

Metsäteollisuuden vähähiilisyystiekartan taloudelliset vaikutukset



Jussi Lintunen

Elinkeinoelämän tutkimuslaitos
jussi.lintunen@etla.fi

Jyrki Ali-Yrkkö

Elinkeinoelämän tutkimuslaitos
jyrki.ali-yrkko@etla.fi

Martti Kulvik

Elinkeinoelämän tutkimuslaitos
martti.kulvik@etla.fi

Suosittelava lähdeviittaus:

Lintunen, Jussi, Ali-Yrkkö, Jyrki & Kulvik, Martti (17.6.2020). ”Metsäteollisuuden vähähiilisyystiekartan taloudelliset vaikutukset”.

ETLA Raportti No 105.

<https://pub.etla.fi/ETLA-Raportit-Reports-105.pdf>

Tiivistelmä

Raportissa analysoidaan metsäteollisuutta koskevan vähähiilisyystiekartan toteutumisen taloudellisia vaikutuksia. Raportin laskelmien lähtökohtana on AFRY:n laatima tulevaisuusskenaario, jonka pohjalta on laskettu tämän skenaarion tuottamat arvonlisäys- ja työllisyysvaikutukset. Mikäli skenaario toteutuisi, muutos viime vuosikymmenien aikana tapahtuneeseen kehitykseen olisi merkittävä. Vuoteen 2017 verrattuna metsäteollisuuden kiinteähintainen arvonlisä Suomessa kasvaisi vuoteen 2035 mennessä 55–75 %:lla ja vuoteen 2050 mennessä 90–135 %:lla. Myös arvoketjujen kautta syntyvät välilliset vaikutukset kasvaisivat suurin piirtein yhtä paljon. Työn tuottavuuden kasvua haarukoivissa vaihtoehdossamme toimialojen työllisyys pysyisi likimain ennallaan.

Abstract

The Low-carbon Roadmap of the Finnish Forest Industries: An Economic Impact Assessment

In this paper, we analyse the economic impacts of the low-carbon roadmap made for the Finnish forest industries. The analysis is based on a future scenario provided by AFRY. Given the unit prices and production levels of six forest industry production categories, we assess the value added and employment effects to the Finnish economy. If the scenario is fulfilled, the change would be stark compared to the developments in the previous decades. The value added of forest industries would increase 55–75% from 2017 to 2035 and 90–135% from 2017 to 2050. The indirect effects through the value chains would be of similar magnitude. If the development of labour productivity would remain at recently observed levels, the increased forest industry production would maintain the current employment level.

FT **Jussi Lintunen** on Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen tutkija.

KTT **Jyrki Ali-Yrkkö** on Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen tutkimusjohtaja ja Etlatieto Oy:n toimitusjohtaja.

MD, MBA **Martti Kulvik** on Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen tutkija ja Etlatieto Oy:n tutkimuspäällikkö.

Ph.D. **Jussi Lintunen** is a Researcher at ETLA Economic Research.

Ph.D. **Jyrki Ali-Yrkkö** is a Research Director at ETLA Economic Research and CEO of Etlatieto Oy.

MD, MBA **Martti Kulvik** is a Researcher at ETLA Economic Research and a Chief Research Scientist at Etlatieto Oy.

Kiitokset: Kiitämme Metsäteollisuus ry:tä tämän hankkeen rahoittamisesta.

Tässä tutkimuksessa esitettyjen laskelmien lähtötietoina on käytetty AFRY:n ja Metsäteollisuus ry:n tekemiä skenaarioita vuosille 2035 ja 2050. Tässä raportissa ei ole arvioitu näiden skenaarioiden toteutumisen todennäköisyyttä, vaan niitä on käytetty sellaisenaan laskelmien pohjatietoina.

Acknowledgements: Financial support from Metsäteollisuus ry is gratefully acknowledged.

Avainsanat: Metsäteollisuus, Ilmastonmuutos, Vähähiilisyys, Vaikutus, Arvonlisäys, Työllisyys

Keywords: Forest industry, Climate change, Low carbon, Impact, Value added, Employment

JEL: L6, L73, Q01

Sisällys

1 Johdanto	4
2 Aineisto	4
3 Menetelmät	5
3.1 Toimialalajaajennus.....	5
3.2 Välittömät vaikutukset	5
3.3 Välilliset vaikutukset	8
4 Tulokset	8
4.1 Arvonlisäys.....	8
4.2 Työllisyys	10
5 Keskustelu ja johtopäätökset	11
Liitteet	13
Liite A. Arvonlisäystarkastelun tuoteryhmittely.....	13
Liite B. Massa- ja paperiteollisuuden arvonlisäys.....	13
Viitteet	15
Kirjallisuus	15

1 Johdanto

Antti Rinteen ja myöhemmin Sanna Marinin hallitusohjelmiin kuuluivat keskeisten toimialojen vähähiilisyystiekarttojen (ilmastotiekartta) tekeminen (Valtioneuvosto 2019, 37). Metsäteollisuuden tiekartan valmisteluun, arviointiin ja laskelmien toteuttamiseen osallistuivat VTT, AFRY, Luke ja Etlä. Tässä työssä esitetään Etlän tekemät, Etlälle annettuihin lähtötietoihin perustuvat, arviot metsäteollisuuden vähähiilisyystiekartan taloudellisista vaikutuksista välillisten ja välittömien arvonlisäys- ja työllisyysvaikutusten avulla. Työssä keskitytään toimialoihin puutuoteteollisuus ja massa- ja paperiteollisuus.¹ Tulokset esitetään näille toimialoille kokonaisuutena, jota työssä kutsutaan metsäteollisuudeksi. Välillisten vaikutusten myötä tarkastelu laajenee metsäteollisuuden kotimaisiin arvoketjuihin.

Työn lähtökohtana on AFRY:n laatima ja Metsäteollisuus ry:n Etlälle toimittama tulevaisuusskenaario, joka määrittelee avaintuoteryhmien yksikköhinnat, tuotannon arvon ja tuotannon tason. Lisäksi skenaario määrittelee tuotantoon liittyvän puuraaka-aineen tarpeen. Skenaario ei ole ennuste vaan yksi mahdollinen kehityskulku. Tässä työssä ei arvioida lähtökohtana olevan tulevaisuusskenaarion todennäköisyyttä, vaan työ arvioi, mitä vaikutuksia tällaisen skenaarion toteutumisella olisi metsäteollisuus-toimialojen tuottamaan välittömään arvonlisäykseen ja toimialojen välittömään työvoiman tarpeeseen. Työssä arvioidaan myös välillisiä arvonlisäys- ja työllisyysvaikutuksia, joita metsäteollisuustoimialojen välituotekäyttö synnyttää muilla toimialoilla.

Tarkastelun tulevaisuushorisontit ulottuvat vuosiin 2035 ja 2050. Viidentoista ja kolmenkymmenen vuoden etäisyydet ovat pitkiä taloudellisten vaikutusten arvioinnille. Tuoteryhmien koostumus, tuotantorakenteet ja uudet tuotteet altistavat arviot monille epävarmuuksille. Kaukaisten horisonttien vuoksi tulosten tulkinta on hyvä rajoittaa ensisijaisesti mahdollisuuksia luotaavaksi.

2 Aineisto

Metsäteollisuuden vähähiilisyystiekartan taloudellisten vaikutusten arvioinnin lähtökohtana on Metsäteollisuus ry:n toimittama tulevaisuusskenaario. Skenaarion on laatinut AFRY ja se on osa metsäteollisuuden vähähiilisyystiekarttatyötä. Skenaario määrittää kuuden tuoteryhmän tuotannon määrät, yksikköhinnat ja tuotantojen arvot vuosille 2035 ja 2050. Vertailuvuosi on 2017. Tuoteryhmittelyt ovat: 1. markkinamassat, 2. kotimaassa tuotetut painopaperit, 3. kotimaassa tuotetut kartongit, 4. pehmo- ja erikoispaperit, 5. mekaanisen metsäteollisuuden tuotteet (puutuotteet) ja 6. uudet tuotteet.²

Skenaariossa painopapereiden tuotanto ja yksikköhinta laskevat, mutta muissa tuoteryhmissä kehitys on positiivista. Erityisesti puutuotteiden ja markkinamassan tuotannon määrien ja yksikköhintojen oletetaan kasvavan merkittävästi tarkastelun ensimmäisellä jaksolla eli 2017–2035. Uusien tuotteiden ja kartonkien tuotannon oletetaan vastaavasti kasvavan voimakkaasti koko tarkastelujakson ajan (2017–2050). Skenaario arvioi tuotannon kasvun johtavan puuraaka-aineen käytön kasvuun, mutta se ei ota kantaa, missä määrin puun tarve tyydytetään kotimaisella raakapuulla, metsäteollisuuden sivuvirroilla tai tuontipuulla.³

Taloudellisissa arvonlisäystarkasteluissa hyödynnämme välituotekäytön kehityksen arvioinnissa mm. Pöyryn (2016) tekemää Suomen metsäteollisuusskenaariota vuosille 2015–2035. Pöyryn skenaariossa kuvataan metsäteollisuuden puun, sähkön ja prosessilämmön tarvetta eri massa-, paperi- ja puutuotelajeille. Lajittelu on merkittävästi tarkempi kuin vähähiilisyystiekartan skenaarion tuoteryhmittely, ja siksi arvonlisäyksen laskennassa voitiin käyttää liitteessä A esitettyä laajaa tuoteryhmittelyä. Välituotekäytön arvioita täsmennettiin vuoden 2017 Kansantalouden tilinpidon toimialatasokohtaisen välituotekäytön tiedoilla (Tilastokeskus, 2020a). Tarkemman tuoteryhmittelyn tuotantotasojen täsmennykseen käytimme Luonnonvarakeskuksen (2020a) metsäteollisuuden tuotantotilastoja.

Metsäteollisuuden työn tuottavuuskehityksen arvioinnissa käytimme Luonnonvarakeskuksen (2020a-c) metsäteollisuuden tuotantotilastoja sekä työvoimatilastoja. Epäsuorien arvonlisäys- ja työllisyysvaikutusten arvioinnissa

käytimme Panos-tuotos-tilaston (Tilastokeskus, 2020b) tuotoksen panoskertoimia, tuotoksen työpanoskertoimia ja Leontiefin käänteismatriisia vuodelle 2016.

3 Menetelmät

3.1 Toimialalajaajennus

Työn lähtökohtana oleva AFRY:n tulevaisuusskenaario määrittää tuotannon kuudelle tuoteryhmälle. Ne eivät kuitenkaan kata puutuoteteollisuus- ja massa- ja paperiteollisuustoimialojen kaikkea tuotantoa (TOL2008-toimialat 16 ja 17). Erityisesti epäsuorien vaikutusten osalta laskelmissa jouduttiin turvautumaan panos-tuotos-tilastoihin, jotka olivat käytettävissä toimialaluokituksen kaksinumerotasolla. Jotta toimialojen 16 ja 17 lukujen käyttö olisi mielekästä, tulevaisuusskenaarion luvut skaalattiin kattamaan toimialat 16 ja 17 kokonaisuudessaan. Skaalaus tehtiin vuoden 2017 toimialatilastojen perusteella ja työssä oletetaan, että sama skaalaus pätee myös tulevaisuusskenaarion tilanteessa.

Samalla tavalla työssä tarkastellut työllisyysluvut skaalattiin kattamaan kaksinumerotason toimialat kokonaisuudessaan. Tilastohistorian perusteella tuotoksen ja työllisyyden skaalauskerroimet ovat pysyneet melko vakaasti samalla tasolla, mikä tukee skaalausmenetelmän käyttämistä. Toimialatason lukujen käyttöä puoltaa myös niiden helpompi verrattavuus Tilastokeskuksen raporttien toimialatason lukujen kanssa.

3.2 Välittömät vaikutukset

3.2.1 Arvonlisäys

Toimialojen välitöntä arvonlisäystä arvioitiin vähentämällä niiden tuotoksesta välituotekäytön kustannukset. Koska tuotoksen taso määräytyy suoraan annetusta tulevaisuusskenaariosta, työ keskittyy välituotekäytön kustannusten arviointiin. Välituotekäytön laskennassa huomioitiin tuoteryhmittäinen tuotannon kehitys. Käytännössä tarkastelut tehtiin erikseen puutuotteille, uusille tuotteille, sekä massa- ja paperiteollisuudelle, jonka tarkastelu koostui markkinamassasta, painopapereista, kartongeista sekä pehmo- ja erikoispapereista.

Puutuoteteollisuutta ja massa- ja paperiteollisuutta tarkasteltiin yhtenäisin periaattein. Tässä esitämme puutuoteteollisuuden tapauksen. Hieman monimutkaiseman massa- ja paperiteollisuuden tapauksen käsittelyn jätämme liitteeseen B.

Toimialojen suora arvonlisä laskettiin bottom-up-tyyppisellä mallinnuksella, jossa arvioitiin sekä massa- ja paperiteollisuudessa että mekaanisessa metsäteollisuudessa tapahtuvaa teknistä kehitystä (Pöyry, 2016). Koska tulevien panoshintojen kehitys on epävarmaa, laskettiin arvonlisä erilaisia oletuksia käyttäen. Uusien tuotteiden osalta ei ollut käytettävissä täsmällistä teknologiakuvausta, joten sen tarkastelu tehtiin herkkyyssanalyysinä, vaihdellen uusien tuotteiden arvonlisän osuutta tuotoksen kokonaisarvosta.

AFRY:n tulevaisuusskenaario määrittää puutuotteiden yksikköhinnan P_t ja tuotannon määrän Y_t vuosille $t \in \{2017, 2035, 2050\}$. Annettuna välituotekäytön kustannukset C_t , on puutuoteteollisuuden arvonlisäys V_t laskettavissa suoraan:

$$(1) \quad V_t = P_t Y_t - C_t.$$

AFRY:n tulevaisuusskenaarion, viimeaikaisen kehityksen ja Pöyryn (2016) skenaarion pohjalta arvioimme, miten puutuotteiden eri jakeiden tuotanto kehittyy vuosien 2017–2035 ja 2035–2050 välillä. Tarkastellut puutuotejakeet ovat sahatavara, havuvaneri, lehtipuuvaneri ja viilupuu eli LVL (liite A). Näiden neljän jakeen (alaindeksi i) tuotannot Y_{it} muodostavat koko puutuotteiden tuotantovolyymin

$$(2) \quad Y_t = \sum_i Y_{it}.$$

Välituotekäyttö määritellään kullekin jakeelle erikseen. Osalle tuotantopanoksista välituotekäyttö voidaan määritellä täsmällisesti (puu, sähkö, prosessilämpö ja polttoaineet). Näiden panosten käyttö määräytyy mallista, ja niitä kutsutaan jatkossa endogeenisiksi.

Muut tuotantopanokset riippuvat lopputuotteesta; niitä kutsutaan eksogeenisiksi. Näitä panoksia ei kyetä määrittelemään täsmällisesti, ja tarkastelussa ne aggregoidaan yhdeksi välituotekustannuskomponentiksi, C_t^{exo} .

Välituotekäyttökustannukset jakautuvat endogeenisiin (C_t^{endo}) ja eksogeenisiin siten, että kokonaiskustannukset ovat näiden kahden termin summa

$$(3) \quad C_t = C_t^{endo} + C_t^{exo}.$$

Endogeeniset välituotekustannukset saadaan laskettua mallinnetun välituotekäytön perusteella. Välituotekäytön X_{ijt} määrää Leontief-teknologia. Siten

$$(4) \quad X_{ijt} = \beta_{ijt} Y_{jt},$$

jossa ajasta riippuvat kertoimet β_{ijt} määrittävät välituotekäytön i tuotettua lopputuoteyksikköä j kohden. Käyttäen arvioita välituotteiden i hintakehitykselle p_{it} saadaan endogeeniset välituotekustannukset laskettua summana yli välituotteiden i ja lopputuotteiden j ,

$$(5) \quad C_t^{endo} = \sum_{i,j} p_{it} X_{ijt}.$$

Eksogeeniset välituotekäyttökustannukset määritellään endogeenisten kustannusten eräänlaisena jäännösterminä. Kansantalouden tilinpidosta (Tilastokeskus, 2020a) voidaan laskea välituotekustannusten osuus c_0 puutuotetoimialan tuotoksesta vuonna 2017. Vuoden 2017 välituotekustannukset $C_0 = c_0 P_0 Y_0$, jolloin vuoden 2017 eksogeeniset välituotekustannukset voidaan laskea suoraan

$$(6) \quad C_0^{exo} = c_0 P_0 Y_0 - C_0^{endo}.$$

Vuosille 2035 ja 2050 eksogeeniset välituotekustannukset C_t^{exo} laskettiin käyttäen perusvuoden 2017 eksogeenista yksikkökustannusta C_0^{exo}/Y_0 , tarkasteluvuoden tuotantotasoa Y_t ja aikakehityskerrointa γ_t :

$$(7) \quad C_t^{exo} = \gamma_t \frac{C_0^{exo}}{Y_0} Y_t.$$

Aikakehityskerroin vuodelle 2017 on yksi, eli $\gamma_0 = 1$. Kerroimelle ei sen sijaan ole käytettävissä ennusteita vuosille 2035 ja 2050, joten niiden suhteen tarkastelussa turvaututaan herkkyyksianalyysiin.

Yhdistäen yllä esitetyt relaatiot voidaan toimialan arvonlisäys esittää muodossa

$$(8) \quad V_t = P_t Y_t - \sum_{i,j} p_{it} \beta_{ijt} Y_{jt} - \gamma_t \frac{C_0^{exo}}{Y_0} Y_t.$$

Vastaavanlaisella rakenteella, jossa määritellään endogeeniset ja eksogeeniset välituotekustannukset, laskeaan myös massa- ja paperiteollisuuden arvonlisäys. Tapaus on kuitenkin massan samanaikaisen lopputuote- ja välituoteroolin vuoksi monimutkaisempi. Menetelmän yksityiskohdat on esitetty liitteessä B.

Uusien tuotteiden osalta ei ollut käytettävissä tarkkaa tuotemäärittelyä, eikä tuotantoteknologioita siten voitu täsmällisesti mallintaa. Uusien tuotteiden osalta tarkastelu jouduttiin tekemään karkeana herkkyystarkasteluna. Tarkastelun lähtökohdaksi on parametri ω , joka kuvaa arvonlisäyksen osuutta tuotoksesta. Uusien tuotteiden osalta arvonlisäys laskettiin kaavalla

$$(9) \quad V_t = \omega_t P_t Y_t.$$

Annetulla tulevaisuusskenaarion määrittämällä tuotoksen tasolla $P_t Y_t$ korkea ω_t :n arvo viittaa keskimäärin korkean arvonlisän uusiin tuotteisiin ja vastaavasti matala ω_t :n arvo matalamman arvonlisän tuotteisiin.

3.2.2 Työllisyys

Työllisyysvaikutusten arvioinnissa työn tuottavuuskehityksellä on keskeinen rooli. Tuottavuuskehityksen arviointi 15 ja 30 vuoden päähän on kuitenkin sekä yleisellä tasolla että metsäteollisuuden osalta hyvin epävarmaa. Tässä tarkastelussa otimme lähtökohdaksi viimeisen kahden vuosikymmenen aikana tapahtuneen tuottavuuskehityksen. Arvioimme puutuoteteollisuuden ja massa- ja paperiteollisuuden työllisyysvaikutukset erikseen, mutta käyttäen samoja menetelmiä.

Tilastollinen tarkastelu pohjautui toimialaa kuvaavaan Cobb-Douglas-tuotantofunktioon

$$(10) \quad Y_t = A_t K_t^\alpha X_t^\beta L_t^{1-\alpha-\beta},$$

jossa tuotantotasoa määrättyy pääoman K_t , välituotteiden X_t ja työvoiman L_t perusteella. Työn tuottavuuden keskeinen mittari on tuotoksen määrä työntekijää kohden, mikä voidaan ilmaista tuotantofunktiolla

$$(11) \quad \frac{Y_t}{L_t} = A_t \left(\frac{K_t}{L_t} \right)^\alpha \left(\frac{X_t}{L_t} \right)^\beta.$$

Tulevaisuuden työllisyysarvioissa käytimme oletusta, että kokonaistuottavuuden A_t ja panossuhteiden K_t/L_t ja X_t/L_t kehitys jatkuu tulevaisuudessa viimeaikaisten kehi-

tyskulkujen mukaisesti. Tämän perusteella regressiomalliksi valittiin lineaarinen malli,⁴ jossa työn tuottavuutta selitetään kalenteriajalla

$$(12) \quad \frac{Y_t}{L_t} = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t,$$

missä virhetermit ε_t ovat identtisesti ja riippumattomasti jakautuneita ja niiden odotusarvo $E\varepsilon_t = 0$. Mallirakenteen perusteella tuottavuus kasvaa ajassa, jos sovitettu kulma-kerroin on positiivinen ($\beta_1 > 0$). Tuottavuuden suhteellisen kasvunopeuden estimaatiksi saadaan $\beta_1/(\beta_0 + \beta_1 t)$, eli, tuottavuuskasvun ollessa positiivista, tuottavuuden suhteellinen kasvunopeus hidastuu yli ajan.

Estimoitua regressioyhtälöä käyttäen voitiin tuotannon-tasojä Y_t käyttämällä laskea ennusteet vuosien 2035 ja 2050 työllisten määrille tarkastelluilla toimialoilla:

$$(13) \quad L_t = \frac{Y_t}{\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 t}.$$

Regressioanalyysissä tuotannon tasot, Y_t , poimittiin metsäteollisuuden tuotantotilastosta (Luonnonvarakeskus, 2020b) ja työvoiman määrä metsäteollisuuden työvoimatilastosta (Luonnonvarakeskus, 2020c).⁵ Työvoiman määrä metsäteollisuudessa on laskenut voimakkaasti 2000-luvulla (kuvio 3). Erityisesti vuosina 2006–2012 muutos on ollut nopeaa.

Koska arvioimme tuottavuuskehitystä pitkälle tulevaan, täydensimme regressiota herkkyysanalyysin: kummal-

lekin toimialalle estimoitiin tuottavuusmallit käyttäen aineistoa vuosilta 2001–2018 sekä 2010–2018. Kahden jakson käyttäminen antaa käsityksen siitä, millaisia erilaisia tulevaisuuskulkuja voidaan odottaa. Kaksi tarkastelua antaa myös viitteen arvioiden luotettavuudesta. Estimointitulokset on esitetty taulukossa 1.

Molemmille toimialoille ja tarkastelujaksoille estimaatit saivat nollaa suuremmat arvot ($\hat{\beta}_1 > 0$), joten työn tuottavuus on kauttaaltaan kasvanut. Käytettäessä koko aineistoa 2001–2018 saatiin puutuoteteollisuudelle vajaan kahden prosentin vuotuinen tuottavuuskasvuennuste ($\hat{\beta}_1 > 0,020$) ja massa- ja paperiteollisuudelle yli kolmen prosentin vuotuinen tuottavuuskasvu ($\hat{\beta}_1 > 0,032$). Käytettäessä vain viimeisimmän vuosikymmenen aineistoa (2010–2018) saatiin päinvastainen tulos: puutuoteteollisuuden tuottavuus kasvaisi vuosittain jopa yli 3,5 prosenttia ($\hat{\beta}_1 > 0,042$), kun taas massa- ja paperiteollisuuden tuottavuuskasvu jäisi vajaan prosentin vuositasolle ($\hat{\beta}_1 > 0,007$). Jälkimmäisen osalta tulos ei ole tilastollisesti nollassa poikkeava.

Valitut aineistojaksot tuottivat, toivotulla tavalla, varsin erilaiset kuvaukset työn tuottavuuden kehityksistä. Hyödynnämme kehityskulkujen erilaisuutta työllisyystulosten herkkyyden arvioinnissa: Aineistojaksot antavat jo suoraan kaksi erilaista arviota, mutta yhdistämällä eri aineistoista hitaat ja nopeat tuottavuuskasvu-estimaatit voidaan tuloksista tuottaa vielä suurempi työllisyysarvion vaihteluväli metsäteollisuustoimialojen yhdistelmälle.

Työllisyysvaikutusten laskennassa AFRY:n tulevaisuuskkenaarion uudet tuotteet -tuoteryhmän työllisyysvaikutuksia ei voitu tässä työssä arvioida, koska uusia tuotteita ei ollut määritelty täsmällisesti. Tällöin myöskään uusien tuotteiden tuotantoteknologioita ei voitu tunnistaa, mikä teki työvoiman tarpeen yksityiskohtaisen arvioinnin mahdottomaksi. Ongelman ohittamiseksi teimme oletaman, että uudet tuotteet -tuoteryhmän työllisyysvaikutus ja -kehitys ovat lähempänä massa- ja paperiteollisuutta kuin puutuoteteollisuutta. Oletus perustuu siihen, että uusissa tuotteissa ovat mukana biopolttoaineet, muut kemikaalit ja mahdollisesti vaatekuidut, joiden tuotantoprosessien arviointiin olevan lähempänä massateollisuutta kuin sahateollisuutta. Tästä syystä uusien tuotteiden työllisyysvaikutukset sulautettiin massa- ja paperiteollisuuden yhteyteen.

Taulukko 1 Työn tuottavuuden estimointitulokset

Aineisto	Puutuoteollisuus		Massa- ja paperiteollisuus	
	β_0	β_1	β_0	β_1
2001–2018	1,05 (0,05)	0,020 (0,006)	0,94 (0,03)	0,032 (0,003)
2010–2018	1,13 (0,06)	0,042 (0,015)	0,89 (0,03)	0,007 (0,009)

Huom. Malli sovitettiin kahdelle aineistojaksolle 2001–2018 ja 2010–2018. Regressiossa perusvuosi ($t = 0$) on vuosi 2017. Suluissa on esitetty keskivirheet.

Lähde: Kirjoittajien laskelmat.

3.3 Välilliset vaikutukset

3.3.1 Muiden toimialojen tuotos

Välillisillä vaikutuksilla tarkoitetaan arvonlisäys- ja työllisyysvaikutuksia, jotka syntyvät välituotteiden kautta muilla aloilla kuin puutuoteteollisuudessa ja massa- ja paperiteollisuudessa. Tarkastelu huomioi automaattisesti myös näiden muiden toimialojen välituotekäytön kulmien arvoketjut rajatta loppuun asti. Tällöin ensimmäisen portaan toimittajien lisäksi havaitaan myös kaikki muut moniportaisten arvoketjujen toimijat.

Muiden kuin tarkasteltujen puutuote- ja massa- ja paperitoimialojen osalta tarkastelussa hyödynnetään panos-tuotos-taulukua ja ns. Leontiefin kääntematriisia. Lähtökohtana on panos-tuotos-malli, jossa toimialojen tuotantotasot esitetään vektorina x . Tämä tuotos käytetään kansantaloudessa loppukäyttöön y tai eri toimialoilla välituotteena. Välituotekäyttöä esitetään tulona Ax , jossa matriisi A on toimialojen välinen panoskäyttömatriisi. Tuotannon ja kulutuksen tasapainossa

$$(14) \quad x = y + Ax.$$

Merkitsemällä tuotantovektori tulona yksikkömatriisin kanssa, $x = Ix$, voidaan tuotantotasovektori x ratkaista, kun loppukysyntävektori y tunnetaan:

$$(15) \quad x = (I - A)^{-1}y.$$

Loppukysyntävektoria kertovaa uutta matriisia $(I - A)^{-1}$ kutsutaan Leontiefin kääntematriisiksi.

Tarkastelussa etsitään sellaiset puutuote- ja massa- ja paperitoimialojen lopputuotekysynät, joissa toimialojen tuotantotasot vastaavat AFRY:n tulevaisuuskenaa- rion määrittämiä tasoja. Tarkastelussa ei määritetä muille toimialoille lopputuotekysyntää, vaan näillä toimialoilla kaikki kysyntä syntyy tarkastelun kohteena olevien metsäteollisuustoimialojen välituotekysynnästä ja tätä välituotetuotantoa palvelevasta tuotannosta.

Mallin tasapainottavat puutuote- ja massa- ja paperitoimialojen lopputuotekysynät määriteltiin vuosille 2017, 2035 ja 2050. Näin ratkaistua tasapainotuotosvektoria x_t käytettiin muiden toimialojen osalta epäsuorien vaikutusten arvioinnissa.

3.3.2 Arvonlisäys

Arvonlisäys laskettiin kertomalla edellisessä osiossa määritelty toimialoittainen tuotosvektori x_t alkioittain toimialoittaisella tuotoksen arvonlisäosuudella v_t . Välillinen arvonlisäys on näiden toimialakohtaisten tulojen summa

$$(16) \quad V_t = \sum_i v_i x_{it}.$$

Arvonlisäosuudet poimittiin vuoden 2016 tuotoksen panoskertoimista. Arvonlisäosuuksien v_t oletetaan pysyvän samoina myös tulevaisuudessa $t \in \{2035, 2050\}$. Koska panostuotosrakenne (matriisi A) ja arvonlisäysosuudet v_t muuttunevat vuosiin 2035 ja 2050 mennessä, lasketaan tuloksissa välillisille arvonlisäysarvioille 5 %:n vaihteluväli vuodelle 2035 ja 10 %:n vaihteluväli vuodelle 2050.⁶

3.3.3 Työllisyys

Epäsuorien työllisyysvaikutusten laskennassa toimialoittainen tuotosvektori x_t kerrottiin alkioittain toimialoittaisella yksikkötyöpanosvektorilla l . Tulevaisuuden työvoiman tarpeen kehittyminen riippuu työn tuottavuuskehityksestä. Tässä työssä työn tuottavuuskehitystä muilla toimialoilla kuvataan kertoimella λ_t . Kertoimen pieni arvo tarkoittaa suurta tuottavuutta. Välillinen työllisyysvaikutus saadaan summana yli toimialojen

$$(17) \quad L_t = \lambda_t \sum_i l_i x_{it}.$$

Tuottavuusparametrin λ_t toimialoittaista analyysiä, esimerkiksi luvun 3.2.2 tapaan, ei nähty mielekkääksi, kun huomioitiin välillisiin vaikutuksiin liittyvä panostuotosrakenteen ajallisen kehityksen epävarmuus. Sen sijaan tarkastelimme tuottavuusparametrin λ_t arvoa herkkyyksanalyysien, joiden voidaan katsoa kattavan tuottavuuskehityksen lisäksi myös epävarmuuden panostuotosrakenteessa (matriisi A) vuosina 2035 ja 2050.

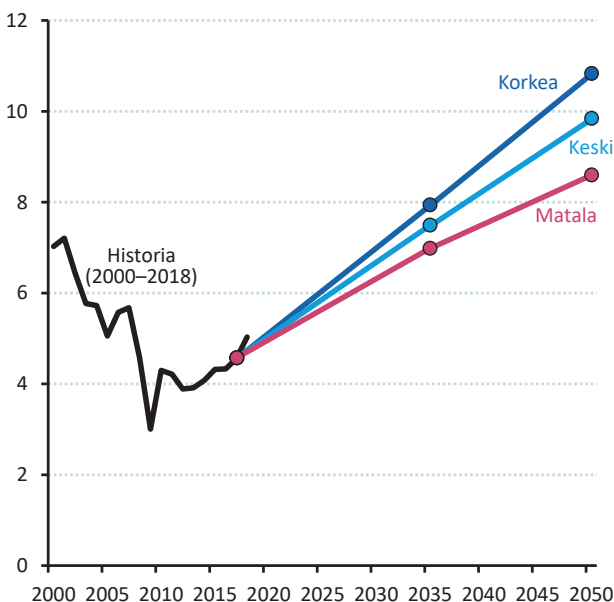
4 Tulokset

4.1 Arvonlisäys

Arvioimme puutuote- sekä massa- ja paperiteollisuustoimialojen välittömät arvonlisäysvaikutukset (kuvio 1) vähentämällä välituotekustannukset toimialojen tuotoksesta. Arviossa huomioitiin teknisen kehityksen vaikutukset ja välituotehintojen kehitys. Lähtökohtana oli, että väli-

tuotteiden yksikköhinnat kasvavat vuosiin 2035 ja 2050 mennessä. Annetussa tulevaisuusskenaariossa puun tarve kasvaa merkittävästi, mutta samalla ilmastopoliittisena toimena metsien hakkuita saatetaan vähentää hiilinielun voimistamiseksi. Tällöin kysynnän lisääntyessä ja tarjontaa mahdollisesti rajoitettaessa puun hintaan syntyy nousupaineita kahdella mekanismilla. Lisäksi vähähiilisyystiekartan kuvaamassa maailmassa korvataan useammalla teollisuustoimialalla (fossiilisten) polttoaineiden käyttöä tuotantoprosesseja sähköistämällä. Sähkönkulutuksen kasvu voi olla voimakasta, mikä johtaa sähköenergian ja siten välituotteiden hintapaineisiin sekä energian suorien kustannusten että vaihtoehtokustannuslaskennan kautta. Ennakoimme myös, että fossiilisista polttoaineista luopuminen johtaa arvokkaampien polttoainejakeiden käyttöön, tai polttoainekäyttö korvataan kalliimmilla tuotantomuodoilla.

Kuvio 1 Puutuoteteollisuus- ja massa- ja paperiteollisuustoimialojen välittömät arvonlisäysvaikutukset: historiallinen kehitys (2000–2018) ja skenaariotulokset vuosille 2035 ja 2050, bruttoarvonlisäys, mrd. euroa



Huom. Välituotteiden hintakehitys määrittää arvonlisäyksen kehityspolun. Historia-aineisto on esitetty käypiin hintoihin, skenaariotulokset vuoden 2017 euroina.

Lähde: Kansantalouden tilinpito (Tilastokeskus, 2020a) sekä kirjoittajien laskelmat.

Myös ei-mallinnettujen välituotteiden kustannukset voivat nousta. Arvonlisäysarviossa välituotteiden kustannushaarukkaa onkin hyödynnetty herkkyysanalyysissä. Bruttoarvonlisäys on korkea, kun välituotekustannusten kasvu on vähäistä. Vastaavasti matala arvonlisäys kytkeytyy korkeaan välituotekustannuskehitykseen.

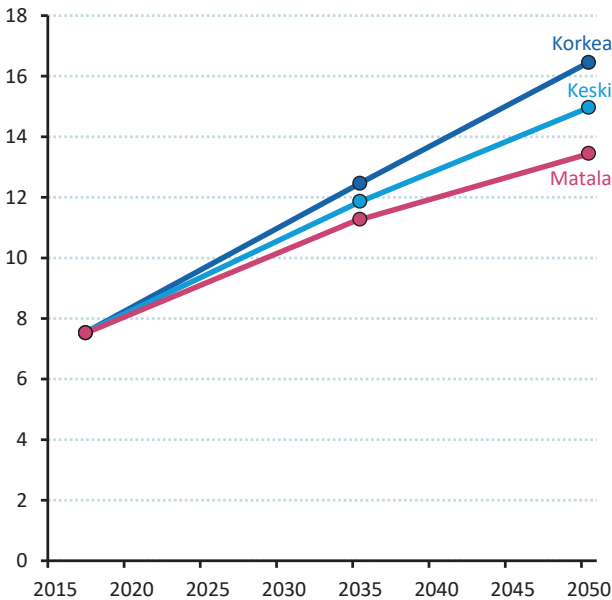
Tässä työssä kustannuskehitys vastaa parametrin γ aikakehitystä (yhtälöt (7) ja (8)). Kuvion 1 tarkastelussa ei-mallinnettujen välituotteiden kustannukset (γ_t) kasvavat 0 %, 0,25 % tai 0,5 % vuodessa.⁷ Uusien tuotteiden osalta tuotoksen arvonlisäosuus ω , pysyy matalassa skenaariossa 20 %:ssa, nousee keskimääräisessä 22 %:sta 24 %:iin ja korkeassa 24 %:sta 26 %:iin.

Toimialojen kehitys metsäteollisuuden vähähiilisyystiekartan tulevaisuusskenaariossa osoittautui varsin positiiviseksi. Vaikka tarkastelussa huomioitiin välituotekustannusten nousupaineet, arvonlisäys kasvaa koko tarkastelujaksolla jatkaen viiden viimeisen vuoden mallista kasvutrendiä. Vuoteen 2017 verrattuna metsäteollisuuden arvonlisä Suomessa kasvaisi vuoteen 2035 mennessä 55–75 %:lla ja vuoteen 2050 mennessä 90–135 %:lla. Korkean arvonlisäkehityksen tapauksessa metsäteollisuustoimialojen yhteinen tuotosten arvonlisäosuus nousisi 22 %:sta 25:een vuonna 2035 ja 27:ään vuonna 2050. Matalan arvonlisäkehityksen tapauksessa arvonlisäosuus pysyisi suunnilleen ennallaan n. 22 %:ssa.

Toimialojen positiivinen tuotoskehitys näkyy myös positiivisena välillisenä arvonlisäyksen kehityksenä (kuvio 2). Kuvion arvio perustuu tuotoksen kehitykseen tarkastelluilla toimialoilla ja vuoden 2016 Leontiefin kääntematriisiin ja arvonlisäosuuksiin (luku 3.3.2). Koska tulevaisuusarvio perustuu historialliseen aineistoon, eivät vuosien 2035 ja 2050 piste-estimaatit ole tarkkoja. Tätä korostamaan on arvioon herkkyysanalyysin omaisesti oletettu 5 %:n vaihteluväli vuodelle 2035 ja 10 %:n vuodelle 2050 (ks. alaviite 6). Annettuun skenaarioon pohjautuvan mallimme herkkyysanalyysissä myös heikoin vaihtoehto tuotti huomattavan positiivisen lopputuloksen.

Merkittävimmät välilliset arvonlisäykset havaittiin puutuote- sekä massa- ja paperiteollisuustoimialojen arvoketjujen tärkeimmillä toimialoilla. Näistä luonnollisesti merkittävin on metsätalous ja puunkorjuu, jonka arvonlisäysvaikutus on noin neljä kertaa suurempi kuin suuruusjärjestyksessä seuraavilla toimialoilla. Muita

Kuvio 2 Puutuoteteollisuus- ja massa- ja paperiteollisuustoimialojen välilliset arvonlisäysvaikutukset, bruttoarvonlisäys, mrd. euroa



Huom. Toimialarakenteen ja arvonlisäosuuskehityksen epävarmuutta kuvaamaan tuloksiin on lisätty vaihteluväli. Arvonlisäys vuoden 2017 euroina. Yksityiskohdat tekstissä.

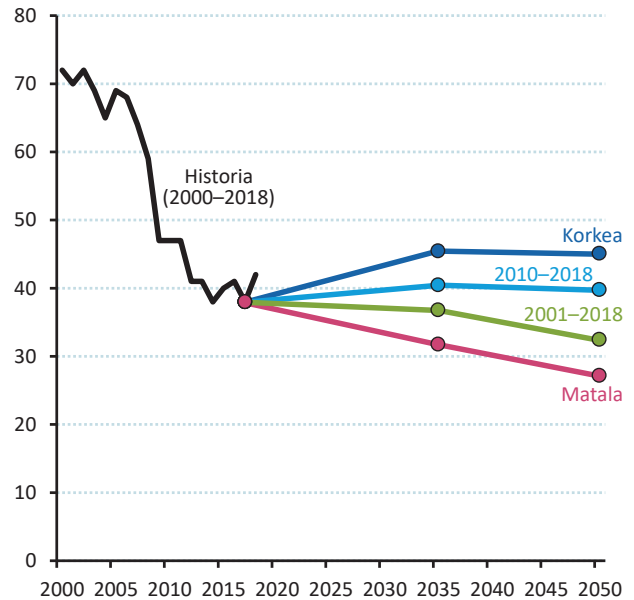
Lähde: Kirjoittajien laskelmat.

merkittäviä toimialoja arvonlisäyksellä mitattuna ovat tukkukauppa, varastointi ja liikennettä palveleva toiminta, maaliikenne ja putkijohtokuljetus sekä sähkö-, kaasuja lämpöhuolto. Vuoteen 2017 verrattuna puutuotteiden merkittävä tuotannon kasvu johtaisi metsätalouden ja puunkorjuun roolin hienoiseen kasvuun erityisesti vuonna 2035. Välillisissä arvonlisäysvaikutuksissa korostuvat luonnollisesti toimialat, jotka tuottavat paljon arvonlisää tuotosta kohden – esimerkkinä metsätalous.

4.2 Työllisyys

Työllisyyskehitys puutuote- sekä massa- ja paperiteollisuustoimialoilla laski voimakkaasti vuosien 2005 ja 2012 välillä, mutta on sen jälkeen pysynyt vakaana (kuvio 3). Työn tuottavuuskehitys on näillä aloilla ollut melko voimakasta, sillä arvonlisäys ei ole laskenut samassa määrin kuin työllisyys, ja viime vuosina arvonlisäys on ollut jopa noususuunnassa. Tässä työssä arvioimme positiivisen tuottavuuskehityksen jatkuvan kohtuullisessa määrin

Kuvio 3 Työllisten lukumäärä puutuote- teollisuus- ja massa- ja paperiteollisuustoimialoilla, 100 000 henkilöä



Huom. Työllisten määrä riippuu työn tuottavuuskehityksestä. Korkea työllisyys vastaa matalaa tuottavuuskehitystä ja matala korkea. Yksityiskohdat tekstissä.

Lähde: Luonnonvarakeskus (2020c) sekä kirjoittajien laskelmat.

(taulukko 1). Kun huomioidaan annetun tulevaisuusskenaarion voimakas tuotannonkasvu, arvioimamme työllisyyskehitys näyttää melko maltillisena (kuvio 3): skenaarionmukaisessa tuotoksen kasvussa työvoiman tarve pysyy lähellä nykytasoaan. Vaikka työn tuottavuus kasvaa, tuotannonlisäykset esimerkiksi mahdollisten uusien laitosinvestointien vuoksi pitävät kuitenkin työllisyyden ennallaan.⁸

Työn tuottavuuskehityksen arvioiminen on kuitenkin epävarmaa, joten työllisyysvaikutuksia arvioitiin neljällä eri vaihtoehdolla. Kaksi tapausta perustui suoraan käytettyihin aineistoihin 2001–2018 ja 2010–2018. Näistä kahdesta aineistosta vuosiin 2001–2018 perustuvassa toimialojen yhteenlaskettu työn tuottavuus kehittyi suotuisemmin, ja siten mallintamamme tulevaisuuden työllisyys jäi alhaisemmaksi. Massa- ja paperitoimialalle estimoituin vuosien 2001–2018 aineiston perusteella nopeampi työn tuottavuuskehitys kuin 2010–2018 aineistoon perustuen (taulukko 1). Puutuotetoimialalle sen sijaan vuosien 2010–2018 aineisto tuotti nopeamman

tuottavuuskasvun. Nopeat ja hitaat tuottavuuskasvues-timaatit yhdistämällä pystyttiin laskemaan nopean ja hitaan tuottavuuskehityksen tapaukset, joita vastaavat kuviossa 3 Matala ja Korkea työllisyysarvio. Edes kaikkein hitaimmassa työn tuottavuusurassa työllisyys ei kasva merkittävästi. Toisaalta myös kaikkein nopeimman tuottavuuskehityksen tapauksessa työllisyys laskee vain suhteellisen vähän.

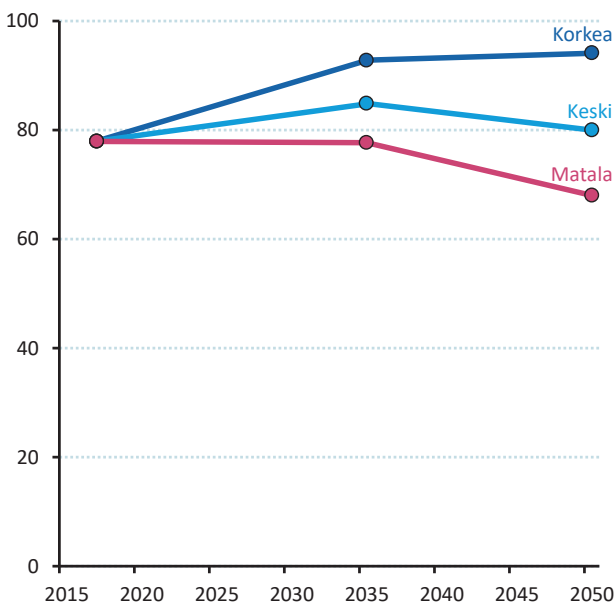
Välittömien työllisyysvaikutusten kanssa samansuuntainen kehitys havaittiin myös välillisten työllisyysvaikutusten arvioissa (kuvio 4). Vaikka välituotepanosten käyttö kasvaa skenaariossa huomattavasti, työn tuottavuuskehitys hillitsee työvoiman tarpeen kehitystä. Tarkastelimme työvoiman tuottavuuden kehittymistä muilla toimialoilla herkkyyksianalyysin kautta. Analyysissä oletimme, että vuotuinen työn tuottavuus kasvaa muilla toimialoilla 1 %, 1,5 % tai 2 % vuodessa (parametri λ , yhtälössä (17)).⁹ Nämä kasvunopeudet vastaavat kuviossa 4 esitettyjä korkeaa, keskimmäistä ja matalaa välillistä työllisyyskehitystä. Työllisyyskehitykset vastaavat karkeasti puutu-

te- sekä massa- ja paperiteollisuustoimialoille arvioituja kehityskulkuja. Mikäli muut toimialat eivät tavoita näin voimakasta tuottavuuskehitystä, välillinen työllisyys voi kasvaa voimakkaammin. Vastaavasti vielä korkeampi työn tuottavuuden kehitys johtaa alhaisempiin työllistymisiin.

Samoin kuin arvonlisäysvaikutusten tapauksessa, myös työllisyysvaikutukset kohdistuvat arvoketjun tärkeimpiin toimialoihin. Jälleen merkittävin vaikutus on metsätalous- ja puunkorjuutoimialalla. Ero seuraaviin ei kuitenkaan ole niin suuri suhteessa muihin kuin arvonlisäyksen tapauksessa. Kolme seuraavaksi merkittävintä työllisyysvaikutusta kohdistuvat maaliikenne- ja putkijohtokuljetuksiin, varastointia ja liikennettä palvelemaan toimintaan sekä tukkukauppaan. Myös työllisyysvaikutuksissa havaitaan skenaarion mukaisesta puutuotteiden tuotannon kasvusta johtuva metsätalouden merkityksen kasvu. Työllisyysvaikutuksissa korostuvat luonnollisesti työvoimaintensiiviset toimialat.

5 Keskustelu ja johtopäätökset

Kuvio 4 Puutuoteteollisuus- ja massa- ja paperiteollisuustoimialojen välilliset työllisyysvaikutukset, 100 000 henkilöä



Huom. Työllisyysvaikutus riippuu työn tuottavuuskehityksestä muilla toimialoilla. Korkea työllisyys vastaa matalaa tuottavuuskehitystä ja matala korkeaa. Yksityiskohdat tekstissä.

Lähde: Kirjoittajien laskelmat.

Tässä työssä arvioitiin metsäteollisuuden vähähiilisyystiekartan taloudellisia vaikutuksia metsäteollisuustoimialojen arvonlisäyksen ja työllisyysvaikutusten avulla. Tarkastelun lähtökohtana oli AFRY:n laatima tulevaisuusskenaario vuosille 2035 ja 2050. Tarkastelun perusvuosi oli 2017.

Tulevaisuusskenaariossa määriteltiin tuotannon ja yksikköhintojen kehitys kuudelle tuoteryhmälle: markkinamassa, painopaperit, kartongit, pehmo- ja erikoispaperit, (mekaanisen metsäteollisuuden) puutuotteet ja uudet tuotteet. Skenaariossa muiden tuoteryhmien kuin painopapereiden tuotantomäärät ja yksikköhinnat kasvavat. Suhteellinen tuotantomäärien kasvu on voimakkainta uusissa tuotteissa ja kartongeissa. Puutuotteissa ja markkinamassassa kasvu on voimakasta välillä 2017–2035. Tuotannonkasvua vastaavasti puuraaka-aineen käyttö nousee merkittävästi vuoteen 2050 mennessä. Skenaario kuvastaa puuraaka-aineen kokonaiskäyttöä, eli se pitää sisällään sekä kotimaisen puun hakkuun, sahojen sivuvirtojen hyödyntämisen että tuontipuun; skenaario ei ota kantaa siihen, missä määrin puun tarve tyydytetään

kotimaisella raakapuulla, metsäteollisuuden sivuvirroilla tai tuontipuulla.

Skenaarioiden arvioita tukevat keskeiset megatrendit: mm. verkkokaupan kasvu tukee kartongin kysynnän kasvua, ja puutuotteet mahdollistavat pitkäaikaiset hiilivaratot ilmastomuutoksen vastaisessa taistelussa. Uusille tuotteille ladataan myös merkittäviä kasvuodotuksia, vaikka niitä ei AFRY:n tulevaisuusskenaariossa yksityiskohtaisesti määritelläkään.

Tarkastelumme mukaan, tulevaisuusskenaarion toteutuessa, metsäteollisuustoimialojen yhteinen arvonlisä jatkaa vuosien 2012–2018 kasvuaan (kuvio 1). Vuoteen 2017 verrattuna metsäteollisuuden kiinteähintainen arvonlisäys Suomessa kasvaisi vuoteen 2035 mennessä 55–75 %:lla ja vuoteen 2050 mennessä 90–135 %:lla. Mikäli tämä toteutuu, muutos 2000-luvun alkuvuosiin olisi merkittävä. Vuosina 2000–2008 metsäteollisuuden arvonlisäys putosi yli 50 prosentilla, joten skenaarion toteutuessa vuosituhaten alun arvonlisän alamäki olisi ohitse ja siirryttäisiin pitkäkestoiselle kasvu-uralle. Tarkastelluilla toimialoilla myös työllisten määrä laski aikavälillä 2000–2018. Mikäli työn tuottavuus kasvaa mallinustemme rajoissa, toimialojen työllisten määrä pysyisi skenaarion toteutuessa suurin piirtein nykyisellään.

Painotamme, että edellä olevat tulokset perustuvat oletukseen asiantuntijoiden laatimien skenaarioiden toteutumisesta. Tässä työssä ei arvioitu skenaarioiden ulkopuolisia mahdollisuuksia eikä liioin annettujen skenaarioiden toteutumistodennäköisyyksiä.

Välilliset, metsäteollisuuden synnyttämät arvonlisäys- ja työllisyysvaikutukset metsäteollisuuden ulkopuolisilla aloilla noudattavat arvioissamme samaa linjaa kuin varsinaisessa metsäteollisuudessa. Tämä on johdonmukaista, koska annetut tiedot eivät mahdollistaneet toimialarakenteen muutosten täsmällistä mallintamista.

Työn tuottavuuskehitys on metsäteollisuudessa ollut hyvää 2000-luvun alkupuoliskolla. Osa havaitusta kehityksestä voi olla seurausta tuotannon ulkoistuksista. Siltä osin kuin työn tuottavuuskehitys on ollut tai on jatkossa seurausta ulkoistuksista, havaitut välilliset arvonlisä- ja työllisyysvaikutukset kasvavat. Tämä on seurausta siitä, että ulkoistetut toiminnot eivät näy toimialojen välittömänä arvonlisäyksenä ja työllisyytenä, vaan luokituvat

välilliseksi arvonlisäykseksi ja työllisyysvaikutukseksi. Huomattavan suurten ulkoistusten välilliset vaikutukset voivat ilmetä tämän tarkastelun arvioita korkeampina.

Metsäteollisuus on perinteisesti ollut, ja on yhä merkittävä toimiala Suomen kansantaloudessa. Vuosituhannen ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella toimialan arvonlisäys laski, seuraavalla se on vain hienoisesti noussut. Kasvavassa kansantaloudessa metsäteollisuuden arvonlisäyksen osuus on siten pienentynyt. Tulevaisuusskenaarion toteutuessa toimialan arvonlisäys kasvaa, ja metsäteollisuuden osuus bruttokansantuotteesta säilyy nykytasollaan tai jopa nousee. Työvoiman määrä kansantaloudessa ei kuitenkaan ole merkittävästi kasvamassa, joten tulevaisuusskenaarion toteutuessa toimialojen merkitys työllisyyden suhteen pysyisi suunnilleen ennallaan.

Liitteet

Liite A. Arvonlisäystarcastelun tuoteryhmittely

Markkinamassat

Kemihierre (CTMP, havu ja lehti), valkaistu havusulfaatti (BSKP) ja valkaistu lehtipuusulfaatti (BHKP).

Painopaperit

Sanomalehtipaperi, päällystämätön aikakauslehtipaperi, päällystetty aikakauslehtipaperi, päällystämätön hienopaperi ja päällystetty hienopaperi

Kartongit

Valkopintainen kraftlaineri, muu kraftlaineri, puolikemiallinen fluting, taivekartonki, nestepakkaukskartonki ja tasoosteinen valkaistu elintarvikekartonki

Pehmo- ja erikoispaperit

Pehmopaperi, säkkipaperi ja muu paperi ja kartonki

Paperien ja kartonkien valmistukseen käytetty massat

Hioke (GW, havu), painehioke (PGW, havu), kuumahierre (TMP, havu & lehti), kemihierre (CTMP, havu & lehti), valkaistu havusulfaatti (BSKP), valkaistu lehtipuusulfaatti (BHKP), valkaisematon sulfaatti (UKP, havu) ja puolikemiallinen (NSSC, havu & lehti). Jätimme tarkastelusta pois kierrätyskuidun, jonka merkitys Suomessa on kokonaisuuden kannalta vähäinen.

Puutuotteet

Sahatavara, vaneri (havu- ja lehtipuu) ja viilupuu eli LVL. Jätimme tarkastelusta pois lastu- ja kuitulevyt, joiden tuotantovolyymit ovat vähäisiä kokonaisuuden kannalta.

Liite B. Massa- ja paperiteollisuuden arvonlisäys

Massa- ja paperiteollisuuden arvonlisäystarcastelu noudattaa samaa peruslinjaa kuin puutuoteteollisuuden tarkastelu (luku 3.2.1), mutta massojen yhdenaikainen rooli sekä välituotteena jatkojalosteille että lopputuotteena (markkinamassat) tuo tarkasteluun ylimääräisen, toisistaan riippuvan muuttujaparin erillisine ominaisuuksineen.

AFRY:n tulevaisuusskenaario määrittää puutuotteiden yksikköhinnan P_t^i ja tuotannon määrän Y_t^i , jossa indeksi $i \in \{m, p_1, p_2, p_3\}$ kuvaa markkinamassaa (m) ja tulevaisuusskenaarion paperituoteryhmiä painopaperit, kartongit sekä pehmo- ja erikoispaperit (p). Jos välituotekäytön kustannukset C_t tunnetaan, massa- ja paperiteollisuuden arvonlisäys V_t on laskettavissa suoraan:

$$(18) \quad V_t = P_t^m Y_t^m + \sum_p P_t^p Y_t^p - C_t.$$

Koska skenaario määrää tuotoksen arvot tarkastelluissa tuoteryhmissä, tehtäväksi jää välituotekustannusten C_t tason ja kehityksen arvioiminen.

Tarkempaa tuotantotarkastelua varten massat ja paperit jaettiin yksityiskohtaisempiin tuoteryhmiin (liite A). Paperien tuotanto alaluokissa on määritelty AFRY:n tulevaisuusskenaarion, viimeaikaisen kehityksen ja Pöyryn (2016) skenaarion pohjalta niin, että tuotannot summautuvat tulevaisuusskenaarion kuvaamiin tasoihin:

$$(19) \quad Y_t^i = \sum_j Y_{jt}^i.$$

Massan tuotantokustannusten laskemiseen tarvittiin arvio eri massalajien tuotantotasoiista. Kustannustarkastelussa käytimme arviota massojen kokonaistuotannosta, joka puolestaan riippuu kotimaan paperintuotannon resepteistä ja ulkomaille viedystä massalajeista. Kotimaan paperintuotantoa varten tuotettuja massoja merkitään $Y_{it}^{m_{home}}$ ja vientiin $Y_{it}^{m_{export}}$. Kokonaistuotannon määrä eri massalajeilla on näiden summa, eli

$$(20) \quad Y_t^{m_{tot}} = \sum_i Y_{it}^{m_{home}} + \sum_i Y_{it}^{m_{export}}.$$

Kotimaisen paperintuotannon massankäyttö riippuu tuotetuista paperilaaduista: $Y_{it}^{m_{home}} = \sum_{j,p} \mu_{ij} Y_{jt}^p$. Vientimassan määrä laskettiin osuutena markkinamassan määrästä $\delta_t^{export} \in (0,1)$, eli $Y_{it}^{m_{export}} = \delta_t^{export} Y_{jt}^m$. Osuus mää-

ritettiin vuoden 2017 metsäteollisuustilastojen (Luonnonvarakeskus, 2020b) ja tulevaisuuden kehitysarvioihin (Pöyry, 2016) perustuen.

Väliuotekustannukset määräytyvät paperintuotannon ja markkinamassan väliuotekäytön mukaan. Kaksoiskirjauksen välttämiseksi on huomioitava, että kotimaan käyttöön tuotetun massan kustannukset lasketaan paperintuotannon väliuotekustannuksiin. Tarkastelua yksinkertaistetaan arvioimalla markkinamassan väliuotekustannukset koko massan tuotannon kustannusten perusteella. Koska varsinainen tulostarkastelu tehdään toimialatasolla, yksinkertaistuksen vaikutus lopputuloksiin on merkityksetön. On syytä huomata, että tuotantoteknologioissa huomioitiin se, että markkinamassan prosesseissa kuluu enemmän energiaa kuin integraattien sisäisessä massan valmistuksessa.¹⁰ Toimialan kustannukset voidaan esittää paperintuotannon ja vientimassojen kustannusten summana

$$(21) \quad C_t = \sum_p C_t^p + \sigma_{export} C_t^{m_{tot}}.$$

Parametri σ_{export} on viedyn massan osuus kaikesta massan tuotannosta. Massan väliuotekustannukset $C_t^{m_{tot}}$ muodostuvat summana $C_t^{m_{tot}} = C_t^{m_{home}} + C_t^{m_{export}}$.

Väliuotekäyttö määriteltiin yllä esitetyille tarkennetuille tuoteryhmittelyille. Kuten puutuoteteollisuuden tapauksessakin, väliuotekäyttö määriteltiin täsmällisemmin osalle tuotantopanoksista (puu, sähkö, prosessilämpö ja polttoaineet). Näiden panosten käyttö määräytyy mallista, ja niitä kutsutaan jatkossa endogeenisiksi. Muut tuotantopanokset riippuvat lopputuotteesta, ja niitä kutsutaan eksogeenisiksi. Niitä ei määritellä täsmällisesti, vaan tarkastelussa eksogeeniset tuotantopanokset aggregoitiin yhdeksi väliuotekustannuskomponentiksi, C_t^{exo} . Väliuotekäyttökustannukset jakautuvatkin eksogeenisiin ja endogeenisiin (C_t^{endo}) siten, että kokonaiskustannukset ovat näiden kahden termin summa

$$(22) \quad C_t^k = C_t^{k,endo} + C_t^{k,exo}$$

kaikilla $k \in \{p_1, p_2, p_3, m_{home}, m_{export}\}$.

Endogeeniset väliuotekustannukset saadaan laskettua mallinnetun väliuotekäytön perusteella. Väliuotekäytön X_{ijt}^k määrää Leontief-teknologia. Siten

$$(23) \quad X_{ijt}^k = \beta_{ijt}^k Y_{jt}^k$$

kaikilla $k \in \{p_1, p_2, p_3, m_{home}, m_{export}\}$. Ajasta riippuvat kertoimet β_{ijt}^k määrittävät väliuotekäytön i tuotettua lopputuoteyksikköä j kohden. Käyttäen arvioita väliuotteen i hintakehitykselle p_{it} , saadaan endogeeniset väliuotekustannukset laskettua massantuotannossa ($m \in \{m_{home}, m_{export}\}$) kaksinkertaisena summana yli väliuotteen i ja massalajien j

$$(24) \quad C_t^{m,endo} = \sum_{i,j} p_{it} X_{ijt}^m.$$

Paperintuotannon väliuotekustannukset lasketaan aggregaattina kaikille paperituoteryhmille. Myös massakustannukset huomioidaan aggregoidusti:

$$(25) \quad \sum_p C_t^{p,endo} = (1 - \sigma_{export}) C_t^{m_{tot}} + \sum_{i,j,p} p_{it} X_{ijt}^p.$$

Eksogeeniset väliuotekäyttökustannukset määritellään endogeenisten kustannusten pohjalta eräänlaisena jäännösterminä. Kansantalouden tilinpidosta (Tilastokeskus, 2020a) voidaan laskea väliuotekustannusten osuus c_0 massa- ja paperituoteteollisuuden tuotoksesta vuonna 2017. Siten vuoden 2017 väliuotekustannukset $C_0^k = c_0^k P_0^k Y_0^k$. Tätä tietoa hyödyntäen voidaan vuoden 2017 eksogeeniset väliuotekustannukset laskea suoraan

$$(26) \quad C_0^{k,exo} = c_0^k P_0^k Y_0^k - C_0^{k,endo}.$$

Tarkastelu tehdään aggregoiduille tuoteryhmille $k \in \{m_{tot}, p\}$ eli massoille ja papereille.

Eksogeeniset väliuotekustannukset vuosille 2035 ja 2050 lasketaan käyttäen perusvuoden 2017 yksikkökustannusta C_0^{exo}/Y_0 ja aikakehityskerrointa γ_t :

$$(27) \quad C_t^{k,exo} = \gamma_t \frac{C_0^{k,exo}}{Y_0^k} Y_t^k.$$

Aikakehityskerroin vuodelle 2017 on yksi, eli $\gamma_0 = 1$. Sen sijaan vuosille 2035 ja 2050 kertoimelle ei ole käytettävissä ennusteita, joten sen suhteen tässäkin tarkastelussa turvaudumme herkkyysanalyysiin.

Viitteet

- 1 TOL2008-toimialat 16 ”Sahatavaran sekä puu- ja korkkituotteiden valmistus (pl. huonekalut); olki- ja punontatuotteiden valmistus” ja 17 ”Paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus”.
- 2 Uusien tuotteiden ryhmää ei määritelty täsmällisesti, mutta siihen kuuluvat mm. biopoltoaineet, kemikaalit ja tekstiilikuidut.
- 3 Tulevaisuusskenaarioiden täsmällisistä kehityskuluista johdetut, tälle tutkimusosiolle luovutetut määrälliset arviot ovat AFRY:n tuottamaa luottamuksellista lähdeaineistoa, eikä niitä sen vuoksi voida tässä raportissa julkaista.
- 4 Lineaariseen trendiin perustuva ennuste nähtiin luontevimmaksi, koska ennustehorisontti on pitkä. Teknisesti monimutkaisempien menetelmien käyttö ei ollut perusteltua, koska historia ei määritä tulevaa tuottavuuskehitystä. Lineaarisen mallin nähtiin myös luontevasti jatkavan aineistossa havaittua trendiä.
- 5 Regressioanalyysin aineistona käytettiin viiden skenaariotuoteryhmän tuotanto- ja työllisyyslukuja: puutuoteteollisuudelle saha- ja puulevyteollisuuden lukuja, massa- ja paperiteollisuudelle massan, paperin, kartongin ja pahvin valmistuksen lukuja. Tuottavuuskehityksen oletetaan olevan samanlaista muilla alatoimialoilla.
- 6 Kaukana tulevaisuudessa olevat piste-estimaatit ovat parhaimmillaankin vain suuntaa antavia. Vaihteluvälit havainnollistavat tuloksiin liittyviä epävarmuuksia. Valitut prosentit ovat vain esimerkkejä, joskin pyrimme valitsemaan suuruusluokiltaan historialliseen kehityskaareen sopivat rajat.
- 7 Kiinteähintaisessa tarkastelussa välituotteiden yksikkökustannukset pysyvät lähtökohtaisesti ennallaan. AFRY:n tulevaisuusskenaarioiden mukainen metsäteollisuuden tuotannonlisäys kielii siitä, että tuotanto kasvaa globaalisti. Tämä voi aiheuttaa välituotteiden hinnoille nousupaineita. Tätä vastaavasti olemme herkkyysanalyysissä joko pitäneet yksikkökustannukset entisellä tasolla tai kasvattaneet niitä maltillisesti.
- 8 Tämän työn pohjalta ei voida arvioida sitä, miten työtehtävien rakenne metsäteollisuudessa kehittyi. Yleisesti työn tuottavuuden kasvulla voi olla vaikutusta työpaikkarakenteeseen (esim. Tuottavuuslautakunta, 2019, luku 6.1).
- 9 Suomen yleinen työn tuottavuuden kasvu on ollut viime vuosina maltillista. Vuosina 2001–2015 työn tuottavuus kasvoi n. 1,5 % vuodessa (Tuottavuuslautakunta, 2019). Otimme tämän tuottavuuskehityksen herkkyysanalyysin perustasoksi metsäteollisuuden arvoketjuissa. Herkkyysanalyysi toteutettiin lisäämällä ja vähentämällä perustasosta 0,5 %:n vuotuinen tuottavuuskasvu. Luvussa 3.2.2 metsäteollisuuden työn tuottavuuden kasvuarviomme vaihtelivat 1 ja 3,5 %:n välillä. Siten herkkyysanalyysin tuottavuuden kasvuluvut ovat linjassa metsäteollisuuden työn tuottavuusarvioidemme kanssa.
- 10 Toisin kuin integraattien massojen tuotannossa markkinamassan tuotannossa energiaa kuluu massan kuivaamiseen ja kuljetuskuntoon muokkaamisessa. Laskennassa tämä huomioidaan siten, että markkinamassat ovat eri tuote kuin integraattien vastaavat massat ja markkinamassojen tuotannolla on suurempi energiankulutus tuotettua massayksikköä kohden.

Kirjallisuus

Luonnonvarakeskus (2020a). Tilastotietokanta. Massa- ja paperiteollisuustuotteiden tuotanto, ulkomaankauppa ja kulutus. <http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/>

Luonnonvarakeskus (2020b). Tilastotietokanta. Puutuoteteollisuustuotteiden tuotanto, ulkomaankauppa ja kulutus. <http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/>

Luonnonvarakeskus (2020c). Tilastotietokanta. Metsäteollisuuden työlliset. <http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/>

Pöyry (2016). Suomen Metsäteollisuus 2015–2035. Selvitys työ- ja elinkeinoministeriölle. Loppuraportti X304203. Pöyry Management Consulting.

Tilastokeskus (2020a). Suomen virallinen tilasto (SVT): Kansantalouden tilinpito [verkkajulkaisu]. Tuotot ja tuotanto sektoreittain ja toimialoittain, vuosittain, 1975–2018. ISSN=1795-8881.

Tilastokeskus (2020b). Suomen virallinen tilasto (SVT): Panos-tuotos [verkkajulkaisu]. ISSN=1799-1994.

Tuottavuuslautakunta (2019). Tuottavuuden tila Suomessa. Miksi sen kasvu pysähtyi, käynnistyykö se uudelleen? Valtiovarainministeriön julkaisuja 2019:21, Valtiovarainministeriö, Helsinki.

Valtioneuvosto (2019). Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelma 10.12.2019. Valtioneuvoston julkaisuja 2019:31, Helsinki 2019.

ETLA



Elinkeinoelämän tutkimuslaitos

ETLA Economic Research

ISSN-L 2323-2447,
ISSN 2323-2447,
ISSN 2323-2455 (Pdf)

Kustantaja: Taloustieto Oy

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

Arkadiankatu 23 B
00100 Helsinki
