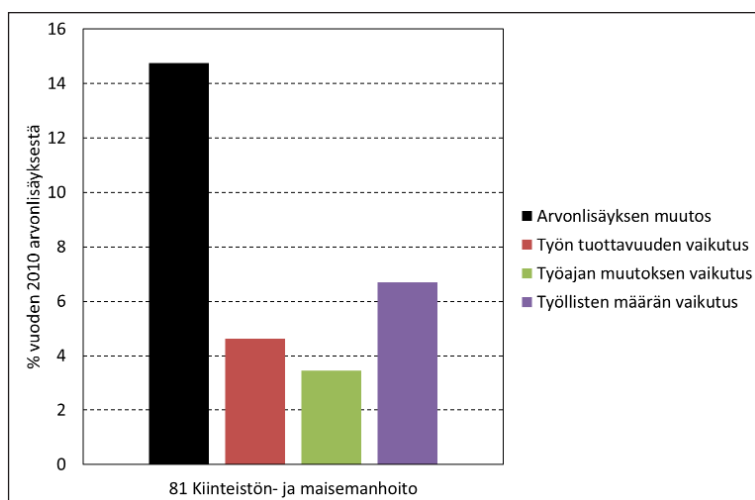
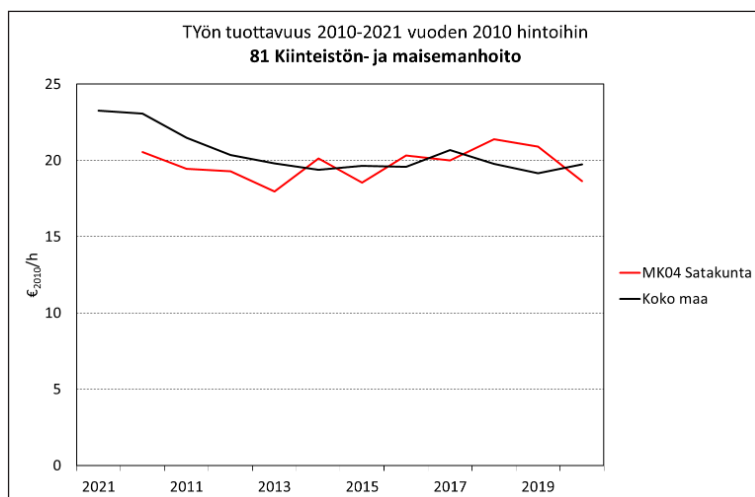
Kuva B35. Vuokraus- ja leasingtoiminnan (TOL 2008 toimiala 77) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.



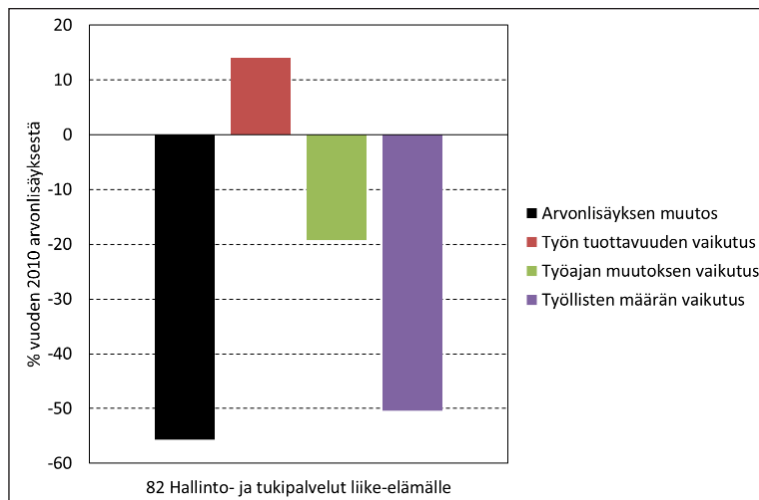
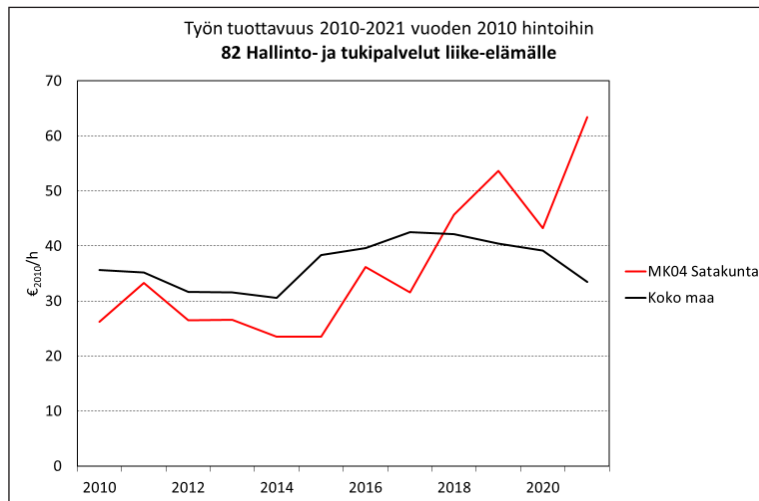
Kuva B36. Matkatoimistojen (TOL 2008 toimiala 79) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.



Kuva B37. Turvallisuus-, vartiointi- ja etsiväpalveluiden (TOL 2008 toimiala 80) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

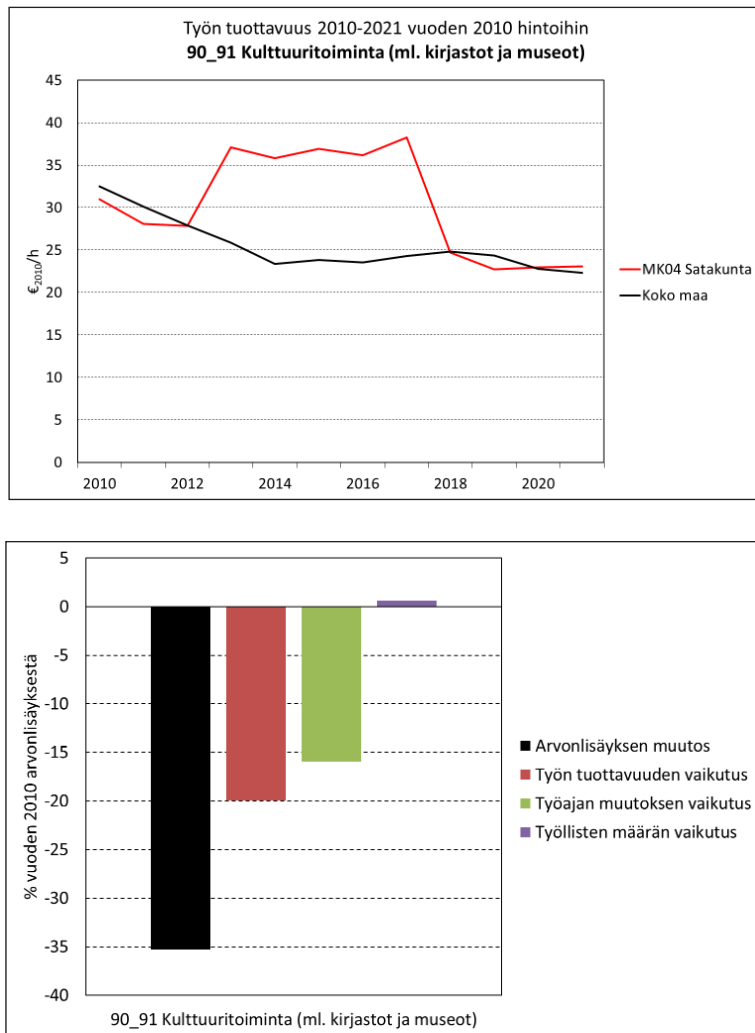


Kuva B38. Kiinteistön- ja maisemanhoidon (TOL 2008 toimiala 81) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

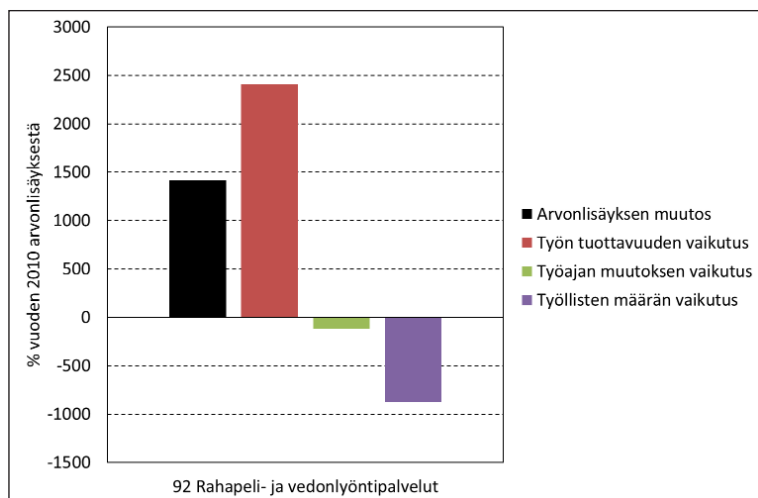
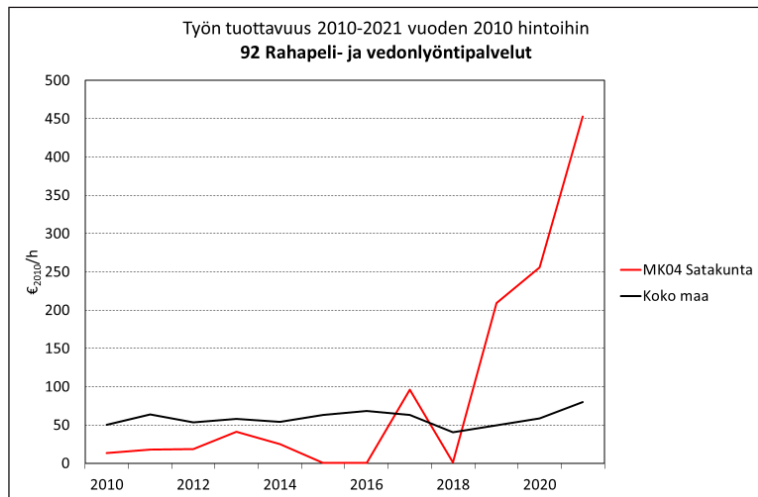


Kuva B39. Liike-elämän hallinto- ja tukipalvelujen (TOL 2008 toimiala 82) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

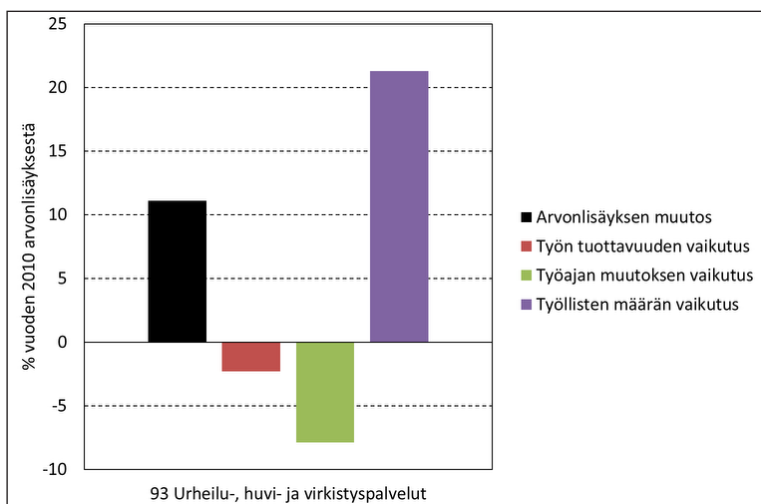
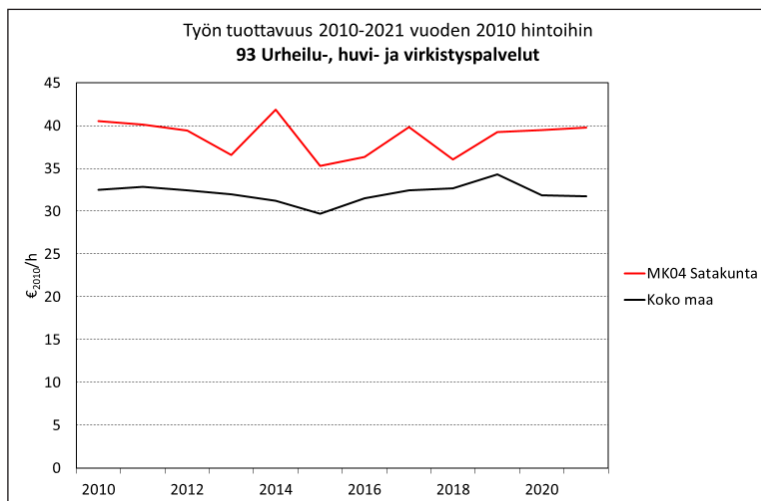
R. Taiteet, viihde ja virkistys



Kuva B40. Kulttuuritoiminnan, kirjastojen ja museoiden (TOL 2008 toimialat 90 ja 91) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

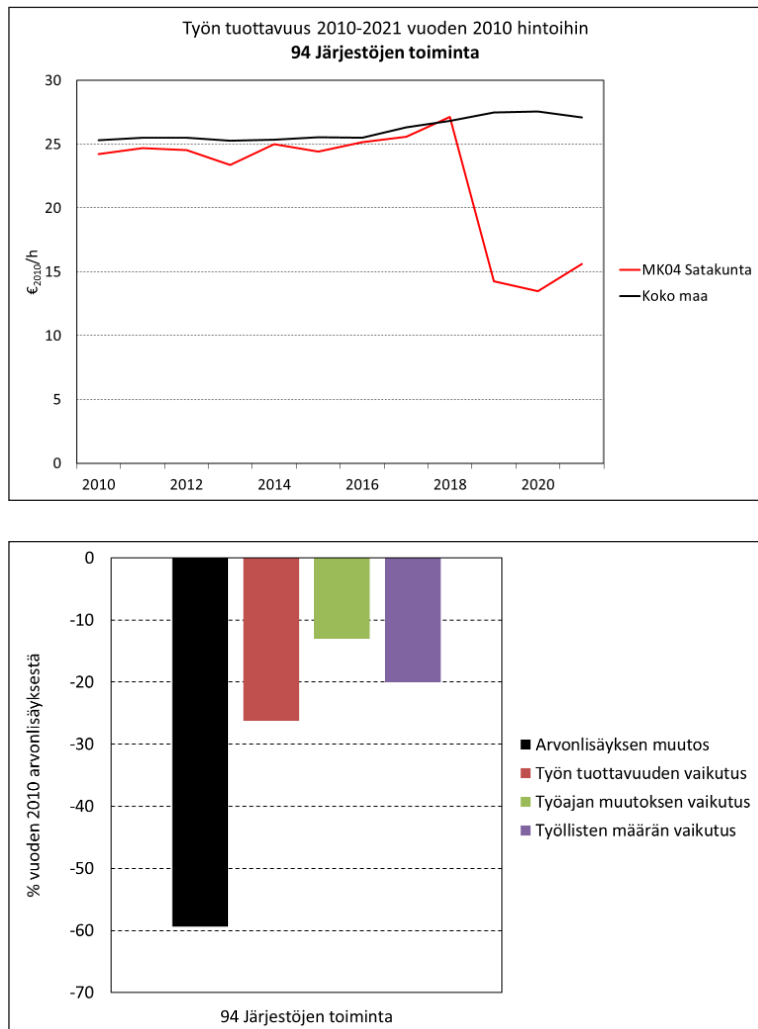


Kuva B41. Rahapeli- ja vedonlyöntipalvelujen (TOL 2008 toimiala 92) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

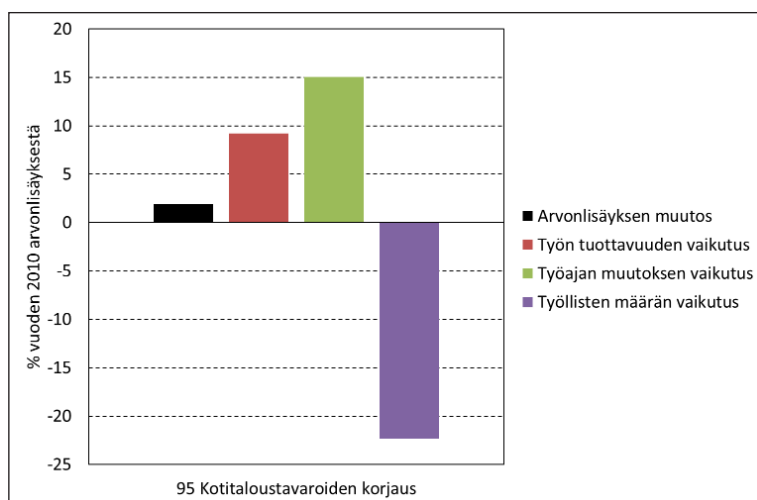
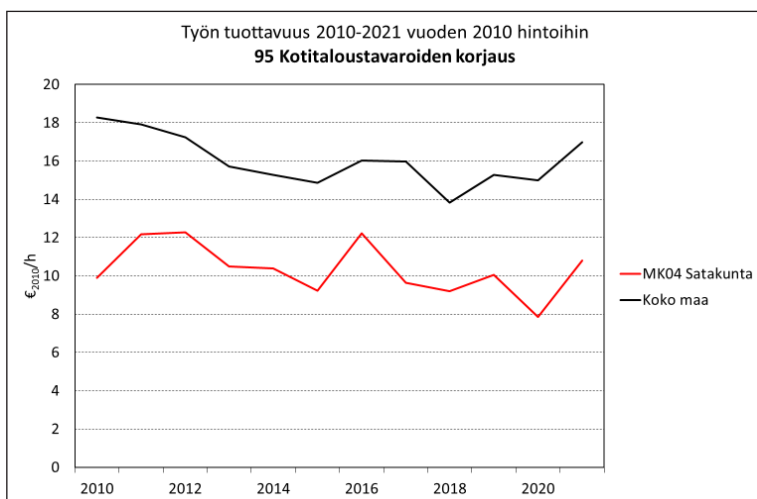


Kuva B42. Urheilu-, huvi- ja virkistyspalvelujen (TOL 2008 toimiala 93) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.

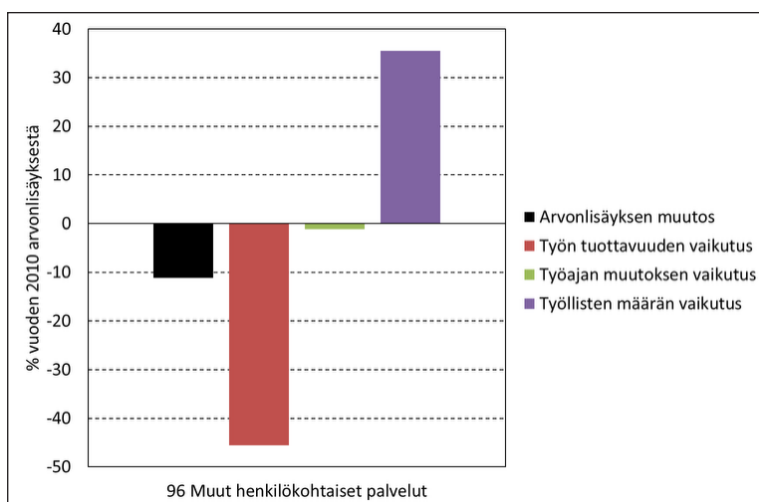
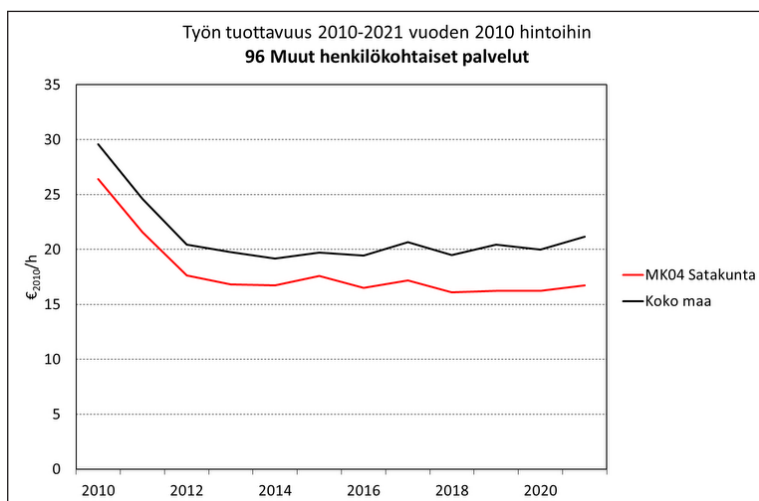
S. Muu palvelutoiminta



Kuva B43. Järjestöjen toiminnan (TOL 2008 toimiala 94) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.



Kuva B44. Kotitaloustavaroiden korjauksen (TOL 2008 toimiala 95) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.



Kuva B45. Muiden henkilökohtaisten palvelujen (TOL 2008 toimiala 96) työn tuottavuuskehitys koko maassa ja Satakunnassa sekä bruttoarvonlisäykseen vaikuttavat tekijät Satakunnassa 2010–2021.



Satakunnan yritysprofilointi

Jarmo Vehmas

Turun yliopiston kauppakorkeakoulu,
Tulevaisuuden tutkimuskeskus

1 Johdanto

Tämä artikkeli kuvaa ProDigy-hankkeessa tehtyä Satakunnan yritysten empiiristä profilointia, joka perustuu yritysrekistereistä löytyviin tietoihin. Yritysten tietojen poiminnassa käytettiin Suomen Asiakastieto Oy:n yritysrekisteriä, jossa mm. yritysten yhteystiedot olivat kattavammat kuin Tilastokeskuksen yritysrekisterissä. Yrityksistä poimittiin erikseen Satakunnan vahvimmat yritykset ja Satakunnan kasvuyritykset, joita jäljempänä kutsutaan kasvu-startupeiksi.

Yrityspoilintojen tulokset eivät sellaisenaan soveltuneet analysoitaviksi, vaan tietoja piti muokata. Jos yritys oli ilmoittanut useamman kuin yhden kontaktihenkilön, yrityksen tiedot esiintyivät poiminnan tuloksissa niin monta kertaa kuin kontakteja on ilmoitettu. Nämä ”duplikaatit” poistettiin ennen tulosten analysointia. Molempien poimintojen yritykset profiloitiin niiden tietojen perusteella, joita poimituista yrityksistä löytyy kattavasti. Profiilit ovat käytännössä graafisia esityksiä siitä, miten poimitut yritykset jakautuvat etukäteen valittujen muuttujien suhteen. Sekä Satakunnan vahvimmat yritykset että Satakunnan kasvu-startupit on profiloitu seuraavasti:

1. Sijaintiprofiili (yrityksen ilmoittama kotipaikka eli seutukunta ja kunta)
2. Toimialaprofiili (yrityksen ilmoittama toimiala, TOL 2008-toimialaluokituksen 2-numerotaso)
3. Henkilöstöprofiili (yrityksen ilmoittama henkilöstöluokka)
4. Liikevaihtoprofiili (yrityksen ilmoittama liikevaihtoluokka)
5. Ikäprofiili (vuosikymmen, jonka aikana yritys on rekisteröity)

Profiloinnissa käytetyt tiedot (kohdat 1–5 edellä) on todennäköisesti tallennettu järjestelmään silloin, kun yritys on rekisteröity Suomen Asiakastiedon järjestelmään. Yritysten toimintaa kuvaavissa talouden tunnusluvuissa on erittäin paljon puutteita, eikä niiden ajantasaisuudesta ole tietoa. Tämän vuoksi yritysten antamien tunnuslukujen muutoksiin perustuvia profilointeja ei ole tehty.

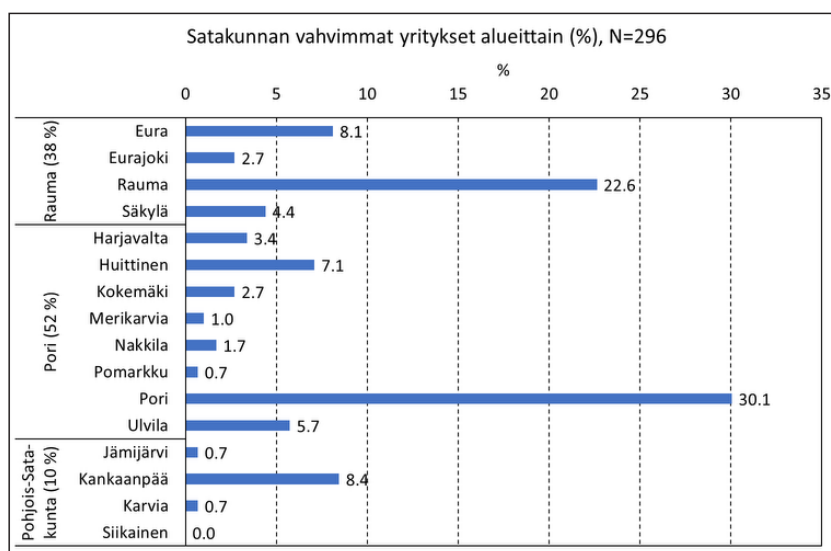
Luvussa 2 on esitetty Satakunnan vahvimpien yritysten profilointi. Luvussa 3 on Satakunnan kasvu-startupien profilointi ja luvussa 4 niiden kasvu-startupien profilointi, joiden rekisteritiedoista käy ilmi kasvukykyluokituksen lisäksi taloudellinen tunnusluku, joka osoittaa liikevaihdon kasvua.

2 Satakunnan vahvimpien yritysten profilointi

Satakunnan vahvimmat yritykset -poiminta sisälsi alun perin 459 riviä, joista duplikaattien poiston jälkeen jäi jäljelle 296 yritystä. Näitä kaikkia yhdistää investointikykyluokan arvo 1 (investointikyky yli 50 000 €). Suomen Asiakastiedon käyttämästä investointikykyluokituksista tai investointikyvyn määrittämisestä ei löytynyt tietoja. Satakunnan vahvimille yrityksille on tehty edellä mainituista profiloinneista kaikki muut paitsi liikevaihdon muutosprofilointi.

2.1 Sijaintiprofiili

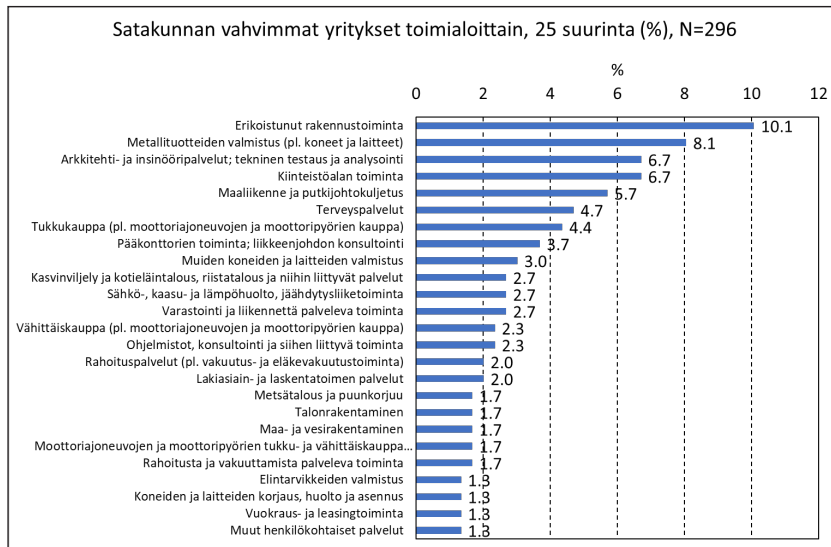
Satakunnan vahvimpien yritysten sijaintiprofiiliin (Kuva 1) heijastuu voimakkaasti Satakunnan seutukuntien ja kuntien koko, mikä ei ole yllätys. Yli puolet Satakunnan vahvimista yrityksistä on ilmoittanut kotikunnakseen Porin tai Rauman kaupungin.



Kuva 1. Satakunnan vahvimpien yritysten sijaintiprofiili.

2.2 Toimialaprofiili

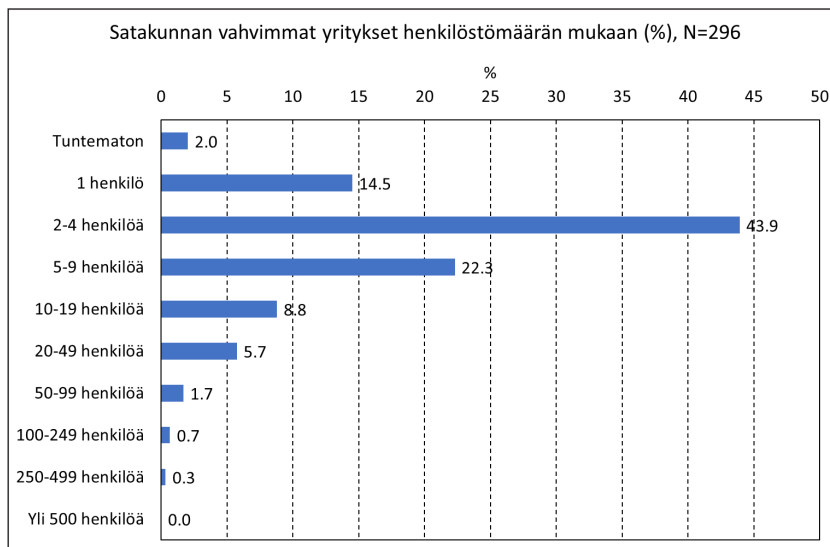
Satakunnan 296 vahvinta yritystä jakautuvat yhteensä 54 toimialalle (TOL 2008 2-numerotaso), joista Kuvan 2 toimialaprofiili esittelee 25 merkittävintä toimialaa. Nämä toimialat kattavat 84 % Satakunnan vahvimmista yrityksistä.



Kuva 2. Satakunnan vahvimpien yritysten toimialaprofiili.

2.3 Henkilöstöprofiili

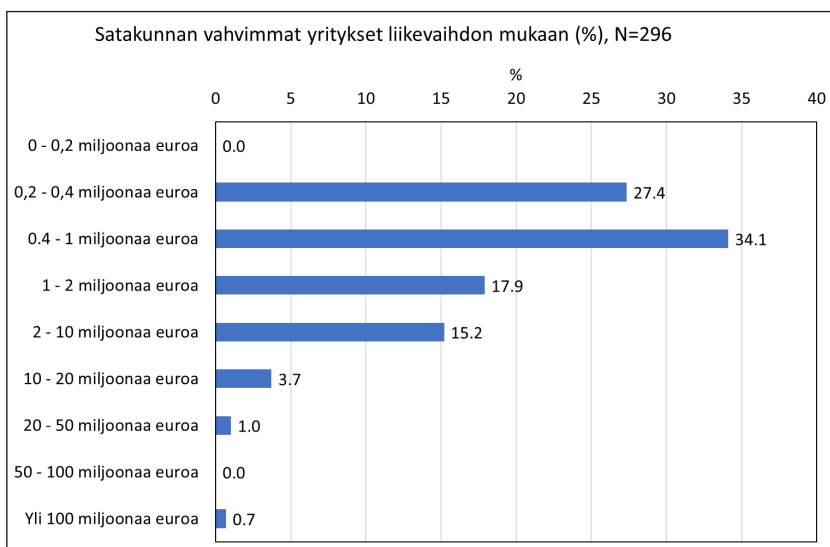
Satakunnan vahvimpien yritysten henkilöstöprofiili (Kuva 3) kertoo, että yli 80 % Satakunnan vahvimmista yrityksistä on pieniä, alle kymmenen hengen yrityksiä. Yli 60 % näistä yrityksistä on ns. startup-kokoluokkaa eli alle viiden hengen yrityksiä. Satakunnan vahvimmista yrityksistä vain yksi prosentti eli kolme yritystä työllistää yli 100 henkilöä.



Kuva 3. Satakunnan vahvimpien yritysten henkilöstöprofiili.

2.4 Liikevaihtoprofiili

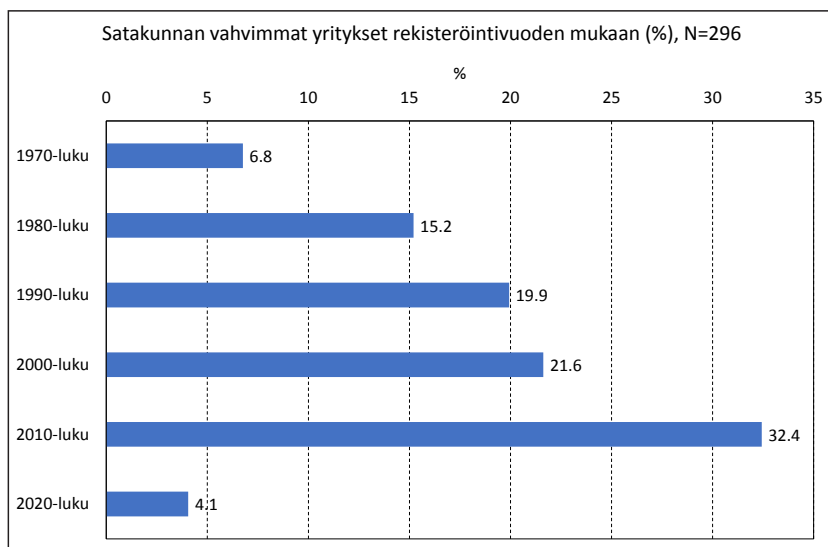
Myös liikevaihtoprofiiliin mukaan Satakunnan vahvimmat yritykset painottuvat pieniin yrityksiin (Kuva 4). Niistä yli 60 % on liikevaihdoltaan alle miljoonan euron yrityksiä. Kuitenkin liikevaihdoltaan kaikkein pienin kategoria (alle 200 000 euroa) puuttuu kokonaan Satakunnan vahvimista yrityksistä. Ilmeisesti siksi, että vahvimpien yritysten kriteerinä on käytetty investointikykyä, kuten edellä todettiin. Suuria yrityksiä vahvimmissa yrityksissä ei ole paljoa. Yli 10 miljoonan liikevaihtoluokissa on yhteensä 16 yritystä, ja yli 100 miljoonan liikevaihtoluokista löytyy vain kaksi yritystä.



Kuva 4. Satakunnan vahvimpien yritysten liikevaihtoprofiili.

2.5 Ikäprofiili

Kuva 5 esittää Satakunnan vahvimpien yritysten jakautumisen rekisteröintivuosisikymmenittäin. Vanhimmat yritykset on rekisteröity Suomen Asiakastiedon järjestelmään 1970-luvun alussa, ja nuorimmat vuonna 2021. Lähes kolmasosa vahvimmista yrityksistä on rekisteröity 2010-luvulla eli vuosina 2010–2019. Satakunnan vahvimpien yritysten ikäprofiilissa korostuvat lievästi tällä vuosituhanella rekisteröidyt yritykset, joita on 58 % poimituista yrityksistä. Yritykset on merkitty yritys- ja kaupparekisteriin yleensä samoihin aikoihin.



Kuva 5. Satakunnan vahvimpien yritysten ikäprofiili.

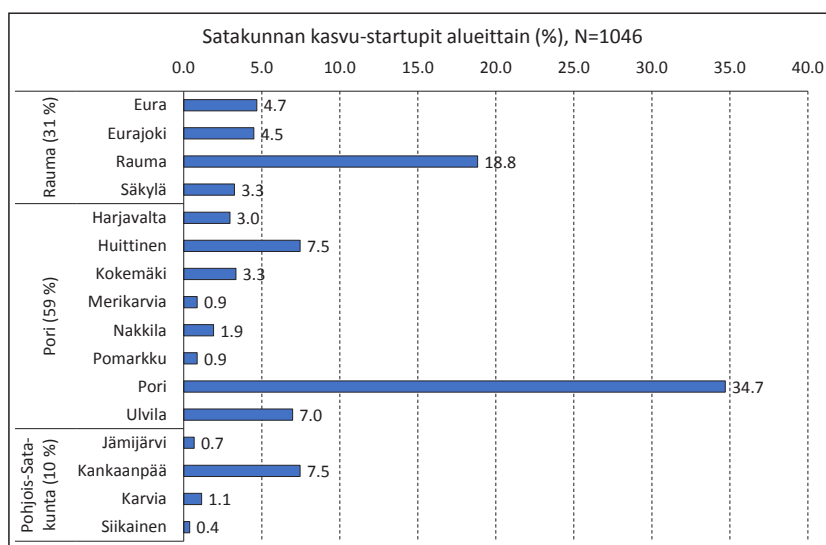
3 Satakunnan kasvu-startupit

Satakunnan kasvu-startupit -poiminta sisälsi alun perin 1293 riviä, joista duplikaattien poiston jälkeen jäi jäljelle 1046 yritystä. Suomen Asiakastiedon yritysrekisterissä ei ole startup-muuttujaa, joten poimittuja yrityksiä yhdistää ainoastaan kasvuluokitus-muuttujan arvo ”vahva kasvu”. Kyseinen luokitusarvo voi löytyä sellaisiltakin yrityksiltä, jotka ovat ilmoittaneet rekisteriin ainoastaan henkilöstö- ja liikevaihtoluokan, mutta eivät toimintaansa kuvaavia taloudellisia tunnuslukuja. Tällaisia yrityksiä on poiminnan tuloksissa 422 kappaletta. Osalla jäljelle jääneistä 624 yrityksestä ”vahva kasvu” ei saa minkäänlaista tukea rekisteriin ilmoitetuista taloudellisista tunnusluvuista, joten poiminnan tulokset eivät välttämättä kaikilta osin kuvaa sitä, mitä kasvu-startupeilla tarkoitetaan. Tuloksissa on mukana myös muita kuin tyypillisiä startup-yrityksiä.

Tässä luvussa esitettävässä profiloinnissa on käytetty niitä tietoja, jotka löytyvät kaikilta poimituilta 1046 yritykseltä. Tiedot ovat samoja, joita käytettiin vahvimpien yritysten profiloinnissa. Tämän lisäksi on tehty erillinen poiminta 1046 kasvu-startupin joukosta ja tunnistettu ne yritykset, jotka ovat ilmoittaneet rekisteriin tietoja liikevaihdon muutoksesta. Niitä koskeva profilointi on esitetty luvussa 4.

3.1 Sijaintiprofiili

Satakunnan kasvu-startupien sijaintiprofiili (Kuva 6) on samankaltainen kuin vahvimilla yrityksillä. 1046 yrityksestä yli puolet ilmoittaa kotipaikakseen Porin tai Rauman kaupungin. Merkittävin ero on siinä, että kasvu-startupit keskittyvät vahvimpia yrityksiä enemmän Porin seutukuntaan ja Porin kaupunkiin.



Kuva 6. Satakunnan kasvu-startupien sijaintiprofiili.

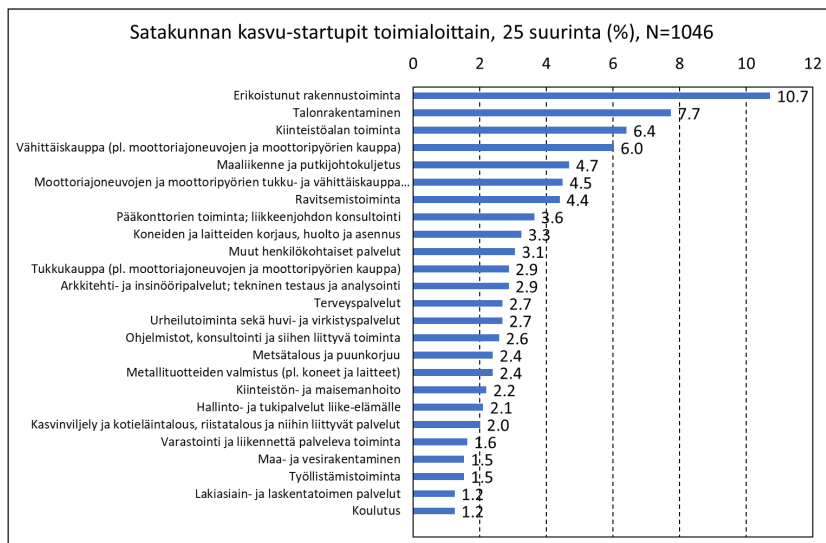
3.2 Toimialaprofiili

Satakunnan kasvu-startupien toimialaprofiilissa (Kuva 7) merkittävin toimiala on sama kuin vahvimpien yritysten toimialaprofiilissa eli erikoistunut rakennustoiminta (toimiala 43).

Satakunnan kasvu-startupien 25 merkittävimmän toimialan joukossa on 18 samaa toimialaa kuin vahvimpien yritysten toimialaprofiilissa (Kuva 2 edellä), joten erot kahden eri yrityskategorian toimialaprofiilienkin välillä eivät ole kovin suuria. Toki toimialoitaisissa yritysten osuuksissa on merkittäviäkin eroja, kuten Taulukko 1 osoittaa.

Taulukko 1. Toimialat, jotka ovat Satakunnassa joko vahvimpien yritysten ja/tai kasvu-startupien 25 merkittävimmän toimialan joukossa.

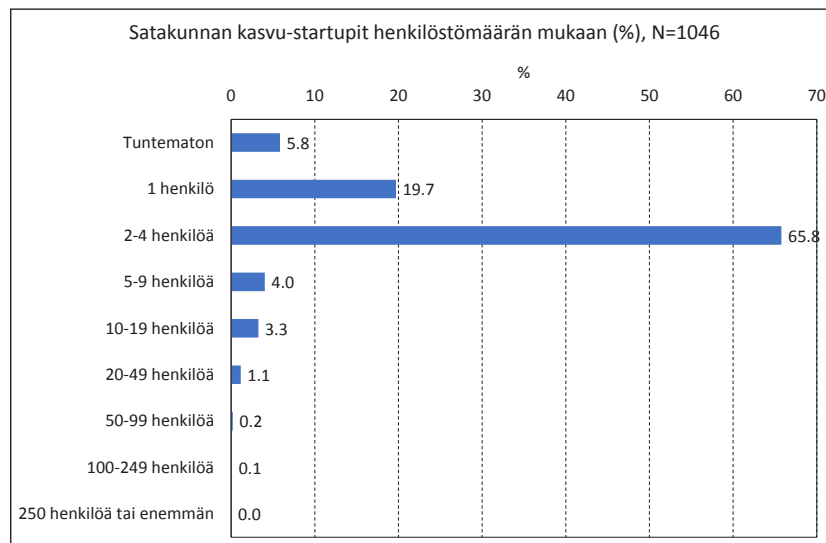
Toimiala	Osuus Satakunnan vahvimista yrityksistä (%), N=296	Osuus Satakunnan kasvu-start-upeista (%), N=1046
01 Kasvinviljely ja kotieläintalous, riistatalous ja niihin liittyvät palvelut	2,7	2,0
02 Metsätalous ja puunkorjuu	1,7	2,4
10 Elintarvikkeiden valmistus	1,3	0,4
25 Metallituotteiden valmistus (pl. koneet ja laitteet)	8,1	2,4
28 Muiden koneiden ja laitteiden valmistus	3,0	0,1
33 Koneiden ja laitteiden korjaus, huolto ja asennus	1,3	3,3
35 Sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto, jäähdytysliiketoiminta	2,7	0,3
41 Talonrakentaminen	1,7	7,7
42 Maa- ja vesirakentaminen	1,7	1,5
43 Erikoistunut rakennustoiminta	10,1	10,7
45 Moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien tukku- ja vähittäiskauppa sekä korjaus	1,7	4,5
46 Tukku kauppa	4,4	2,9
47 Vähittäiskauppa	2,3	6,0
49 Maaliikenne ja putkijohtokuljetus	5,7	4,7
52 Varastointi ja liikennettä palveleva toiminta	2,7	1,6
56 Ravitsemistoiminta	0,3	4,4
62 Ohjelmistot, konsultointi ja siihen liittyvä toiminta	2,3	2,6
64 Rahoituspalvelut (pl. vakuutus- ja eläkevakuutustoiminta)	2,0	0,9
66 Rahoitusta ja vakuuttamista palveleva toiminta	1,7	0,7
68 Kiinteistöalan toiminta	6,7	6,4
69 Lakiasian- ja laskentatoimen palvelut	2,0	1,2
70 Pääkonttorien toiminta; liikkeenjohdon konsultointi	3,7	3,6
71 Arkkitehti- ja insinööri palvelut; tekninen testaus ja analysointi	6,7	2,9
77 Vuokraus- ja leasingtoiminta	1,3	0,6
78 Työllistämistoiminta	0,3	1,5
81 Kiinteistön- ja maisemanhoito	0,7	2,2
82 Hallinto- ja tukipalvelut liike-elämälle	0,7	2,1
85 Koulutus	1,0	1,2
86 Terveyspalvelut	4,7	2,7
93 Urheilutoiminta sekä huvi- ja virkistyspalvelut	0,7	2,7
96 Muut henkilökohtaiset palvelut	1,3	3,1



Kuva 7. Satakunnan kasvu-startupien toimialaprofiili.

3.3 Henkilöstöprofiili

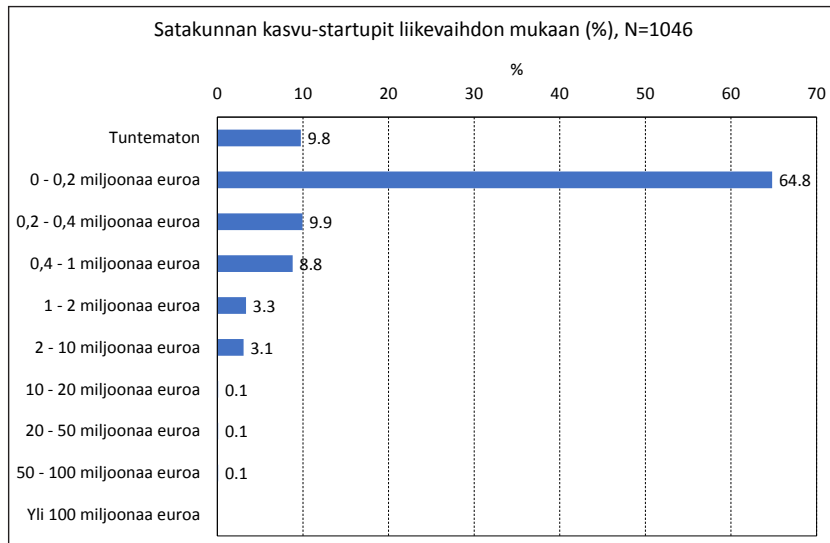
Satakunnan kasvu-startupit ovat pieniä yrityksiä (Kuva 8), kuten startupit jo lähtökohtaisesti ovat. Poiminnassa on kuitenkin jonkin verran suurempiakin yrityksiä. Poiminnan tuloksissa yli 10 henkilön yrityksiä on 4,7 % eli 49 kappaletta. Näistä vain yksi on yli 100 henkilön yritys.



Kuva 8. Satakunnan kasvu-startupien henkilöstöprofiili.

3.4 Liikevaihtoprofiili

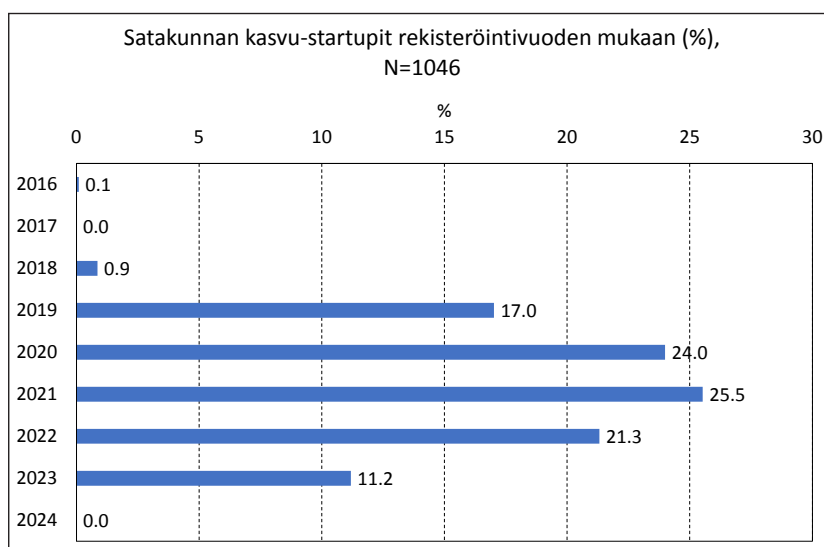
Poimitut kasvu-startupit ovat myös liikevaihdoltaan pieniä yrityksiä (Kuva 9). Liikevaihtoluokan on jättänyt ilmoittamatta 9,8 % poimituista yrityksistä eli varsin moni yritys. Startupeille tyypillisesti lähes 65 % yrityksistä on pienimmässä eli alle 200 000 euron liikevaihtoluokassa. Liikevaihtoluokissa 10–20 miljoonaa euroa, 20–50 miljoonaa euroa ja 50–100 miljoonaa euroa on yksi yritys kussakin.



Kuva 9. Satakunnan kasvu-startupien liikevaihtoprofiili.

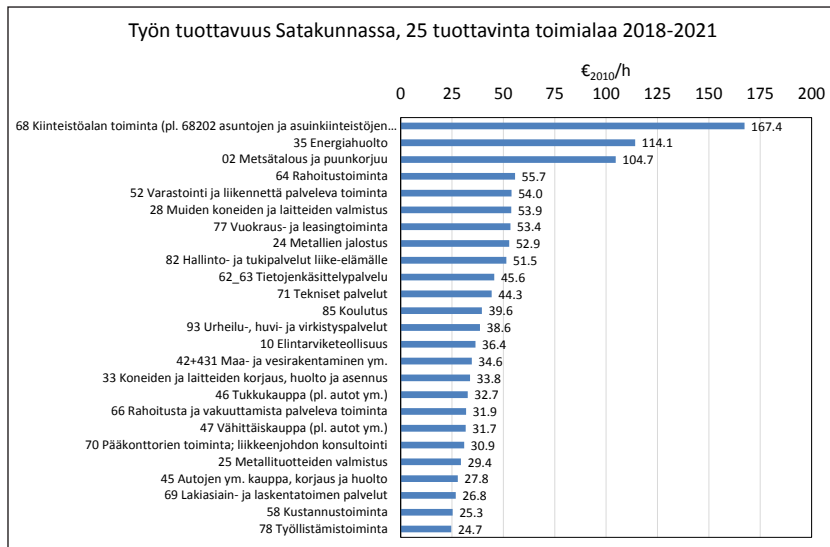
3.5 Ikäprofiili

Kuvassa 10 on Satakunnan kasvu-startupien ikäprofiili. Yritykset on rekisteröity Suomen Asiakastiedon järjestelmään pääosin vuosina 2019–2023, eli kyseessä ovat varsin nuoret startup-määritelmän mukaiset yritykset. Poikkeuksia ovat yksi vuonna 2016 perustettu yritys sekä 9 vuonna 2018 perustettua yritystä.



Kuva 10. Satakunnan kasvu-startupien ikäprofiili.

Satakunnan vahvimpien yritysten ja kasvu-startupien profiileita verrataan seuraavassa työn tuottavuuteen Satakunnassa. Työn tuottavuustarkastelu on tehty erikseen ProDigy-hankkeessa (ks. Artikkelit 2). Kuva 11 esittää työn tuottavuuden 25 tuottavimmalla toimialalla Satakunnassa. Kuvan 11 luvut ovat reaalihintaisia keskiarvoja vuosien 2018–2021 työn tuottavuudesta Satakunnassa vuoden 2010 hinnoin. Työn tuottavuus on laskettu jakamalla toimialan reaalihintainen bruttoarvonlisäys toimialalla tehtyjen työtuntien määrällä. Tiedot vuotuisista bruttoarvonlisäyksistä ja työtuntien määristä ovat peräisin Tilastokeskuksen ylläpitämästä kansantalouden aluetilinpidoista. Laskennassa on käytetty tuoreimpia saatavilla olevia tietoja, uusimmat tiedot laskentaa tehtäessä olivat vuodelta 2021.



Kuva 11. Työn tuottavuus Satakunnassa vuosina 2018–2021 toimialoittain (25 tuottavinta toimialaa).

Huomiota kiinnitetään erityisesti siihen, miten korkean työn tuottavuuden toimialat ovat edustettuna edellä esitellyissä Satakunnan vahvimpien yritysten (Kuva 2) ja kasvu-startupien (Kuva 6) toimialaprofiileissa. Korkean työn tuottavuuden raja on asetettu arvoon 40 €/h vuoden 2010 hinnoin. Se ei valtakunnallisesti tarkastellen ole kovin korkea, mutta kuitenkin korkeampi kuin työn tuottavuus Satakunnassa keskimäärin kaikilla toimialoilla. Näitä korkean tuottavuuden toimialoja on Satakunnassa yhdeksän kappaletta (Kuva 11), ja niistä kolme toimialaa erottuu selvästi muista ylittäen työn tuottavuudessa arvon 100 €/h.

Toimialajaotteluna on sekä ProDigy-hankkeen makro-osiossa että yritystarkastelussa käytetty TOL 2008- toimialaluokituksen 2-numerotasoa, mutta jaottelussa on joitakin eroavaisuuksia. Yritystarkasteluissa rakentamiseen liittyvät toimialat 41, 42 ja 43 ovat erillisinä, mutta työn tuottavuustarkastelussa toimiala 43 (erikoistunut rakennustoiminta) on sisällytetty osin toimialaan 41 (talonrakennus) ja osin toimialaan 42 (maa- ja vesirakentaminen). Työn tuottavuudesta pelkästään erikoistuneessa rakennustoiminnassa ei siis ole tietoja.

Erikoistunut rakennustoiminta oli sekä Satakunnan vahvimpien yritysten että kasvu-startupien yleisin toimiala. Molemmissa yritysryhmissä toimialan 43 osuus oli yli kymmenen prosenttia poimituista yrityksistä. Yritysten jakaminen toimialoille 41 ja 42 voisi olla mahdollista Suomen Asiakastiedon yritysrekisteriaineistossa olevan TOL 2008-luokituksen 5-numerotason toimialojen avulla, mutta sitä ei ole tehty. Kumpikaan toimialoista 41 ja 42, joihin toimialan 43 tiedot bruttoarvonlisäyksestä- ja tehdyistä työtunneista on jaoteltu, ei kuitenkaan ole korkean työn tuottavuuden toimiala (keskimääräinen työn tuottavuus vuosina 2018–2021 yli 40 €/h vuoden 2010 hintoihin).

4 Satakunnan vahvimpien yritysten sijoittuminen tuottaville toimialoille

Satakunnan vahvimpien yritysten toimialoista (Kuva 2 edellä) korkean työn tuottavuuden toimialoja ovat alla luetellut toimialat (suluissa osuus vahvimmista yrityksistä). Nämä ovat vuoden 2010 hinnoin keskimäärin yli 40 €/h vuosien 2018–2021 aikana tuottaneita toimialoja.

- 71 Arkkitehti- ja insinööripalvelut; tekninen testaus ja analysointi (6,7 %)
- 68 Kiinteistöalan toiminta (6,7 %)
- 28 Muiden koneiden ja laitteiden valmistus (3,0 %)
- 35 Sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto, jäähdytysliiketoiminta (2,7 %)
- 52 Varastointi ja liikennettä palveleva toiminta (2,7 %)
- 02 Metsätalous ja puunkorjuu (1,7 %)
- 77 Vuokraus- ja leasingtoiminta (1,3 %).

Yhteensä nämä seitsemän toimialaa kattavat neljäsosan Satakunnan vahvimmista yrityksistä. Hyvää on se, että kaikkein korkeimman työn tuottavuuden toimialojen (yli 100 €/h) osuus on 11,1 % Satakunnan vahvimmista yrityksistä. Tämä on siis osuus yritysten lukumäärästä. Valtaosa Satakunnan vahvimmista yrityksistä ei toimi korkean työn tuottavuuden toimialoilla. Yritysrakenne selittää siten osaltaan ProDigy-hankkeen tuottavuuslaskelmissa todettua suhteellisen alhaista työn tuottavuutta Satakunnassa (ks. artikkeli 2). Edellä mainituista korkean työn tuottavuuden toimialoista sähkö-, kaasu- ja lämpöhuollossa ja jäähdytysliiketoiminnassa (toimiala 35) sekä metsätaloudessa ja puunkorjuussa (toimiala 02) työn tuottavuuskehitys on lisäksi ollut laskusuunnassa Satakunnassa viime vuosina. Vahvimmista yrityksistä 13,5 % sijoittuu rakennusosalalle (toimialat 41, 42 ja 43 yhteensä).

5 Satakunnan kasvu-startupien sijoittuminen tuottaville toimialoille

Satakunnan kasvu-startupien toimialoista (Kuva 7 edellä) korkean työn tuottavuuden toimialoja ovat alla luetellut toimialat (suluissa osuus kasvu-startupeista). Nämä ovat vuoden 2010 hinnoin keskimäärin yli 40 €/h vuosien 2018–2021 aikana tuottaneita toimialoja.

- 68 Kiinteistöalan toiminta (6,4 %)
- 47 Vähittäiskauppa (6,0 %)
- 71 Arkkitehti- ja insinööripalvelut; tekninen testaus ja analysointi (2,9 %)

Yhteensä nämä kolme toimialaa kattavat 15,3% Satakunnan kasvu-startupeista. Kiinteistöalan toiminta on ainoa yli 100 €/h työn tuottavuuden toimiala, jota Satakunnan kasvu-startupit edustavat. Huomattavan suuri osa Satakunnan kasvu-startupeista toimii alhaisen työn tuottavuuden toimialoilla. Kasvu-startupien yritys rakenne selittää siten ProDigy-hankkeen makro-osiossa todettua suhteellisen alhaista työn tuottavuutta Satakunnassa paremmin kuin vahvimpien yritysten toimialarakenne. Satakunnan kasvu-startupeista peräti 19,9 % sijoittuu rakennus alalle (toimialat 41, 42 ja 43 yhteensä).

6 Johtopäätökset

Suomen Asiakastieto Oy:n yritysrekisteriaineisto osoittautui puutteelliseksi erityisesti yritysten toiminnan taloudellisten tunnuslukujen osalta. Siksi Satakunnan yritysten profiloinnissa käytettiin sellaisia tietoja, joita oli olemassa mahdollisimman monista yrityksistä. Yritykset profiloitiin kahdessa kategoriassa sijainnin, toimialan, henkilöstömäärän, liikevaihdon ja yrityksen iän perusteella.

Yritysrekisteristä poimittiin Satakunnan vahvimmat yritykset sekä kasvu-startupit. Vahvimmat yritykset poimittiin rekisterin muuttujiin kuuluvan investointikyky-muuttujan arvon 1 (vahva investointikyky) perusteella. Tällaisia yrityksiä löytyi 296 kappaletta. Niitä koskevat profiiloinnit löytyvät kuvista 1–5 luvusta 2 edellä. Kasvu-startupit poimittiin rekisterin muuttujiin kuuluvan kasvukykyluokituksen arvon ”vahva kasvu” perusteella. Tällaisia yrityksiä osui poimintaan 1046 kappaletta, ja niitä koskevat profiiloinnit löytyvät kuvista 6–10 luvusta 3 edellä.

Yritysprofilointi osoitti, että Satakunnan vahvimmat yritykset ja erityisesti kasvu-startupit toimivat suurelta osin alhaisen tuottavuuden toimialoilla. Kasvu-startupeista lähes 20 % toimii rakennus alalla, jolla työn tuottavuus on alhaisempi kuin työn tuottavuus Satakunnassa keskimäärin. Satakunnan vahvimmissa yrityksistä 25 % ja kasvu-startupeista vain 15 % toimii korkean tuottavuuden toimialoilla, joita Satakunnassa ovat seuraavat:

- 68 Kiinteistöalan toiminta (pl. 68202 asuntojen ja asuinkiinteistöjen hallinta)
- 35 Energiahuolto
- 02 Metsätalous ja puunkorjuu
- 64 Rahoitustoiminta
- 52 Varastointi ja liikennettä palveleva toiminta
- 28 Muiden koneiden ja laitteiden valmistus
- 77 Vuokraus- ja leasingtoiminta
- 24 Metallien jalostus
- 82 Hallinto- ja tukipalvelut liike-elämälle.

Huomionarvoista on, että Satakunnan vahvimpien yritysten toimialarakenne on korkean tuottavuuden toimialojen osalta monipuolisempi kuin Satakunnan kasvu-startupien toimialarakenne. Vahvimpia yrityksiä löytyi em. yhdeksästä korkean tuottavuuden (yli 40 €/h) toimialasta seitsemältä, kun taas kasvu-startupeja löytyi vain kolmelta em. toimialalta. Vastaavasti kolme korkeimman työn tuottavuuden (yli 100 €/h) toimialaa ovat kaikki edustettuina Satakunnan vahvimmissa yrityksissä, mutta kasvu-startupeissa näistä toimialoista on edustettuna ainoastaan yksi.



Digitalisaatio yrityksissä ja digitaaliset kaksoset meriteollisuudessa – mahdollisuudet, hidasteet ja dilemmat

**Anne Erkkilä-Välimäki¹⁾, Hanna Lakkala²⁾,
Jani Heikkinen³⁾, Päivikki Kuoppakangas¹⁾**

- 1) Turun yliopiston kauppakorkeakoulu, Porin yksikkö
- 2) Turun yliopiston kauppakorkeakoulu, Tulevaisuuden tutkimuskeskus
- 3) Turun yliopisto, teknillinen tiedekunta, kone- ja materiaalitekniikan laitos

1 Johdanto

Digitalisaatio eli digitaalisen teknologian käyttö palveluissa ja ihmisten vuorovaikutuksessa (Dufva, 2020) on EU:n ja Suomen kilpailukykypolitiikan keskeinen väline (Euroopan parlamentti ja neuvosto, 2022; Valtioneuvosto, 2021). Euroopan digitaalisen vuosikymmenen (Digital Decade) linjauksissa tavoitellaan vuoteen 2030 mennessä laajaa pilvipalveluiden, tekoälyn ja massadatan hyödyntämistä yrityksissä sekä pk-sektorin digitaalisten perustaitojen vahvistamista (Euroopan parlamentti ja neuvosto, 2022). Vuoden 2024 väliarvion mukaan digitalisaatio kuitenkin etenee yrityksissä – myös meriteollisuudessa – odotuksia hitaammin, ja tavoitteiden täyttämiseksi yrityseskosysteemeihin tarvitaan lisätoimia ja investointeja (Euroopan komissio, 2024).

Suomessa tarvetta hyödyntää digitaalista teknologiaa nykyistä vaikuttavammin korostaa se, että pitkän aikavälin tuottavuuskehitys on jäänyt vertailumaita jälkeen (Valtioneuvosto, 2021). Kansallisesti Suomen kestävä kasvun ohjelma painottaa digitaalisia kyvykkyyksiä, datatalouden kehittämistä ja kyberturvaa tuottavuuden ja julkisten palvelujen uudistamisen välineinä (Valtioneuvosto, 2021). Myös Satakunnassa digitalisaatio on nostettu läpileikkaavaksi teemaksi alueellisessa elinkeinopolitiikassa (Satakuntaliitto, 2021). Sillä on erityinen merkitys maakunnan merkittävälle vientiveitoisille klustereille, esimerkiksi meriteollisuudelle. Edellä mainituissa strategioissa digitaalinen siirtymä kytketään suoraan yritysten kilpailukykyyn muun muassa vihreän siirtymän tavoitteiden ohella (Satakuntaliitto, 2021; Valtioneuvosto, 2021; Euroopan parlamentti ja neuvosto, 2022).

Meriteollisuuden arvoketju (laivanrakennus, varustamot, järjestelmä- ja laitetointajattajat, huolto- ja ohjelmistopalvelut sekä satamatoiminnot) muodostaa Satakunnassa strategisen klusterin. Koska digitaalisten kaksosten käyttöönotto konkretisoi digitalisaation etenemisen mahdollisuuksia ja esteitä, ProDigy-hankkeessa on tarkasteltu meriteollisuusyritysten näkemyksiä digitaalisista kaksosista. Digitaalinen kaksonen (engl. digital twin) tarkoittaa fyysisen kohteen, prosessin tai järjestelmän virtuaalista, päivittyvää esitystä, joka kytkeytyy suunnittelu-, toteuma- ja operointitietoon (mm. Jones et al., 2020; Mauro & Kana, 2023). Sen avulla voidaan varmentaa suunnitteluratkaisuja ja käyttöönottoja simulaatioin, optimoida operointia (esim. energia, reititys, kuormitus), siirtyä ennakoivaan kunnossapitoon sekä kehittää koulutusta riskittömissä ympäristöissä (mm. Mauro & Kana, 2023; Zeng et al., 2025 Zocco et al., 2023).

Tässä artikkelissa kootaan yhteen ProDigy-hankkeessa vuonna 2024 tehtyjen haastatteluiden tuloksia. Haastatteluissa selvitettiin, miten Satakunnassa eri toimialojen yritykset ja toisaalta Suomessa toimivan meriteollisuuden edustajat näkevät digitalisaation mahdollisuudet ja hidasteet. Meriteollisuusyrityksiltä kysyttiin myös digitaalisten kaksosten käyttöönotosta: kannustimista, haasteista ja tiedon hallinnasta.

Seuraaviin kysymyksiin on haettu vastauksia koko haastatteluaineistosta:

- Miten haastatellut yritykset näkevät digitalisaation ja innovaatioekosysteemien tarjoamat mahdollisuudet parantaa tuottavuutta omassa liiketoiminnassaan?
- Mitä keskeisiä hyötyjä (kilpailuetu, uudet kyvykkyydet) yritykset odottavat digitalisaatiolta?
- Mitkä ratkaisut koetaan houkuttelevimmiksi ja millä aikajänteellä niiden käyttöönottoa suunnitellaan?
- Mikä on osaamisen nykytila ja mitkä ovat kriittiset osaamisaukot?
- Mitkä ovat keskeisimmät esteet, haasteet ja muutosta hidastavat tekijät digitalisaation toteutuksessa?

Meriteollisuushaastatteluista haettiin lisäksi vastauksia digitaalisten kaksosten käyttöönottoon liittyviin kysymyksiin:

- Mitkä tekijät kannustavat meriteollisuuden yrityksiä ottamaan käyttöön digitaalisia kaksosia liiketoiminnassaan, ja mitkä tekijät puolestaan muodostavat keskeisiä esteitä tai pullonkauloja digitaalisten kaksosten hyödyntämiselle liiketoimintapotentiaalin näkökulmasta?
- Mitä haasteita ja esteitä meriteollisuuden eri toimijoiden välisessä tiedonkulussa ilmenee digitaalisten kaksosten käyttöönotossa?

Aineistot analysoitiin Hampden-Turnerin ja Trompenaarsin dilemmateoriaan pohjautuvalla ja Kuoppakankaan painotuksia mukailevalla dilemma-analyysillä (Hampden-Turner & Trompenaars, 2000, 2012; Kuoppakangas, 2015). Sen avulla etsittiin digitalisaatiota hidastavien tekijöiden juurisyitä. Dilemma-analyysi tarkastelee arvo- ja toimintalogiikojen välisten jännitteiden rakentumista ja yhteensovittamista siten, että vastakkaiset vaatimukset pyritään ratkaisemaan ”sekä–että”-periaatteella sen sijaan, että tehtäisiin yksiviivainen ”joko–tai”-valinta, vaihtokauppa tai vastaava ratkaisu (Hampden-Turner & Trompenaars, 2000, 2012). Digitalisaatio on pitkällä aikavälillä etenevä yhteiskunnallinen muutos, joka vaikuttaa elinkeinoelämän liiketoiminta- ja ansaintamalleihin. Dilemmateoriaan perustuvat ”sekä–että”-tyyppiset ratkaisumallit perusteltujen, mutta vastakkaisten tavoitteiden yhteensovittamisessa mahdollistavat adaptiivisen sopeutumisen asteittain etenevään muutokseen.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Satakuntalaiset yritykset

Kesä-syyskuussa 2024 haastateltiin kahdeksaa Satakunnassa toimivan yrityksen johdon edustajaa. Haastattelut tehtiin Prizztech Oy:n koordinoiman Robocoast EDIH:in sekä Turun kauppakorkeakoulun ja ProDigy- ja UniSus-hankkeiden yhteistyönä. Haastattelu perustui Robocoast EDIH:n Digital Maturity Assessment (DMA) -kartoituksen kysymyslomakkeeseen. EDIH-organisaatiot kartoittavat EU:n ohjeiden mukaisesti yritysten digikyvykkyyttä standardoidulla DMA-työkalulla (Euroopan komissio, 2023; European Digital Innovation Hubs -verkosto, 2024; Robocoast EDIH, 2025). Kartoituksessa yrityksiltä kerätään tietoa niiden liiketoiminnan eri osa-alueiden digitaalisesta kypsyydestä: digitaalisesta strategiasta, automaatiosta, datanhallinnasta ja vihreästä digitaalisuudesta. DMA:n tulosten avulla yritys näkee, mihin se sijoittuu kansallisesti ja kansainvälisesti omalla toimialallaan sekä tunnistaa omat digivalmiutensa ja kehittämistarpeensa (Carpentier ym., 2025).

Edellä mainittujen kahdeksan yrityksen osalta haastattelua kuitenkin syvennettiin Turun kauppakorkeakoulun ProDigy- ja UniSus-hankkeiden kysymyksillä, jotka liittyivät Satakunnan liike-elämän kilpailukyvyyn ja tuloksellisuuden tunnistamiseen digitaalisessa ja vihreässä siirtymässä. ProDigy-hankkeeseen liittyvät kysymykset on esitetty liitteessä C. Unisus-hankkeeseen liittyvät kysymykset koskivat vihreään siirtymään ja korkeakoulujen TKI-toiminnan vaikutuksia. Tässä selvityksessä analysoitiin haastatteluaineistoihin sisältyivät myös UniSus-kysymysten vastaukset, mutta tutkimuskysymykset eivät kuitenkaan kohdistuneet UniSusin teemoihin vaan niitä ovat jo aiemmin käsitelleet erikseen Haukioja ja Pohjola (2024). Näin ollen UniSus-hankkeen näkökulmat jäävät tämän artikkelin tarkastelun ulkopuolelle.

ProDigy-hankkeen syventävien kysymysten tavoitteena oli saada yritysten näkemyksiä digitalisaatiosta ja sen etenemisestä yrityksissä. Siksi haastatteluihin pyrittiin löytämään eri toimialoilta yrityksiä. Haastatteluun haettiin yrityksiä Suomen Asiakas-

tieto Oy:ltä hankituista yritystiedoista. Yrityksiä, joille oli jo tehty DMA-kartoitus, ei lähestytty. Kaikki kahdeksan haastateltua yritystä edustivat eri toimialoja, joskin kahden toiminta liittyi eri tavoin meriklusteriin. EU:n luokituksen mukaan (Euroopan komissio, 2003) yksi yrityksistä oli mikroyritys, kaksi pientä yritystä, yksi keskisuuri ja neljä suurta yritystä.

2.2 Suomessa toimivat meriteollisuusyritykset

Helmi-toukokuussa 2024 haastateltiin yhdeksää meriteollisuuden arvoketjuun kuuluvaa yritystä. Kohdeyritykset tunnistettiin toimialayhdistysten jäsenluetteloista ja alueverkostoista. Otos kattaa mm. varustamon, suunnittelutoimiston, järjestelmätoimittajan, telakan sekä huolto-, ohjelmisto- ja logistiikkapalveluja tarjoavia yrityksiä. Yrityksistä haastateltiin joko yritysjohtoa tai digitalisaatio- ja tuotekehityksestä vastaavia henkilöitä. Kahdesta yrityksestä haastateltiin kaksi henkilöä, joten haastatteluja tehtiin yhteensä 11 kappaletta. Yksi yrityksistä oli mikroyritys, kolme keskisuurta yritystä ja viisi suuryritystä.

Meriteollisuushaastatteluihin laadittiin erillinen kysymysrunko (Liite C). Kysymyksillä kartoitettiin yrityksen digitalisaation nykytilaa, sen merkitystä liiketoiminnassa ja käynnissä olevia digitalisaatioprojekteja. Lisäksi kysyttiin digitaalisten kaksosten määrittelystä, käyttöönnotosta ja tulevaisuudennäkymistä meriteollisuudessa. Lopuksi selvitettiin, miten yritys hallinnoi, hyödyntää ja suojaa liiketoiminnassa syntyvää dataa ja tietoa sekä mitä esteitä tiedon hyödyntämiselle nähdään.

2.3 Haastattelujen toteutus ja aineiston analyysi

Yrityksiä pyydettiin haastatteluihin sähköpostitse. Haastattelut toteutettiin yhtä lukuun ottamatta etäyhteyksin, pääosin Microsoft Teamsin välityksellä. Meriteollisuushaastattelut tehtiin osin puhelimitse. Yhden haastattelun kesto oli 45–60 minuuttia.

Puolistrukturoidut haastattelut olivat luottamuksellisia ja ne tallennettiin. Haastattelukysymykset lähetettiin pääsääntöisesti etukäteen. Haastattelun aikana pyrittiin varmistamaan, että kaikki vastaajat käsittelivät samat ydinkysymykset, mutta keskustelu mahdollisti tapauskohtaisen syventymisen eri aiheisiin.

Ensimmäisessä vaiheessa haastattelujen transkriptioiden tekstit anonymisoitiin ja tekstin sekä tiedostojen tunnisteet pseudonymisoitiin. Tulokset on yleistetty siten, ettei yksittäinen vastaaja tai yritys ole niistä tunnistettavissa.

Toisessa vaiheessa anonymisoidut haastatteluaineistot yhdistettiin kahdeksi aineistoksi (eli kahdeksi tiedostoksi) yhdistämällä toiseen tiedostoon DMA-kartoitusten haastattelutranskriptiot ja lomakkeet sekä toiseen meriteollisuuden haastatteluiden transkriptiot.

Kolmannessa vaiheessa aineistot analysoitiin OpenAI:n suurella kielimallilla (Large Language Model, LLM) hyödyntäen ChatGPT:n Deep Research -työkalua. LLM-analyysit rajattiin vain DMA- ja meriteollisuusaineistotiedostoihin; verkkohaku ja

ulkoiset liitokset eivät olleet käytössä. Pseudonymisoidun aineiston avainta ei syötetty palveluun. Tuloksia ei yhdistetty kolmansien osapuolten dataan, eikä aineistoa siirretty analyysin aikana ulkopuolisiin lähteisiin. Deep Research noudattaa ChatGPT:n yritys-tuotteiden tietokäytäntöjä, eli aineistoa ei ole oletusarvoisesti käytetty mallin koulutukseen ja datalähteet määräytyivät käyttäjän valintojen mukaan, tässä tapauksessa lähteenä oli vain liitteiden sisältö. Analyysitulokset perustuvat siten yksinomaan alkuperäisiin haastatteluvastauksiin.

Analyysissä käsiteltiin jokainen tutkimuskysymys erikseen (Liitteessä D prompteissa analyysille määritellyt tavoitteet ja toimintaohjeet). Tulokset koodattiin hierarkkisesti muotoon teema → alateema → koodi → esiintymistiheys/viittausmäärä, ja käytettiin audit trail -viittauksia, jotta jokainen väite on jäljitettävissä alkuperäiseen tekstiin. Viimeiseksi syvennettiin aineiston tulkintaa dilemmanäkökulmalla, jossa analyysillä tunnistettiin keskeiset ristiriitaiset tavoitteet ja realiteetit sekä keinoja niiden ylittämiseen (Liite D). Analyysitulosten pohjalta tutkijat määrittelivät dilemmat sekä yleisesti satakuntalaisten yritysten haastatteluiden pohjalta että erikseen meriteollisuuden näkökulmasta. Dilemma-analyysi tunnistaa aineistosta keskeiset päätöspisteet eli kohdat, joissa toimijat joutuvat tekemään valintoja erilaisten, usein vastakaisten arvojen tai tavoitteiden välillä. Näissä kohdissa näkyvät toiminnan jännitteet, jotka paljastavat arvopohjaisia dilemmoja. Jännitteet mallinnetaan arvojatkuina ja tarkastellaan, miten toimijat pyrkivät sovittamaan ristiriidan (Kuoppakangas, 2015).

Tutkijat validoivat ja nimesivät lopulliset teemat ja dilemmat, vertasivat LLM-analyysin ehdotuksia havaintoyksiköihin sekä dokumentoivat päätökset. Näin generatiivinen kielimalli toimi ”digitaalisena tutkimusavustajana”. Se nopeutti työtä ja mahdollisti monipuolisten analyysien teon, mutta ei korvannut tekijöiden tulkintaa ja lopullista päättelyä (Morgan, 2023). Seuraavissa kappaleissa kuvataan haastattelutulosten pohjalta (1) digitalisaation mahdollisuuksia (digitalisaation ajureita ja potentiaalisia hyötyjä), (2) hidasteita (esteitä, pullonkauloja ja haasteita), (3) aineistoista esiin nousevia digitalisaatiota edistäviä toimia yrityksissä sekä (4) yritysten digitalisaatiokehitykseen liittyviä dilemmoja.

3 Digitalisaation tarjoamat mahdollisuudet liiketoiminnan kehittämiseen

3.1 Parempaa palvelua asiakkaille ja uusia liiketoimintamahdollisuuksia

Digitalisaatio luo perustaa uusille ansaintamalleille ja parantaa yrityksen kykyä vastata asiakkaiden muuttuviin tarpeisiin. Esimerkkinä palvelullistaminen, jossa tuotteen lisäksi maksetaan sen käyttöön liittyvistä palveluista. Tuotemyynnin rinnalle voidaan rakentaa dataan perustuvia lisäarvopalveluja, kuten etävalvontaa, -raportointia tai -optimointia. Tämä muuttaa yrityksen arvонуontia kertaluonteisista toimituksista pitkäaikaisempiin asiakassuhteisiin sekä käyttö- tai tulospohjaiseen liiketoimintaan. Palvelullistaminen parantaa paitsi liikevaihdon ennustettavuutta, myös tuottaa aineistoa edistyneempien tai uusien palvelujen ja liiketoimintamahdollisuuksien kehittämiseen.

Palvelullistaminen vahvistaa asiakassuhteita. Asiakas saa palvelua nopeammin ja tarpeisiinsa räätälöitynä, mikä vahvistaa asiakassuhteen säilyttämistä. Laadunhallinta ja asiakaskokemus paranevat, kun asiakkuuteen liittyvistä tapahtumista kertyy kattava digitaalinen jälki. Sähköiset asiointikanavat ja itsepalvelu sujuvoittavat asiointia ja parantavat saavutettavuutta. Tilannekuvan ja kustannusten läpinäkyvyys vahvistaa luottamusta. Luottamus tekee asiakkuudesta säännöllisempää ja pitkäkestoisempää, mikä parantaa myyntiennusteiden paikkansapitävyyttä ja yksittäisen asiakkuuden tuotto koko sen elinkaaren aikana. Verkko- ja analytiikkatyökalut laajentavat myös yrityksen näkyvyyttä ja markkinakattavuutta, mikä edistää potentiaalisten uusien asiakkaiden tavoittamista.

3.2 Prosessien tehostamista, resurssiviisautta ja tukea toiminnanohjaukselle

Digitalisaation positiivinen tuottavuusvaikutus syntyy pääosin siitä, että tieto liikkuu saumattomasti prosessin alusta loppuun ilman virheitä ja toistuvat työvaiheet hoidetaan osin tai kokonaan automatisoidusti järjestelmien avulla. Prosessien virtaviivaistaminen poistaa turhia työvaiheita ja selkeyttää tiedonkulkua. Tuottavuusvaikutus konkretisoituu mm. tehokkaampana toimintana, tasaisempaa laatuna ja pienempinä yksikkökustannuksina.

Siirtymä erillisistä järjestelmistä yhtenäisiin, toisiaan täydentäviin ratkaisuihin ja aiemmin paperilla olleiden tietojen digitalisointi ja yhdistäminen tukee yrityksen suunnittelua ja päätöksentekoa. Sensorien, järjestelmien ja asiakasrajapintojen tuottama tieto voidaan yhdistää analytiikaksi, joka tukee reaaliaikaista ja ennakoivaa päätöksentekoa. Kun tieto kirjataan kerran ja sitä hyödynnetään useassa kohdassa prosessia, syntyy läpinäkyvä tilannekuva: kustannukset ja suoritustaso ovat seurattavissa ja johtaminen voi perustua faktoihin eikä arvioihin. Vaikutus konkretisoituu kapasiteetin käyttöasteen parantumisena, vähentyneinä seisokkeina ja parempana suunnittelutarkkuutena. Toiminnanohjausta voidaan kohdentaa vaikuttavammin ja vaihtuvien tar-

peiden mukaan. Tekoälyn eli autonomisten toimintojen käyttöönotto parantaa tehokkuutta ensin rajatuissa tehtävissä ja voi skaalautua vähitellen laajempaan käyttöön, kun osaaminen kasvaa ja kun teknologiat, data ja sen luotettavuus sekä toimintamallit ovat riittävän kehittyneitä, jotta tekoälyyn voidaan luottaa laajemmassa mitassa.

Digitalisaatio tehostaa kunnossapitoa ja operointia. Prosessista kerätyn datan avulla yritys saa reaaliaikaisen näkymän kuormitukseen, toimituskykyyn ja poikkeamiin. Tämä mahdollistaa nopean reagoinnin ja resurssien tarkemman kohdentamisen. Huollot pystytään paremmin ajoittamaan ennakoivasti silloin, kun vaikutus tuotantoon on pienin. Jos vikatilanteita kyetään ratkomaan etäyhteyksin ja huollot kohdistetaan vain sinne, missä niitä todella tarvitaan, turhat käynnit ja odotusajat vähenevät.

Digitaaliset ratkaisut oikein kohdennettuina ja toteutettuina pääosin vähentävät energiankulutusta, päästöjä ja materiaalihukkaa, mikä parantaa sekä kustannustehokkuutta että vie yrityksen toimintaa kestävämpään ja resurssiviisaampaan suuntaan. Tietoturva ja kyberturva ovat keskeinen perusta luotettavalle toiminnalle. Sääntelyn noudattaminen ja vastuullisuuden osoittaminen helpottuvat, kun luotettava, automaattisesti kerätty data mahdollistaa jäljitettävyyden ja todennettavuuden.

4 Digitalisaation esteet, haasteet ja hidasteet

4.1 Teknologia- ja järjestelmäperustan sirpaleisuus ja datan luotettavuus

Digitalisaatio etenee yrityksissä nojaten niissä käytössä olevaan teknologiaan. Usein yrityksen järjestelmäympäristö on vuosien saatossa muotoutunut osajärjestelmistä, joilla on pitkä elinkaari ja vahva toimittajariippuvuus. Järjestelmien rajapinnat puuttuvat tai ovat keskenään yhteensopimattomia, minkä vuoksi data siiloutuu. Järjestelmäarkkitehtuurin sirpaleisuus ja yhteentoimimattomuus näkyvät arjen työssä ylimääräisinä manuaalisina vaiheina, viiveinä ja kasvaneena virheriskinä, kun tietoja joudutaan kokoamaan useista lähteistä tai syöttämään samoja tietoja toistuvasti eri järjestelmiin.

Teknistä haastetta on myös mittaamisessa: kaikkea toimintaa ei seurata järjestelmällisesti, tai mittaaminen on osittaista ja epätarkkaa. Lisäksi historialliset tietovarannot voivat olla puutteellisia, epäyhtenäisiä tai laadultaan heikkoja. Kun dataan ei voida luottaa, sen pohjalta tehty analytiikka menettää luotettavuuttaan ja käyttökelpoisuuttaan päätöksenteon tukena.

Monilla yrityksillä digitaalisia palveluja rajoittaa vielä puutteellinen teknologia- ja verkkoinfrastruktuuri. Kun yhteydet eivät ole jatkuvasti käytettävissä, reaaliaikaiset prosessit ja palvelut eivät toimi luotettavasti. Samalla verkottumisen lisääntyminen kasvattaa tietoturvan ja kyberuhkien hallinnan merkitystä, sillä kriittisten järjestelmien ja tietovarantojen suojaustarve kasvaa verkkoon siirtyvien toimintojen myötä.

4.2 Yritysten toimintakulttuurit ja osaamisvajeet

Digitalisaation edistäminen yrityksessä edellyttää, että organisaatio- ja liiketoimintamallit kehittyvät rinnakkain teknisten järjestelmien kanssa. Pelkät teknologiset ratkaisut eivät riitä, jos toimintatavat ja organisaatiokulttuuri eivät muutu samassa tahdissa. Digitalisaatio on prosessi, ei projekti.

Henkilöstön muutosvastarinta on haaste, jota on käsiteltävä jatkuvasti digitalisaation edetessä. Vastarinta heikentää sitoutumista ja hidastaa uusien toimintamallien omaksumista, mikä vähentää digitalisaation potentiaalista hyötyä yrityksen toiminnalle. Tässä yhteydessä sisäisen viestinnän haasteet korostuvat: informaatiotulvan keskellä tärkeät viestit ja ohjeet saattavat hukkua muuhun viestivirtaan tai samoja tietoja toistetaan eri kanavissa. Tämä heikentää yhteistä ymmärrystä ja kasvattaa riskiä väärinymmärryksiin.

Osaamisvajeet esimerkiksi data-analytiikassa, tekoälyssä, ohjelmistokehityksessä tai tietojohdamisessa ovat yrityksissä digitalisaation pullonkauloja. Osaamisvajeiden vuoksi uudet järjestelmät jäävät vajaakäytölle, muutoksia tehdään varovasti tai niiden toteutus viivästyy. Osaamisvajeet ja muutosvastarinta näkyvät mm. pilotointien ylikorostumisena. Pienet kokeilut eivät kuitenkaan skaalaudu liiketoimintaan, koska käyttöönoton tuki, koulutus ja prosessimuutokset jäävät riittämättömiksi.

4.3 Epävarmuus investointien tuotoista

Digitalisaation toteuttaminen vaatii pitkäjänteisiä investointeja rahaan, aikaan ja osaamiseen. Uusiin järjestelmiin, tietoturvaan ja koulutukseen kohdistuvat kustannukset kilpailevat rajallisista resursseista. Epävarmuus taloudellisista hyödyistä hidastaa päätöksentekoa. Samaan aikaan operatiivinen työ vie usein kehitystyölle varatun tilan, mikä hidastaa digitaalista uudistumista. Kasvavat tietoturva-vaatimukset lisäävät toteutuksen monimutkaisuutta, mikä kasvattaa kustannuksia ja pidentää aikatauluja. Taloudelliset paineet ohjaavat usein priorisointeja lyhyen tähtäimen vaatimusten mukaan. Ilman pitkäjänteistä investointipolitiikkaa digitalisaation eteneminen jää hajanaiseksi ja nojaa yksittäisiin kokeiluihin. Tämä viivästyttää uusien teknologioiden skaalausta yritystoimintaan ja digitalisaation hyötyjen realisoitumista.

4.4 Monitoimijaympäristön haasteet

Digitalisaatiota estävät ja hidastavat tekijät muodostuvat sisäisistä ja ulkoisista tekijöistä, jotka muodostavat toisiinsa kietoutuvan kokonaisuuden. Digitalisaatio etenee, kun yrityksen sisäisiä kyvykkyyksiä rakennetaan yhtäaikaaisesti ulkoisen toimintaympäristön kehittämisen kanssa.

Yritysten digitalisaatioon vaikuttavat lainsäädäntö, viranomaismääräykset, kansalliset käytännöt sekä toimialojen vakiintuneet toimintamallit, jotka asettavat kehitykselle omat reunaehdot. Lainsäädäntö ja sääntely etenevät usein teknologian kehitystä hitaammin, mikä edellyttää digitaalisten ja manuaalisten prosessien rinnakkaisesta ylläpitoa. Vaihtelevat kansalliset vaatimukset vaikeuttavat yhtenäisten ratkaisujen käyttöönottoa, ja yhteisten standardien puute hidastaa ekosysteemien rakentumista.

Markkinoiden konservatiivisuus näkyy siinä, että perinteiset ratkaisut määrittävät usein kehityksen lähtökohdan, jolloin edelläkävijät joutuvat etenemään hitaimman tahdin mukaisesti. Toimintaympäristön rajoitteet edellyttävät kompromisseja: jos yhteydet eivät ole jatkuvasti käytettävissä tai sääntely edellyttää rinnakkaisia paperiprosesseja, digitaaliset ratkaisut eivät voi vielä toimia täysimääräisesti.

Digitalisaatio perustuu dataan, jonka omistajuus, käyttöoikeudet ja jakamisen mahdollisuudet ovat usein epäselviä. Monitoimijaympäristöissä tiedon synty on hajautunut: useat organisaatiot tuottavat ja hallinnoivat omaa osaansa, jolloin yhdellä toimijalla ei ole kattavaa näkyvyyttä tai hallinto-oikeutta koko tietokokonaisuuteen. Dataa saatetaan pitää kilpailuetuna, jota ei haluta jakaa tai sopimusehdot ja salassapitovelvoitteet rajoittavat käyttöä. Monitoimijaympäristöissä epäselvä datan omistus ja rajoitettu käyttöoikeus heikentävät luottamusta ja yhteistyön sujuvuutta. Suljetut järjestelmät ja vaikeasti saavutettava raakadata estävät tiedon hyödyntämisen laajasti, minkä vuoksi yhteisten palvelujen kehitys ja avoin tiedonvaihto jäävät vajaiksi.

5 Digitaalisten kaksosten käyttöönotto meriteollisuudessa

5.1 Muutoksen ajurit

5.1.1 Tukea optimointiin ja päätöksentekoon

Meriteollisuudessa digitaalinen kaksonen (digital twin) tarkoittaa aluksen tai sen järjestelmän digitaalista vastinetta, joka päivittyy jatkuvasti ja on yhteydessä aluksen toimintaan reaaliaikaisesti. Se yhdistää suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa syntyneen tiedon käytön ja kunnossapidon aikana kerättävään dataan ja ylläpitää kahdensuuntaista yhteyttä fyysiseen kohteeseen sensoreiden, laskentamallien ja tietorajapintojen avulla. Digitaalinen kaksonen ei ole yksittäinen simulaatio- tai raportointityökalu, vaan koko aluksen elinkaaren kattava tietoperusta, joka tukee päätöksentekoa, optimoi toimintaa ja mahdollistaa ennakoivan huollon.

Digitaalinen kaksonen tarjoaa alustan suunnittelun ja tuotekehityksen nopeuttamiseen. Virtuaalimallilla uusia järjestelmiä ja ratkaisuja voidaan varmentaa ja testata kattavasti jo ennen fyysisiä kokeita, mikä pienentää testauksen kustannuksia sekä vähentää käyttöönottoon liittyviä riskejä. Sama lähestymistapa soveltuu automaation ja itseohjautuvien toimintojen kehitykseen: digitaalinen kaksonen mahdollistaa järjestelmien käyttäytymisen arvioinnin laajojen simulaatioiden avulla ja tukee näin hyväksyntäprosesseja ja päätöksentekoa.

Operointidatan ja digitaalisen kaksosen yhdistelmä mahdollistaa aluksen ja sen järjestelmien optimoinnin esimerkiksi polttoaineenkulutuksen, asennon, painolastin, reittivalintojen ja ajotavan suhteen. Tuloksena polttoainekustannukset pienenevät ja päästöt laskevat. Digitaalinen kaksonen tukee päätöksentekoa, kun arvioidaan esimerkiksi vaihtoehtoisten polttoaineiden, voimansiirtoratkaisujen tai muiden teknologisten valintojen vaikutuksia. Vaihtoehtotarkasteluiden avulla voidaan valita sekä taloudellisesti että ympäristöllisesti kestävä toimintatapa. Digitaalinen kaksonen mahdollistaa sääntelyvaatimusten noudattamisen ja ylläpitämisen ilman, että turvallisuus tai aikataulut vaarantuvat.

5.1.2 Älykäs elinkaaren hallinta ja kunnossapito

Suunnittelutiedon siirtäminen omistajan hallintaan koneellisesti hyödynnettävässä muodossa luo perustan koko elinkaarelle. Operointivaiheessa antureiden kattavuus, mittaustaajuus ja metatieto varmistavat, että digitaalinen kaksonen päivittyy luotettavasti. Huoltotoiminnassa systemaattinen kirjaaminen muuntaa kokemustiedon näkyväksi ja kytkee sen osaksi mallia. Kun nämä ketjut toimivat, digitaalinen kaksonen säilyttää luotettavuutensa ja tuo jatkuvaa hyötyä päätöksenteolle.

Digitaalinen kaksonen muodostaa kehikon aluksen elinkaaren hallinnalle: kuormitus- ja käyttöprofiileja voidaan tarkastella etukäteen, huoltotoita suunnitella ja ajoittaa

ennakoivasti ennen vikaantumista sekä kohdistaa varaosien hankintaa oikea-aikaisesti. Tämä lyhentää seisokkeja, mikä on taloudellisesti tärkeää merenkulun toimintaympäristöissä, joissa jokainen seisokkivuorokausi aiheuttaa merkittäviä kustannuksia. Etäseuranta ja etätuki vähentävät aluskäyntien tarvetta, nopeuttavat vianrajausta ja parantavat käyttöastetta.

Digitaalinen kaksonen yhdistää laivan tai järjestelmän suunnittelu- ja rakennusvaiheessa kerätyn tiedon käytön ja kunnossapidon aikana syntyvään dataan. Suunnittelutieto tarjoaa rakenteellisen lähtökohdan aluksen ominaisuuksille, kun taas käytönaikainen data – kuten mittaukset, lokit ja huoltokirjaukset – ylläpitää yhteyttä fyysisen kohteen todelliseen tilaan. Kun nämä aineistot kytketään toisiinsa yhtenäisen viite- ja metatiedon avulla, digitaalinen kaksonen pystyy heijastamaan sekä alkupeleistä suunnitteluratkaisua että osoittamaan, miten ratkaisu on muuttunut ja kehittynyt aluksen elinkaaren aikana.

Harvinaisia ja riskialttiita tilanteita voidaan harjoitella digitaalisen kaksosen avulla turvallisesti ja toistettavasti. Samoin huolto- ja säätötoimenpiteitä voidaan testata ennen käytännön toteutusta. Kun valvontakeskuksella on digitaalisen kaksosen kautta kattava tilannekuva aluksesta, poikkeamiin voidaan reagoida nopeammin. Hyödyt näkyvät vähentyneinä vahinkoina, pienempinä vakuutuskustannuksina ja luotettavampana operointina.

Digitaalinen kaksonen ohjaa aluksen kunnossapitoon liittyvää ansaintalogiikkaa kertaluonteisista toimituksista kohti jatkuvia palveluja. Dataan perustuvat seuranta-, optimointi- ja kunnossapitopalvelut voidaan tuotteistaa suorituskykyisidonnaisiksi palvelusopimuksiksi, joissa toimittaja ja asiakas jakavat suorituskykyyn liittyvän riskin. Palvelusopimusmalli alentaa asiakkaan investointikynnystä ja luo toimittajalle ennustettavaa liikevaihtoa. Yritykset, jotka pystyvät osoittamaan kyvykkyytensä digitaaliseen kaksoseen perustuvissa palveluissa, erottuvat markkinoilla ja vastaavat asiakkaiden kasvaviin odotuksiin datan hyödyntämisestä.

5.2 Muutoksen hidasteet

5.2.1 Laivojen pitkä elinkaari

Merikaluston pitkä elinkaari johtaa käytännössä kahden eri kehitysvauhdin laivastoon: uusissa aluksissa digitaalinen kaksonen voidaan ottaa käyttöön vaivattomammin, kun taas vanhemmat yksiköt jäävät helposti teknisen kehityksen ulkopuolelle, mikä rajoittaa hyötyjen laajaa toteutumista koko laivaston osalta. Digitaalisen kaksosen toteuttaminen edellyttää mallinnusta, anturointia, integraatiota ja analytiikkaa. Mikäli näiden investointien vaikutuksia ei voida osoittaa riittävällä varmuudella, päätöksenteko kallistuu varovaisuuteen, erityisesti matalakatteisissa segmenteissä.

Digitaalisen kaksosen hyöty perustuu laadukkaaseen ja ajantasaiseen dataan. Vanhemmissa aluksissa tarvittavaa telemetriaa ei välttämättä ole riittävästi, ja ole-massa oleva operointidata voi olla hajanaista, epätarkkaa tai keskenään yhteensopi-

matonta. Antureiden kattavuuden, näytteenottotaajuuden ja metatietojen puutteet heikentävät mallien luotettavuutta sekä vähentävät käyttäjien luottamusta digitaaliseen kaksoseseen. Lisäksi merkittävä osa laivastosta saattaa olla rakennettu aikana, jolloin anturointi oli rajallista, eivätkä järjestelmät ole alun perin mahdollistaneet jatkuvaa tiedonsiirtoa. Analogisten järjestelmien osuus saattaa edellyttää kalliita jälkiasennuksia kattavan digitaalisen kaksosen toteuttamiseksi.

Ilman reaaliaikaista datasyötettä ja viiveettömiä tiedonsiirtoratkaisuja digitaalinen kaksonen ei mahdollista tehokasta ennakoivaa analytiikkaa eikä operoinnin optimointia, vaan tiedonsiirto tapahtuu usein manuaalisesti tai esimerkiksi satamakäyntien yhteydessä. Manuaalinen datankeruu kuormittaa niukkoja resursseja ja lisää riskiä, että kokemusperäinen ja hiljainen tieto jää siirtämättä järjestelmiin. Mikäli tämä kokemusperäinen tieto, kuten käyttäjien arjen havainnot ja toimintaympäristön nyanssit, ei tallennu, digitaalinen kaksonen ei kykene heijastamaan kaikkia olennaisia ilmiöitä eikä sen tuottamiin suosituksiin voida luottaa täysimääräisesti.

Mittautiedon tiheys, anturien kattavuus, virhelähteiden systemaattinen dokumentointi sekä tapahtumien tarkat aikaleimat muodostavat perustan digitaalisen mallin luotettavalle päätöksenteolle. Suunnittelutiedon osalta oleellista on, että kaikki rakenteelliset muutokset tallennetaan versionhallittuina, mikä mahdollistaa muutosten jäljitettävyyden ja vertailun eri aikakausien välillä. Lisäksi toteutuneen aluksen tai sen osajärjestelmien rakennetiedot on oltava omistajan hallinnassa strukturoituna, digitaaliseen järjestelmään tallennettuna ja koneellisesti hyödynnettävissä. Näiden edellytysten täytyessä digitaalinen kaksonen pysyy jatkuvassa synkronissa fyysisen kohteen kanssa ja tukee luotettavaa, ajantasaista päätöksentekoa.

5.2.2 Standardoinnin puute ja integraation vaikeus

Alus muodostaa monitoimittajaisen kokonaisuuden, jossa digitaalisen kaksosen hyödyntäminen edellyttää tiivistä yhteistyötä telakan, järjestelmä- ja laiteoimittajien, suunnittelutoimistojen, varustamon, luokituslaitosten sekä asiakkaiden välillä. Kukin toimija osallistuu tiedon tuottamiseen ja hyödyntämiseen aluksen elinkaaren eri vaiheissa. Kun roolit ja tietovirrat on huolellisesti määritelty ja dokumentoitu, tieto välittyy viiveettä siltä, joka sen tuottaa, sille, joka sitä tarvitsee. Tämän varmistaminen edellyttää yksiselitteisiä rajapintakuvauksia, yhteisesti sovittuja tietomuotoja sekä kurinalaista rajapintojen hallintaa, joiden avulla tiedonsiirto voidaan toteuttaa johdonmukaisesti sisällön, muodon, aikataulun ja käyttöoikeuksien osalta.

Digitaalisen kaksosen käsite ymmärretään toimijoiden kesken eri tavoin, mikä vaikeuttaa yhteisten käytäntöjen muodostamista. Ilman yhteisiä periaatteita ja standardoituja menettelyjä sama tieto joudutaan usein mallintamaan uudelleen eri järjestelmissä, mikä lisää virheiden riskiä ja heikentää luottamusta digitaalisen mallin tuottamaan tietoon. Eri toimittajien käyttämien tietorakenteiden, rajapintaratkaisujen ja tietoturva vaatimusten heterogeenisyys vaikeuttaa yhteisen digitaalisen kokonaisuuden muodostamista. Seurauksena on usein järjestelmien siiloutuminen: vaikka

komponentti- tai järjestelmätason digitaalisia kaksosia voidaan kehittää, koko aluksen kattava integroitu malli jää harvinaiseksi. Puutteellinen integraatio kasvattaa kustannuksia ja hajauttaa saavutettavat hyödyt rajattuihin osa-alueisiin.

5.2.3 Epäselvyydet datan omistajuudessa ja immateriaalioikeuksissa

Digitaalisen kaksosen arvo perustuu tiedon liikkumiseen, mutta käytännössä sitä rajataan salassapitosopimuksin, immateriaalioikeuksin ja erillisillä käyttöehdoilla. Operointidatan jakamista saatetaan rajoittaa sopimuksilla asiakkaiden suuntaan ja toisinpäin, laitetoimittajien sopimuksissa voi olla ehtoja, jotka sallivat datan käytön vain omaan toimintaan, ja telakat voivat pidättää itsellään oikeudet suunnitteludokumentaatioon. Kun omistajuus ja käyttöoikeudet eivät ole yksiselitteisiä, tieto ei siirry digitaalisen kaksosen rakentamiseen ja ylläpitoon tarvittavalla tavalla. Arvoketjussa on useita toimijoita, joilla on perusteltu oikeus samaan dataan. Ilman selkeitä sopimuksia ja läpinäkyvää hallintaa syntyy datan suojelemiseen perustuva varovaisuus, joka rajoittaa jakamista. Tiukat salassapitoehdot mahdollistavat rajatun yhteistyön, mutta hidastavat ekosysteemin rakentumista. Joissakin sopimussuhteissa tiedon jakaminen on rajoitettu tai kielletty, mikä estää digitaalisen kaksosen hyödyntämisen tietyissä käytötapauksissa.

Tieto koetaan kilpailueduksi, minkä vuoksi sen jakamiseen suhtaudutaan pidättyvästi. Erityisesti erikoiskaluston ja uutta teknologiaa hyödyntävien ratkaisujen osalta pelätään, että tietojen jakaminen heikentäisi kilpailuasemaa. Lisäksi kokemukseen perustuva hiljainen tieto jää helposti järjestelmien ulkopuolelle, jolloin digitaalinen kaksonen ei heijasta arjen käytäntöjä. Ilmiö on kulttuurinen: jos yhteisiä käytäntöjä ja hyötyjen reilua jakoa ei ole, tietoa ei jaeta, vaikka tekniset edellytykset olisivat olemassa. Yhteinen tapa vaihtaa tietoa syntyy sopimalla tietomuodoista, metatiedoista ja aikatauluista. Moduulijattelussa toimittajat voivat liittää oman osuutensa digitaaliseen kaksoseen niin, että tietovirrat ovat yhteensopivia, mutta sisäiset toteutukset pysyvät suojattuina. Tämä vaatii kurinalaista dokumentointia, versionhallintaa ja muutosten hallintaa, jotta koko aluksen malli säilyy eheänä myös järjestelmien päivittyessä.

Tiedonkulku varmistuu, kun omistajuus ja käyttöoikeudet sovitaan kirjallisesti ennen kuin digitaalista kaksosta ryhdytään rakentamaan. Sopimuksissa määritellään, mitä tietoa jaetaan, kenelle ja mihin tarkoitukseen, miten tietoa suojataan ja kuinka pitkään käyttöoikeus on voimassa. Tarpeen mukaan aineisto voidaan anonymisoida tai muuntaa siten, ettei liikesalaisuuksia paljastu, mutta että digitaalinen kaksonen saa tarvitsemansa sisällön.

5.2.4 Kyberturvallisuuden ja toimintavarmuuden varmistaminen

Meriteollisuus on tiukasti säännelty ja turvallisuuskriittinen ala. Etäoperoinnin ja itseohjautuvuuden kaltaisten teknologioiden käyttöönotto edellyttää laajaa todennettua näyttöä ja viranomaishyväksyntää. Vaikka teknologia olisi yksittäisen varustamon

näkökulmasta kypsää, lupaprosessit ja kansainväliset käytännöt etenevät hitaasti, mikä pidentää kehittämisen aikajännettä ja kasvattaa todennuskustannuksia.

Kun alusten järjestelmiä yhdistetään tietoverkkoihin ja pilvipohjaisiin palveluihin, laajenee myös mahdollinen hyökkäyspinta-ala. Digitaalisen kaksosen käyttöönotto lisää järjestelmien verkottuneisuutta ja riippuvuutta ulkopuolisista palveluista, mikä perustellusti herättää huolta sidosryhmissä. Mikäli kattavaa ja uskottavaa kyberturvallisuuden sekä riskienhallinnan kokonaisuutta ei ole toteutettu, ei kriittisten järjestelmien kytkemistä digitaalisiin kaksosiin pidetä perusteltuna – erityisesti turvallisuus- ja sääntelykriittisissä toiminnoissa. Tietojärjestelmien avoimuus ja laajamittainen verkottaminen kasvattavat hyökkäysriskiä, minkä vuoksi digitaalisen kaksosen liittäminen organisaation keskeisiin järjestelmiin edellyttää suunnitelmallista tietoturvaa, riskianalyysejä ja varmistettujen toimintamallien osoittamista.

Tilanteessa, jossa yhteisesti hyväksytyjä ratkaisuja ja todennettua näyttöä turvalisesta toiminnasta ei ole kattavasti olemassa, painottuu varovaisuus ja tietovirtoja rajataan. Tämä on perusteltua turvallisuuden näkökulmasta, mutta samalla se rajoittaa digitaalisen kaksosen tarjoamia mahdollisuuksia operatiivisessa käytössä.

Luottamuksen rakentuminen edellyttää todennettavia käytäntöjä. Parhaiten se saavutetaan pienimuotoisissa ja tarkasti rajatuissa piloteissa, joissa tietovirrat, roolit ja suojaustoimenpiteet määritellään selkeästi. Kun osapuolet näkevät, että hyödyt jakaantuvat oikeudenmukaisesti ja riskit ovat hallittavissa, kasvaa valmius sitoutua laajempien yhteisten mallien hyödyntämiseen. Näin voidaan edetä yksittäisistä kokeiluista pysyviin ja skaalautuviin toimintatapoihin, jotka tukevat digitaalisen kaksosen roolia osana alusten ja järjestelmien kokonaisvaltaista hallintaa.

6 Yrityksen digitalisaatiota edistäviä toimia

6.1 Muutoksen ja osaamisen systemaattinen johtaminen

Muutosjohtaminen – johdonmukainen, pitkäjänteinen ja aktiivinen muutosten läpivienti – on keskeisen tärkeää digitalisaation edistämiseksi yrityksessä. Johdon on määriteltävä ja sanoitettava huolellisesti muutoksen tavoitteet, prioriteetit ja tavoiteltujen hyötyjen mittarit. Digitalisaation kehittämisen resursoinnista on huolehdittava. Digitalisaatio (ml. tekoälyn hyödyntäminen) on tuotava osaksi arkipäivän liiketoimintamallia.

Yrityksen henkilöstön tukeminen jatkuvassa muutoksessa osaamista kehittämällä on toinen keskeinen onnistumisen tekijä. Osaamista on kehitettävä rinnakkain teknologisten ratkaisujen kypsymisen kanssa määrätietoisesti, mm. kohdennetuilla koulutuksilla, mentoroinnilla tai rekrytoinneilla. Digitalisaatiokehityksessä kyberturvallisuuden ja tietosuojan osaamisen jatkuva päivittäminen on ratkaisevan tärkeää.

Muutosjohtamista ja henkilöstön sitoutumista vahvistava viestintä on selkeää, monikanavaista ja osallistavaa. Muutosvastarinnan käsittely, uusien järjestelmien ja toiminnallisuuksien käyttöönoton tuki ja arkipäivän käytäntöjen muutos on suunniteltava, resursoitava ja vietävä käytäntöön yhtä huolellisesti kuin varsinainen tekninen toteutus. Tekoälyn käyttöönoton yhteydessä on myös vahvistettava ymmärrystä sen käytön eettisistä reunaehdoista ja sääntelyvaatimuksista.

6.2 Tietojohdaminen

Tuottavuuden kasvu perustuu järjestelmien yhteentoimivuuteen ja tietojohdamisen johdonmukaisuuteen. Dataa ja tiedonhallintaa on johdettava yhtä suunnitelmallisesti kuin tuotantoa. Luotettava datan käsittelyketju edellyttää datalähteiden tunnistamista, yhdistämistä ja tiedonkulun varmistamista. Datan laatuun on panostettava järjestelmällisesti.

Digitalisaation ja tekoälyn laajamittainen hyödyntäminen edellyttää vahvaa teknistä ja organisatorista perustaa. Tämä tarkoittaa eheää järjestelmäarkkitehtuuria, yhtenäisiä tietomalleja sekä standardoituja rajapintoja, joiden päälle uudet palvelut voidaan rakentaa hallitusti. Teknologisten ratkaisujen suunnittelussa on huomioitava myös toimintaympäristöjen rajoitteet – esimerkkinä offline-käyttö ja automaattinen synkronointi palvelujen luotettavuuden varmistamiseksi myös yhteyskatkoksissa.

Kehittämishankkeille on asetettava selkeät tavoitteet, jotta niistä saadaan konkreettista hyötyä liiketoiminnan kehittämiseen. Laajemmissa hankkeissa on suositeltavaa asettaa välitavoitteita. Tulosten tekeminen näkyviksi vaiheittain tukee päätöksentekoa ja vahvistaa luottamusta investointeihin.

Kyberturvallisuus ja tietosuoja muodostavat digitalisaation perustan. Järjestelmäintegraatioiden ja laiteverkkojen tiivistyessä korostuvat kerroksellinen suojaus, jatkuva valvonta sekä henkilöstön tietoturvatietoisuus osana päivittäistä toimintaa. Vahva turvallisuuskulttuuri on edellytys digitaalisten palvelujen skaalautuvuudelle ja rakentaa luottamusta asiakkaiden, viranomaisten ja kumppanien suuntaan.

6.3 Digitaalisen kehityksen vaiheittainen edistäminen

Digitalisaatio tarjoaa selkeän, vaiheittain etenevän polun tuottavuuden parantamiseen: ensin rakennetaan vahva tekninen perusta ja varmistetaan tietovirtojen luotettavuus, sen jälkeen syvennetään analytiikan ja automaation hyödyntämistä, ja lopulta luodaan ekosysteemi, jossa hyödyt skaalataan yli organisaatorajojen. Tällä tavoin digitaalinen transformaatio vakiintuu osaksi yrityksen johtamista, kilpailukykyä ja kannattavaa liiketoimintaa.

Lyhyellä aikavälillä painopiste on tietojärjestelmien integraatiossa ja yhteentoimivuuden varmistamisessa. Standardoidut rajapinnat, yhtenäiset tietomallit ja perusrakenteet muodostavat pohjan tehokkaalle tiedon hyödyntämiselle. Samaan aikaan analytiikkaa kehitetään päätöksenteon ja strategisen suunnittelun tueksi, jotta toiminnasta saadaan kattava ja ajantasainen tilannekuva. Keskeistä on prosessien systemaattinen digitalisointi sekä helposti käyttöön otettavien ratkaisujen hyödyntäminen, jotta liiketoimintahyödyt ovat nopeasti nähtävissä. Analytiikan ja tekoälyn soveltaminen kannattaa kohdistaa alkuvaiheessa suoraan liiketoimintaa tukeviin toimintoihin, joissa vaikutukset ovat mitattavissa ja hyödyt voidaan pikaisesti osoittaa – esimerkiksi kysynnän ennustamiseen, resurssien optimointiin ja varastonhallintaan.

Keskipitkällä aikavälillä kehityskohteet siirtyvät skaalausvaiheeseen. Onnistuneita pilotteja laajennetaan koko organisaatioon. Analytiikka etenee kohti ennustemalleja ja optimointialgoritmeja. Ennakoiva kunnossapito, tuotannon ja logistiikan optimointi sekä asiakas- ja operatiivisen datan integrointi parantavat päätöksenteon tarkkuutta sekä resurssien tehokasta käyttöä. Samalla koulutusta, perehdytystä ja turvallisuusharjoittelua tehostetaan digitaalisilla oppimisympäristöillä, mikä nopeuttaa oppimista ja tukee osaamisen jatkuvaa kehitystä.

Pitkällä aikavälillä digitalisaatio kehittyy kohti laajamittaista automatisointia sekä osin tai kokonaan autonomisia ratkaisuja, joissa järjestelmät kykenevät itsenäisiin päätöksiin ja jatkuvaan optimointiin. Prosessit tehostuvat jatkuvasti reaaliaikaisen datan, koneoppimisen ja kehittyvien optimointimenetelmien avulla. Päätöksentekoa tukevat laajat, integroidut tietokokonaisuudet. Tällaisen kehitysvaiheen saavuttaminen edellyttää kypsää arkkitehtuuria, selkeitä datan hallinta- ja omistajuusrooleja sekä kykyä ylläpitää monipuolisia järjestelmiä kustannustehokkaasti.

6.4 Yhteistyö kilpailuedun rakentajana

Yritykselle syntyy kilpailuetua vahvan toimialaosaamisen yhdistämisestä digitaalisiin valmiuksiin. Datapohjaisten ratkaisujen räätälöinti yrityksen tarpeisiin edellyttää syvällistä ymmärrystä liiketoiminnan ytimestä ja reunaehdoista sekä kykyä tunnistaa digitalisaation tarjoama kehityspotentiaali esimerkiksi tuotannon optimoinnissa, palvelullistamisessa tai sääntelyn edellyttämässä raportoinnissa. Myös datan jalostaminen päätöksenteon tueksi edellyttää liiketoiminnan ja teknologian syvällistä ymmärrystä, jotta sensoreista ja järjestelmistä kerättävä data voidaan muokata yrityksen tavoitteita palvelevaksi tiedoksi.

Osaamisen kehittämistä voidaan edistää selkeyttämällä henkilöstön rooleja ja tarjoamalla roolien mukaista kohdennettua koulutusta. Moniosaajaprofiileja voidaan vahvistaa ulkoisen rekrytoinnin tai sisäisen osaamisen kehittämisen kautta. Yrityksen omaa osaamista voidaan täydentää kumppanuuksilla muun muassa muiden yritysten, tutkimuslaitosten tai korkeakoulujen kanssa.

Ekosysteemit ja kumppanuudet voivat parhaimmillaan vahvistaa digitalisaatiota ja auttaa yritystä pysymään kehityksen kärjessä. Innovaatioekosysteemeissä tehtävä yhteistyö muiden yritysten ja tutkimusorganisaatioiden kanssa voi vauhdittaa kehitystä ja tukee toimivien ratkaisujen syntymistä, esimerkiksi mahdollistamalla kokeilut ja pilotit pienemmällä riskillä. Yhteistyö kumppaneiden, asiakkaiden, tutkimuslaitosten, korkeakoulujen ja viranomaisten kanssa tarjoaa mahdollisuuksia testata ratkaisuja aidoissa toimintaympäristöissä sekä luoda yhteisiä käytäntöjä, jotka edistävät datan turvallista ja vastuullista jakamista.

Yhteistyö ja ekosysteemien kehittäminen edellyttää selkeitä pelisääntöjä esimerkiksi omistajuuden ja käyttöoikeuksien osalta. Näiden sopiminen luo keskinäistä luottamusta, joka on edellytys ekosysteemitason tuottavuusloikalle. Luottamusta vahvistetaan läpinäkyvillä käyttöoikeusmalleilla ja tietoturvan hyvillä käytännöillä, jotka suojaavat osapuolten keskeisiä intressejä kuitenkin estämättä kehittämistä. Tiivis yhteistyö voi parhaimmillaan vähentää ulkoisia esteitä ja vahvistaa yritysten sisäisten investointien tuottavuutta.

7 Dilemma-analyysi

7.1 Yrityshaastatteluista tunnistetut yleiset digitalisaation dilemmat

7.1.1 *Rajalliset resurssit vs. kehittämisinvestoinnit*

Juurisyyt

- Monissa yrityksissä budjetti- ja henkilöstöresurssit ovat rajalliset suhteessa kehittämistarpeiden laajuuteen. Tämän seurauksena käytettävissä oleva rahoitus ja henkilöstön työaika on jaettava operatiivisen toiminnan ja uudistamistoimien välillä. Rajalliset resurssit johtavat varovaisuuteen päätöksenteossa ja esimerkiksi hankkeiden mitoittamiseen vain välttämättömälle tasolle. Näin kehittämistoimet siirtyvät toistuvasti tulevaisuuteen ja pitkän aikavälin vaikuttavuutta tuottavat digitaaliset panostukset viivästyvät.
- Kehittämisinvestointien hyödyt koetaan epävarmoiksi ennen konkreettisen näytön syntymistä, mikä kasvattaa investointikynnystä. ”Pelataan varman päälle” ja päätöksentekoa lykätään, kunnes taloudellisista hyödyistä tai kustannussäästöistä saadaan selkeää näyttöä.
- Osaamisvajeet vaikeuttavat hankkeiden valmistelua ja arviointia, minkä vuoksi useat aloitteet jäävät ideatasolle. Epäonnistumisen pelko ja riittämätön osaaminen lisäävät varovaisuutta päätöksenteossa, minkä seurauksena hankkeita lykätään tai keskeytetään ennenaikaisesti. Ilman yrityksen sisäistä projekti-osaamista ja datakyvykkyyksiä kehittämisen eteneminen on hidasta ja hajanaista.
- Vanhojen ja uusien järjestelmien yhteensopivuuden kanssa on usein haasteita, mikä vaikeuttaa käyttöönottoprosesseja. Vanhat järjestelmät vaativat päivityksiä, työaikaa ja lisärahoitusta.

Ratkaisumalleja

- Digitalisaatiolle tulee varata selkeästi määritellyt taloudelliset ja ajalliset resurssit sekä vastuutahot, jotta kehittämistoiminta ei jää muun työn varjoon. Resurssien pysyvyys tukee etenemistä ja luo edellytykset pitkäjänteiselle kehitykselle.
- Teknologista kehitystä viedään eteenpäin vaiheittain ja kehittämistä vauhditetaan pienimuotoisilla ja tarkasti rajatuilla piloteilla, joiden avulla arvo voidaan todentaa nopeasti. Selkeät mittarit sekä oppien systemaattinen dokumentointi mahdollistavat onnistuneiden ratkaisujen skaalauksen liiketoimintaan ja ”pienten voittojen” kautta etenemisen.
- Päätöksenteon tueksi määritellään etukäteen arviointikriteerit, esimerkiksi kustannus-hyötysuhde, aikajänne ja riskinsietotaso. Näin investointeja ei

arvioida tapauskohtaisesti subjektiivisin perustein. Kriteeristö lisää vertailtavuutta ja nopeuttaa päätöksentekoa.

- Osaamista vahvistetaan erityisesti projektinjohtamisen, arkkitehtuurin ja datan hyödyntämisen osa-alueilla. Näin ideat voidaan jalostaa toteutuskelpoisiksi suunnitelmiksi ja vähentää riskejä systemaattisesti.
- Vanhentuneille järjestelmille laaditaan hallittu modernisointi- ja integraatiopolku, joka mahdollistaa siirtymän ilman toiminnallisia häiriöitä.

7.1.2 Digitalisaation edistäminen vs. henkilöstön huoli työn jatkuvuudesta ja epävarmuus omasta roolista

Juurisyyt

- Yrityksen toimivia käytäntöjä muutetaan hitaasti, vaikka uusi teknologia tarjoaisi selkeää tehostamisen ja parantamisen potentiaalia. Vakiintuneet toimintamallit ja rutiinit ovat ennakoitavia ja ylläpitävät toimintavarmuutta. Uudistumiseen liittyvät työroolien muutokset ja epäselvyys vaikutuksista aiheuttavat henkilöstössä muutosvastarintaa.
- Henkilöstö otetaan kehitysprosessiin usein mukaan vasta myöhäisessä vaiheessa, mikä heikentää sitoutumista ja käyttöönottovalmiutta.
- Yrityksen sisäisen viestinnän puutteet teknologian tavoitteista ja hyödyistä lisäävät henkilöstön epäluuloja.

Ratkaisumalleja

- Uudistuminen vaatii yrityksen koko organisaatiokulttuurin ja henkilöstön ajattelumallien ja toimintatapojen muutosta. Onnistuminen edellyttää, että yrityksen johto sitoutuu muutokseen näkyvästi ja johtaa sitä järjestelmällisesti. Tavoitteiden selkeys, muutoksen priorisointi ja seuranta varmistavat hallitun etenemisen.
- Henkilöstö otetaan mukaan jo suunnitteluvaiheesta alkaen. Osallistaminen lisää sitoutumista ja madaltaa muutoksen hyväksymiskynnystä.
- Viestintää tehostetaan ja muutetaan ennakoivaksi siten, että tavoitteet, automatisoitavat toiminnot ja mitattavat vaikutukset tuodaan avoimesti esiin.
- Roolit suunnitellaan uudelleen: rutiinitehtävistä siirrytään vaativampiin ja arvoa lisääviin tehtäviin, jolloin automaatio näyttäytyy työn tukena, ei uhkana.
- Teknologisia ratkaisuja kehitetään yhteistoiminnallisesti ja pilotteja toteutetaan hallitusti, jotta henkilöstö saa muutoksesta omakohtaisia kokemuksia.
- Panostetaan henkilöstön osaamisen jatkuvaan kehittämiseen ja uudelleenkoulutukseen, mikä vahvistaa toimeenpanokykyä ja muuttaa teknologiamuutoksen kasvumahdollisuudeksi.

7.1.3 Nykyliiketoimintaan keskittyminen vs. digitaalisten ratkaisujen kehittäminen

Juurisyyt

- Vaikka yrityksessä tunnistettaisiin digitalisaatiokehityksen tarve ja mahdollisuudet tuottavuuden ja kilpailukyvyn parantamisessa, kustannus- ja riskilähtöinen päätöksenteko ohjaa odottamaan valmiita markkinaratkaisuja.
- Yrityksen operatiivisen toiminnan painotus rajoittaa kokeiluhalukkuutta. Myös oma kehitystyö koetaan taloudellisesti riskialttiiksi, ellei hyötyjä voida ennakoita riittävän tarkasti.
- Roolien ja vastuiden epäselvyys, eli se mitä yrityksen kannattaa itse toteuttaa ja mitä hankkia kumppaneilta, aiheuttaa päätösten viivästymistä ja mahdollisuuksien menettämistä.

Ratkaisumalleja

- Määritellään organisaation rooli selkeästi osana ekosysteemiä: ydintoiminta säilytetään omissa käsissä, muut osa-alueet hankitaan hallitusti ulkoa.
- Luodaan kumppanuusmalleja, joissa omistajuus, vastuut ja hyötyjen jakoperiaatteet ovat läpinäkyviä. Tämä parantaa ennakoitavuutta ja vauhdittaa yhteistyötä.
- Vakiinnutetaan investointiperiaatteet, jotka huomioivat lyhyen aikavälin tuottojen ohella myös yrityksen strategisen oppimisen ja kyvykkyyksien kehittämisen.
- Kehitetään kohdennetusti yrityksen kannalta tärkeitä digitaalisia ydinkyvykkyyksiä, jotta hankintoja ja kumppanien ohjausta voidaan toteuttaa osaavasti.

7.1.4 Erillisissä järjestelmissä oleva data vs. kattava tiedon integraatio

Juurisyyt

- Yritysten eri toiminnot käyttävät erillisiä järjestelmiä, jotka eivät ole keskenään yhteentoimivia. Vaikka erillisten järjestelmien käyttöönotto on aikanaan tuottanut liiketoiminnan tehostumista ja ne ovat kehittyneet toimintavarmiksi, data jää hajalleen eri järjestelmiin, eikä kattavaa kokonaiskuvaa synny ilman yhtenäistä arkkitehtuuria.
- Hiljaista tietoa ei dokumentoida systemaattisesti, mikä lisää katkosten ja virheiden riskiä.
- Integraatiolle ei ole määritelty selkeää tiekarttaa tai nimetty vastuuhenkilöitä. Tämän vuoksi ongelmat siirtyvät myöhempiin vaiheisiin, manuaalinen työmäärä kasvaa ja päätöksenteko hidastuu.

Ratkaisumalleja

- Yhteentoimivuus ja integraatio tulee nostaa keskeisiksi suunnitteluperiaatteiksi. Rajapinnat on määriteltävä jo hankkeiden alkuvaiheessa. Kun vastuut ja käytettävä data ovat selkeästi määriteltyjä, tiedon laatu paranee merkittävästi.
- Hiljaisen tiedon keruu ja dokumentointi vakioidaan osaksi operatiivisia prosesseja, jotta kriittinen tieto ei enää ole riippuvainen yksittäisten henkilöiden muistitiedosta.

7.1.5 Tietojen jakaminen vs. oman kilpailuedun varjelu

Juurisyyt

- Luottamuspulla ja pelot väärinkäytöksistä vaikeuttavat yhteishankkeita ja tiedonvaihtoa, vaikka kumppanuuksien ja ekosysteemitason yhteistyön tiedettäisiin mahdollistavan kilpailukyvyyn ja tuottavuuden parantamisen.
- Immateriaalioikeuksia ja omistajuutta koskevat epäselvyydet lisäävät varovaisuutta tietojen jakamisessa. Organisaatiot rajoittavat helposti tiedon jakamista, jos roolit, vastuut ja käyttöoikeudet eivät ole selkeästi määriteltyjä.
- Salassapitosopimukset, asiakaskohtaiset vaatimukset sekä maineen ja riskien hallintaan liittyvät huolenaiheet rajoittavat datan liikkumista ekosysteemissä. Operatiivinen data nähdään yrityksen keskeisenä kilpailuetuna. Ilman konkreettisia hyötyjä ja suojaavia toimintamalleja avoimuus koetaan helposti riskinä.
- Pilvi- ja integraatoratkaisuihin suhtaudutaan liiallisella varauksella hallinnan tunteen puuttuessa.

Ratkaisumalleja

- Määritellään yhdessä selkeät periaatteet datan omistuksesta, käyttöoikeuksista, anonymisoinnista ja vastuista. Yhtenäinen oikeudellinen perusta tukee hallittua ja luottamuksellista tiedon jakamista.
- Otetaan käyttöön hallitut pääsyoikeudet, auditointimekanismit ja vahvat tietoturvakäytännöt, jotka vahvistavat luottamusta. Näin voidaan jakaa vain tarpeellinen tieto, mutta kuitenkin hyötyä ekosysteemin yhteisistä eduista.
- Suunnitellaan datan jakamisen hyödyt vastavuoroisiksi siten, että jokainen osapuoli hyötyy, kun data avataan yhteiseen käyttöön. Tarvittaessa käytetään neutraaleja alustoja tiedonvaihdon välittäjinä.

7.2 Meriteollisuutta erityisesti koskevat dilemmat

7.2.1 Täysimittainen digitalisointi vs. sääntelyn ja alan konservatiivisuuden aiheuttama uudistumisen hitaus

Juurisyyt

- Kansainvälinen sääntelykehikko, johon kuuluvat muun muassa lippuvaltiot, kansainvälinen merenkulkujärjestö (IMO) sekä luokituslaitokset, määrittää teknologisen kehitysvauhdin. Yritysten omista tavoitteista huolimatta edistyminen on riippuvaista viranomaishyväksynnöistä ja päätöksistä. Eri maiden sääntelyn epätasaisuus pakottaa etenemään hitaimman tahdin mukaisesti ja estää liiketoiminnan kasvun.
- Turvallisuus- ja luotettavuusvaatimukset edellyttävät perusteellista todentamista ennen uusien ratkaisujen käyttöönottoa, mikä tekee meriteollisuuden toimialasta luonteeltaan varovaisen. Toimialan kulttuuri suosii vakiintuneita, koeteltuja prosesseja ja varmoja toimintamalleja.
- Alan kehityshankkeet ovat pääomavaltaisia ja riskialttiita, minkä vuoksi laajamittaisia ratkaisuja lykätään usein referenssien ja standardien kypsymistä odotamaan. Näytön ja normien puute viivästyttää investointipäätöksiä.

Ratkaisumalleja

- Lainsäädännön, standardien ja viranomaishyväksynnän käytäntöjen olisi kehitettävä samassa tahdissa teknologian kanssa. Tämä varmistaa ennakoitavan ja hallitun siirtymän digitaalisten ratkaisujen käyttöönottoon.
- Asteittaiset pilotit, joissa turvallisuus ja vaikutukset todennetaan, madaltavat hyväksymiskynnystä. Sertifiointi ja dokumentointi tukevat uusien ratkaisujen laajempaa käyttöönottoa.
- Toimialan sisäinen yhteiskehittäminen ja kustannusten jakaminen pienentävät yksittäisten toimijoiden riskiä. Standardoitujen rajapintojen edistäminen nopeuttaa markkinan kypsymistä ja yhteentoimivuutta.

7.2.2 Tuotepohjainen liiketoiminta vs. datalähtöiset palvelut

Juurisyyt

- Meriteollisuuden toimiala on pitkälti pääomainvestointeihin perustuva, ja sijoitusten takaisinmaksuaika on pitkä. Palveluliiketoiminta ja dataan pohjautuvat liiketoimintamallit koetaan vieraiksi ja hitaasti tuottaviksi, vaikka niillä tunnistetasiin olevan liiketoiminnan kehittämislle positiivisia vaikutuksia.
- Digitaalisten palveluiden kehittäminen edellyttää uudenlaista osaamista,

laajempaa tuotekehityskapasiteettia ja muutosta asiakasrajapinnassa tapahtuvaan vuorovaikutukseen. Ilman selkeää strategista suuntaa digitalisaatiokehitys voi jäädä sisäisen tehokkuuden parantamiseen ilman laajempaa liiketoiminnallista vaikutusta.

- Asiakaskunta on heterogeeninen: osa asiakkaista edellyttää palvelumalleja, osa suosii perinteisiä tuotteita. Tämä hajauttaa kehittämisen painopisteitä ja hidastaa tarjonnan uudistumista.

Ratkaisumalleja

- Laaditaan selkeä digitaalinen liiketoimintastrategia, jonka osana määritellään yrityksen rooli osana toimialan ekosysteemiä ja etenemisen prosessi. Strategiasa asetetaan kehityksen suunta ja painopisteet, mitä toteutetaan yrityksen sisällä ja mitä osa-alueita toteutetaan kumppaneiden kanssa. Prosessin kuvaus määrittää miten kehittäminen tehdään.
- Rakennetaan palvelu- ja hinnoittelumalleja, joiden arvo todennetaan mitattavasti esimerkiksi kustannussäästöjen tai käytettävyyden perusteella. Asiakaskokeilut ja yhteiskehittäminen tukevat ratkaisujen skaalautumista liiketoimintaan.
- Kehitystoiminta organisoidaan selkeästi esimerkiksi erillisen yksikön tai kumppaniverkoston kautta. Siten fokus säilyy ja kyvykkyyksiä voidaan kasvattaa hallitusti.

7.2.3 Täydellinen digitaalinen kaksonen vs. tarkoituksenmukainen osa-aluekohtainen kehittäminen

Juurisyyt

- Aluskanta ja niihin liittyvät järjestelmät ovat teknologisesti heterogeenisiä ja monin osin edelleen analogisia. Siksi täydellisen digitaalisen kaksosen rakentaminen on kallista ja teknisesti haastavaa. Saatavilla olevan datan kattavuus ja sensorointikyvykkyydet eivät yleensä kata koko järjestelmää.
- Liiketoimintahyöty kertyy usein rajatuista sovelluskohteista, esimerkiksi kunnonvalvonnasta. Kokonaisvaltainen digitaalinen malli ei välttämättä tuota lisäarvoa suhteessa sen kustannuksiin, vaikka se olisi operatiivisen toiminnan ja kunnossapidon kannalta optimaalisin ratkaisu.
- Standardien ja yhteisten referenssien puute vaikeuttaa yhtenäisten toteutusmallien kehittämistä ja kasvattaa investointien riskiä.

Ratkaisumalleja

- Digitaalisen kaksosen toteutus rajataan modulaarisesti niihin osa-alueisiin, joista dataa on kattavasti saatavilla ja joissa liiketoimintahyödyt ovat mitattavissa. Tämä mahdollistaa vaiheittaisen etenemisen, jossa opitaan ja laajennetaan mallia kokemusten perusteella.
- Määritellään tieto- ja laitearkkitehtuuri ja rajapinnat modulaarisesti siten, että osamallit ovat myöhemmin liitettävissä toisiinsa. Tämä mahdollistaa asteittaisen laajentamisen kohti integroitua kokonaisratkaisua.
- Kehitetään yhteisiä standardeja ja referenssimalleja yhteistyössä toimittajien ja viranomaisten kanssa. Toteutusmallien toimivuutta ja hyötyjä voidaan osoittaa mm. pilottien avulla. Tämä tukee investointihalukkuutta ja hallitusti tapahtuvaa laajentamista.

8 Yhteenveto

Haastattelutulokset antavat käytännönläheisen kuvan digitalisaation mahdollisuuksista ja haasteista. Digitalisaatio vahvistaa yrityksen tuottavuutta ja kilpailukykyä, kun se kytketään suoraan liiketoiminnan ytimeen. Palvelullistaminen, prosessien automatisointi, yhtenäiset tietomallit ja reaaliaikainen analytiikka parantavat asiakaskokemusta, tasoittavat liikevaihdon vaihtelua, laskevat yksikkökustannuksia sekä lisäävät energia- ja materiaalihokkuutta.

Suurimmat etenemisen esteet ovat luonteeltaan organisatorisia ja arkkitehtonisia. Sirpaleinen järjestelmä- ja dataympäristö, puutteet datan laadussa ja mittaamisessa, henkilöstön osaamisvajeet ja muutosvastarinta sekä epävarmuus investointien tuotopotentialista hidastavat kehitystä. Ekosysteemitason yhteistyö ja kumppanuudet tuovat yritykselle kilpailuetua, mutta edellyttävät yhteisten pelisääntöjen sopimista. Monitoimijaympäristöissä digitalisaation etenemistä jarruttavat sääntelyn ja standardien puute, epäselvyydet datan omistuksessa ja käyttöoikeuksissa sekä kyberturvallisuuteen liittyvät huolet.

Meriteollisuudessa digitaaliset kaksoset tarjoavat aluksen koko elinkaaren kattavan alustan päätöksenteolle, optimoinnille ja ennakoivalle kunnossapidolle. Ne mahdollistavat kustannusten ja päästöjen vähentämisen sekä edistävät palveluliiketoiminnan laajentamista. Haasteita aiheuttavat etenkin laivojen hidas uusiutumistahti, puutteet järjestelmien integraatiossa ja standardoinneissa sekä epäselvät dataoikeudet. Digitaalisten kaksosten kehittämisessä on tarkoituksenmukaista edetä modulaarisesti ja hallitusti kohti integroitua kokonaisuutta.

Dilemma-analyysi tarkastelee yrityshaastattelujen pohjalta digitalisaation aiheuttamia jännitteitä sekä niihin liittyviä juurisyitä ja ratkaisumalleja. Yritykset joutuvat tasapainoilemaan niukkojen resurssien, operatiivisten vaatimusten ja pitkäjänteisten kehittämisinvestointien välillä, minkä lisäksi henkilöstön huoli työn jatkuvuudesta ja roolien selkeydestä sekä järjestelmien hajanaisuuteen liittyvät tiedonhallinnan ja kilpailuedun haasteet korostuvat. Meriteollisuudessa dilemma-analyysi nostaa esiin kansainvälisen sääntelyn ja turvallisuuskulttuurin sekä teknologisen muutoksen hitauden täysimittaisen digitalisaation esteenä. Lisäksi korostuvat siirtymä tuotepohjaisesta liiketoiminnasta datalähtöisten palveluiden suuntaan sekä täydellisen digitaalisen kaksosen tavoittelun ja asteittaisen modulaarisen kehittämisen välinen jännite, joka johtuu alusten teknologisesta heterogeenisyydestä ja pitkistä elinkaarista. Ratkaisujen kannalta olennaista on strateginen selkeys, modulaarinen tieto- ja järjestelmäarkkitehtuuri, ekosysteemien ja kumppanuuksien systemaattinen hyödyntäminen sekä henkilöstön osaamisen ja osallistumisen jatkuva kehittäminen. Lisäksi korostetaan yhtenäisten periaatteiden, standardien ja rajapintojen kehittämistä, jotta digitalisaatiota ja sen riskejä voidaan hallitusti jakaa ja hallita koko toimialan tasolla.

9 Lähteet

- Carpentier, E., D'Adda, D., Nepelski, D., & Stake, J. (2025). European Digital Innovation Hubs Network's activities and customers. Luxembourg: Euroopan unionin julkaisutoimisto. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/7784020>
- Dufva, M. (2020). Megatrendit 2020. Helsinki: Sitra. <https://media.sitra.fi/2019/12/15143428/megatrendit-2020.pdf>
- European Digital Innovation Hubs -verkosto. (2024). Digital Maturity Assessment Questionnaire for SMEs. https://european-digital-innovation-hubs.ec.europa.eu/system/files/2024-05/DMA%20Questionnaire%20for%20SMEs_EDIH_network_EN_0.pdf
- Euroopan komissio. (2003). Komission suositus mikroyritysten sekä pienten ja keskisuurten yritysten määritelmästä (2003/361/EY). Euroopan unionin virallinen lehti, L 124, 36–41. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32003H0361>
- Euroopan komissio. (2023). Yleiskatsaus — Digital Maturity Assessment Tool (DMAT). European Digital Innovation Hubs. <https://european-digital-innovation-hubs.ec.europa.eu/knowledge-hub/guidance-documents/overview-digital-maturity-assessment-tool-dmat>
- Euroopan komissio. (2024). Raportti: Digitaalisen vuosikymmenen tila 2024 (State of the Digital Decade 2024). <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/report-state-digital-decade-2024>
- Euroopan parlamentti ja neuvosto. (2022). Päätös (EU) 2022/2481 digitaalinen vuosikymmen 2030 -ohjelman perustamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti, L 323, 4–26. <http://data.europa.eu/eli/dec/2022/2481/oj>
- Hampden-Turner, C., & Trompenaars, F. (2000). Building cross-cultural competence: How to create wealth from conflicting values. New Haven, CT: Yale University Press. <https://yale-books.yale.edu/book/9780300084979/building-cross-cultural-competence/>
- Hampden-Turner, C., & Trompenaars, F. (2012). Riding the waves of culture: Understanding diversity in global business (3rd ed.). New York, NY: McGraw Hill. <https://www.amazon.com/Riding-Waves-Culture-Understanding-Diversity/dp/0071773089>
- Haukioja, T., & Pohjola, T. (toim.). (2024). Korkeakoulukumppanuudet alueellisen TKI-toiminnan tukena – Satakunnan kestävä siirtymän menestystekijät. Turku: Turun yliopisto, kauppakorkeakoulu, Porin yksikkö. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-29-9833-3>
- Jones, D., Snider, C., Nassehi, A., Yon, J., & Hicks, B. (2020). Characterising the digital twin: A systematic literature review. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 29, 36–52. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2020.02.002>
- Kuoppakangas, P. (2015). Decision making and choice in the adoption of a municipal enterprise form in public healthcare organisations – reasoning, goals, legitimacy and core dilemmas (Väitöskirja). Turun kauppakorkeakoulu, Turun yliopisto. https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/113524/Ae-9_2015.pdf
- Mauro, F., & Kana, A. A. (2023). Digital twin for ship life-cycle: A critical systematic review. Ocean Engineering, 269, 113479. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.113479>

Morgan, D. L. (2023). Exploring the use of artificial intelligence for qualitative data analysis: The case of ChatGPT. *International Journal of Qualitative Methods*, 22, 1–10. <https://doi.org/10.1177/16094069231211248>

Robocoast EDIH. (2025). Digi Review — EDIH Services. <https://robocoast.eu/edih-services/digi-review/?lang=en>

Satakuntaliitto. (2021). Satakunnan maakuntaohjelma 2022–2025 (Satakunta-strategian luku 2). <https://satakunta.fi/wp-content/uploads/2023/01/Satakunnan-maakuntaohjelma-2022-2025.pdf>

Valtioneuvosto. (2021). Suomen kestävän kasvun ohjelma: Elpymis- ja palautumissuunnitelma (Valtioneuvoston julkaisuja 2021:52). https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163176/VN_2021_52.pdf

Zeng, F., Chen, A., Xu, S., Chan, H. K., & Li, Y. (2025). Digitalization in the maritime logistics industry: A systematic literature review of enablers and barriers. *Journal of Marine Science and Engineering*, 13(4), 797. <https://doi.org/10.3390/jmse13040797>

Zocco, F., Wang, H.-C., & Van, M. (2023). Digital twins for marine operations: A brief review on their implementation. arXiv:2301.09574. <https://arxiv.org/abs/2301.09574>

10 LIITE C

Meriteollisuushaastatteluiden kysymysrunko

Yleistila

- Mikä on digitalisaation taso yrityksessäsi? Mitä digitaalisuus liiketoiminnassa teille tarkoittaa?
- Onko teillä digitalisaatioprojekteja meneillään?
- Onko digitalisaatio ja data liiketoimintamallissasi?

Digitaaliset kaksoset/digitalisaatio

- Miten ymmärrät/määrittelet digitaalisen kaksosen? Mitä digitaalinen kaksonen teille tarkoittaa?
- Oletko harkinnut digitaalisten kaksosten/digitaalisuuden soveltamista liiketoiminnassasi ja laivoissasi? (tulevaisuuden visiota, jos ei olla jo sovellettu)
- Jos olet, miten käytät näitä tekniikoita?
- Miten näet digitaaliset kaksoset meriteollisuudessa ylipäänsä? Puhutaanko siitä? Missä mennään?

Tiedot (Määrittely: Dokumentaatio, staattinen tieto. Data, reaalitytieto: kaikkea mitä kerätään operatiivisessa toiminnassa, iso businesspotentiaali tässä. Hiljainen tieto, ihmisten mukana liikkuva tieto)

- Näetkö yrityksesi ja laivojen tiedoissa rahallista/liiketoiminnallista arvoa?
- Kerääkö yrityksesi tietoja toiminnastasi? Dokumentaatio, data, hiljainen tieto
- Miten ja mistä kerääät tietosi? Hyödynnätkö tietoa liiketoiminnassasi?
- Käytätkö omia tietojasi johonkin... eli myytkö tai jaat sitä, omaa tiedon louhintaa/käsittelyä?
- Mitkä ovat suurimmat esteet datan käytölle, jakamiselle, hyödyntämiselle ja keräämiselle?
- Estääkö sopimukset asiakkaan tai osatoimittajien kanssa datan ja laivan tietojen jakamisen ja myynnin? NDA/non-disclosure agreement?
- Kenelle kuuluvat omistus/ copyright, luovutus ja myyntioikeudet laivan piirustuksiin, dokumentteihin ja dataan?

Satakunnan yritysten haastattelukysymykset

DMA-kartoituksen lomake löytyy englanniksi European Digital Innovation Hubs Network -sivustolta: [https://european-digital-innovation-hubs.ec.europa.eu/system/files/2024-05/DMA Questionnaire for SMEs_EDIH_network_EN_0.pdf](https://european-digital-innovation-hubs.ec.europa.eu/system/files/2024-05/DMA%20Questionnaire%20for%20SMEs_EDIH_network_EN_0.pdf)

Suomenkieliseen version lisättiin seuraavia kysymyksiä koskien ProDigy-hanketta:

Digitaalinen liiketoimintastrategia

- Arvioi, miten digitalisaatio vaikuttaa yrityksessäsi eri osa-alueiden tuottavuuteen eli tuloksellisuuteen? Tässä tuloksellisuudella tarkoitetaan arvonlisäystä, joka syntyy digitalisaation avulla. (Yhdistetty monivalinta-, asteikko- ja avoinkysymys)
- Avoimet kysymykset: Miten jo tehdyt investoinnit ovat vaikuttaneet kyseessä olevan liiketoiminta-alueen tuottavuuteen? Jos tuottavuus ei ole kasvanut niillä liiketoiminta-alueilla, joihin on jo investoitu, mistä syistä arvioit sen johtuvan? Millaisia arvioita tai odotuksia on suunniteltujen investointien vaikutuksesta liiketoiminta-alueen tuottavuuteen?

Digitaalinen valmius

- Avoin kysymys: Mitkä ovat mielestäsi keskeisimmät ajurit ja onnistumiset tai esteet ja haasteet yrityksesi liiketoiminnan digitalisaatiolle?
- Lisäksi päivitettiin digitaaliteknologioiden listaa verrattuna alkuperäiseen lomakkeeseen

Automaatio ja tekoäly

- Tekoälyn eri osa-alueiden hyödyntäminen eri liiketoiminta-alueilla. Arvioi asteikolla 0 = ei käytössä, 1 = käyttöä harkitaan, 2 = prototyyppitys, 3 = testaus, 4 = toteutuksessa, 5 = toiminnassa (monivalintakysymys)
- Avoimet kysymykset:
 - o Millaisia kannustimia ja mahdollisuuksia mielestäsi liittyy tekoälyn käyttöönottoon ja käyttöön?
 - o Millaisia esteitä/pullonkauloja käyttöönotossa on?
 - o Miten mielestäsi tekoäly on vaikuttanut tuottavuuteen eli yrityksen tuloksellisuuteen (digitalisaation aikaansaama arvonlisä)?
 - o Millä liiketoiminta-alueilla erityisesti tekoäly on mielestäsi lisännyt tuottavuutta?
 - o Onko tuottavuus vähentynyt tai tekoälyn käyttöön liittynyt negatiivisia kokemuksia?

11 LIITE D

Liitteessä kuvataan tutkimuskysymysten analyysien prompteissa annettuja toiminta-ohjeita:

Yhteiset oletukset kaikkiin prompteihin:

- Aineisto A = DMA-aineisto (Satakunnan eri toimialojen yritykset, laajennettu DMA-kyselyvastaukset).
- Aineisto B = Meriteollisuus-aineisto (varustamot ja meriteollisuus, teemahaastatteluvastaukset digitaalisten kaksosten hyödyntämisestä).
- Analyysi tehdään vain edellä mainittujen vastausdokumenttien sisällöstä (ei ulkoisia lähteitä).
- Käy läpi jokainen kysymys ja vastaus; jos vastaus puuttuu/ei koske aihetta, merkitse "ei tietoa / ei vastattu".
- Tuota audit trail: viittaa kuhunkin löydökseen muodossa [A/B: HaastateltavaID tai kysymysID).
- Käytä yhtenäistä koodausrunkoa: (1) teema → (2) alateema → (3) koodi → (4) esiintymistiheys/viittauslukumäärä.

A. Miten haastatellut yritykset näkevät digitalisaation ja innovaatioekosysteemien tarjoamat mahdollisuudet parantaa tuottavuutta omassa liiketoiminnassaan?

1. Analysoi Aineisto A ja Aineisto B läpikotaisin. Poimi kaikki kohdat, joissa:
 - o kuvataan digitalisaation vaikutusta tuottavuuteen (esim. prosessitehokkuus, laatu, läpimenoaika, kustannusrakenne, myynti/asiakaskokemus),
 - o mainitaan yhteistyö, verkostot, kumppanuudet, innovaatioekosysteemit tai yhteiskehittäminen digitalisaation kontekstissa,
 - o kuvataan konkreettisia toimintamalleja, teknologioita tai pilotointeja, joiden odotetaan lisäävän tuottavuutta.
2. Koodaa havainnot teemoihin: (a) prosessit, (b) tuotteet/palvelut, (c) asiakkuudet/markkinat, (d) ekosysteemiyhteistyö, (e) data & analytiikka, (f) turvallisuus/laatu, (g) kestävyys.
3. Tee taulukko: Teema → Alateema → Mitä hyötyä odotetaan → Esimerkkisitaatti → Viittaukset (A/B, ID:t).
4. Tee vertailu A vs. B: mitä yhteistä/erilaista tuottavuuslogiikassa?

B. Mitä keskeisiä hyötyjä (kilpailuetu, uudet kyvykkyydet) yritykset odottavat digitalisaatiolta? Mitkä ratkaisut koetaan houkuttelevimmiksi ja millä aikajänteellä niiden käyttöönottoa suunnitellaan? Mikä on osaamisen nykytila ja mitkä ovat kriittiset osaamisaukot?

1. Lue Aineisto A ja Aineisto B alusta loppuun. Merkitse kaikki maininnat:
 - a. Hyödyistä (kilpailuetu, kustannus, kasvu, asiakaskokemus, laatu, sääntelyvalmius, kestävyys),
 - b. Houkuttelevista ratkaisuista (nimetyt teknologiat/ratkaisut; nykyinen vs. suunniteltu),
 - c. Aikajänteestä (lyhyt/keski/pitkä; konkreettiset vuodet/milestonet jos mainitaan),
 - d. Kyvykkyyksistä & osaamisesta (nykytila, koulutus, rekry, kumppanit),
 - e. Osaamisaukoista (missä puutteet, miksi, miten vaikuttaa).
2. Koodauskehikko: Hyötytyypit (kilpailu, kustannus, kasvu, riskienhallinta, kestävyys, compliance), Ratkaisutyyppit (automaatio, data/analytiikka, IoT, pilvi, integraatiot, kyberturva, AI, simulaatio/digikaksoset), Aikajänne (0–12 kk, 12–36 kk, >36 kk), Osaamisalueet (data, AI/ML, integraatiot, kyberturva, domain, muutosjohtaminen, ekosysteemiosaaminen).
3. Tuota 2 yhdistelmätaulukkoa:
 - a. Odotetut hyödyt × Ratkaisutyyppit (rivit = hyödyt, sarakkeet = ratkaisut, solussa lyhyt selite + viittaukset),
 - b. Osaamisaukot × Aikajänne (mitä puuttuu nyt vs. mitä tarvitaan myöhemmin).
4. Tee vertailu A vs. B.

C. Mitkä ovat keskeisimmät esteet, haasteet ja muutosta hidastavat tekijät digitalisaation toteutuksessa?”

1. Lue Aineisto A ja Aineisto B kokonaan. Poimi kaikki este-/haastemaininnat ja niihin liittyvä seuraus (mitä tämä estää/hidastaa).
2. Luokittele esteet neljään koriin: (I) Teknologia & data, (II) Osaaminen & muutos, (III) Liiketoiminta & talous, (IV) Ekosysteemi & sopimukset.
3. Tee “Este → Aiheutettu ongelma -taulukko.
4. Priorisoi maksimissaan Top-10 estettä (voi olla myös vähemmän jos ei löydy kymmentä tai voi yhdistää pienempiä jos on enemmän kuin 10 haastetta). Tee priorisointi esiintymistiheyden ja vaikutuksen perusteella (perustele molemmilla aineistoilla).
5. Laadi lyhyt todennus: missä määrin esteet ovat sisäisiä vs. ulkoisia.

D. Vain meriteollisuusaineisto: Mitkä tekijät kannustavat meriteollisuuden yrityksiä ottamaan käyttöön digitaalisia kaksosia liiketoiminnassaan, ja mitkä tekijät puolestaan muodostavat keskeisiä esteitä tai pullonkaloja digitaalisten kaksosten hyödyntämiselle liiketoimintapotentiaalin näkökulmasta?

1. Analysoi vain Aineisto B. Etsi kaikki maininnat digitaalisista kaksosista: hyödyt/ajurit (esim. kunnossapito, turvallisuus, energiatehokkuus, palvelullistaminen, suunnittelu/validointi) ja pullonkaulat (data, standardit, ROI, tekninen kypsyys, osaaminen, asiakasvaatimukset).
2. Koodaa kahteen koriin: Ajurit ja Pullonkaulat, ja edelleen alateemoihin (teknologia, data, prosessit, ihmiset, talous, asiakkaat/sääntely).
3. Tee "Ajuri/Pullonkaula → Liiketoimintavaikutus → Todiste (sitaatti) → Viittaukset" -taulukko.
4. Tuota lyhyt arvologiikka: miten ajurit muuntuvat euroiksi/vaikuttavuudeksi vastaajien puheessa; missä kohtaa pullonkaulat katkaisevat ketjun.

E. Mitä haasteita ja esteitä meriteollisuuden eri toimijoiden välisessä tiedonkulussa ilmenee digitaalisten kaksosten käyttöönotossa?

- Analysoi vain Aineisto B. Etsi kaikki maininnat tiedon omistuksesta, jakamisesta, saatavuudesta, laadusta, sopimuksista (NDA, IPR), integraatioista, standardeista, hiljaisesta tiedosta, luottamuksesta, sekä ketkä toimijat mainitaan (telakka, varustamo, suunnittelijat, toimittajat, luokituslaitos, asiakkaat).
- Jäsennä kolmeen koriin: (A) Juridiikka & omistus, (B) Tekniset integraatiot & standardit, (C) Kulttuuri & luottamus.
- Tee "Haaste → Keneen/toimijaväliin liittyy → Vaikutus käyttöönottoon → Todiste (sitaatti) → Viittaukset" -taulukko.
- Nosta maksimissaan Top-10 kriittisintä tietovirran pullonkaulaa (voi olla myös vähemmän jos ei löydy kymmentä tai voi yhdistää pienempiä jos on enemmän kuin 10). Perustele nämä pullonkaulat niiden vaikutuksella (missä kohtaa DT-käyttöönoton prosessia ne pysäyttävät etenemisen).

F: Dilemma-analyysi: Tunnista ja analysoi keskeiset dilemmat eli ristiriitaparit, jotka hidastavat digitalisaation ja erityisesti digitaalisten kaksosten käyttöönottoa, vaikka taustalla on vahvoja ajureita ja merkittävä hyötypotentiaali. Dilemma tarkoittaa tässä yhteydessä kahta toimenpidettä, tavoitetta tai arvoperustaa, jotka kumpikin ovat perusteltuja ja järkeviä, mutta ovat keskenään ristiriidassa tai jännitteisiä. Mallin mukaisesti pyri tunnistamaan näiden ristiriitaparien juurisyyt ja tuomaan näkyviin aineistoon perustuvaa näyttöä. Analyysissa huomioi, että dilemmojen ratkaiseminen ei tarkoita yksiselitteistä valintaa, vaan dialogista pyrkimystä yhdistää vastakkaiset tavoitteet ja löytää tasapainoinen, sovittava ratkaisu, joka hyödyntää molempien näkökulmista nousevaa arvoa organisaation ja toimintaympäristön kannalta.

- Dilemman tunnistus: Lue läpi aineisto ja muodosta vastakkaiset parit (“ajuri vs. este”) seuraaviin kehyksiin.
- Juurisyykartoitus: Käytä kussakin dilemmaparissa 3–5 “miksi?” -ketjua (5 Whys -periaate) vain aineistoissa esiintyviin huomioihin tai viitteisiin tukeutuen.
- Dilemmakortit: Tee jokaisesta parista kortti:
 1. *Dilemma-lause* (max 1 rivi),
 2. *Näyttö* (2–3 lyhyttä sitaattia, viitteet A/B:ID/kysymys),
 3. *Juurisyy(t)* (bulletit),
 4. *Missä prosessikohdassa korostuu* (strategia, suunnittelu, toteutus, operointi),
 5. *Mitä pitää olla totta, että dilemma ratkeaa* (reunaehdot, ei suosituksia ulkopuolelta, käytä vain liitteenä olevaa aineistoa).



Integrating Human Factors and UX into Ship Digital Twins: A Literature-Informed Perspective and Practical Recommendations

Rida Kamal & Jani Heikkinen

University of Turku, Faculty of Technology, Department of Mechanical and Materials Engineering / Turun yliopisto, teknillinen tiedekunta, kone- ja materiaalitekniikan laitos

1 Tiivistelmä

Tämä artikkeli tarkastelee inhimillisten tekijöiden (human factors) ja käyttäjäkokemuksen (user experience, UX) systemaattista integrointia laivasuunnitteluun sekä erityisesti digitaalisiin kaksosiin. Laivasuunnittelu muodostaa moniulotteisen sidosryhmäprosessin, jossa tuotannon, käytön ja ylläpidon turvallisuus, tehokkuus ja kustannustehokkuus riippuvat siitä, missä määrin järjestelmät, käyttöliittymät ja työympäristöt on sovitettu ihmisen kognitiivisiin ja fyysisiin rajoitteisiin. Empiirisen näytön perusteella inhimillisten tekijöiden puutteellinen huomiointi lisää virheiden riskiä ja aiheuttaa huomattavia taloudellisia sekä turvallisuuteen liittyviä haittoja.

Haastatteluaineiston ja kirjallisuuden perusteella toistuviksi haasteiksi nousevat datan keräämisen, hyödyntämisen, näkyvyyden ja suodatuksen puutteet, järjestelmien sulkeutuneisuus sekä luottamukseen ja omistusoikeuksiin liittyvät esteet. Näiden ratkaisemiseksi esitetään ”yksi malli – useita näkymiä” -periaate: joustava digitaalinen kaksonen, joka suodattaa ja esittää kullekin sidosryhmälle juuri sen ryhmän päätöksenteon kannalta olennaisen tiedon (esimerkiksi omistajalle taloudelliset tunnusluvut, varustamon maatoiminnoille reaaliaikaiset hälytykset ja miehistölle operatiiviset tehtävät). Lähestymistavan arvioidaan parantavan tilannetietoisuutta, lyhentävän reaktioaikoja, vähentävän kognitiivista kuormaa ja alentavan järjestelmän elinkaarikustannuksia.

Artikkeli esittää kolme keskeistä suositusta:

- Investoidaan organisaatioissa datakyvykkyyksiin: datan hallinta, suodatus, näkyvyys ja hyödyntäminen.
- Integroidaan käyttäjäkokemusta parantavat menetelmät digitaalisten kaksosten kehitysprosesseihin saavutettavuuden, käyttäjien sitoutumisen ja operatiivisen tehokkuuden parantamiseksi.
- Käsitellään tietosuojaa ja näkyvyyttä kokonaisuutena: solmitaan datan jakamista koskevia sopimuksia suunnittelun ja kehityksen sidosryhmien kesken, joilla mahdollistetaan taloudelliset hyödyt, uudet hankkeet ja innovaatiot.

2 Introduction

Ship design is a multi-layered and complex process, determined by a number of factors, including conventions, regulations, requirements and several other factors. Successful ship design is able to facilitate effective cooperation between all the stakeholders, including designers, manufacturers, owners, the customer, the yard and the equipment suppliers (Vossen et al., 2013). The design process is comprised of several stages, including the establishment of requirements specifications, conducting analyses, creating drawings, and developing electronic models (Ross, 2009). Conventionally, the involvement of users was rather limited in the process of designing a ship.

In the domain of nautical operations, ship designs have historically placed significant reliance on human operators to navigate complex ship systems and make critical decisions in high-pressure situations ensuring safety and operational efficiency (Calhoun & Stevens, 2003). Concepts such as human factor, human-centered designs, human experience, and ergonomic principles are critical aspects of engineering design. These concepts highlight the significance of aligning ship design and systems with human operators' physical and cognitive capabilities and limitations (Myles, 2015).

The term "human factors" is broad in scope, encompassing a wide range of aspects related to human beings (Lloyd's Register, 2008). In the context of the maritime sector, human factors can be understood through the lens of eight prevailing aspects that have the capacity to enhance human experience and performance. These aspects include habitability, workability, controllability, system safety, occupational health and safety (OHS), maintainability, manoeuvrability and survivability (Lloyd's Register, 2009).

The term 'User Experience' (UX) refers to the impression held by the user when interacting with a product, a system, the surroundings, or all of these elements simultaneously. The concept under discussion is not confined to the look and feel of the

system but encompasses a broad spectrum that includes the cognitive experience, visual and interaction design, emotional experience, mental models of the user, ergonomics experience, accessibility and usability, and information architecture of the system (Berni & Borgianni, 2021). The term 'UX' is a blend of communication, design, psychology, and problem solving with the user as the primary focus (Figure 1).

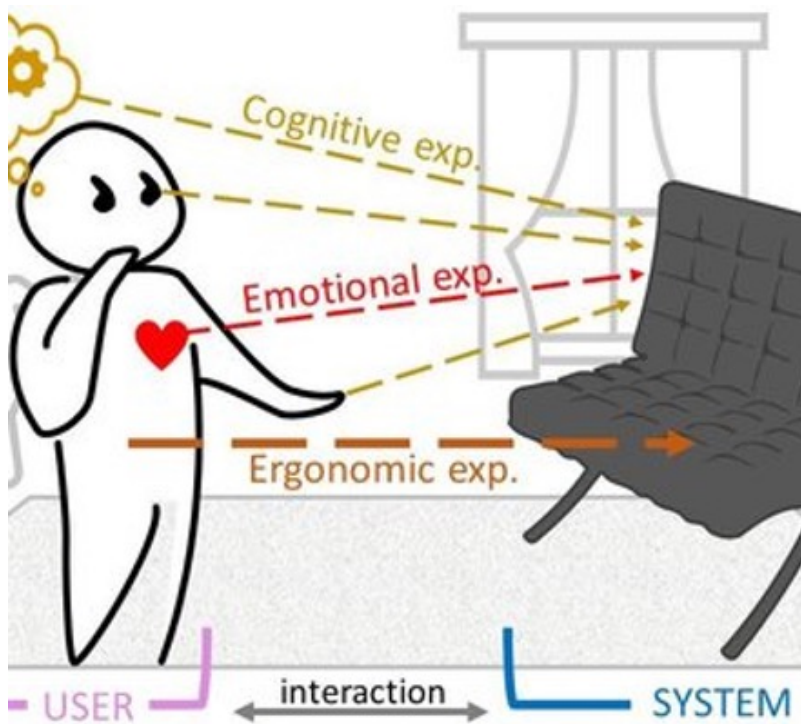


Figure 1. The three core components of user experience — namely, cognitive, emotional and ergonomic experience — are to be found within the interaction between the user and the system. Source: Berni & Borgianni, 2021.

In addressing design-related aspects intended to enhance human technology interaction, it is crucial to consider the role of interfaces in facilitating human interaction with technology. As demonstrated in the scientific literature, vision is the strongest human channel for acquiring information, accounting for approximately 70% of total acquisition (Huchingson, 1981). Consequently, interfaces have a significant impact on human decision-making capabilities. Research conducted by the Nautical Institute UK and the Society of Naval and Marine Engineers USA has also confirmed the necessity of incorporating the human element into the design process: “No matter how well the technology might perform, it ultimately depends on the ability of human operators to use the technological systems designed for them” (Calhoun & Stevens, 2003).

Despite their significant impact on safety, performance, and user experience (human experience), human factors are often overlooked or inadequately integrated into ship system design and operational practices (Rumawas, 2021). When human factors are overlooked in the process, operators are more likely to make errors that could lead to massive mishaps, compromising both safety and cost of the ships (Gernez, 2019).

Kataria et al. (2015) conducted an accident analysis that revealed that two-thirds of the 129 reported accidents involved human-machine interaction. The Chernobyl and Three Mile Island incidents are salient examples of systemic failures that resulted in significant loss of life and injuries. These incidents underscore the critical importance of incorporating human factors considerations into the design of complex systems (Malone et al., 1979; International Nuclear Safety Advisory Group, 1992). Further instances of maritime accidents include the North Sea platform Piper Alpha (Paté-Cornell, 1993), and the drilling rig Ocean Ranger (Dodd, 2013). These incidents resulted in the loss of precious lives and hundreds of millions of dollars of physical assets, due to human errors caused by an insufficient integration of human factors in system development.

In their seminal work, Calhoun and Stevens (2003) explicitly stated that the incorporation of human factors in ship design has been proven to result in a substantial reduction in production and operation costs, whilst concomitantly enhancing overall safety.

It is evident that throughout the annals of various industrial sectors, a preponderance of incidents has been attributed to a common underlying factor. Specifically, a significant proportion of airline accidents, maritime casualties, automobile accidents, and nuclear facility emergencies have been observed to be attributable to systemic failures in design, resulting in equipment and systems that are not optimally aligned with the physical and cognitive capacities of human operators (Calhoun & Stevens, 2003; Figure 2). It can thus be concluded that the integration of human factors into the design practices from the earliest stages of system development is conducive to enhancing human performance and establishing an optimal environment for ship operations. This, in turn, has been shown to prevent human errors, reduce mishaps, and ultimately increase economic outcomes (Kataria et al., 2015).

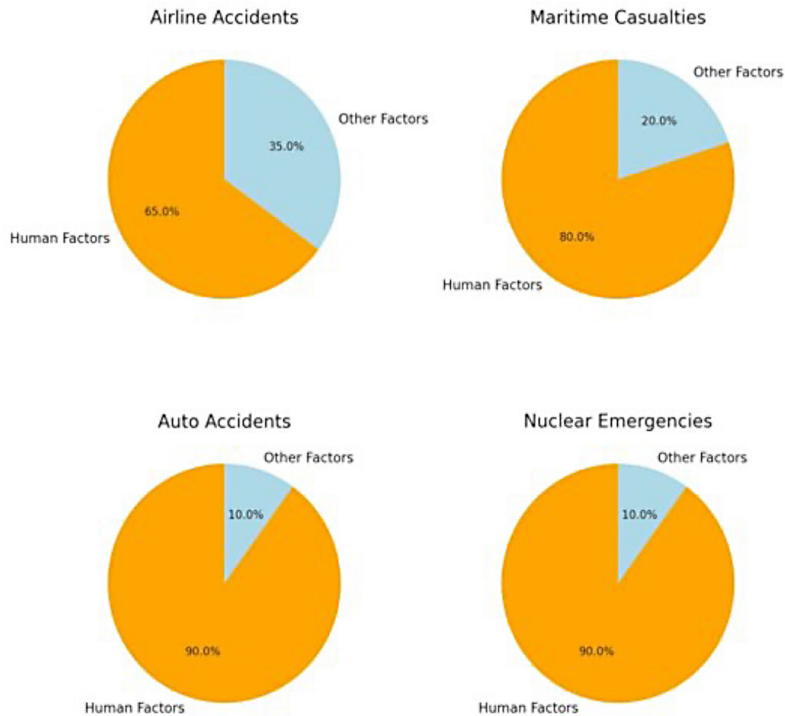


Figure 2. Proportional representation of human factors in accident causation across industrial sectors. Source: Lamb, 2003, ch. 15.

3 Results and Discussion

A comprehensive review of the extant literature and a thorough analysis of the pertinent statistics reveal that human factors have been accorded a subordinate role in the design process (Barricelli et al., 2022). It is evident that systems, interfaces, or work environments are not typically designed to align with the cognitive capabilities of humans. The following discussion will therefore address the concept of integrating user experience design methodologies in the development of digital twin models of ship systems. The interview data set also confirmed that of the numerous challenges currently being experienced by the shipping industry, one of the most significant pertains to the collection, utilisation, visibility and filtration of data. Some companies have expressed their inability to access specific data due to either lack of resources, regulations or ownership, or because the systems and formats are closed. Excerpts from the interviews conducted within the ProDigy project in the maritime industry illustrate the challenges (see the description of the interview material in Article 4).

“Some shipyards abroad do not hand over pdfs or autocad drawings. That data is visible/protected only in their own systems abroad.”

“Collected data requires resources to expose/show data in our own closed systems that cost money.”

“We’re pretty bad at it: Collecting ship fuel, usage data, raw data. The remaining 95% is left uncollected. There is no system for collecting silent information. The obstacles to utilization are resources and expertise. We don’t have the resources. We have a bag full of numbers, but we don’t use them.”

The phrase *“we’re pretty bad at it”* highlights a noteworthy acknowledgment of limitations in data collection practices, and shows low confidence in existing data-related systems. Moreover, the filtration and management of data present a significant challenge in circumstances where the volume of information is substantial. It appears that companies are deficient in the expertise required to regulate this aspect of the process:

“There are always people who miss the information. At the same time, some people receive the information multiple times, which annoys them. I can’t always know if I will receive information about new EU regulations right away; it can get lost among thousands of other things and the information doesn’t reach me.”

Another salient challenge that must be given full consideration is the communication gap or lack of trust between the stakeholders such as ship owners and service providers in the context of data sharing. This predicament pertains to the concepts of data visibility and filtration: “Shipowners are very skeptical about what they can disclose, what we do with the data, and whether it ends up being used by someone else. There are strict sanctions and agreements in place to ensure that the data is not disclosed or even revealed from which ships it is collected. We do not publish it anywhere.”

The phrase *‘Shipowners are very skeptical about ... whether it ends up being used by someone else; we do not publish it anywhere’* clearly demonstrates a deficiency in communication and trust.

It is evident that the maritime sector is confronted with significant challenges, primarily pertaining to data visibility and filtration. Ignoring these issues may result in the loss of potential opportunities for optimisation, the absence of valuable insights, and the inability to reduce costs and save time within the industry.

4 “One Model – Multiple Views”

The notion of “one model - multiple views” has been demonstrated to be an effective solution to the problem of data visibility and filtration. The objective is to construct a digital twin model that is not only ‘one-size-fits-all’ but a flexible model that can adapt to the specific needs of each user. The utilisation of technology should not be pursued for its own sake; rather, it should be employed to create bespoke and pragmatic systems that facilitate enhanced decision-making processes among users, thereby leading to a reduction in costs. As illustrated in Figure 3, the proposed concept involves the utilisation of a singular DT model, which is capable of filtering data and presenting only the information deemed pertinent to the user.

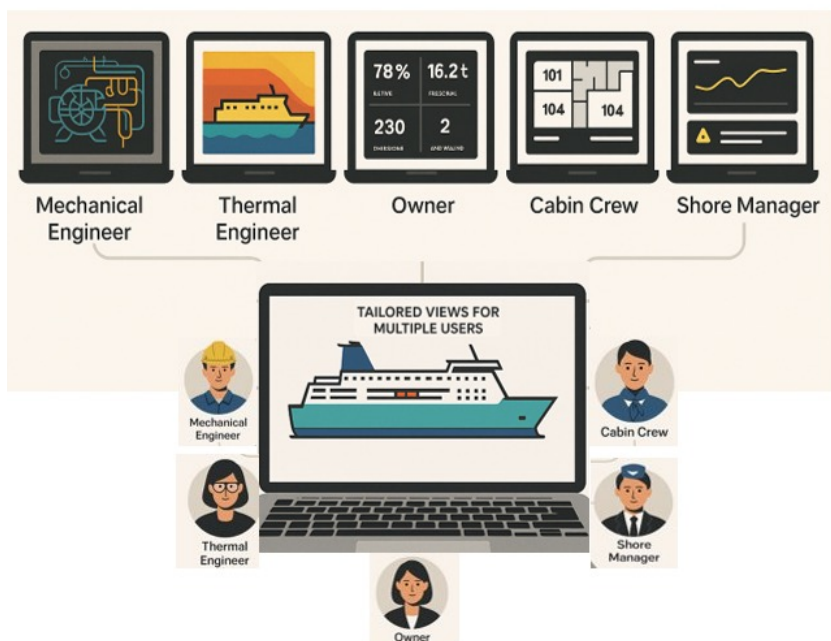


Figure 3. One Model – Multiple Views.

5 Recommendations

- It is recommended that organizations should invest in resources related to data management, filtration, visibility, and utilization.
- They should consider making practical efforts to integrate user experience design methods with the development of digital twin models. This could provide better data accessibility, user engagement, and efficiency.
- Companies are advised to make a joint effort to address data privacy and visibility concerns and establish data sharing agreements between different parties involved in the product design and development process. This can result in better economic activities, project opportunities and new ideas.

6 References

- Barricelli, B. R., & Fogli, D. (2022). Digital twins in human–computer interaction: A systematic review. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 40(2), 79–97. <https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2118189>
- Berni, A., & Borgianni, Y. (2021). From the definition of user experience to a framework to classify its applications in design. *Proceedings of the Design Society*, 1, 1627–1636. <https://doi.org/10.1017/pds.2021.424>
- Calhoun, S. R., & Stevens, S. C. (Eds.). (2003). *Human factors in ship design* (Vol. I). Jersey City, NJ: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Dodd, J. A. (2013). The Ocean Ranger disaster. Prototype. Memorial University of Newfoundland. <https://journals.library.mun.ca/index.php/prototype/article/download/487/542/214>
- Gernez, E. (2019). Connecting ship operation and architecture in ship design processes. *Journal of Ship Production and Design*, 35(2), 88–101. <https://doi.org/10.5957/JSPD.180016>
- Huchingson, R. D. (1981). *New horizons for human factors in design*. New York, NY: McGraw-Hill. Online version: https://onsearch.library.wvu.edu/discovery/fulldisplay?docid=alma9980372540001453&context=L&vid=01ALLIANCE_WWU%3AWWU&lang=en&adapter=Local+Search+Engine&tab=Summit_Plus_Articles&query=sub%2Cexact%2Cergonomics&offset=20
- International Nuclear Safety Advisory Group. (1992). *The Chernobyl accident: Updating of INSAG-1* (Safety Series No. 75-INSAG-7). Vienna: International Atomic Energy Agency. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub913e_web.pdf
- Kataria, A., Praetorius, G., Schröder-Hinrichs, J.-U., & Baldauf, M. (2015). Making the case for crew-centered design (CCD) in merchant shipping. *Proceedings of the 19th Triennial Congress of the IEA*, Melbourne. https://commons.wmu.se/cgi/viewcontent.cgi?params=%2Fcontext%2Fmarisa_papers%2Farticle%2F1005%2F&path_info=1238.pdf
- Lamb, T. (Ed.). (2003). Chapter 15: Human factors in ship design. In *Ship design and construction* (Vol. I). Jersey City, NJ: The Society of Naval Architects and Marine Engineers. <https://www.highlightcomputer.com/NArch%20502%20%20Ship%20Design%20and%20Construction.pdf>
- Lloyd's Register. (2008). *The human element: An introduction*. London: Lloyd's Register.
- Lloyd's Register. (2009). *The human element: Best practice for ship operators*. London: Lloyd's Register.
- Malone, T. B., et al. (1979, December). Human factors evaluation of control room design and operator performance at Three Mile Island-2: Final report. <https://doi.org/10.2172/5474764>
- Myles, H. (2015). *The human element in ship design*. London: The Nautical Institute – Maritime Industry. <https://www.nautinst.org/static/ddfe4575-1095-48e3-91e3ed204d49d325/he01365-The-Human-Element-in-Ship-Design.pdf>
- Paté-Cornell, M. E. (1993). Learning from the Piper Alpha accident: A postmortem analysis of technical and organizational factors. *Risk Analysis*, 13(2), 215–232. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1993.tb01071.x>

Ross, J. M. (2009). Human factors for naval marine vehicle design and operation. Routledge.

Rumawas, V. (2021). Addressing human factors in ship design: Shall we? <https://doi.org/10.1201/9781003003816-7>

Vossen, C., Kleppe, R., & Hjørungnes, S. R. (2013). Ship design and system integration. Paper presented at the DMK Conference. https://www.researchgate.net/publication/273026917_Ship_Design_and_System_Integration



**TURUN
YLIOPISTO**
UNIVERSITY
OF TURKU

Turun yliopiston kauppakorkeakoulun Porin yksikkö

www.utu.fi