ETLA

Muistio | Brief | 175

23.2.2026

Tukevatko t&k:n heijaste-vaikutukset päästövähennys-tavoitteita?

Natalia Kuosmanen
Elinkeinoelämän tutkimuslaitos
natalia.kuosmanen@etla.fi

Timo Kuosmanen
Turun yliopiston kauppakorkeakoulu
timo.kuosmanen@utu.fi

Suositeltava lähdeviittaus:
Kuosmanen, Natalia & Kuosmanen, Timo (23.2.2026). ”Tukevatko t&k:n heijaste-vaikutukset päästövähennystavoitteita?”. Etla Muistio nro 175. https://pub.etla.fi/ETLA-Muistio-Brief-175.pdf

Tiivistelmä

Tässä muistiossa tarkastellaan t&k-toiminnan heijastevaikutusten yhteyttä yritystason kasvihuonekaasupäästöihin suomalaisessa energiaintensiivisessä teollisuudessa. Tulosten perusteella saman toimialan muiden yritysten t&k-heijastevaikutus voi olla moninkertainen verrattuna yrityksen oman t&k:n päästövähennykseen. Tämä tulos korostaa innovaatioiden ja osaamisen leviämisen merkitystä päästövähennysten aikaansaamiseksi. T&k-heijastevaikutusten suunta ja voimakkuus kuitenkin vaihtelevat toimialoittain t&k-intensiteetistä riippuen. T&k-intensiivisessä kemianteollisuudessa t&k-heijastevaikutus on yhteydessä alhaisempiin päästöihin, kun taas alhaisen t&k-intensiteetin paperi- ja metalliteollisuudessa t&k-heijastevaikutukset ovat yhteydessä korkeampiin päästöihin. Tulokset osoittavat, etteivät t&k-heijastevaikutukset automaattisesti johda päästöjen vähenemiseen, vaan ne voivat joissakin tapauksissa myös kasvattaa päästöjä. Lisäksi tutkimuksessa havaitaan materiaalivirtojen kautta välittyviä toimialojen välisiä t&k-heijastevaikutuksia, jotka korostavat erityisesti kemianteollisuuden keskeistä roolia paperiteollisuuden ja ei-metallisten mineraalituotteiden valmistuksessa.

Abstract

Do R&D Spillovers Support Emission Abatement Targets?

This brief examines how R&D spillovers are associated with firm-level greenhouse gas emissions in Finnish energy-intensive manufacturing. The results show that R&D spillovers from other firms within the same industry are more strongly associated with lower emissions than the firm's own R&D activity. This result highlights the role of innovation spillovers and knowledge diffusion in emissions abatement. However, the direction and magnitude of R&D spillovers differ across industries depending on their R&D intensity. In the chemical industry that has high R&D intensity, inter-industry R&D spillovers are associated with lower emissions, whereas in the pulp and paper and basic metals industries, inter-industry R&D spillovers are associated with higher emissions. These results demonstrate that technology spillovers do not automatically lower emissions, but can also contribute to higher emissions. Our findings reveal an important channel of inter-industry R&D spillovers through material flows, highlighting the pivotal role of the chemical industry for the GHG abatement in the pulp and paper production and non-metallic minerals industry.

MMT **Natalia Kuosmanen** on Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen tutkimuspäällikkö.

KTT, YTM **Timo Kuosmanen** on taloustieteen professori Turun yliopiston kauppakorkeakoulussa.

Ph.D. **Natalia Kuosmanen** is a Chief Research Scientist at ETLA Economic Research.

Ph.D. (Econ.) **Timo Kuosmanen** is a Professor of Economics at Turku School of Economics, University of Turku.

Kiitokset: Tutkimus on tuotettu osana *Miten vauhdittaa tutkimusta ja kehitystä kansainvälistymisen ja kestävän kehityksen kautta* -hanketta, jota on rahoittanut Business Finland.

Acknowledgements: This research was conducted as part of the *How to Boost R&D Through Internationalization and Sustainability* project, funded by Business Finland.

Avainsanat: Hiilidioksidipäästöt, Kestävä kehitys, Teknologian heijastevaikutukset, Vihreä tuottavuus, Ympäristötehokkuus

Keywords: Carbon dioxide emissions, Environmental performance, Green productivity, Sustainability, Technology spillovers

JEL: D24, O33, Q52, Q55, Q56

Johdanto

Suomi on sitoutunut kunnianhimoisiin ilmastotavoitteisiin: kansallisena tavoitteena on hiilineutraalisuus vuoteen 2035 mennessä. Teollisuuden päästövähennykset ovat keskeisessä asemassa näiden tavoitteiden saavuttamisessa. Viimeisten 20 vuoden aikana energiaintensiivisen teollisuuden kasvihuonekaasupäästöt ovatkin laskeneet merkittävästi.

Suomen energiaintensiivisen teollisuuden kasvihuonekaasupäästöt ovat laskeneet jopa noin kolmanneksen vuoden 2008 tasoon verrattuna (Kuosmanen ym., 2026). EU:n päästökauppajärjestelmän (EU ETS) lisäksi päästövähennysten taustalla vaikutti finanssikriisiä seurannut maailmantalouden taantuma, joka heijastui teollisuustuotantoon. Kyseessä ei kuitenkaan ollut vain tilapäinen notkahdus, vaan päästöjen laskutrendi on jatkunut 2020-luvulle saakka.

On tärkeää ymmärtää, mistä teollisuuden päästövähennykset syntyvät. Aikaisempi tutkimus on korostanut muun muassa rakennemuutoksen vaikutusta (Kuosmanen ym., 2025): tuotannon siirtyminen vähemmän saastuttaville toimialoille sekä tehottomien tuotantoyksiköiden poistuminen markkinoilta voivat pienentää kokonaispäästöjä. Toisaalta merkittävä osa päästöjen vähenemisestä on tapahtunut olemassa olevien yritysten toiminnan tehostumisen kautta. Hiilituottavuus (tuotos per päästöyksikkö) on parantunut jatkavissa yrityksissä esimerkiksi energiatehokkuutta lisäämällä (Kuosmanen & Maczulskij, 2022a, 2022b).

Tässä muistiossa tarkastellaan erityisesti tutkimus- ja kehittämistoiminnan (t&k) aikaansaamien heijastevaikutusten roolia. Heijastevaikutuksella tarkoitetaan t&k-toiminnan tuottaman tiedon, teknologian ja innovaatioiden leviämistä alkuperäisen kehittäjän ulkopuolelle muiden yritysten hyödynnettäväksi. Nämä heijastevaikutukset ovat usein taloudellisesti merkittäviä, sillä ne edistävät tuottavuuden kasvua ja innovaatioiden leviämistä koko yhteiskunnassa ilman, että hyödyntäjien tarvitsee itse kantaa täyttä kehityskustannusta. T&k-heijastevaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin on tähän saakka tutkittu eri maiden ja toimialojen tasolla, mutta sen sijaan yritystasolla aiempaa tutkimustietoa ei ole olemassa.

Muistion taustalla oleva tutkimus *Do R&D spillovers support low-carbon transition? Firm-level evidence from Finnish energy-intensive manufacturing* (Kuosmanen ym., 2026) hyödyntää yhdistettyä rekisteriaineistoa teollisuusyritysten päästöistä, t&k-menoista ja taloudellisesta suorituskyvystä vuosilta 2000–2019. Tutkimuksessa käytetään semiparametrista konveksia regressiomenetelmää, joka mahdollistaa tuotannon, päästöjen ja innovaatiotoiminnan välisten yhteyksien tarkastelun ilman rajoittavia funktiomuotoa koskevia oletuksia ottaen huomioon yritysten välisen heterogeenisyyden.

Aihe on hyvin ajankohtainen, sillä vihreän siirtymän saavuttaminen edellyttää uuden teknologian kehittämistä ja käyttöönottoa laajalla rintamalla. Innovaatiot, kuten uudet tuotteet, prosessit ja toimintatavat, voivat liittyä päästöjen vähenemiseen esimerkiksi parantamalla energian ja raaka-aineiden tehokasta käyttöä, korvaamalla fossiilisia polttoaineita tai hyödyntämällä kiertotalouden ratkaisuja.

Analyysi keskittyy neljän energiaintensiivisen toimialan yrityksiin paperiteollisuudessa, kemianteollisuudessa, ei-metallisten mineraalituotteiden valmistuksessa sekä metallien jalostuksessa. Tutkimuksessa tarkasteltujen yritysten yhteenlasketut kasvuhuonekaasupäästöt olivat lähes 80 prosenttia energiaintensiivisen teollisuuden kokonaispäästöistä tarkastelujaksolla.

T&k-toiminnan heijastevaikutukset päästöihin merkittäviä

Yksittäisen yrityksen oma t&k-toiminta ei yksin ohjaa kasvihuonekaasupäästöjä, vaan myös muilta yrityksiltä välittyvillä t&k-heijastevaikutuksilla on suuri merkitys. Tutkimuksessa toimialan t&k-heijastevaikutuksia tarkastellaan muiden saman kaksinumerotason toimialan yritysten t&k-menojen perusteella. Tämä mittari kuvaa horisontaalista tiedon ja innovaatioiden diffuusiota yritysten välillä.

Tulosten mukaan muilta saman toimialan yrityksiltä saadut t&k-heijastevaikutukset ovat tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä yritystason päästöihin. Kun heijaste-

vaikutuksia verrataan yritysten omien t&k-panostusten aikaansaamiin päästövähennyksiin, havaitaan, että toimialan sisäiset t&k-heijastevaikutukset voivat olla monikertaisesti voimakkaammin yhteydessä päästötasoihin kuin yritysten oma t&k-toiminta.

Tulos korostaa yritysten välisten verkostojen, klustereiden ja tiedon leviämisen merkitystä päästöjen ja innovaatiotoiminnan yhteydessä. Yksittäisen yrityksen tekemän innovaatiotoiminnan vaikutukset eivät rajoitu vain kyseiseen yritykseen, vaan innovaatiotoiminnan aikaansaama osaaminen ja kokemus heijastuu laajemmin muihin saman toimialan yrityksiin.

Heijastevaikutus voi olla päästöjen kannalta positiivinen tai negatiivinen

Tulosten mukaan t&k-heijastevaikutus voi toimialan t&k-intensiteetistä riippuen olla positiivinen tai negatiivinen. Tämä tarkoittaa sitä, etteivät tuottavuuskasvun kannalta hyödylliset t&k-heijastevaikutukset välttämättä automaattisesti johda päästöjen vähenemiseen.

Kemianteollisuudessa toimialan sisäinen t&k-heijastevaikutus on yhteydessä alhaisempiin kasvihuonekaasupäästöihin. Kemianteollisuus on varsin t&k-intensiivinen toimiala, jonka yritysten t&k-menot olivat keskimäärin noin kolme prosenttia suhteessa liikevaihtoon.

Sen sijaan alhaisemman t&k-intensiteetin toimialoilla paperiteollisuudessa ja metalliteollisuudessa toimialan sisäinen t&k-heijastevaikutus on yhteydessä korkeampiin päästöihin. Näiden toimialojen yritysten t&k-menot olivat yleensä suuruusluokaltaan vain noin puolen prosentin tasolla suhteessa liikevaihtoon.

Yritysten oma t&k-toiminta yhteydessä alhaisempiin päästöihin

Yritysten omat t&k-panostukset ovat yhteydessä alhaisempiin kasvihuonekaasupäästöihin. Toisin sanoen t&k-toimintaan aktiivisesti investoivilla yrityksillä havaitaan keskimäärin matalampia päästötasoja kuin vähemmän t&k-toimintaa harjoittavilla verrokeilla. Tämä havainto on yhdenmukainen aiemman kansainvälisen empiirisen tutkimuksen kanssa, jossa t&k-toiminnan on havaittu olevan systemaattisesti yhteydessä yritysten päästöintensiteettiin ja päästökehitykseen eri maissa ja toimialoilla (ks. esim. Acemoglu ym., 2012; Aghion ym., 2016; Dechezleprêtre & Sato, 2017). Tulokset tukevat tätä havaintoa suomalaisessa energiaintensiivisessä teollisuudessa.

Tulos tukee osaltaan edellä esitettyä käsitystä, jonka mukaan yritysten oma aktiivinen t&k-toiminta on keskeisessä roolissa päästövähennysten aikaansaamisessa.

Toimialojen väliset t&k-heijastevaikutukset päästöihin myös erittäin merkittäviä

Aikaisempi tutkimus t&k-heijastevaikutuksista yritysten tuottavuuteen korostaa teknologisen läheisyyden merkitystä saman toimialan sisällä (esim. Jaffe, 1986). Kun tarkastellaan t&k-heijastevaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin, nousevat eri toimialojen väliset materiaalivirrat myös erittäin keskeiseen rooliin.

Tulosten mukaan toimialojen välinen t&k-heijastevaikutus on yhteydessä alhaisempiin kasvihuonekaasupäästöihin. Tämä tulos korostaa erityisesti kemianteollisuudessa tehtyjen mittavien t&k-panostusten merkitystä paperiteollisuudessa ja ei-metallisten mineraalituotteiden valmistuksessa saavutettujen päästövähennysten taustalla. Toimialojen välisiä materiaalivirtoja kuvaa se, että yhtäältä paperi- ja selluteollisuudessa tarvitaan kemianteollisuu-

den yritysten valmistamia kemikaaleja, toisaalta kemianteollisuudessa hyödynnetään kasvavassa määrin paperiteollisuuden puupohjaisia sivuvirtoja korvaamaan fossiilisia raaka-aineita muun muassa biokemikaalien, liimojen, hartsien ja jopa akkujen hiilimateriaalien valmistuksessa.

Johtopäätökset ja suositukset

Tulosten perusteella t&k-toiminnan aikaansaamilla heijastevaikutuksilla on keskeinen rooli teollisuuden kasvihuonekaasupäästöjen kehityksen kannalta. Politiikkatoimien tulisi kannustaa paitsi yritysten omaa t&k-toimintaa myös puhtaan teknologian innovaatioiden ja osaamisen laajempaa leviämistä. Alla esitetään kolme keskeistä suositusta.

1. Suunnataan t&k-tukia vähäpäästöiseen innovointiin. Tulosten mukaan t&k-heijastevaikutukset eivät itsessään automaattisesti tue ilmastotavoitteita. Tämä viittaa siihen, että kaikki teknologinen kehitys ei ole automaattisesti ympäristön kannalta suotuisaa, vaan innovaatiopolitiikassa on vaikutettava teknologisen kehityksen suuntaan. Julkiset innovaatiorahoitusinstrumentit, kuten Business Finlandin tuet, verokannustimet ja EU:n innovaatiotuet, voivat ohjata yritysten tutkimus- ja kehitystoimintaa kohti ratkaisuja, jotka tukevat päästövähennystavoitteita. Koska yritysten oma t&k-toiminta on vahvasti yhteydessä alhaisempiin päästötasoihin, tällaisten hankkeiden tunnistaminen ja tukeminen on perusteltua.

2. Edistetään puhtaan teknologian leviämistä yritysten välillä. Yritysten välisten t&k-heijastevaikutusten vahva yhteys päästöihin korostaa tiedon ja teknologian leviämisen merkitystä, erityisesti puhtaan teknologian osalta. Innovaatioiden ja osaamisen tehokkaampaa leviämistä saman toimialan sisällä voitaisiin edistää mm. t&k-tukiehtojen kautta esimerkiksi edellyttämällä julkista t&k-tukea saavilta hankkeilta nykyistä avoimempaa ja läpinäkyvämpää raportointia sekä mahdollistamalla julkisesti tuettujen t&k-hankkeiden tuottamien patenttien kohtuuhintainen lisensointi muille toimialan yrityksille.

Lisäksi julkinen valta voi tukea päästövähennyksiin tähtäävien t&k-hankkeiden tuottaman tiedon leviämistä luomalla alustoja yhteistyölle ja tiedonjaolle. Esimerkiksi teolliset klusterit, joissa yritykset, tutkimuslaitokset ja yliopistot kehittävät yhdessä vähähiilisiä ratkaisuja, voivat edistää parhaiden käytäntöjen omaksumista laajasti. Tulokset osoittavat, että toimialojen väliset t&k-heijastevaikutukset ovat materiaalivirtojen kautta erittäin merkittäviä, mikä puoltaa eri toimialojen yritysten välisen yhteistyön lisäämistä.

3. Ylläpidetään ennakoitavaa ilmastopolitiikkaa. Päästökauppajärjestelmä, hiiliverot ja muut sääntelykeinot välittävät yrityksille hintasignaaleja päästöistä. Politiikkatoimien pitkäjänteisyys tukee investointeja puhtaaseen teknologiaan ja vähäpäästöisiin tuotantoprosesseihin. On tärkeää varmistaa, etteivät esimerkiksi päästökaupan tuomat kustannuspaineet johda t&k-panostusten leikkaamiseen, vaan että yrityksillä on edellytykset rahoittaa puhtaan teknologian kehittämistä.

Suomen teollisuuden päästöjen vähentäminen edellyttää ympäristö- ja innovaatiopolitiikan yhteensovittamista. Tutkimuksen tulokset osoittavat, että muiden yritysten t&k-toiminnan heijastevaikutukset ovat vahvasti yhteydessä päästöihin, mutta vaikutus voi olla päästöjä vähentävä tai päästöjä kasvattava. Tämä korostaa sitä, ettei teollisuus- ja ilmastopolitiikkaa tulisi tarkastella erillisinä kokonaisuuksina, vaan niiden tavoitteiden ja ohjauskeinojen tulee olla keskenään johdonmukaisia. Saadut tulokset korostavat yritysten oman aktiivisen t&k-toiminnan sekä puhtaan teknologian innovaatioiden ja osaamisen laajemman leviämisen keskeistä merkitystä. Huolellisesti kohdennetuilla politiikkatoimilla voidaan tukea sekä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä että suomalaisen teollisuuden kilpailukykyä kestävällä talouskasvun uralla.

Kirjallisuus

Acemoglu, D., Aghion, P., Bursztyn, L. & Hemous, D. (2012). The environment and directed technical change. *American Economic Review* 102(1), 131–166.

Aghion, P., Dechezleprêtre, A., Hemous, D., Martin, R. & Van Reenen, J. (2016). Carbon taxes, path dependency, and directed technical change: Evidence from the auto industry. *Journal of Political Economy* 124(1), 1–51.

Dechezleprêtre, A. & Sato, M. (2017). The impacts of environmental regulations on competitiveness. *Review of Environmental Economics and Policy*.

Jaffe, A.B. (1986). Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents, profits, and market value. *American Economic Review*, 76(5), 984–1001.

Kuosmanen, N., Kuosmanen, T. & Maczulskij, T. (2025). Micro-level structural change decomposition of carbon productivity: Application to electricity generation in Finland. *Environmental Impact Assessment Review* 113, 107877.

Kuosmanen N., Kuosmanen, T. & Zhou, X. (2026). *Do R&D spillovers support low-carbon transition? Firm-level evidence from Finnish energy-intensive manufacturing*. Etla Working Papers N:o 136. https://pub.etla.fi/ETLA-Working-Papers-136.pdf

Kuosmanen, N. & Maczulskij, T. (2022a). The role of firm dynamics in the green transition: Carbon productivity decomposition in Finnish manufacturing. Etla Working Papers N:o 99. https://pub.etla.fi/ETLA-Working-Papers-99.pdf

Kuosmanen, N. & Maczulskij, T. (2022b). *Mikä selittää Suomen teollisuuden kasvihuonekaasupäästöjen vähenemisen*? Etla Muistio nro 117. https://pub.etla.fi/ETLA-Muistio-Brief-117.pdf

Elinkeinoelämän tutkimuslaitos

ETLA Economic Research

ISSN-L 2323-2463
ISSN 2323-2463

Kustantaja: Etlatieto Oy

Puh. 09-609 900
www.etla.fi
etunimi.sukunimi@etla.fi

Arkadiankatu 23 B
00100 Helsinki