

Standardointi teknologisen kehityksen suuntaajana



Jussi T. S. Heikkilä ja Mikko Rajavuori

Standardointijärjestelmät ovat teknologisen kehityksen määrään ja suuntaan olennaisesti vaikuttavia instituutioita. Kansainvälisten standardien kehityksen merkitys on lisääntynyt globalisaation ja digitalisaation myötä ja kasvava määrä maita on julkaissut kansallisia standardointistrategioita 2000-luvulla. EU:n sisämarkkinoilla standardeilla on sääntelyn ohella erityinen merkitys tavaroiden ja palveluiden – sekä datan – vapaan liikkuvuuden edistämässä sekä yritysten liiketoiminnan skaalaamisessa. Tässä artikkelissa eritellään standardien tuotannon ja teknologisen kehityksen välistä yhteyttä, tarjotaan tiivis katsaus valikoituihin kansallisiin standardointistrategioihin sekä ehdotetaan eräitä standardoinnin taloustieteen jatkotutkimusaiheita. Standardointinäkökulma on tärkeää huomioida, kun arvioidaan tutkimus- ja kehittämisinvestointien kohdentamista sekä tuottoja.

Standardien kehitys on monitahoinen ilmiö ja standardoinnin tutkimuksessa käsitteiden monitulkintaisuus aiheuttaa haasteita (Ali-Vehmas ym. 2020). Toimialan taloustieteen kirjallisuudessa on tyypillisesti keskitytty mallintamaan yritysten strategisia yhteensopivuusvalintoja (*compatibility*) sekä niihin liittyviä verkostovaikutuksia (esim. Shapiro ja Varian 1998, Cabral 2000 luku 17, Belleflamme ja Peitz 2015 luku 21), kun taas kansainvälisen standardointijärjestelmän ja standardointi-instituutioiden analyysi (esim. Wiegmann ym. 2017, Yates ja

Murphy 2019) on saanut suhteessa vähemmän huomiota. Tässä artikkelissa keskitytään jälkimmäiseen erityisesti Suomen näkökulmasta. Suomen standardisoimisliiton virallisen määritelmän (SFS-EN 45020) mukaan ”standardi on konsensukseen perustuva, tunnustetun elimen hyväksymä normatiivinen asiakirja, joka esittää yleistä ja toistuvaa käyttöä varten sääntöjä, ohjeita tai ominaispiirteitä toiminnolle tai niiden tuloksille optimaalisen järjestyksen saavuttamiseksi tietyssä tilanteessa”. Määritelmällisesti standardit voivat vaikuttaa toimintojen

KTT Jussi Heikkilä (jussi.heikkila@lut.fi) on tuotantotalouden dosentti LUT-yliopistossa ja *Research Fellow* Jyväskylän yliopiston kaupakorkeakoulussa. OTT Mikko Rajavuori (mikko.rajavuori@utu.fi) on oikeustieteen apulaisprofessori ja talousoikeuden dosentti Turun yliopiston oikeustieteellisessä tiedekunnassa. Tämä artikkeli on kirjoitettu osana Business Finlandin rahoittamaa StandardEdge-tutkimusprojektia. Kiitämme kahta anonyymiä lausunnonantajaa, Timo Ali-Vehmas-ta, Ville Ojasta, Toni Selkälää, Elina Sinkkosta sekä kollegoita arvokkaista kommentteista.

tehokkuuteen ja tuottavuuteen. Klassinen käytännön esimerkki tehokkuusvaikutuksista on kuljetuskontti, jonka ominaisuuksien standardointi johti merkittävään kuljetus- ja logistiikkakustannusten alenemiseen. Viivakoodit, langaton viestintä (esim. 4G, 5G, Wi-Fi, Bluetooth), videokoodit, polttoainejärjestelmät ja -laadut, sähköverkot, yhteensopivat laturit ja sähköautojen latausjärjestelmät ovat eräitä muita tuttuja esimerkkejä standardointityön kohteena olevista aihealueista. Pitkän linjan trendinä viimeisen noin 120 vuoden aikana on ollut siirtyminen standardittomasta tilasta kansallisten standardien kautta kansainvälisten standardien käyttöön (Åberg ja Comment 2014, Yates ja Murphy 2019). Nyt 2020-luvulla geotaloudellinen fragmentaatio (Aiyar 2023, Norring 2023, Nykänen 2023), blokkiutumisen ja eri talousalueiden välinen strateginen kilpailu (Bradford 2020, Wigell ym. 2022, Edler ym. 2023, Juhász ym. 2023) voi haastaa tätä kehitystä.

Standardeja laaditaan standardointiorganisaatioissa (esim. International Organization for Standardization, ISO) sekä yritysten perustamissa konsortioissa (esim. Bluetooth Special Interest Group). Standardointiorganisaatiot ja standardit ylipäänsä (yhdessä “standardointiinstituutiot”) ovat keskeinen osa monenkeskistä kansainvälisen kaupan järjestelmää, mistä syystä standardeja ja standardointia säännellään monin tavoin. Maailmankauppajärjestön (WTO) kaupan teknisten esteiden (*Technical Barriers to Trade*, TBT) sopimus määrittelee kansainvälisen standardoinnin periaatteet seuraavasti: läpinäkyvyys (*transparency*), avoimuus (*openness*), puolueettomuus (*impartiality*), konsensus (*consensus*), vaikuttavuus (*effectiveness*), tarpeellisuus (*relevance*), johdonmukaisuus (*coherence*) sekä kehittyvien maiden näkökohtien huomioiminen (*consideration of the concerns of*

developing countries) (Wijkström ja McDaniels 2013). Nämä periaatteet ohjaavat myös eurooppalaista standardointia (Euroopan komissio 2012).

Erilaiset kansalliset ratkaisut ja vaatimukset voivat luoda kaupalle teknisiä esteitä (Ali-Yrkkö ym. 2023), minkä vuoksi kansainvälisellä standardoinnilla on mahdollista saavuttaa kansainvälisesti yhteensopivia ja -toimivia ratkaisuja, jotka mahdollistavat kansainvälisen liiketoiminnan rajat ylittävän laajentamisen ja skaalauksen. Kaupan teknisten esteiden poistaminen on edistänyt merkittävästi kansainvälistä kauppaa ja alentanut transaktiokustannuksia viimeisten sadan vuoden aikana. Standardeilla on ollut keskeinen rooli niin tässä globaalissa prosessissa (Swann 2010, Schmidt ja Steingress 2022) kuin myös Euroopan integraatiossa, jossa eurooppalaisilla standardeilla on pyritty edistämään tavaroitten ja palveluiden vapaata liikkuvuutta ja kuluttajansuojaa määrittelemällä mm. niihin liittyviä turvallisuusstandardeja (Pelkmans 1987, Euroopan komissio 2012, Blind ym. 2018, Raitio ja Tuominen 2020, Euroopan komissio 2022; CE-merkinnästä, ks. Ballor 2022).

Standardien taloudellisesta merkityksestä huolimatta standardoinnista ei ole juurikaan kirjallisuutta Suomen kaltaisen pienen avotalousmaiden ja sen yritysten näkökulmasta (Ali-Vehmas ym. 2020, Heikkilä ym. 2021, Yang 2023). Tässä kirjoituksessa pohditaan standardien tuotannon ja teknologisen kehityksen välistä yhteyttä, tehdään katsaus eri maiden standardointistrategioihin (luku 1) ja esitetään joitakin jatkotutkimusaiheita (luku 2). Tarkoitus on osallistua suomalaisen innovaatioita käsittelevään taloustieteelliseen keskusteluun sekä kontribuoida innovaatiopolitiikan instrumentteja erittelevään kirjallisuuteen (mm. Hyytinen ja Rouvinen 2008, Einiö 2013, Einiö ym. 2013, Alaja 2017,

Takalo 2014, 2024, Takalo ja Toivanen 2021, Bryan ja Williams 2021, Maliranta 2022, Heikkilä 2022, Hyytinen 2022, 2023, Huovari ym. 2023). Artikkelin lähtökohta on, että standardit voidaan ymmärtää teknologista kehitystä suuntaavana kvasijulkishyödykkeenä, joihin liittyy merkittäviä ulkoisvaikutuksia (Kindleberger 1983, Tasse 2000, 2004). Standardointinäkökulmaa ei tulisi siksi sivuuttaa, kun arvioidaan t&k-investointien kohdentamista ja tuottoja.

1 Standardit, innovaatiot ja teknologinen kehitys

Standardien merkitys taloudellisessa ja teknologisessa kehityksessä on huomattava. Standardointijärjestelmän toiminta on kuitenkin usein puutteellisesti tunnettu. Tarkastelemme seuraavaksi standardointia sisällöllisestä ja prosessinäkökulmasta, minkä lisäksi kiinnitämme huomiota erilaisiin standardointistrategioihin.

1.1 Standardoinnin taloudellinen merkitys

Maailmassa ei ole yhtä autoritaarista ”standardien asettajaa” eikä standardointi ole globaalisti harmonisoitua. Sen sijaan standardien tuotanto on hajautunut eri organisaatioihin, joita on niin kansallisella (esim. *Standardization Administration of China, SAC*), alueellisella (esim. *The European Committee for Standardization, CEN* ja *European Committee for Electrotechnical Standardization, CENELEC*) kuin kansainvälisellä tasolla (esim. *International Telecommunication Union, ITU*). Keskeinen periaate on, että mahdollisimman usein kansallisessa standardoinnissa nojattaisiin kansainvälisiin standardeihin (Euroopan komissio 2012, Hess 2023).

Suomen standardit SFS ry:n (ent. Suomen standardisoimisliitto ry) mukaan Suomessa hyväksytyistä 29500 standardista 97 % on alkuperältään eurooppalaisia tai kansainvälisiä standardeja.¹ EU:n sisämarkkinoiden kontekstissa ja Euroopan integraation ajureina standardeilla on erityinen merkitys alueellisina kvasijulkishyödykkeinä.

EU:n standardointijärjestelmä perustuu valtaosin markkinatoimijoiden omalle standardointityölle, mutta siinä annetaan tietyille harmonisoiduille standardeille käytännössä sääntelyvaikutus (yhteissääntely, Huovinen 2006, Sorasa 2010, SFS 2015). Tässä mallissa EU määrittelee joissain asioissa lainsäädäntöprosessin kautta tavoitteet esimerkiksi tuotteiden turvallisuudelle, joiden toteuttamiseksi komissio esittää eurooppalaisille standardoimiselimille (CEN, CENELEC, *European Telecommunications Standards Institute* ETSI) erillisen toimeksiantannon, jonka pohjalta niiden tulee kehittää standardeja. Viime vaiheessa komissio julkaisee yhdenmukaistetut standardit Euroopan unionin virallisessa lehdessä, jonka jälkeen ne saavuttavat normatiivisen aseman unionin oikeusjärjestyksessä ja teknisessä sääntelykehikossa (*incorporated by reference*). Noin viidesosa eurooppalaisista standardeista on kehitetty komission standardointipyynnön seurauksena.²

Erilaisia standardeja on lukematon määrä ja ne koskettavat markkinoiden ja yhteiskunnan toiminnan koko kirjoa. Standardien taloudelliset vaikutukset ovat moninaisia (ks. Kuvio 1). On kuitenkin huomattava, että standardien

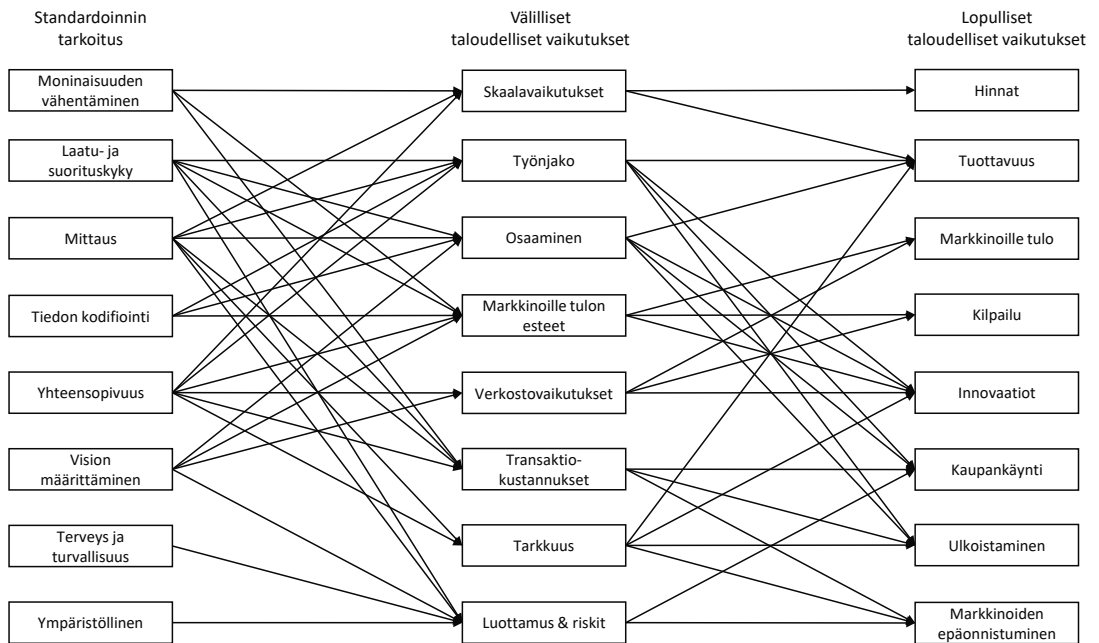
¹ <https://sfs.fi/sfs-ry/meista/> Viitattu 29.3.2024

² https://single-market-economy.ec.europa.eu/single-market/european-standards/standardisation-requests_en Viitattu 19.5.2024

merkityksessä liiketoiminnalle ja niiden kehittämiseen liittyvissä käytännöissä on luonnollisesti eroja toimialojen välillä, minkä vuoksi standardoinnin analyysi on kontekstiriippuvais- ta. Yritykset eri toimialoilla tekevät jatkuvasti enemmän tai vähemmän tietoisia strategisia päätöksiä joko olla mukana kehittämässä stan-

dardeja tai ottaa annettuna muiden kehittämät standardit (Blind ja Mangelsdorf 2016, Heikkilä ym. 2023). Vaikka standardointiympäristöt ovat usein toimialakohtaisia, ns. horisontaaliset standardit (esim. johtamisjärjestelmät, vastuullisuus ja kestävyys, kyberturvallisuus) vaikuttavat laajasti yli toimialojen.

Kuvio 1. Swannin (2010) habmottelema ”malli standardoinnin taloudellisista vaikutuksista”



Lähde: Kirjoittajien mukailtu visualisointi ja käännös Swannin (2010, s.22) kuviosta.

Standardit kytkeytyvät innovaatiotoimintaan monin tavoin. Taloustieteen CORE-perusoppikirjan mukaan ”[i]nnovoinnin voi ymmärtää uuden tiedon tuotannoksi, jossa käytetään panoksina aiempaa tietoa ja luovuutta”.³ Tutki-

musartikkelien ja patenttiedokumenttien tavoin standardit ovat kirjalliseen muotoon kodifioitua tietoa ja siten tietohyödykkeitä, joihin liittyy julkishyödykkeiden ominaisuuksia (Kindleberger 1983). Yhdessä nämä dokumentit muodostavat keskeisen kodifioitun osan teknologisen (tai teknisen) tiedon tasoa (*prior art*) eli ns. ”jättäiläisten olkapäät”, joiden päällä nykyiset tutkijat

³ <https://www.core-econ.org/the-economy/v1/book/fi/text/21.html#eb-1>

ja innovaattorit voivat jatkokehittää uusia ideoita ja ideoiden yhdistelmiä.

Digitalisaation myötä pääsy tutkimusartikkeli-, patenti- ja standarditietokantoihin on demokratisoitunut ja niiden saavutettavuus on parantunut, kun paperikirjastoista on siirrytty digitaalisiin verkossa saatavilla oleviin tietokantoihin. Taloustieteen termein tiedon digitalisaatio edistää tiedon läikkymistä (*knowledge spillovers*) ja positiivisten ulkoisvaikutusten syntyä – hyödyt uuden tieteellisen ja teknisen tiedon tuotannosta voivat levitä yhä laajemmalle, mikäli sen potentiaalisilla hyödyntäjillä vain on riittävästi kykyä ja osaamista omaksua ja soveltaa uutta tietoa (Cohen ja Levinthal 1990, Takalo 2024). Jatkossa on kiinnostavaa seurata, missä määrin esimerkiksi generatiivisen tekoälyn sovellukset kykenevät hyödyntämään standardidokumentteja patenttidokumenttien ohella koulutusdatana (*training data*).

Teknologisen kehityksen ja innovaatioiden määrällä ja suunnalla on ratkaiseva rooli tuottavuuden kasvulle, talouskasvulle ja elintason kehitykselle pitkällä aikavälillä (Aghion ja Howitt 2009, Einiö ym. 2013, Pohjola 2017, 2023, Ali-Vehmas ym. 2020, Hyytinen 2022, 2023). Siksi on tärkeää kehittää instituutioita ja pelisääntöjä (North 1991) sekä innovaatiopolitiikan instrumentteja (Takalo 2014, Bloom ym. 2019, Bryan ja Williams 2021, Takalo ja Toivanen 2021, Takalo 2024), jotka edistävät teknologista kehitystä ja suuntaavat sitä kohti ratkaisuja, joista on eniten hyötyä. Esimerkiksi ilmastonmuutoksen vuoksi huomio on kasvavassa määrin keskittynyt kestäviin, puhtaiden ja ns. vihreiden teknologisten ratkaisujen kehittämiseen ja teknologisen kehityksen suuntaamiseen likaisista puhtaisiin teknologioihin erilaisin sääntelykeinoin (vrt. Acemoglu ym. 2012).

Standardit ja standardien kehittämiseen liittyvät pelisäännöt vaikuttavat keskeisesti teknologiseen kehitykseen ja koordinaatioon tehokkaimpien ratkaisujen valinnassa (Grégoire-Zawilski ja Popp 2024). Tieteellisen ja teknisen tiedon tuotannon tavoin myöskään standardit eivät ole eksogeenista “manna taivaalta” (Ali-Vehmas ym. 2020) vaan endogeenisia pelisääntöjä ja parhaita käytäntöjä, joita muokkaavat erityisesti toimijat, joilla on resursseja lähettää asiantuntijoita osallistumaan standardien kehittämistyöhön. Voittoa tavoittelevat yritykset, jotka tekevät strategisia valintoja osallistua ja vaikuttaa standardien kehittämistyöhön, tekevät tietoisien valinnan olla mukana tiedon eli julkishyödykkeen ”koordinoidussa tuotannossa”. Tiedon läikkyminen liittyy olennaisesti myös standardien kehitystyöhön, ja pienemmät yritykset osallistuvat monesti standardointityöhön oppiakseen toisilta yrityksiltä (esim. Leiponen 2008, Blind ja Mangelsdorf 2016, Heikkilä ym. 2023). Mitä parempi on standardointiin osallistuvien tahojen omaksumiskyky (*absorptive capacity*, Cohen ja Levinthal 1990, Aghion ja Jaravel 2015, Takalo 2024), sitä enemmän ne voivat omaksua tietoa toisilta standardointityöhön osallistuvilta toimijoilta.

Standardit vaikuttavat luonnollisesti kilpailun tasoon markkinoilla. Takalo ja Toivanen (2021, s.17) toteavat, että ”kilpailupolitiikan näkökulmasta standardoinnissa on kyse siitä, että annetaanko erilaisten teknologisten ratkaisujen kilpailulla keskenään, autetaanko sääntelyllä erilaisten ratkaisujen yhteensopivuutta tai sallitaanko muutoin yhden ratkaisun päätymistä määrävään markkina-asemaan. Taloustieteen perusnäkemysten mukaan standardoinnin ajatellaan toisaalta heikentävän kilpailua markkinoista ja kannustimia kehittää uusia teknologisia ratkaisuja, jotka eivät ole yhteensopivia standardin kanssa, mutta toisaalta lisäävän kilpailua markkinoilla sekä in-

*novaatioita, jotka ovat yhteensopivia standardin kanssa - .” Muun muassa useilla suomalaisten yritysten toimialoilla standardien kehityksellä on tärkeä rooli liiketoiminnalle sekä tutkimus- ja kehitysinvestointien suuntaamiselle (esim. Nokia ja matkaviestinverkkostandardit kuten 2G, 3G, 4G, 5G, 6G, Kone ja hissistandardit kuten EN 81-20 ja EN 81-50, Neste ja polttoainestandardit kuten EN 590, konepajateollisuus ja koneturvallisuusstandardit, joihin EU:n koneaseutuksessa viitataan). Keskeinen kysymys standardien vaikutusten analyysin yhteydessä lienee kontrafaktuaalitarkastelu, jossa arvioidaan hyvinvointivaikutuseroja sen välillä, kehitetäänkö alan standardeja toimialayhteistyönä (*coopetition*, Heikkilä ym. 2023) standardien kehittämisorganisaatioissa vai kehittykö markkinoille hallitsevia *de facto*-standardeja hallitsevien markkinatoimijoiden ratkaisusta (vrt. Edler ym. 2023).*

Näistä selvistä vaikutuksista huolimatta standardit ovat taloustieteellisessä tutkimuksessa, kasvuteoriassa (Heikkilä ym. 2021) ja innovaatiopoliittisessa keskustelussa edelleen katvealuetta (vrt. Bloom ym. 2019, Ali-Vehmas ym. 2020, Takalo ja Toivanen 2021, Takalo 2024). Tämä pätee erityisesti standardien merkitykseen pienten avotalouksien, kuten Suomen, näkökulmasta. Esimerkiksi Buchholz ja Sandler (2021) tekevät katsauksen globaaleihin julkishyödykkeisiin, mutta eivät juurikaan kiinnitä huomiota standardien rooliin globaaleina julkishyödykkeinä (Kindleberger 1983, Stiglitz 2006). Kansantalouden tasolla standardien vaikutusta on haastavaa mitata. Tutkimuksissa on löydetty yhteyksiä standardien määrän ja tuottavuuden kehityksen välillä, mutta tällöin huomiotta jää standardien laatu (esim. Blind ja Jungmittag 2008, Wakke ym. 2016, Blind ym. 2022, Menon Economics 2018, 2023). Toisaalta standardeihin liittyvä osaaminen voidaan tulkita ja luokitella myös osaamiseksi

si ja aineettomaksi pääomaksi. Eri yrityksissä ja eri maissa on erilaisia määriä kumuloitunutta osaamista, mikä määrittää kansainvälisellä tasolla sitä, ketkä ovat kansainvälisten standardien kehittäjiä (*standards-makers*) eli kenen luomilla pelisäännöillä pelataan ja ketkä ovat standardien ottajia (*standards-takers*).

1.2 Standardien tuotanto

”No man is an island; likewise, no firm performs R&D in isolation.”

– Luís Cabral (2000, p. 306)

Standardoinnissa on pohjimmaltaan kyse eri toimijoiden hallitun yhteistoiminnan mahdollistamisesta ja erilaisten teknisten ratkaisujen moninaisuuden vähentämisestä. Standardit voidaankin ymmärtää normeiksi, jotka määrittävät ja ohjaavat erilaisten ratkaisujen universumia yhtäältä markkinaperusteisten ratkaisujen ja toisaalta julkisen vallan sääntelyyn perustuvien ratkaisujen välillä. Kuvio 2 havainnollistaa yhteistoiminnassa tapahtuvan komiteavetoisen standardoinnin vaihtoehtoisia kontrafaktuaaleja eli toisaalta markkinavetoista mallia, jossa usein ”voittaja vie kaiken” mikäli onnistuu saavuttamaan ratkaisullaan *de facto*-standardin aseman, ja toisaalta valtiovetoista mallia, jossa sääntelijä määrittelee pakottavat standardit. Esimerkiksi tekoälyn kohdalla keskustellaan paljon sääntelystä, mutta on myös huomattava, että ISO:n ja IEC:n yhteistyöryhmässä ISO/IEC JTC 1/SC 42 pyritään edistämään tekoälyn liittyvää standardointia.

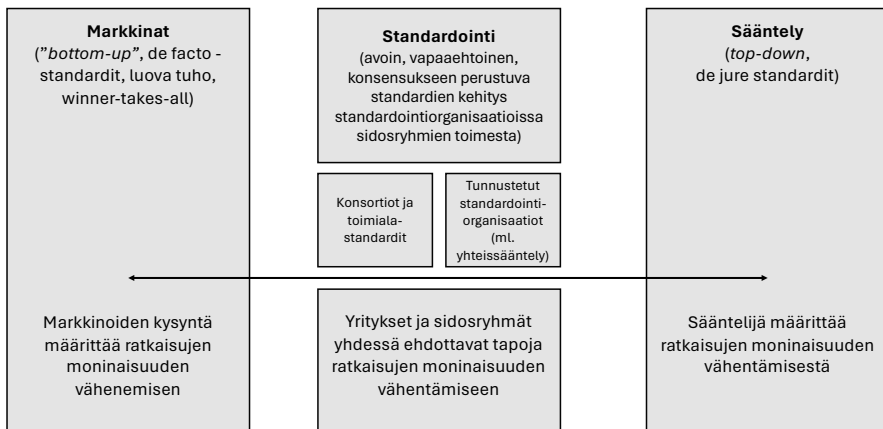
Standardointiprosessin eri vaihtoehdot voit tästä näkökulmasta käsitteellistää seuraavasti (Wiegmann ym. 2017). Yksi mahdollisuus on, että *de facto*-standardit kehittyisivät täysin markkinaehtoisesti. Esimerkiksi yritys voi luoda ylivertaisen tuotteen, palvelun tai prosessin mikä

johtaisi ajan kuluessa vaihtoehtojen syrjäytymiseen markkinoilta (“luova tuho” tai lukkiutumiseen, esim. Remington-kirjoituskoneiden QWERTY-näppäimistö). Toinen mahdollisuus on, että julkinen valta asettaa tuotteelle tai palvelulle esimerkiksi tietyt tuote- tai ympäristöturvallisuuskriteerit, joihin markkinatoimijoiden on mukauduttava. Nykymuotoinen standardointi etenkin EU:ssa sijoittuu näiden ääripäiden väliin. Siinä on yhtäältä lukuisia markkinaelementtejä, kuten vapaaehtoisuus⁴, konsensus ja vahva yksityissektorin panos. Toisaalta järjestelmässä on erilaisia sääntelyelementtejä, joita ovat esimerkiksi standardien tunnistaminen ja niiden suora hyödyntäminen muun muassa EU:n yhteis-sääntelyssä (Sorsa 2010, SFS 2015, Hess 2023).

Takalo ja Toivanen (2021) määrittelevät innovaatiomyönteistä sääntelyä käsittelevässä ar-

tikkelissaan sääntelyn käsitteen laajasti viittaamaan ”*kaikenlaiseen markkinamekanismin toimintaan vaikuttavaan julkiseen interventioon*”. Tämän määritelmän mukaan myös standardien kehittämistä koskeva kehikko on sääntelyä, mutta toisaalta vapaaehtoiset standardit eivät ole määritelmän mukaisia julkisia interventioita, kun taas pakolliset *de jure*-standardit voidaan sellaisiksi tulkita. Standardoinnissa voidaan seurata myös muita malleja. Esimerkiksi Yhdysvaltojen standardointijärjestelmän arvioidaan olevan pluralistisempi ja markkinaehtoisempi (Blind ja von Laer 2020), kun taas Kiinan keskitetympi standardointijärjestelmä on puolestaan kehittynyt merkittävästi 2000-luvulla (Ping ym. 2012, Rühlig 2023). Huomattavinta Kiinassa on ollut standardoinnin valtiovetoisuuden osittainen väistyminen ja “yksityisten” standardien luominen (Schaefer 2020).

Kuvio 2. Standardien tuotannon eri muodot



Wiegmann ym. (2017) luokittelu:

Markkinavetoinen (market-based)

Komiteavetoinen (committee-based)

Valtiovetoinen (government-based)

Lähde: Kirjoittajien yksinkertaistava havainnollistus.

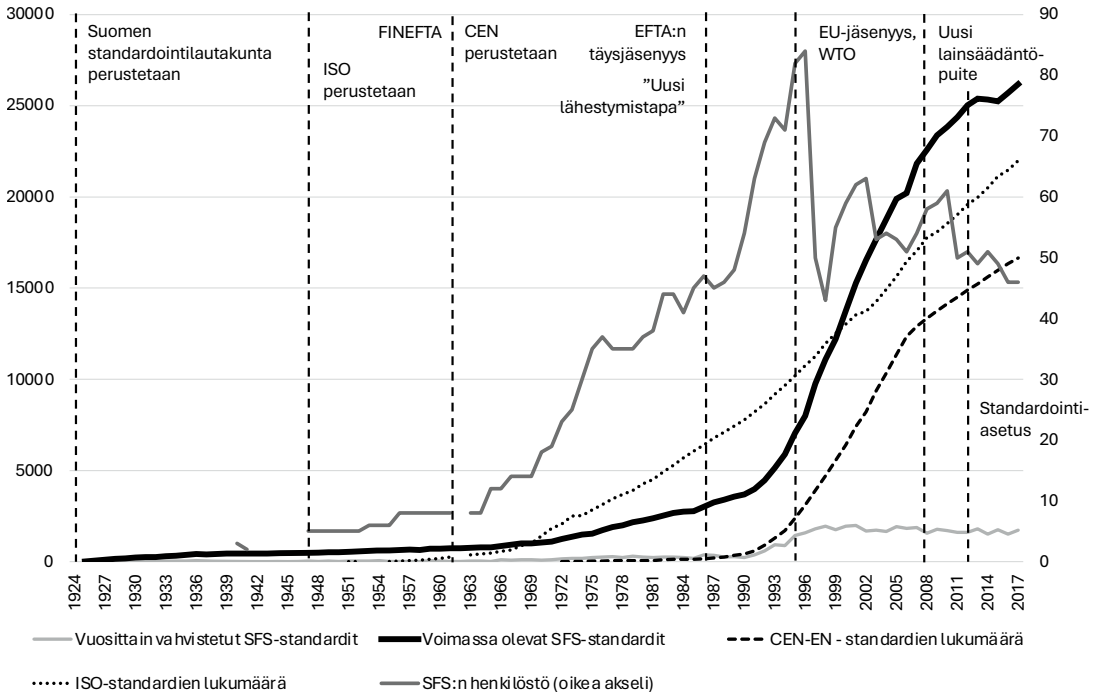
⁴ Vaikka standardeihin viitataan vapaaehtoisina, Hessin (2023) kyselyaineiston mukaan standardointiin osallistuvat yritykset pitivät erityisesti eurooppalaisten harmonisoitujen standardien mukaisuutta vähemmän vapaaehtoisena.

Standardit ovat myös keskeinen osa kauppaa, teollisuus- ja innovaatiopolitiikkaa. Tätä voi havainnollistaa t&k-toiminnan julkista tukemista puoltavilla argumenteilla. Positiiviset ulkoisvaikutukset – taloudellisen toiminnan hyödyt yhteiskunnan tasolla ylittävät yksityiset hyödyt – ovat tutkimus- ja kehitystoiminnan julkisen tukemisen keskeisin peruste (Takalo 2014, 2024). Esimerkiksi Einiö ym. (2013, s. 34) kirjoittavat: *”Jotta yritystuet edistäisivät hyvinvointia, niille tulee löytyä selkeät taloustieteelliset perusteet: hyvä esimerkki on se, että tutkimustoiminnasta syntyvästä uudesta tiedosta hyötyvät usein muutkin kuin t&k-investointien tekijä.”* Vastaavasti Takalo (2024, s. 56) toteaa: *”Taloustieteen periaatteiden mukaan julkinen t&k-rabotus tulisi suunnata toimintaan, jossa yhteiskunnallinen tuotto subteessa yksityiseen tuottoon on mahdollisimman suuri.”* Toimijoiden yhteistyössä tapahtuvassa standardoinnissa yrityksille koitua tuotto on todennäköisesti alempi kuin koko markkinan saama hyöty.⁵

Kuvio 3 havainnollistaa Suomessa vahvistettujen SFS-standardien kehitystä yli ajan. Sen lisäksi kuvio näyttää CEN-EN eurooppalaisten standardien sekä ISO-standardien määrän kasvutrendejä. Euroopan integraatio ja Suomen liittyminen EU:hun 1995 ovat vaikuttaneet merkittävästi suomalaiseen standardointiympäristöön. Eurooppalaiset standardointiorganisaatiot CEN ja CENELEC ovat solmineet ISO:n ja IEC:n (International Electrotechnical Commission) kanssa Wienin ja Frankfurtin sopimukset yhteistyöstä, joissa tavoitteena on välttää päällekkäistä standardointityötä ja hyödyntää ensisijaisesti ISO:n ja IEC:n standardeja eurooppalaisten standardien pohjana. EU:n standardointiasetuksella (1025/2012) luotiin WTO:n standardoinnin periaatteisiin nojaavat säännöt ”eurooppalaisten ja kansallisten standardointielimien sekä Euroopan komission ja jäsenvaltioiden väliselle yhteistyölle, standardien laadinnalle, sidosryhmäyhteistyölle ja standardoinnin rahoitukselle”. Asetus kumosi kansallisen Standardisoimislain (197/1942), joka oli säädetty sota-ajan tarpeisiin.

⁵ Tietyissä standardointiorganisaatioissa esim. ICT-alalla standardiessentiaalipatenteilla ja niiden lisensoinnilla on tärkeä merkitys T&K-investointien tuottojen jakautumiselle ja innovaatiokannustimille (Chiao et al. 2007, Ali-Vehmas ym. 2020, von Laer ym. 2022). ICT-alan standardiessentiaalipatenttien lisensointia käsittelevä tutkimuskirjallisuus ansaitsisi oman erillisen katsausartikkelinsa.

Kuvio 3. Standardoinnin määrällisiä trendejä suomalaisesta näkökulmasta



Lähde: SFS. Samoja aineistoja on käytetty teoksessa Åberg ja Comment (2014). "Uusi lähestymistapa" viittaa Euroopan yhteisön vuonna 1985 julkaistuun "New Approach"-menettelyyn, jossa direktiiveissä esitetään vain olennaiset turvallisuutta, terveyttä, ympäristöä ja kuluttajasuojelua koskevat vaatimukset ja lainsäädännön tukena käytetään yhteisiä eurooppalaisia standardeja (Sorsa 2010). Vuoden 2008 Uusi lainsäädäntöpuite -paketti muokkasi ja täydensi uutta lähestymistapaa, lisäetöja: https://ec.europa.eu/growth/single-market/goods/new-legislative-framework_en

Tieto on luonteeltaan julkishyödyke, jonka kulutus ei vähennä muiden mahdollisuuksia kuluttaa sitä (*nonrivalrous*) ja sen kuluttamista on vaikeaa tai mahdotonta estää (*non-excludable*). Tiedolla on ulkoisvaikutuksia, koska se leviää ja läikkyä sen kehittäjältä muille toimijoille, jolloin usein tiedon kehittämiseen investoinut taho ei kykene saamaan kaikkia tuottoja kehitystoiminnastaan (*appropriability*, Arrow 1962, Takalo 2024). Tekninen tieto on teknologiselle kehitykselle olennainen julkishyödyke, jota tuotetaan sekä tiedon avoimuuteen pyrkivissä organisaatioissa kuten yliopistoissa että yksityi-

seen voiton maksimointiin pyrkivissä yrityksissä. Teknologinen kehitys nähdään taloustieteessä usein "mustana laatikkona", mutta käytännössä uutta tietoa, tehokkaampia ratkaisuja ja sovelluksia kehittävät ja keksivät ihmiset kokeilemalla erilaisia ideoiden kombinaatioita joko yksin tai yhdessä. Tekninen tieto ei kuitenkaan käytännössä ole aina puhdas julkishyödyke vaan kvasijulkishyödyke tai kerhohyödyke (*club good*), koska pääsyä tietoon ja tiedon hyödyntämisestä sekä leviämistä voidaan kontrolloida riippuen mediasta, jossa sitä säilytetään (mm. tutkimusartikkelien maksumuurit, salassapitosopi-

mukset, patenttisuoja, yms.). Esimerkiksi kansallisten standardointiorganisaatioiden rahoitus perustuu tyypillisesti standardointidokumenttien myynnistä saatuihin tuloihin julkisten tukien ja/tai standardointiin liittyvien osallistumismaksujen ohella (Bonner ja Potter 2000, Niemelä ja Jokinen 2018). Standardien käyttäminen on ostettava standardidokumentit itselleen – ennen paperisina ja nykyisin pdf-muodossa – ja Suomessa nämä maksut ovat muodostaneet suurimman osan Suomen standardisoimisliiton tuloista (Niemelä ja Jokinen 2018).

1.3 Standardointi teknologisen kehityksen suuntaajana

Standardointi vaikuttaa keskeisesti innovaatio-toimintaan sekä mahdollistamalla että rajoittamalla tiettyjä teknologisia kehityspolkuja (*technological trajectories*) ja kehittämällä nk. ”laatuinfrastruktuuria” (Blind 2024). YK:n teollistamisjärjestön UNIDO:n (2018) määritelmän mukaan (vapaa käännös): *”laatuinfrastruktuuri on järjestelmä, joka kattaa organisaatiot (julkiset ja yksityiset) yhdessä poliitikkojen, relevanttien lainsäädäntö- ja sääntelykehikoiden ja käytäntöjen kanssa, joita tarvitaan tukemaan ja edistämään tuotteiden, palvelujen ja prosessien laatua, turvallisuutta ja ympäristöystävällisyyttä. – Se nojaa metrologiaan, standardointiin, akkreditointiin, vaatimustenmukaisuuden arviointiin ja markkinoiden valvontaan.”* Standardointi nähdään osana tätä laatuinfrastruktuuria ja esimerkiksi Isossa-Britanniassa standardit esitetään kansallisen laatuinfrastruktuurin ydinelementtinä.⁶ Vastikään joukko eurooppalaisia

standardointiorganisaatioita perusti Euroopan laatuinfrastruktuurin verkoston.⁷

Positiiviset ulkoisvaikutukset johtavat markkinoiden epäonnistumiseen, jossa taloudellisen toiminnan hyödyt yhteiskunnan tasolla ylittävät yksityiset hyödyt, ja ne ovat tutkimus- ja kehitystoiminnan julkisen tukemisen keskeisin argumentti (Einiö ym. 2013, Takalo 2014, 2024, Juhász ym. 2023). Takalon ja Toivasen (2021) mukaan *”Ulkoisvaikutuksia painottava sääntely tarkoittaa esimerkiksi sitä, että julkisen sektorin rahoituksessa painopiste on hankkeissa, joilla on suuret ulkoisvaikutukset (esimerkiksi alkuvaiheen T&K-toiminta ja uudet puhtaat teknologiat). Sääntelyn innovaatiovaikutusten arviointiin tulisi myös panostaa enemmän silloin kun innovaatiotoiminnalla on suuret ulkoisvaikutukset, koska voidaan ajatella, että sääntelyllä on tällöin suuremmat vaikutukset innovaatiotoimintaan.”* Tämä suositus kaipaa tarkennusta ulkoisvaikutusten määritelmään sen osalta, tarkastellaanko globaaleja vai alueellisia ulkoisvaikutuksia. Toimijoiden yhteistyössä tapahtuvassa standardoinnissa yrityksille koitua tuotto on lähes poikkeuksetta alempi kuin koko markkinan saama hyöty. Tämän vuoksi lisää empiiristä tutkimusta tarvitaan standardien kehittämiseen ja käyttöön liittyvistä kansainvälisistä ulkoisvaikutuksista sekä kääntäen standardoinnin merkityksestä yritysten t&k-investointien ja innovaatiotuottojen saamiselle.

Hyttinen ja Rouvinen (2008, s. 321) kysivät teoksessa *”Mistä talouskasvu syntyy?”*: *”Suomen kaltaisen pienen avotalouden kannalta - - haaste on ilmeinen – kuinka voimme osallistua vielä nykyistä tiiviimmin kansainväliseen teknologiayh-*

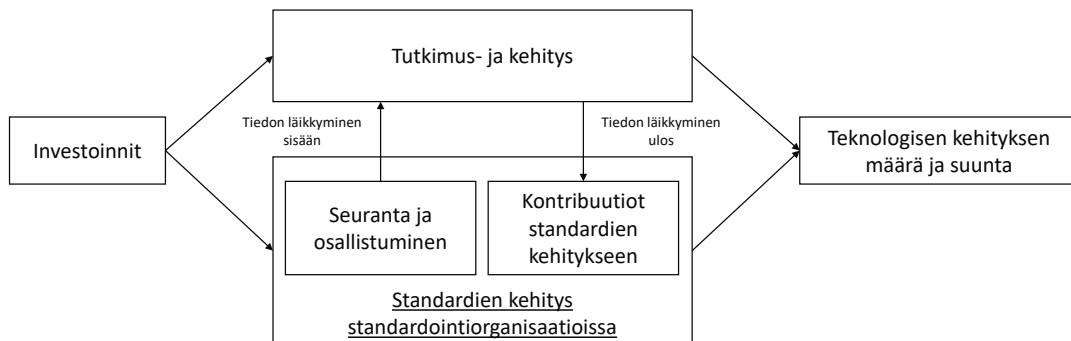
⁶ Ks. <https://www.gov.uk/guidance/the-uks-national-quality-infrastructure> Viitattu 3.1.2024

⁷ <https://www.cencenelec.eu/news-and-events/news/2024/press-release/2024-03-15-european-qi-network/> Viitattu 25.3.2024.

teistyöhön ja saada siten aikaan ideoiden, tiedon ja teknologioiden valumista ja läikkymistä Suomeen?” Vastaavasti Takalo (2024) päätelee laajan kirjallisuuskatsauksen pohjalta, että parhaita kohteita julkisen tutkimus- ja kehitystoiminnan suuntaamiselle ovat “sellaiset, jotka parantavat sekä talouden innovaatio- että omaksumiskykyä ja Suomen kaltaisessa pienessä avotaloudessa omaksumiskyvyn merkitys saattaa olla suuri”. Standardien kehitykseen osallistuminen on yksi ilmeinen tiedonläikkymisen kanava puolin ja toisin. On syytä huomioida, että toimiala- ja etujärjestöillä (ml. SFS:n toimialayhteisöt) on tärkeä merkitys sääntely- ja standardointiympäristön seurannassa ja siihen liittyvän tiedon tehokkaassa välittämisessä jäsenistölleen. Avoin standardien kehitys on toisinaan linkitetty avoimeen innovaatiotoimintaan (*open innovation*), jossa yritykset hyödyntävät ja jakavat toistensa teknisiä ratkaisuja (Simcoe 2006).

Kuvio 4 havainnollistaa t&k- ja standardointi-investointien vuorovaikutusta sekä tiedon läikkymistä teknologisen kehityksen määrään ja suuntaan vaikuttavana tekijänä. EU:n sisämarkkinoilla ja globaalistikin standardien kehittämisestä ja siihen liittyvästä teknologisen kehityksen suuntaa määrittävästä koordinaatiosta hyötyvät (kärsivät) koko alueen yritykset ja kuluttajat. Tällöin kansallisten tukien näkökulmasta ylläikkymisvaikutus on suhteellisesti sitä suurempi, mitä pienemmästä maasta on kyse. Lisäksi standardien vaikutus on endogeeninen siinä mielessä, että niiden hyödyntämisen mitta-kaavaan sekä standardien sisältämän tiedon sisään- ja ulosläikkymiseen vaikuttaa se, missä määrin mahdollisilla hyödyntäjillä on omaksumiskykyä (vrt. Cohen ja Levinthal 1990, Aghion ja Jaravel 2015, Takalo 2024).

Kuvio 4. Standardit teknologisen kehityksen suunnan määrittäjinä



Lähde: Kirjoittajien havainnollistus.

Noin 2/3 t&k-investoinneista on yksityisen sektorin investointeja.⁸ Suuri osa t&k-investoin-

neista on t&k-työntekijöiden palkkoja ja näiden työntekijöiden t&k-työpanos voi allokoitua moneen eri työtehtävään. Osa t&k-työntekijöiden työpanoksesta voi kulua myös standardointikomiteoihin osallistumiseen. Standardien kehittä-

⁸ https://tiedejatutkimus.fi/fi/science-innovation-policy/science-research-figures/s1_4 Viitattu 3.1.2024

miseen liittyvä osaaminen, jota kumuloituu tästä työstä, on kriittistä inhimillistä pääomaa. Oletettavasti standardointiin osallistumisen tukeminen vahvistaa yhteistyössä tapahtuvaa teknologista kehitystä verrattuna tilanteeseen, jossa tietyt markkinoilla toimivat suuret yritykset määrittävät yksin *de facto* -standardit.

1.4. Kansallisia ja ylikansallisia standardointistrategioita

”However, standardization is also extremely relevant for the individual participants in economic processes, since whoever makes the standards controls the market. In times of increasing globalization and rapid technological development, the role of standardization in opening up new markets will become increasingly important.”

– Wolfgang Clement, Saksan standardointistrategian (2004, s. 3) esipuhe

Standardit ovat keskeinen osa kauppaa- ja teollisuuspolitiikkaa. Esimerkiksi eurooppalaista standardointia koskevassa asetuksesta (1025/2012), jota ollaan parhaillaan muuttamassa⁹, todetaan, että ”eurooppalainen standardointi auttaa myös parantamaan yritysten kilpailukykyä helpottamalla erityisesti tavaroiden ja palvelujen vapaata liikkuvuutta, verkkojen yhteentoimivuutta, viestintävälineiden käyttöä, teknologista kehittämistä ja innovaatiotoimintaa. Eurooppalainen standardointi vahvistaa Euroopan teollisuuden kilpailukykyä maailmanlaajuisesti erityisesti, jos siitä päätetään koordinoitusti kansainvälisten standardointielinten eli Kansainvälisen standardoimisjärjestön (ISO), sähköalan kansain-

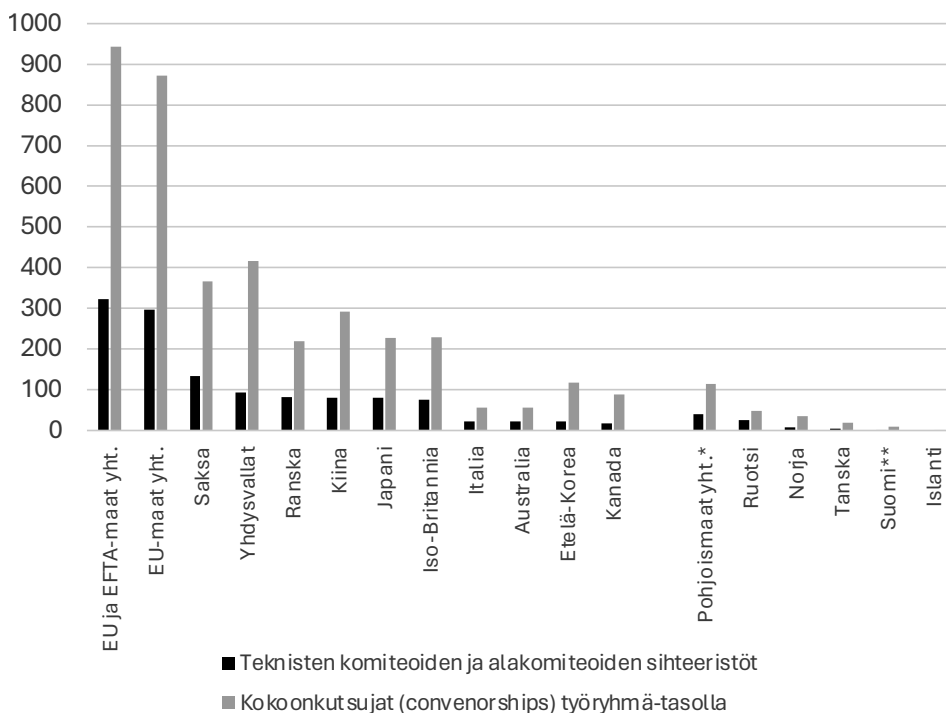
välisen standardisointijärjestön (IEC) ja Kansainvälisen televiestintäliiton (ITU) kanssa”. Standardoinnin taloudelliset vaikutukset tunnustetaan eri valtioissa ja standardointiin pyritään vaikuttamaan muun muassa suhteellisen kilpailuedun saavuttamisen vuoksi. Eurooppalaisessa kontekstissa standardoinnin katsotaan edistävän sisämarkkinoiden kehitystä ja tukevan erilaisten ratkaisujen skaalaamista.

Eurooppalainen standardointi luo merkittäviä ulkoisvaikutuksia, mihin periaatteessa viitaa myös ns. ”Brysselin vaikutus” eli EU:n kyky luoda globaalia sääntelyä ja standardeja (Bradford 2020). Samalla Kiinan muuttunut standardointiympäristö ja kiinalaisten toimijoiden kasvanut osallistuminen kansainväliseen standardointityöhön osoittaa standardeihin kohdistuvan kiinnostuksen lisääntyneen (Ping ym. 2012, Yang ym. 2023). Teknisen geopolitiikan tutkimuksessa on havaittu Kiinan panostavan systemaattisesti standardointikyvykkyyksiin (mm. tekninen osaaminen, systemaattinen standardointikoulutus) (Schaefer 2020, Rühlig 2023). Standardien kehityksen – joko kaupan teknisinä esteinä tai teknisten esteiden poistajina – on nähty vaikuttavan olennaisesti siihen, kuinka tutkimus-, kehitys- ja innovaatioinvestointien tuotot jakautuvat.

Kuvio 5 näyttää valikoitujen maiden panostusasteen ISO:n standardointityöhön. Suurimmilla mailla on eniten sihteeristöjä, mikä on linjassa sen kanssa, että näiden maiden toimijat todennäköisesti hyötyvät absoluuttisesti eniten standardien kehittämisestä. Kiinalaisilla toimijoilla olevien sihteeristöjen määrä on kasvanut suhteellisesti eniten suurimpien maiden joukossa 2000-luvulla. Suomella on kahden työryhmän sihteeristöt ja Suomi toimii 15 työryhmän kokoonkutsujana. Kuvio esittää erikseen myös EU:n, EU- ja EFTA-maiden sekä pohjoismaiden

⁹ https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13446-European-standardisation-evaluation/F_en Viitattu 19.5.2024

Kuvio 5. Valikoitujen maiden osallistuminen ISO:n komiteatyöhön



Lähde: Kirjoittajien havainnollistus perustuen ISO:n (2024) tilastoihin. **Suomella on sihteeristöt komiteoissa ISO/TC 23/SC 15 Machinery for forestry (Metsäkoneet) ja ISO/TC 300 Solid recovered materials, including solid recovered fuels (Kiinteät kierrätyspoltoaineet).

sihteeristöjen yhteismäärät. ISO:n äänestysmekanismissa jokaisella maalla on yksi ääni, jolloin Euroopan sisämarkkinoiden mailla on yhteensä merkittävä painoarvo ISO:n standardoinnissa. Sitä vastoin CEN-CENELECin standardoinnin äänestysmekanismissa valtioiden äänet on painotettu asukasluvulla, mikä suosii suurempia maita.¹⁰

¹⁰ CEN-CENELECin äänestyspolitiikka maille annettuine painotuksineen (väestön määrän mukaan) on kuvattu dokumentissa CEN-CENELEC Internal Regulations – Part 2:2023. Ks. <https://boss.cen.eu/reference-material/guidancedoc/pages/votingpolicy/>

Standardointistrategiadokumentit ovat olennaisia asiakirjoja, kun arvioidaan standardointiorganisaatioiden ja valtioiden suhtautumista standardointiprosessiin. Sekä ISO:lla, IEC:llä että ITU:lla on omat strategiansa¹¹, joilla kannustetaan maita kehittämään omat kansalliset standardointistrategiat. Euroopan kontekstissa Euroopan komissio julkaisi oman standardointistrategian 2022, jossa esitetään viisi kes-

¹¹ ISO on julkaissut dokumentin "How to develop national standardization strategies" <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100450.pdf> Katsottu 3.1.2024.

keistä toimenpidettä: 1) Ennakoi, priorisoi ja vastaa standardointitarpeisiin strategisilla alueilla, 2) paranna eurooppalaisen standardointijärjestelmän hallintoa ja eheyttä, 3) edistä eurooppalaista johtajuutta maailmanlaajuisissa standardeissa, 4) tue innovaatioita ja 5) tue seuraavaa standardointiasiantuntijoiden sukupolvea. Lisäksi eurooppalaisilla standardointiorganisaatioilla CEN-CENELECillä ja ETSI:llä on omat strategiansa (Taulukko 1). Nykyinen Suomen hallitus on kirjannut hallitusohjelmaan kansallisen standardointistrategian kehittämisen.¹² Lisää tutkimustietoa tarvittaisiin kansallisten, eurooppalaisten ja kansainvälisten standardointistrategioiden yhteensovittamisesta.

Useat maat ovat julkistaneet 2000-luvulla standardointistrategioita (Hemphill 2009). Monessa standardointistrategiassa määritetään visio ja missio, jotka ovat hyvinkin laajoja ja ylätaisoisia kuten Taulukko 1 havainnollistaa. Esimerkiksi Ruotsin standardointistrategian vision mukaan ruotsalainen standardointi toimii mallina kansainvälisesti ja edistää kilpailukyvyyn vahvistumista ja kestävästä kehitystä. Vastaavasti Saksan standardointistrategiassa esitetty visio on yksinkertaisesti ”muokata tulevaisuutta standardeilla” ja missio ”standardointi Saksassa auttaa yrityksiä ja yhteiskuntaa vahvistamaan, kehittämään ja avaamaan alueellisia ja globaaleja markkinoita”.

Hieman yllättäen missiolähtöisen innovaatiopolitiikan kirjallisuudessa (esim. Alaja 2017, Mazzucato ym. 2020) standardien rooli teknologisen kehityksen suuntaajana sekä markkinoiden mahdollistajana ja muotoilijana on jäänyt vähälle huomiolle. Standardoinnin luonne on monesti ratkaisujen ja parhaiden käytäntöjen hakemista tiettyihin toistuviin teknisiin ongelmiin eli perustuu jo lähtökohtaisesti tietynlaiseen ”missiolähtöisyyteen” (vrt. Taulukko 1). Lisäksi vaikka standardit linkittyvät keskeisesti teollisuuspolitiikkaan, eivät mm. Juhász ym. (2023) huomioi niiden kehitystä laajassa ”uutta teollisuuspolitiikan taloustiedettä” käsittelevässä artikkelissaan.

¹² *Vahva ja välittävä Suomi: Pääministeri Petteri Orpon hallituksen ohjelma* 20.6.2023. Valtioneuvoston julkaisuja 2023:58. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-763-8>

Taulukko 1. Valikoitujen standardointistrategioiden visiot ja missiot

Strategia	Julkaisu- vuosi	Visio	Missio
Kansainväliset standardointiorganisaatiot			
ITU		Informaatioyhteiskunta, jota vahvistaa yhteenkytkeytynyt maailma, jossa televiestintä/tieto- ja viestintäteknologia mahdollistavat ja kiihdyttävät sosiaalisesti, taloudellisesti ja ympäristöllisesti kestävästä kasvusta ja kehitystä kaikille.	ITU:n missio on edistää, mahdollistaa ja tukea edullista ja yleistä pääsyä televiestintä/tieto- ja viestintäteknologia verkkoihin, palveluihin ja sovelluksiin ja niiden käyttöä sosiaalisesti, taloudellisesti ja ympäristöllisesti kestävässä kasvussa ja kehityksessä.
IEC		IEC kaikkialla, jotta maailma olisi turvallisempi ja tehokkaampi.	Missiomme on saavuttaa maailmanlaajuisen IEC:n kansainvälisten standardien ja vaatimustenmukaisuuden arviointipalveluiden käyttö, joka takaa turvallisuuden, tehokkuuden, luotettavuuden ja yhteentoimivuuden sähköisissä, elektronisissa ja informaatioteknologioiden kansainvälisen kaupan tukemiseksi, laajan sähkönsaatavuuden edistämiseksi ja kestävämmä maailman mahdollistamiseksi.
ISO		Elämän tekeminen helpommaksi, turvallisemmaksi ja paremmaksi.	Jäsenemme ja heidän sidosryhmien kautta tuomme ihmiset yhteen sopimaan kansainvälisistä standardeista, jotka vastaavat globaaleihin haasteisiin. ISO-standardit tukevat kansainvälistä kauppaa, edistävät inklusiivista ja tasapuolista talouskasvua, edistävät innovaatioita ja tukevat terveyttä ja turvallisuutta kestävämmän tulevaisuuden saavuttamiseksi.
Eurooppalaiset standardointiorganisaatiot			
ETSI		Huomisen maailman muotoilussa ETSI on uusien tieto- ja viestintäteknologioiden eturintamassa johtaan standardien kehitystä, joka mahdollistaa kestävästi ja turvallisesti yhteenkytkeytyn yhteiskunnan.	ETSI:n missio on tarjota alusta, jolla omia etujaan valvovat tahot kokoontuvat ja tekevät yhteistyötä globaalisti käytettyjen tieto- ja viestintäteknologiajärjestelmien ja palveluiden standardien kehittämisessä ja edistämässä kaikkien hyödyksi.
CEN-CENELEC		Turvallisemman, kestävämmän ja kilpailukyisemmän Euroopan rakentaminen eurooppalaisella ja kansainvälisellä standardoinnilla.	Sidosryhmäverkostojemme kautta luomme konsensuspohjaisia standardeja rakentaaksemme luottamusta, täyttääksemme markkinoiden vaatimukset, mahdollistaaksemme markkinoillepääsyn ja innovaatioita paremmalle, turvallisemmalle ja kestävämmälle Euroopalle.
Valikoituja kansallisia strategioita*			
Iso-Britannia (National Standardization Strategic Framework)	2004	UK-yritykset käyttävät standardointia strategisesti luomaan kilpailuetua, levittämään parhaita käytäntöjä, uusille markkinoille pääsystä ja innovaatioiden edistämiseksi. Standardointia käytetään tehokkaasti yhteiskuntapoliittisten, sääntely- ja sosiaalisten päämäärien saavuttamisessa. Standardointia tuetaan infrastruktuurilla, joka on koordinoitu, tehokas ja relevantti sidosryhmien erilaiset tarpeet huomioiden.	NSSF:n missio on turvata muutos ymmärryksessä ja standardien ja standardoinnin käytössä yrityksen, valtion ja yhteiskunnan hyväksi.

Ruotsi (Swedish standards strategy)	2014	Ruotsalainen standardointi toimii mallina kansainvälisesti ja edistää kilpailukyvyn vahvistumista ja kestäväää kehitystä	Ruotsi standardointistrategia on proaktiivinen ja kansallisesti tuettu. Se viedään käytäntöön konkreettisilla toimenpidesuunnitelmissa, jotka edistävät Ruotsin vahvaa ja johtavaa roolia kansainvälisessä standardointityössä. Ruotsalaiset sidosryhmät toimivat malleina siitä, kuinka standardeista voi saada hyötyä maan kilpailukyvyn vahvistumiseen ja yhteiskunnan hyödyksi.
Saksa (German standardization strategy)	2016	Muokata tulevaisuutta standardeilla.	Standardointi Saksassa auttaa yrityksiä ja yhteiskuntaa vahvistamaan, kehittämään ja avaamaan alueellisia ja globaaleja markkinoita.
Yhdysvallat (ANSI: The United States Standards Strategy)	2020	Globaalisti: Globaalisti hyväksytyt kansainvälisen standardoinnin periaatteita sovelletaan kaikkialla. Hallitukset maailmanlaajuisesti osallistuvat standardien kehittämiseen ja nojaavat vapaaehtoisin konsensusstandardeihin niin paljon kuin mahdollista sääntelyssä ja hankinnoissa lisäsääntelyn kehittämisen sijaan. Moninainen ja inklusii- vinen standardijärjestelmä tukee joustavia ratkaisuja globaaleihin haasteisiin ja edistää kansainvälistä kauppaa ja pääsyä markkinoille. Digitaalisia välineitä käytetään tehokkaasti globaalien standardien optimoitun kehittämiseen ja niiden leviämisen edistämiseen globaalissa taloudessa. Yhdysvaltojen standardointistrategiaa tuetaan tarvittaessa kansainvälisesti hallinnollisissa ja teknisissä ohjelmissa tahojen toimesta, jotka edustavat Yhdysvaltoja kansainvälisissä, valtiollisissa ja ei-valtiollisissa organisaatioissa. Kansallisesti: Yhteistyöhön perustuva prosessi, jossa kaikki omia etujaan valvovat ja vaikutusten kohteena olevat sidosryhmät tuottavat standardipohjaisia ratkaisuja, jotka tukevat Yhdysvaltojen globaalia kilpailukykyä. Kaikki yhdysvaltalaiset intressiryhmät työskentelevät yhdessä turhien tarpeettomuuksien ja päällekkäisyyden poistamiseksi. Julkisen ja yksityisen sektorin johtajat tunnustavat standardoinnin arvon ja tukevat sitä asianmukaisilla resursseilla ja vakailla rahoitusmekanismeilla. Yhdysvaltalainen standardointijärjestelmä tarjoaa nopeasti ja vastuullisesti standardeja vastaamaan kansallisiin ja kansainvälisiin tarpeisiin.	-
Kanada (Canada's National Standards Strategy)	2022	Vapauttaa standardien täysi potentiaali politiikan tukemiseksi ja hyötöjen tuottaminen kaikille kanadalaisille.	Tukea kestäväää kehitystä, varautta, terveyttä ja turvallisuutta, kilpailukykyä, kauppaa, ja vaikuttavaa julkista politiikkaa kaikille kanadalaisille. Näin tekemällä järjestelmä ennakoii kanadalaisen yhteiskunnan moninaisia tarpeita ja vaikuttavasti tukee kanadalaisia intressejä kansainvälisellä tasolla.

*Tässä on listattu vain viimeisimmät saatavilla olevat versiot kansallisista standardointistrategioista; ainakin Saksalla, Ranskalla, Kanadalla ja Yhdysvalloilla on aikaisempia kansallisia standardointistrategioita. Lisäksi erällä mailla sekä EU:lla (Euroopan komissio 2022) on standardointistrategioita, joissa ei mainita visiota tai missiota, esim. Ranska (French Standardization Strategy 2019), Kiina (China Standards 2035 ja siihen liittyvät dokumentit) ja Yhdysvalloilla (National Standards Strategy for Critical and Emerging Technology 2023).

Läpikäydyissä standardointistrategioissa on esitetty hyvin laajalla skaalalla erilaisia tavoitteita. YK:n kestävän kehityksen tavoitteet nostettiin esiin monissa strategioissa. ISO:lla on oma verkkosivu, jossa esitetään mihin kestävän kehityksen tavoitteisiin tietyt standardit liittyvät.¹³ Viime aikoina on yhä enemmän analysoitu standardien linkkejä kestävän kehityksen tavoitteisiin ja standardit nähdään usein keskeisenä työkaluna tavoitteiden saavuttamisessa (Blind ja Hess 2023).

Osassa strategiadokumenteista nostettiin esiin tiettyjä painopistealueita, toimialoja tai (kriittisiä) teknologioita, joihin standardointi liittyy. ISO:n (2020) kansallisten standardointistrategioiden kehittämisopas suosittelee tällaisten standardointipriorisointien tekemistä. Esimerkiksi Yhdysvaltojen kansallinen kriittisten ja nousevien teknologioiden standardointistrategia nostaa esiin kahdeksan Yhdysvaltojen kilpailukyvyllä ja kansalliselle turvallisuudelle kriittistä teknologiaa.

Standardointiosaaminen on yksi tärkeä näkökulma, mutta siinä ei mennä kovin konkreettiselle tasolle. Olisi tärkeää keskustella myös osaamisen laadusta ja aihealueista. Standardoinnin kontekstissa voidaan esimerkiksi erotella tekninen tai substanssiosaaminen (standardoinnin kohteena oleva asia) ja standardointiprosessiin liittyvä osaaminen (ml. vaiheet, parhaat käytännöt, sidosryhmätyöskentely ja esim. vuorovaikutus komiteoiden kokouksissa) (Niemelä ja Jokinen 2018).

Standardidokumenteihin liittyvät tekijänoikeudet ovat ristiriitainen aihe, koska monet standardointiorganisaatiot saavat edelleenkin merkittävän osan tuloistaan standardien myyntituloina (Niemelä ja Jokinen 2018). Esimerkiksi

Saksan standardointistrategia nostaa esiin tämän aiheen.

2. Standardoinnin taloustieteen tutkimusagendan hahmottelua

Standardit ovat edelleen melko vähän tutkittu aihe paitsi suomenkielisessä myös kansainvälisessä taloustieteellisessä kirjallisuudessa etenkin, kun huomioidaan niiden mahdolliset positiiviset ja negatiiviset vaikutukset teknologisen kehityksen määrään ja suuntaan. Esitämme seuraavaksi muutamia mahdollisia jatkotutkimusaiheita.

2.1 Standardit innovaatiopolitiikan työkaluina

Aineettomien oikeuksien instituutioilla kuten patenttijärjestelmällä voi olla merkittäviä kannustinvaikutuksia, jotka ohjaavat teknologisen kehityksen määrää ja suuntaa (Heikkilä 2022). Vastaavasti myös standardointi-instituutiot luovat kannustimia ja ennen kaikkea standardointityössä suunnataan teknologista kehitystä asettamalla yhteisiä tavoitteita standardointityölle (esim. turvallisuuskriteereitä). Standarditietokannat ovat osa tietovarantoa (“jättiläisten olkapäitä”), jonka päälle uudet innovaattorit voivat kehittää ratkaisujaan. Kuten patenttidokumentit tai tutkimusartikkelit, myös standardidokumentit voivat edistää innovaatioiden ja parhaiden käytäntöjen leviämistä ja estää pyörän uudelleen keksimistä (Bekkers ym. 2020). Taloustieteellinen suunnatun teknologisen kehityksen kirjallisuus (esim. Acemoglu ym. 2012) – saati schumpeterilainen kasvuteoria (esim. Acemoglu ja van Reenen 2023) – ei vielä laajasti huomioi standardien merkitystä teknologisen kehityksen määrälle ja suunnalle.

¹³ Ks. <https://www.iso.org/sdgs.html> Katsottu 27.1.2024.

Koska standardit ovat luonteeltaan julkis-
hyödykkeen kaltaisia (Kindleberger 1983, Tassej
2000, 2004), markkinat saattavat epäonnistua
standardien kehityksessä. Verkostovaikutukset
mahdollistavat yhteensopivuus- ja toimivuus-
standardit tuottavat positiivisia ulkoisvaikutuk-
sia alueellisesti tai jopa globaalisti (esim. kontti-
liikenne, matkaviestinverkot). Oletettavasti suu-
ret maat hyötyvät absoluuttisesti eniten kaupa-
nesteitä poistavista globaaleista standardeista.
Toisaalta pienet avoimet taloudet voivat hyötyä
suhteellisesti enemmän, mikäli niiden yritykset
voivat skaalata liiketoimintaansa pieneltä koti-
markkinalta suuremmille markkinoille.

Takalo ja Toivanen (2021) korostavat, että
*”osa Suomessa käytössä olevista innovaatiosta on
kehitetty muualla ja osa Suomessa tehtyjen mer-
kittävien innovaatioiden hyödyistä menee muu-
alle. Suomen kannalta sääntelyssä saattaakin olla
tärkeämpää painottaa enemmän innovaatiotoi-
minnan tulosten tehokasta hyödyntämistä Suo-
messa kuin innovaatiokannustimien vahvistamis-
ta. Toisaalta osa innovaatiotoimintaan vaikutta-
vasta sääntelystä määräytyy kansainvälisellä taso-
lla. Näissä tilanteissa voidaan Suomessa keskittyä
vaikuttamaan kansainväliseen sääntelyyn ja nii-
hin toimenpiteisiin, jotka ovat kansallisella taso-
lla mahdollisia.”* Standardointityöhön osallistu-
misen voidaan tulkita olevan nimenomaan edel-
lä mainittua innovaatiotoiminnan tulosten hyö-
dyntämistä sekä kansainväliseen yhteissäänte-
lyyn vaikuttamista (vrt. Sorsa 2010, SFS 2015).

Standardien kehitys on saanut suhteellisen
vähän huomiota innovaatiopolitiikan instru-
menttina. Standardoinnin ja innovaatiotoimin-
nan väliseen yhteyteen on aiheellista kiinnittää
enemmän huomiota myös taloustieteen piirissä.
Taulukko 2 yhdistää Bloom ym. (2019) ja Taka-
lon ja Toivasen (2021) listaukset innovaatiopoli-
tiikan työkaluista sekä esittää, kuinka nämä voi-

vat olla yhteydessä standardointiin. Taulukosta
voi tehdä muutamia esimerkinomaisia nostoja.
Yksi mahdollisuus on, että julkisia t&k-tukia
suunnatessa voisi olla syytä pyytää hakijoilta va-
paaehtoisesti selvittämään, kuinka t&k-projekti
linkittyy käynnissä oleviin tai mahdollisiin tu-
leviin standardointiprojekteihin. Lisäksi t&k-
rahoituksen käyttöä raportoitessa voisi kerätä
systemaattisesti tietoa siitä, onko projektissa
edesautettu standardien kehitystä.

Toinen havainto on, että standardoinnin
koulutuksen tilannetta Suomessa olisi syytä tar-
kastella kriittisesti. Takalon ja Toivasen (2021)
mukaan *”koulutuksen ja perustutkimuksen sään-
telyn kehittäminen on ensisijaista innovaatiotoi-
minnan kannalta, vaikka aikajänne onkin pitkä”*
ja Einiö (2013) on todennut, että *”koulutuspoli-
tiikka on keskeinen osa innovaatiopolitiikan ko-
konaisuutta Suomessa”*. Voi olla syytä arvioida
kriittisesti, onko standardointiin liittyvä koulu-
tus ja sen mahdollistama standardointiosaami-
sen kumuloituminen nykyisin optimaalisella ta-
solla Suomessa vai onko standardeihin liittyvää
koulutusta liikaa tai liian vähän verrattuna esi-
merkiksi keskeisiin kauppakumppanimaihin
(esim. Ruotsi, Saksa, Hollanti, Yhdysvallat, Kii-
na). Missä määrin koulutusjärjestelmän tulee
tukea tietoja ja taitoja, joita liittyy kansainväli-
seen, eurooppalaiseen ja kansalliseen standar-
dien kehittämiseen? Onko tehokkaampaa, että
standardien merkitys liiketoiminnalle opitaan
kantapään kautta tekemällä oppimalla yrityksis-
sä (erityisesti uusissa kasvuhakuisissa yrityksis-
sä)? Koulutustarjonnalla on aina vaihtoehtois-
kustannuksensa, kun valintoja on tehtävä sen
välillä mitä koulutetaan ja mitä ei. Muun muas-
sa Blind (2019) on selvittänyt mahdollisuuksia
ja esteitä standardoinnin sisällyttämiseen eu-
rooppalaiseen akateemiseen tutkimukseen ja
koulutukseen.

Standardeilla voi olla tärkeä merkitys myös (innovatiivisissa) julkisissa hankinnoissa tarjoajaa valittaessa (vrt. Blind ym. 2020, Takalo ja Toivanen 2021, Soini ja Hyytinen 2022) ja standardoidut asiakirjat ja verkkolaskutus (ISO/IEC 19485 *Universal Business Language, Electro-*

nic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport, EDIFACT) voivat tehostaa sähköisiä hankintoja laajemminkin (esim. *Pan-European Public Procurement On-Line, Peppol*-verkosto).

Taulukko 2. Standardien yhteys innovaatiopolitiikan muihin instrumentteihin

Innovaatiopolitiikan instrumentti	Bloom ym. (2019)	Takalo & Toivanen (2021)	Mahdollisia linkkejä standardointiin
Suorat julkiset T&K-tuet	X	X	Vaaditaanko T&K-hakemuksissa ja tuettujen projektien raporteissa kuvaamaan linkkejä standardointiympäristöön ja mahdollisia kontribuutioita standardien kehitykseen?
T&K-verovähennys	X		Standardointiin osallistuvat tahot ovat usein T&K-työntekijöitä, joiden palkat vaikuttavat T&K-verovähennyksen määrään.
Aineettomat oikeudet	X	X	Standardointiorganisaatioilla on IPR-politiikkoja, jotka määrittävät standardien kehitykseen liittyvän IPR:n lisensointiehdot.
Patentti-boxi	X		
(Innovaatio)palkinnot ja haastekilpailut		X	Kilpailun kohteena olevan haasteen voi ratkaista myös standardointiyhteistyössä teknisessä komiteassa.
Yritys- ja henkilöverotuksen kevennys		X	
Työmarkkinoiden joustojen lisäys		X	
Osaajien maahanmuutto	X	X	Standardointiosaajien maahanmuutto ja standardointiosaamisen siirtyminen. Tietoa muiden markkinoiden standardointiympäristöistä.
Yliopistojen kannustimet	X		Standardoinnin koulutus oppilaitoksissa (tekninen substanssiosaaminen, standardointiprosessit ja strateginen standardointi).
STEM-koulutuksen tuotanto yliopistoissa	X		Standardeilla on erityinen merkitys teknistieteellisillä STEM-aloilla, mutta ne liittyvät lähes kaikkiin aloihin. Standardointikoulutus edistää standardien tehokasta hyödyntämistä ja kehitystä.
Koulutus ja perustutkimus		X	
Rahoitusmarkkinoiden sääntelyn vähennys		X	
Ulkomaankaupan esteiden purku, kilpailun lisäys	X	X	Kansainvälisen standardoinnin keskeinen tavoite on vähentää kaupan teknisiä esteitä (WTO TBT).
Julkiset hankinnat		X	Standardeilla voi olla merkitystä kilpailutuksessa ja toimittajien valinnassa.
Missiolähtöiset politiikat	X		Standardointi on itsessään "missiolähtöistä" ratkaisujen hakemista tiettyihin toistuviin ongelmiin.

2.2 Standardoinnin, kilpailun ja innovaatiotoiminnan yhteydet

Kilpailun kireyden ja innovaatiotoiminnan (patentointiaktiivisuuden) välillä on havaittu olevan käänteisen U-käyrän muotoinen (Aghion ym. 2005) riippuvuus myös Suomen yrityshavainnoilla (Kilponen ja Santavirta 2007). Vastaavasti voi esittää hypoteesin, että innovaatioiden ja standardoinnin välillä vallitsee epälineaarinen yhteys. Yhtäältä liian vähän standardointia ja innovaatiot eivät vastaavalla tavalla skaalaudu eri toimialoilla, ja verkostovaikutukset jäävät syntymättä ja toisaalta liikaa standardointia ja uusien innovaatioiden ja tuotevariaatioiden (sekä toimijoiden) markkinoille pääsy vaikeutuu tai jopa estyy. Standardien määrän (*standards stock*) ja talouskasvun välillä onkin raportoitu positiivisia korrelaatioita (mm. Blind ja Jungmittag 2008, Blind ym. 2022, Menon Economics 2018, 2023). Cabralin (2000, s.329) mukaan standardoinnin hyödyt tulee punnita vasten vähentyneen tuotteiden moninaisuuden ja kilpailun kustannuksia.

Vastaus kysymykseen, onko standardeja ja standardointia liikaa vai liian vähän (vrt. Tassej 2004) on kontekstiriippuvainen. Toisaalta voi olettaa, että olisi olemassa teoreettinen optimaalinen standardien määrä – luonnollisesti kontekstista ja toimialasta riippuen – joka edistäisi kilpailua ja samalla maksimoisi potentiaalisten innovaatioiden määrän optimaalisella tasapainolla innovaatiotoiminnan kannustimien ja innovaatioiden leviämisen välillä. Käytännössä määrää tärkeämpää on standardien laatu ja sisältö sekä sääntelyn ja standardien välinen dynaaminen vuorovaikutus (Blind ym. 2017, Wiegmann ym. 2017), joka ei ole helposti mallinnettavissa ja kvantifioitavissa. Standardointiorganisaatioiden välillä on lisäksi eroja esimer-

kiksi IPR-politiikoissa (intellectual property rights), mikä näkyy mm. siinä, että ICT-alalla standardiessentiaalipatenttien lisensointi vaikuttaa t&k-investointien tuottojen jakautumiseen alan arvoketjuissa (Chiao ym. 2007, von Laer 2022).

Digitalisaatio vaikuttaa standardointityöhön. 1900-luvulla kansainvälistä standardointia harjoitettiin kirjeenvaihdolla ja kokouksilla, kun taas 2000-luvulla toiminta on digitalisoitunut erityisesti COVID-19 pandemian myötä ja demokratisoinut mahdollisuuksia osallistua standardointityöhön sähköpostilistojen ja verkkokokousten kautta (Hess 2023). Oletettavasti osallistumiskynnyksen madaltamisen tulisi lisätä osallistumista standardointitoimintaan ja siten edistää tiedon läikkymistä uusille pienemmille osallistujille. Arvioitaessa standardien ja innovaatiotoiminnan välistä yhteyttä, on syytä huomioida sekä standardoinnin että mm. patentoinnin viiveet. Esimerkiksi ISO arvioi, että viive standardiehdotuksesta kehitetyn standardin julkaisuun on noin kolme vuotta.¹⁴

Heikkilän ja Wikströmin (2021) mukaan standardointi tarjoaa yhden tärkeän näkökulman yleiskäyttöisten teknologioiden kehitykseen, koska kaikkien aiempien yleiskäyttöisten teknologioiden (höyryvoima, sähkö, ICT) leviämistä on edeltänyt merkittäviä standardointitoimenpiteitä. Nyt kvanttiteknologia on tunnistettu yhdeksi nousevaksi kriittiseksi ja mahdollistavaksi teknologiaksi (esim. Braun ja Blind 2022). Tammikuussa 2024 ISO ja IEC perustivat uuden kvanttiteknologian standardointiin keskittyvän yhteisen teknisen komitean ISO/IEC JTC 3 *Quantum technologies*. On empiirinen kysymys, missä määrin standardointi edistää kil-

¹⁴ <https://www.iso.org/developing-standards.html> Viitattu 19.5.2024.

pailua ja innovaatiotoimintaa kvanttiteknologia-alalla kuten myös tekoälyn (ISO/IEC JTC 1/SC 42) kehitystyössä.

2.3 Yritysten standardointistrategiat

Kuten t&k-investointien ja patentoinnin tapaksessa ja yleisemmin innovaatiotoiminnassa, myös standardoinnissa pieni osa yrityksistä vastaa merkittävimmistä standardointi-investoinneista ja suuri osa yrityksistä on standardien hyödyntäjiä. Jälkimmäisten kilpailukyvyyn kannalta on erityisen keskeistä pitää yllä omaksumiskykyä sekä ennakoida uusien standardien kehityssuuntia.

Yritysten standardointistrategioista koskien yhteensopivuusvalintoja (*compatibility*) on taloustieteessä laaja ja jo melko vakiintunut kirjallisuus (Shapiro ja Varian 1998, Cabral 2000 luku 17, Belleflamme ja Peitz 2015 luku 21).¹⁵ Standardointiin osallistumisen hyödyt ja kustannukset yrityksille ovat kontekstiriippuvaisia ja vaihtelevat toimialojen välillä. Yritykset eri toimialoilla tekevät jatkuvasti enemmän tai vähemmän tietoisia strategisia päätöksiä joko olla mukana kehittämässä standardeja tai ottaa annettuna muiden kehittämät standardit. Osa yrityksistä osallistuu standardien kehitystyöhön välttääkseen hukkainvestoinnit sellaisiin ratkaisuihin, joista ei lopulta tule standardia (vrt. Heikkilä ym. 2024). Tällöin on mielenkiintoista tutkia sitä, mitkä ovat osallistumismotiivit yrityksille sekä sitä, minkälaisiin kustannus-hyöty-analyysiin osallistuminen perustuu (standardointiin osallistumisen motiiveista ks., Blind ja Mangelsdorf 2016). Kysymyksiä on lukuisia:

Milloin kannattaa olla vapaamatkustaja ja olla muiden kehittämien standardien armoilla? Milloin on tärkeää olla mukana kehittämässä oman alan standardeja? Milloin on tärkeää olla mukana estämässä kilpailijayrityksiä kehittämästä sellaisia standardeja, jotka haittaisivat oman yrityksen liiketoimintaa?

Kiina ja kiinalaiset yritykset ovat 2000-luvulla panostaneet massiivisesti standardien kehittämiseen (Ping ym. 2012, Blind ja von Laer 2020, Rühlig 2023), minkä seurauksena standardointiosajia on siirtynyt yhä enemmän kiinalaisten yritysten palvelukseen (vrt. esim. Schaefer 2020, von Laer ym. 2022). Kansainväliseen standardointityöhön osallistuu kasvava määrä toimijoita ja kilpailu tehokkaiden standardien kehittämisessä kiristyy. Syntykö jatkossa entistä parempia globaaleja standardeja tämän kilpailun seurauksena vai eteneekö geotaloudellinen fragmentaatio (Aiyar 2023, Norring 2023, Nykänen 2023) ja jakautuuko maailma blokkeihin myös standardien osalta? Missä määrin standardien kehityksessä toteutuu luova tuho, jossa uudet paremmat standardit korvaavat vanhemmat ja huonommat?

Suomalaista julkista t&k-rahoitusta on vaihtelevasti suunnattu kansallisten ekosysteemien tukemiseen (esim. Business Finlandin veturiohjelmat). Vaikutusarviointeja toteutettaessa voisi olla hyötyä selvittää, kuinka nämä ekosysteemit ovat osallistuneet erilaisten standardien kehittämiseen ja minkälaisia ulkoisvaikutuksia tästä on mahdollisesti syntynyt. Vaikka vaikutusarvioinneissa pyritään tyypillisesti arvioimaan yritystason vaikutuksia ja siinä satunnaistetut vertaiskokeet mahdollistaisivat identifikaation (Einiö ja Hyytinen 2019), vaikeuttavat standardointiin liittyvät ulkoisvaikutukset tätä käytännössä. Joka tapauksessa standardointia tapahtuu kaikilla toimialoilla, olivatpa suomalaiset yritykset

¹⁵ On huomattava, että yritysten standardointistrategioita on kuitenkin pohdittu vähemmän esimerkiksi Suomen kaltaisen pienen avotalouden ja sen yritysten näkökulmasta.

mukana tai eivät, minkä vuoksi Business Finland voisi julkisen t&k-tuen hakukriteereissä kysyä systemaattisemmin yritysten standardointistrategioita.

3. Johtopäätökset

Suomessa on tavoitteena nostaa t&k-investoinnit 4 %:iin kokonaistuotannosta (Parlamentaarinen TKI-työryhmä 2023). Tärkeää on pohtia näiden investointien suuntaamista ja tuottoja. Määrän lisäksi sillä on merkitystä, mikä on investointien laatu eli mihin t&k-investoinnit konkreettisesti kohdentuvat (Pohjola 2023, Takalo 2024), kuinka hyvin t&k-investointien tulokset ja innovaatiot pystytään suojaamaan (Heikkilä 2022) ja kuinka t&k-investoinnit kehittävät talouden toimijoiden inhimillistä pääomaa sekä omaksumiskykyä (Cohen ja Levinthal 1990, Aghion ja Jaravel 2015, Takalo 2024). Standardoinnin edistäminen ja siihen osallistuminen ei ole toistaiseksi ollut t&k-investointien suuntaamisessa kovin merkityksellinen näkökulma, vaikka standardien taloudelliset ja innovaatiovaikutukset voivat olla huomattavia. Taloustieteellisestä näkökulmasta on syytä pitää mielessä, että avoimien standardien kehittäminen voi olla kvasijulkishyödykkeen tuottamista, mihin liittyy ulkoisvaikutuksia: yhteiskunta voi hyötyä standardien kehittämisestä enemmän kuin standardit kehittäneet tahot. Yritykset tekevät jatkuvasti strategisia valintoja sen suhteen kannattaako standardointityöhön panostaa ja

arvioivat pelisääntöjä, joita liittyy standardien kehittämiseen. Esimerkiksi standardointiin liittyvät IPR-politiikat (Chiao ym. 2007) ovat olennaisia sen kannalta, missä määrin omia teknisiä ratkaisuja osaksi standardia tuovat yritykset voivat saada tuottoa t&k-investoinneille, jotka on vaadittu kyseisten teknisten ratkaisujen kehittämiseen.

Standardien yhteistoiminnallisella kehittämisellä voidaan tuoda eri osapuolet saman pöydän ääreen kehittämään yhdessä ratkaisuja globaaleihin haasteisiin ja luomaan tehokkaita ja kestäviä ratkaisuja toistuviin ongelmiin. Tällainen WTO:n periaatteiden mukainen avoin, läpinäkyvä ja vapaaehtoinen standardointi voi luoda luottamusta inklusiiviseen ja kestäväan teknologiseen kehitykseen, joka huomioi kuluttajien turvallisuuden sekä ympäristön. Standardointi voi edistää EU:n sisämarkkinoiden kehitystä ja erilaisten ratkaisujen skaalaamista. Suomalaisen investoinnit eurooppalaisten ja kansainvälisten standardien kehittämiseen saattavat hyödyttää kuluttajia myös Suomen ulkopuolella ja toisaalta suomalaiset voivat hyötyä eurooppalaisista ja kansainvälisistä standardeista. Tämän vuoksi tarvitaan lisää empiiristä tutkimusta standardien kehittämiseen ja käyttöön liittyvistä kansainvälisistä positiivisista ja negatiivisista ulkoisvaikutuksista sekä standardoinnin merkityksestä yritysten t&k- ja innovaatio-tuottojen saamiselle. Lisää tutkimusta tarvitaan myös standardoinnin roolista teknologisen kehityksen suuntaajana.

Kirjallisuus

- Acemoglu, D., Aghion, P., Bursztyn, L. ja Hémous, D. (2012), “The Environment and Directed Technical Change”, *American Economic Review*, 102(1): 131–66.
- Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R. ja Howitt, P. (2005), “Competition and innovation: An inverted-U relationship”, *Quarterly Journal of Economics* 120: 701–728.
- Aghion, P. ja Howitt, P. (2009), *The Economics of Growth*, MIT Press.
- Aghion, P. ja Jaravel, X. (2015), “Knowledge Spillovers, Innovation and Growth”, *The Economic Journal* 125(583): 533–573.
- Aiyar, S., Chen, J., Ebeke, C., Garcia-Saltos, R., Gudmundsson, T., Ilyina, A., Kangur, A., Rodriguez, A., Ruta, M., Schulze, T., Trevino, J., Kunaratskul, T. ja Soderberg, G. (2023), “Geoeconomic Fragmentation and the Future of Multilateralism”, *IMF Staff Discussion Note SDN/2023/01*.
- Akcigit, U. ja Van Reenen, J. (2023), *The Economics of Creative Destruction: New Research on Themes from Aghion and Howitt*, Harvard University Press.
- Alaja, A., (2017), “Yrittäjähenkkinen valtio. Uusi avaus innovaatiopolitiikkaan”, *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 113(2): 121–140.
- Ali-Vehmas, T., Heikkilä, J. ja Rissanen, J. (2020), “Näkökulmia standardisoinnin taloustieteen”, *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 116(1): 46–72.
- Ali-Yrkkö, J., Kaitila, V., Kuusi, T. ja Pajarinen, M. (2023), *Kaupanesteet kansainvälisessä kaupassa*, Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2023:15.
- Arrow, K. (1962), “Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention”, teoksessa Nelson, R. (toim.) *The Rate and Direction of Inventive Activity*, 609–625, Princeton University Press.
- Bekkers, R., Martinelli, A. ja Tamagni, F. (2020), “The impact of including standards-related documentation in patent prior art: Evidence from an EPO policy change”, *Research Policy* 49, 104700.
- Belleflamme, P. ja Peitz, M. (2015), *Industrial Organization: Markets and Strategies*. 2nd Edition, Cambridge University Press.
- Blind, K. (2019), *Motivation for and barriers against the inclusion of standardisation in European academic research and education*, <https://data.europa.eu/doi/10.2873/57128>.
- Blind, K. (2024), “The role of the quality infrastructure within socio-technical transformations - a European perspective”, *Technological Forecasting and Social Change* 199: 123019.
- Blind, K. ja Hess, P. (2023), “Stakeholder perceptions of the role of standards for addressing the sustainable development goals”, *Sustainable Production and Consumption* 37: 180–190.
- Blind, K. ja Jungmittag, A. (2008), “The impact of patents and standards on macroeconomic growth: a panel approach covering four countries and 12 sectors”, *Journal of Productivity Analysis* 29, 51–60.
- Blind, K. ja Mangelsdorf, A. (2016), “Motives to standardize: Evidence from Germany”, *Technovation* 48–49: 13–24.
- Blind, K., Mangelsdorf, A., Niebel, C. ja Ramel, F. (2018), “Standards in the global value chains of the European Single Market”, *Review of International Political Economy* 25(1): 28–48.
- Blind, K., Petersen S. ja Riillo, C. (2017), “The impacts of standards and regulation on innovation in uncertain markets”, *Research Policy* 46: 249–264.
- Blind, K., Pohlisch, J. ja Rainville, A. (2020), “Innovation and standardization as drivers of companies’ success in public procurement: an empirical analysis”, *Journal of Technology Transfer* 45: 664–693.

- Blind K., Ramel, F. ja Rochell, C. (2022), “The influence of standards and patents on long-term economic growth”, *Journal of Technology Transfer* 47(4): 979–999.
- Blind, K. ja von Laer, M. (2022), “Paving the path: drivers of standardization participation at ISO”, *Journal of Technology Transfer* 47: 1115–1134.
- Bloom, N., Van Reenen, J. ja Williams, H. (2019), “A Toolkit of Policies to Promote Innovation”, *Journal of Economic Perspectives* 33(3): 163–84.
- Bonner, P. ja Potter, D. (2000), *Achieving best practices in national standardisation: a benchmarking study of the national standardisation systems of Finland, Sweden, Denmark and Italy*, Kauppa- ja teollisuusministeriö, Edita.
- Bradford, A. (2020), *The Brussels Effect: How the European Union Rules the World*, Oxford University Press.
- Braun, K. ja Blind, K. (2022), The role of standardisation in support of emerging technologies in the UK. Final Report, BEIS Research Paper Number 2022/004.
- Bryan, K. ja William, H. (2021), “Innovation: market failures and public policies”, teoksessa *Handbook of Industrial Organization* 5(1): 281–388. Elsevier.
- Buchholz, W. ja Sandler, T. (2021), “Global Public Goods: A Survey”, *Journal of Economic Literature* 59(2): 488–545.
- Cabral, L. (2000), *Introduction to industrial organization*, MIT Press.
- Chiao, B., Lerner, J. ja Tirole, J. (2007), “The rules of standard-setting organizations: an empirical analysis”, *The RAND Journal of Economics* 38(4): 905–930.
- Cohen, W. ja Levinthal, D. (1990), “Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation”, *Administrative Science Quarterly* 35: 128–152.
- Edler, J., Blind, K., Kroll, H. ja Schubert, T. (2023), “Technology sovereignty as an emerging frame for innovation policy: Defining rationales, ends and means”, *Research Policy* 52(6): 104765.
- Einiö, E. (2013), “Innovaatioiden tukeminen kannattaa”, *VATT Policy Brief* 1-2013.
- Einiö, E. ja Hyytinen, A. (2019), *Yritystukien vaikuttavuuden arviointi satunnaistettujen vertailukokeiden avulla*, Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2019:45.
- Einiö, E., Maliranta, M. ja Toivanen, O. (2013), Yritystuet ja yritystoiminta, *Talous ja yhteiskunta* 2013/4: 34–39.
- Euroopan komissio. (2012), Standardointiasetus N:o 1025/2012.
- Euroopan komissio. (2022), An EU Strategy on Standardisation - Setting global standards in support of a resilient, green and digital EU single market, COM(2022)31 final.
- Grégoire-Zawilski, M. ja Popp, D. (2024), “Do technology standards induce innovation in environmental technologies when coordination is important?”, *Research Policy* 53(1): 104888.
- Heikkilä, J. (2022), “IPR-instituutiot teknologisen kehityksen määrittäjinä”, *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 118(3): 401–427.
- Heikkilä, J., Ali-Vehmas, T., ja Rissanen, J. (2021), “The Link Between Standardization and Economic Growth”, *International Journal of Standardization Research* 19(1): Article 1.
- Heikkilä, J., Rissanen, J. ja Ali-Vehmas, T. (2023), “Coopetition, standardization and general purpose technologies: A framework and an application”, *Telecommunications Policy* 47(4): 102488.
- Heikkilä, J., Rinkinen, S. ja Rantala, T. (2023), “Companies’ IPR and standardization strategies: Evidence from Finland”, Työpäperi, esitetty 62. ERSA -konferenssissa 28.8.2023.
- Heikkilä, J. ja Wikström, J. (2021), “Standardized general purpose technologies: A note”, Työpäperi.
- Hemphill, T. (2009), “National standards strategy: public/private cooperation for global competitiveness”, *Competitiveness Review* 19(4): 290–303.
- Hess, P. (2023), *Whose rules for innovation? An exploration of stakeholder perspectives on formal European standardization between innovation and regulation*, Väitöskirja, Berliinin teknillinen yliopisto.

- Huovari, J., Kangaspunta, S., Kiema, I., Maliranta, M. ja Stenborg, M. (2023), "Tuottavuuslautakunta Suomessa ja maailmalla", *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 119(4): 458–465.
- Huovinen, S. (2006), "Yhteissäätely ja itsensäätely – julkisen vallan tehtäviä muuttavat sääntelykeinot", *Lakimies* 7–8/2006: 1206–1224.
- Hyytinen, A. (2022), "Näkökulmia talouskasvuun ja maapallon kantokykyyn", *Talous ja Yhteiskunta* 2/2022: 28–35.
- Hyytinen, A. (2023), "Onko teknologinen kehitys hiipumassa", *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 119(1): 1–5.
- Hyytinen, A. ja Rouvinen, P. (2008), *Mistä talouskasvu syntyy?*, Elinkeinoelämän tutkimuslaitos ETLA.
- ISO. (2024). *ISO in figures 2023*.
- Juhász, R., Lane, N. ja Rodrik, D. (2023), "The New Economics of Industrial Policy", NBER Working Paper 31538.
- Kilponen, J. ja Santavirta, T. (2007), "When do R&D subsidies boost innovation? Revisiting the inverted U-shape", Bank of Finland Research Discussion Paper No.10/2007.
- Kindleberger, C. (1983), "Standards as public, collective and private goods", *Kyklos* 36: 377–396.
- Leiponen, A. (2008), "Competing through cooperation: The organization of standard setting in wireless telecommunications", *Management Science* 54(11): 1904–1919.
- Maliranta, M. (2022), "Tuottavuuden tekijät ja näkymät", *Talous & Yhteiskunta* 2/2022: 46–59.
- Mazzucato, M., Kattel, R. ja Ryan-Collins, J. (2020), "Challenge-Driven Innovation Policy: Towards a New Policy Toolkit", *Journal of Industry, Competition and Trade* 20: 421–437.
- Menon Economics (2018), *The influence of standards on the Nordic economies*.
- Menon Economics (2023), *Macroeconomic benefits of standardisation: Evidence from six Northern European countries*.
- Niemelä, I. ja Jokinen, H. (2018), *Standardisointi Suomessa*, Loppuraportti, huhtikuu 2018.
- Norring, A. (2023), "Geopolitiikka ja maailmantalouden fragmentaation uhka", Euro & Talous -blogi, 11.7.2023.
- North, D. (1991), "Institutions", *Journal of Economic Perspectives* 5: 97–112.
- Nykänen, M. (2023), "Eriytyviä polkuja kansainvälisessä taloudessa", Euro & Talous -blogi 17.10.2023.
- Parlamentaarinen TKI-työryhmä. (2023), *Tutkimus- ja kehittämistoiminnan rahoituksen käyttöä koskeva monivuotinen suunnitelma: Parlamentaarisen TKI-työryhmän 2022 loppuraportti*, Valtioneuvoston kanslia.
- Pelkmans, J. (1987), "The New Approach to Technical Harmonization and Standardization", *Journal of Common Market Studies* 25: 249–269.
- Ping, W., Yiyi, W. ja Hill, J. (2010), "Standardization Strategy of China, Achievements and Challenges", *Economics Study Area Working Papers* 107, East-West Center, Economics Study Area.
- Pohjola, M. (2017), "Suomen talouskasvu ja sen lähteet 1860–2015", *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 131(3): 266–292.
- Pohjola, M. (2023), "Pääoma työn tuottavuuden kasvun lähteenä – Suomi kansainvälisessä vertailussa", *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 119(3): 306–326.
- Rühlig, T. (2023), "Chinese Influence through Technical Standardization Power", *Journal of Contemporary China* 32(139), 54–72.
- Raitio, J. ja Tuominen, T. (2020), "Euroopan unionin oikeus", Alma Talent.
- Schaefer, K. (2020), "Catching up by hiring: The case of Huawei", *Journal of International Business Studies* 51: 1500–1515.
- Schmidt, J. ja Steingress, W. (2022), "No double standards: Quantifying the impact of standard harmonization on trade", *Journal of International Economics* 137: 103619.
- SFS. (2015), *Eurooppalainen opas standardeista ja sääntelystä*, <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID4/1/393639.html.stx>

- Shapiro, C. ja Varian, H. (1999), *Information rules: A strategic guide to the network economy*, Harvard Business School Press.
- Simcoe, T. (2006), "Open standards and intellectual property rights", teoksessa Chesbrough, H., Vanhaverbeke, W. ja West, J. (toim.), *Open Innovation: Researching a New Paradigm*, Oxford University Press, pp. 161–183.
- Soini, V. ja Hyytinen, A. (2022), "Toissijaiset tavoitteet julkisissa hankinnoissa", *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 118: 169–193.
- Sorsa, K. (2010), "Itsensäntely ja yhteissäntely arvoketjussa: Toimialakohtaista tarkastelua", *Oikeuspoliittisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja* 100.
- Stiglitz, J. (2006), "Global public goods and global finance: does global governance ensure that the global public interest is served", teoksessa Touffut, J. (toim.) *Advancing public goods*. Edward Elgar.
- Swann, P. (2010), *The Economics of Standardization: An Update*, Report for the UK Department of Business, Innovation and Skills, Innovative Economic Limited.
- Takalo, T. (2014), "Innovaatiopolitiikan haasteet", *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 3(110): 381–390.
- Takalo, T. (2024), "Julkisen tutkimus- ja kehitysrahoituksen suuntaaminen", *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 120(1): 46–62.
- Takalo, T. ja Toivanen, O. (2021), "Sääntelyn vaikutukset innovaatiotoimintaan ja innovaatiotoimintaa edistävä sääntely", *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 117(1): 7–28.
- Tassey, G. (2000), "Standardization in technology-based markets", *Research Policy* 29: 587–602.
- Tassey, G. (2004), "Underinvestment in Public Good Technologies", *The Journal of Technology Transfer* 30: 89–113.
- UNIDO. (2018), *Quality Infrastructure: UNIDO's Unique Approach*, https://www.unido.org/sites/default/files/files/2018-08/UNIDO_QI_CASE_FINAL_ONLINE_2.pdf.
- von Laer, M., Blind, K. ja Ramel, F. (2022), "Standard essential patents and global ICT value chains with a focus on the catching-up of China", *Telecommunication Policy* 46: 102110.
- Wakke, P., Blind, K. ja Ramel, F. (2016), "The impact of participation within formal standardization on firm performance", *Journal Productivity Analysis* 45: 317–330.
- Wiegmann, P., de Vries, H. ja Blind, K. (2017), "Multi-mode standardisation: A critical review and a research agenda", *Research Policy* 46(8): 1370–1386.
- Wigell, M., Deschryvere, M., Fjäder, C., Helwig, N., Kaitila, V., Koski, H., Seilonen, J. ja Suominen, A. (2022), Europe facing geoeconomics: Assessing Finland's and the EU's risks and options in the technological rivalry", Prime Minister's Office of Finland.
- Wijkström, E. ja McDaniels, D. (2013), "Improving regulatory governance: International standards and the WTO TBT Agreement", *Journal of World Trade* 47(5): 1013–1046.
- Yang, L. (2023), "The economics of standards: a literature review", *Journal of Economic Surveys* 1–42.
- Yang, Y.-hong, Gao, P., ja Zhou, H. (2023), "Understanding the evolution of China's standardization policy system", *Telecommunications Policy* 47(2): 102478.
- Yates, C. ja Murphy, G. (2019), *Engineering Rules: Global Standard Setting since 1880*, John Hopkins University Press.
- Åberg, V. ja Comment, A. (2014), "Standarttisoimien on nykyajan tunnusana: Suomen Standardisoimisliitto SFS 1924-2014". SFS.