



SUOMEN
ILMASTOPANEELI
The Finnish Climate
Change Panel

KORONAN JÄLKEINEN AIKA: ILMASTOTOIMET JA VIHREÄ
ELVYTYS

MARKKU OLLIKAINEN, JYRI SEPPÄLÄ, HANNU SAVOLAINEN, PETER
LUND, SALLY WEAVER, JOHANNES LOUNASHEIMO, SUSANNA
SIRONEN, JUHA HONKATUKIA & ANTTI ARASTO

Suomen ilmastopaneeli
Raportti 3/2020

Viittausohje

Ollikainen, M., Seppälä, J., Savolainen, H., Lund P., Weaver, S., Lounasheimo, J., Sironen, S., Honkatukia, J. & Arasto, A., 2020. Koronan jälkeinen aika: ilmastotoimet ja vihreä elvytys. Suomen ilmastopaneeli, Raportti 3/2020.

Lisätiedot:

Ilmastopaneelin sihteeristö
info@ilmastopaneeli.fi

Kirjoittajat

Helsingin yliopisto:

Markku Ollikainen (ilmastopanelisti)

Suomen ympäristökeskus SYKE:

Jyri Seppälä (ilmastopanelisti), Hannu Savolainen, Johannes Lounasheimo, Susanna Sironen

Aalto-yliopisto:

Peter Lund (ilmastopanelisti)

Merit Economics:

Juha Honkatukia

VTT:

Antti Arasto (ilmastopanelisti)

Ilmastopaneelin sihteeristö, Helsingin yliopisto:

Sally Weaver

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ: Ilmastopaneelin raportin keskeiset tulokset.....	i-iv
1. JOHDANTO	1
2. TALOUDEN ELVYTYS JA VIHREÄ ELVYTYS.....	2
Vihreän elvytyksen taloustieteellisen tausta	2
Vihreä elvytys ja finanssikriisi	3
3. VIHREÄ ELVYTYS OSANA TALOUDEN ELVYTYSTÄ SUOMESSA	4
Suomen hiilineutraalituspolku elvytyksen vihreiden elementtien lähteenä	4
4. VIHREIDEN ELVYTYSPAKETTIEN AINEKSET	6
5. ELVYTYSPAKETTIEN VAIKUTUSTEN LASKENTA	7
6. ELVYTYSTOIMIEN VAIKUTUKSET KANSANTALOUTEEN JA KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖIHIN	9
Elvytystoimien talous- ja työllisyysvaikutukset.....	9
Elvytystoimien arvioidut ilmastovaikutukset.....	10
Elvytyspaketit kokonaistaloudellisen tarkastelun valossa	13
Pakettien talous- ja ilmastovaikutusten yhteisarviointia	14
7. LAADULLISTA TARKASTELUA: INNOVAATIOT JA SOSIAALINEN OIKEUDENMUKAISUUS.....	18
8. JOHTOPÄÄTÖKSET	18
LÄHTEET	20
LIITE I. VAIKUTUSTEN ARVIOINTI ENVIMAT-MALLILLA – MENETELMÄKUVAUS.....	22
LIITE II. VIHREÄN ELVYTYKSEN TOIMENPITEIDEN PÄÄSTÖARVIOT JA ARVIOINTIPERUSTEET	32
LIITE III. KANSANTALOUDELLISET VAIKUTUKSET FINAGE-MALLILLA	46
LIITE IV. VERKKOINVESTOINTIEN VAIKUTUKSET TALOUTEEN JA PÄÄSTÖIHIN	60

ILMASTOPANEELIN RAPORTIN KESKEISET TULOKSET

EU ja sen jäsenvaltiot turvautuvat elvytykseen nostaakseen taloutensa pandemian aiheuttamasta taloudellisesta taantumasta. *Finanssipoliittinen elvytys* viittaa laajasti ottaen julkisen **vallan aktiiviseen talouspolitiikkaan, jonka tavoitteena on voimistaa taloudellisen taantumun vuoksi laskenutta kokonaiskysyntää tai kokonaistarjontaa**. Termillä vihreä elvytys viitataan tässä raportissa toimiin, joilla yhtä aikaa kasvatetaan työllisyyttä ja vähennetään kasvihuonekaasupäästöjä.

Hyvän elvytyspaketin tulisi olla *ajallisesti osuva, tarkkaan kohdennettu ja tilapäinen*, joskin riittävän pitkäaikainen. Ilmastopaneeli on tarkastellut **elvytyskriteereiden, tutkimuskirjallisuuden ja Suomen hiilineutraalialuepolun perusteella** nopeimmin ja tehokkaimmin vaikuttavia vihreän elvytyksen toimenpiteitä. Tarkastelun kohteena on toimien vaikutus työllisyyteen, kansantuotteeseen ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen.

VIHREÄT ELVYTYSPAKETIT

Rakennusten energiatehokkuusremontit	Toimet kohdentuvat julkisten rakennusten energiatehokkuustoimiin ja olemassa olevien korjaus- ja energiatehostamissuunnitelmien aikaistamiseen sekä suoraa sähkölämmitystä käyttävien kotitalouksien lämmitystä optimoivan automaatiolaitteen hankintaan.
Rakennusten lämmitystaparemontit	Öljylämmitteiset rakennukset muutetaan lämpöpumppulämmitteisiksi, ja valtio sijoittaa investointien aikaistamiseen.
Sähkölatausasemat	Paketissa tuetaan sekä kotilatauspisteiden että julkisten latauspisteiden rakentamista hyödyntämällä olemassa olevia tukiohjelmiä.
Raitiotieinvestoinnit	Paketissa tarkastellaan pikaraitiotiehankkeita, joissa valtio sijoittaa hankkeiden rakentamisvaiheen tukemiseen.
Uusiutuvan energian pilotit	Paketissa tarkastellaan merituulivoimapilotin, syvämaalämpöhankkeiden ja suuren aurinkovoimalahankkeen vaikutuksia, kun tuotantotuki jaetaan tarjouskilpailun kautta.

Kaikki paketit täyttävät finanssipoliittisen elvytyksen kriteerit. Toimet voidaan saattaa nopeasti käytäntöön voimistamaan työllisyyttä, sillä niissä hyödynnetään olemassa olevia investointisuunnitelmia sekä tukiohjelmiä.

ANALYYSIN TOTEUTUS

Jotta kaikki paketteja tarkastellaan tasavertaisesti, oletetaan, että julkinen valta kohdistaa 300 M€:n suuruisen rahoituksen kuhunkin pakettiin kuuluviin toimenpiteisiin. Toimenpiteet toteutetaan oletuksen mukaan 1-3 vuoden kuluessa. Pakettien vaikutuksia työllisyyteen ja kansantuotteeseen tutkitaan SYKEN ENVIMAT-mallin avulla.

ENVIMAT-mallin oletusten ja tulosten nojalla on arvioitu erikseen, kuinka toimet vaikuttavat kasvihuonekaasupäästöihin, kun oletetaan, että Suomi toimii johdonmukaisesti hiilineutraalialuepolulla.

Vaikutustarkastelua täydentää yleisen tasapainon kehikossa FINAGE-mallilla tehty kokonaistaloudellisten vaikutusten analyysi. Se mahdollistaa analyysin siitä, kuinka elvytyspaketit auttavat talouden nousua COVID-19-pandemian alavireiseltä uralta kohti elpymään taloudellista aktiivisuutta.

VAIKUTUSARVIOT

Elvytystoimien kansantaloudellisia vaikutuksia arvioidaan kirjallisuudesta tuttujen tunnuslukujen avulla. Niitä ovat työllisyyskertoimet, jotka ilmaisevat syntyvien työpaikkojen määrä suhteessa käytettyyn rahaan sekä

fiskaalinen kerroin, bruttokansantuotteen ja velan suhteellisen muutoksen suhde, joka tavallaan kuvaa elvytyksen nettohyötyä kertoimena.

Elvytystoimien välittömät vaikutukset kansantalouteen

Elvytystoimien oletetaan alkavan vuoden 2020 jälkipuoliskolla ja toimet saadaan käyntiin nopeasti, viimeistään vuoden 2021 ensimmäisellä neljänneksellä. Taulukko T1 esittää tulokset BKT:n, työllisyyden, investointien ja arvonlisän suhteen työllisyyskertoimien ja fiskaalisen kertoimen avulla

Taulukko T1. Elvytyspakettien vaikutukset, kun valtio kohdistaa 300 M€ per paketti.

	Energia- tehokkuus- remontit	Lämmitys- taparemontit	Sähkölataus- asemat	Raitiotie- investointi	Uusiutuvan energian pilotit
Investointi yhteensä	661 M€	658 M€	662 M€	1349 M€	1000 M€
Investoinnin kotimaisuusaste	70 %	74 %	62 %	97 %	65 %
Työllisyyskerroin 1: työllistä/valtion panostus M€	16,60	18,36	15,15	44,28	22,59
Työllisyyskerroin 2: työllistä / investointi kotimaahan M€	10,83	11,29	11,14	10,20	10,38
Fiskaalinen kerroin (bruttoarvonlisäyksen muutos % / valtion nettolainanoton muutos %)	0,076	0,084	0,071	0,210	0,110

Tulosten kannalta keskeistä on, kuinka paljon valtion tukien arvioidaan vivuttavan yksityisiä investointeja. Kaupunkien raitiotieinvestoinnit vivuttavat niitä eniten, joten raitiotieinvestoinneilla on suurin työllisyysvaikutus. Myös uusiutuvan energian pilottien tarjouskilpailut menestyvät hyvin tässä tarkastelussa. Työllisyyskertoimet ovat taas korkeimmat lämmitystaparemonttien ja sähkölatausasemien kohdalla, kun katsotaan koko kotimaisen investoinnin vaikutusta työllisyyteen.

Elvytystoimien arvioidut ilmastovaikutukset

Päästövähennysindikaattorina on käytetty kumulatiivista kasvihuonekaasupäästövähennystä vuoteen 2035 mennessä. Taulukko T2 esittää yhteenvedon päästövaikutuksista, sekä päästövähennysvasteen suhteessa julkisen vallan panostamaan rahoitukseen. Tässä yhteydessä ei ole arvioitu muita ympäristö- tai monimuotoisuusvaikutuksia, jotka vaatisivat oman tarkastelunsa.

Taulukko T2. Vihreiden elvytyspakettien ilmastovaikutukset

Vihreän elvytyksen kohde	Suurin vuosi- päästövähennys (vuosi) (1000 t CO ₂ e/v)	Kumulatiivinen päästövähennys vuoteen 2035 mennessä, CO ₂ e	Tuen päästö- vähennysvaste, 1000 t CO ₂ e/milj.€
Rakennusten energiatehokkuusremontit	198 (2025)	1,87 Mt	6
Rakennusten lämmitystaparemontit	231 (2024)	1,754 Mt	5,8
Sähkölatausasemat	179 (2035)	1,375 Mt	4,6
Uusiutuvan energian pilotit	363 (2023)	2,440 Mt	8,1
Raitiotieinvestoinnit	18 (2024)	>0,17 Mt *	>0,6 *

*Arvioon liittyy erittäin suuri epävarmuus, koska raitiotieliikenteen välillisiä päästövaikutuksia, yhdyskunta- rakentamisen ja liikkuamismuutosten kautta ei ole pystytty ottamaan arviossa huomioon.

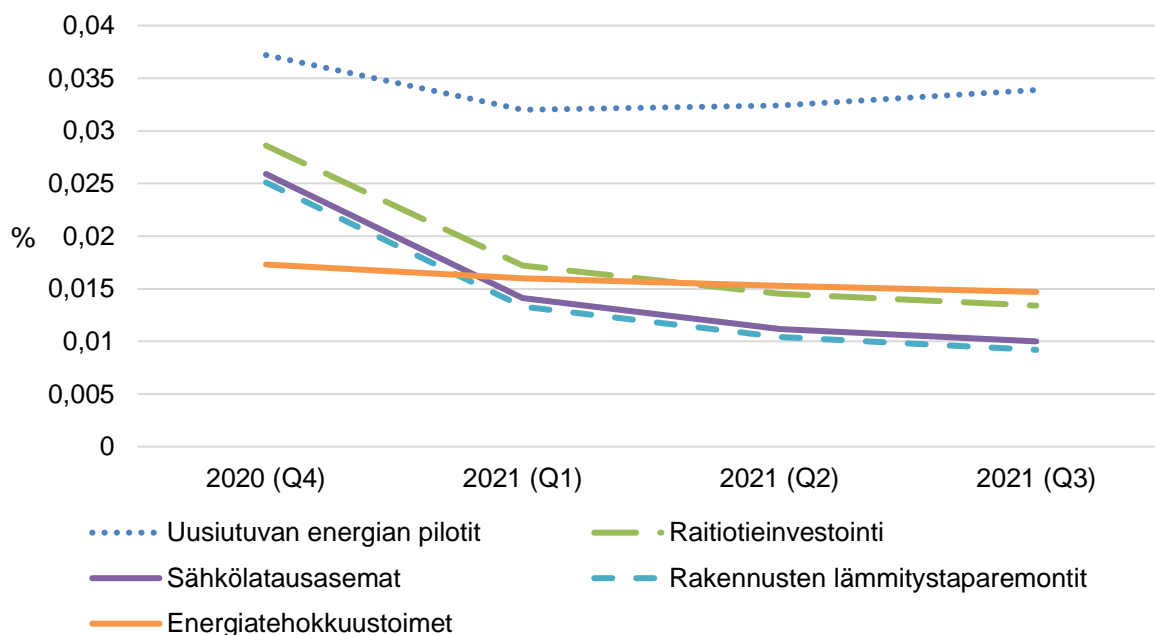
Taulukkoon T2 on raportoitu pakettien suurin vuosipäästövähennys ja kumulatiivinen päästövähennys vuoteen 2035 mennessä olettaen, että Suomen ilmastotoimet edistyvät hiilineutraaliustavoitteen mukaisesti. Tämä oletus tarkoittaa talouden hiili-intensiteetin laskua, mikä itsessään vähentää ajassa elvytystoimien ilmastovaikutuksia.

Kaikilla mittareille uusiutuvan energian pilotit tuottavat suurimmat päästövähennysvaikutukset. Tämä johtuu ennen muuta keskisyvien lämpökaivot ovat keskeisessä roolista kivihiilen ja turpeen kaukolämpökäytön alajajossa. Kumulatiivisten päästövähennystulosten perusteella rakennusten energiatehokkuus- ja öljylämmitysremontit sekä sähkölatausasemien kasvattaminen ovat vaikutuksiltaan samaa suuruusluokkaa, kun ottaa huomioon niiden päästövähennysarvoihin liittyvän epävarmuuden. Raitiotieinvestointiin liittyvän päästövähennysarvioinnin kapea-alaisuuden ja suuren epävarmuuden takia sen esittäminen rinnan muiden kohteiden päästöarvion kanssa ei ole perusteltua.

Elvytyspaketit kokonaistaloudellisen tarkastelun valossa

Kokonaistaloudellinen tarkastelu keskittyy investointien rakennusaikaisiin vaikutuksiin, mutta on selvää, että osa tarkastelluista hankkeista toisivat valmistuessaan myös pitkäaikaista hyötyä uusiutuvan energian osuuden kasvun ja energiatehokkuuden lisääntymisen kautta. Pandemian vaikutusten osalta tarkastelu perustuu aiempaan tutkimukseen, jossa arvioitiin muun muassa hoitokapasiteetin käytöstä aiheutuvia kustannuksia ja tarkasteltiin toimialakohtaisesti valtioneuvoston toteuttamien liikkumisen ja muiden rajoitteiden taloudellisista vaikutuksista (Honkatukia 2020). Tarkastelu on tehty vuosineljänneksittäin olettaen, että toimet alkavat vuoden 2020 viimeisellä neljänneksellä.

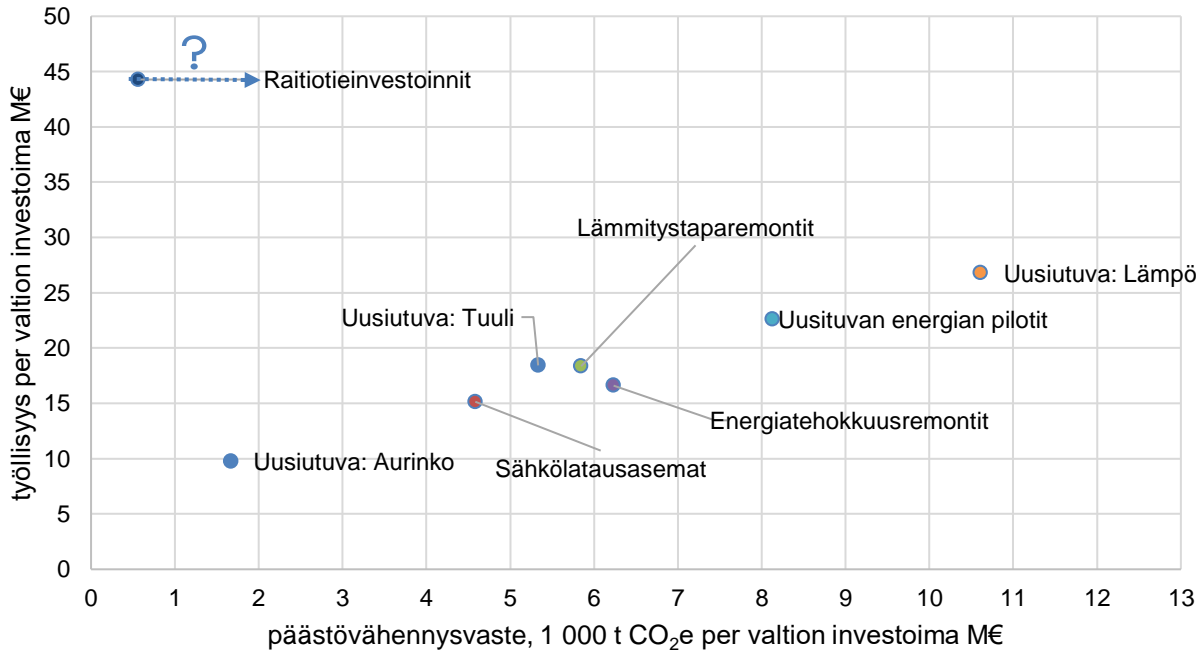
Kuva 1 esittää kunkin elvytyspaketin vaikutukset kansantuotteeseen prosentuaalisesti vuoden 2021 loppuun mennessä, kun vertailuperusteena on COVID-taantuman mukainen skenaario. Kaikki paketit kasvattavat kansantuotetta, mutta uusiutuvan energian paketilla on selkeästi suurin vaikutus. Pakettien kasvattava vaikutus kansantuotteeseen hiipuu ajassa, sillä COVID-skenaariossa talous alkaa elpyä vuoden 2021 aikana. Huomattavaa on, että uusiutuvan energian paketti on jälleen poikkeuksellinen – sen vaikutus ajassa ei laske, sillä uusiutuvan energian investointi tuo pysyviä hyötyjä.



Kuva T1. **Kansantuotteen muutos** hankkeiden kestoaikana verrattuna COVID-skenaarioon, prosenttia

Pakettien vaikutusten yhteisarviointia

Elvytyspaketit poikkeavat työllisyys- ja päästövaikutustensa suhteen merkittävästi. Kuva 2 esittää ENVIMAT-mallin arvioimat työllisyysvaikutukset ja niiden nojalla laaditut päästövähennysvasteet kokonaisvaltaista vertailua varten. Vaaka-akselilla kuvataan valtion elvytysrahalla aikaansaatuja kumulatiivisia päästövähennyksiä ja pystyakselilla työllisyysvaikutuksia. Mitä kauempana oikealla ja ylhäällä paketti on, sitä suurempi on kumpikin vaikutus.



Kuva T2. Eri elvytyspakettien työllisyys- ja päästövähennysvasteet suhteessa valtion panostukseen.

Kuva T2 osoittaa, että raitiotieinvestoinneilla on suurin työllistävä vaikutus, mutta selvästi pienempi vaikutus päästöihin kuin muilla investoineilla, vaikka raitiotien päästöarviot ovatkin aliarvioitu, kuten aiemmin todettiin. Sähkölatausinfra, rakennusten energiatehokkuustoimet ja lämmitystaparemontit aiheuttavat jokseenkin saman suuruiset työllisyys- ja ilmastovaikutukset. Uusiutuvan energian paketin työllisyysvaikutukset ovat samalla tasolla muiden kanssa, jos katsotaan pakettia kokonaisuutena. Kun eri energiantuotantomuotoja tarkastellaan erikseen lämpökaivot nousevat toimeksi, jolla on parhaan päästövaikutuksen lisäksi myös parhaimmat työllisyysvaikutukset suhteessa valtion investointimäärään heti raitiotieinvestoinnin jälkeen. Sen sijaan aurinkovoiman tukeminen johtaa muita heikompiin työllisyys- että päästövähennysvaikutuksiin.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Suomen elvytystoimiin on rakennettavissa vahva vihreä elvytyspaketti, joka lisää työllisyyttä ja kansantuotetta ja samalla jouduttaa Suomen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä ja hiilineutraaliustavoitteen saavuttamista. Elvytyspakettien toimilla voidaan edistää kivihiiilen ja turpeen käytön vähentämistä, energiatehokkuuden lisäämistä, öljylämmityksen lopettamista sekä jouduttaa sähköisen henkilöautoliikenteen kehitystä. Kustakin tarkastellusta paketista voidaan poimia kaikkien vaikuttavimmat yksittäiset toimet yhdistelmäksi.

Ilmastopaneeli suosittaa, että käytettävästä rahoituksesta elvytykseen ohjataan merkittävä osuus vihreän elvytyksen pakettiin.

1. JOHDANTO

COVID-19-pandemia on aiheuttanut ennennäkemättömän shokin sekä kansainväliseen että Suomen talouteen. On arvioitu, että jatkuessa nykyinen shokki on syvempi kuin vuosien 2008-2009 finanssikriisi. Koronataantumien torjuminen edellyttää aktiivista finanssipoliittista elvytystä. Sen myötä myös ilmastopolitiikka nousee uuteen valoon, sillä ilmastopolitiikkaa pidetään tällä hetkellä merkittävänä innovaatioiden, teollisten läpimurtojen ja Euroopan kilpailukyvyyn voimistajana. Taloustieteen nobelistit, EU ja OECD ovat kaikki korostaneet vihreää elvytystä lääkkeenä pandemian taloudellisiin vaikutuksiin (Eurooppa-neuvosto 2020, Hepburn ym. 2020, OECD 2020). On siis syytä kysyä, mitä tarkoittaa vihreä elvytys ja mikä olisi tehokasta vihreää elvytystä.

Finanssipoliittinen elvytys viittaa laajasti ottaen julkisen vallan aktiiviseen talouspolitiikkaan, jonka tavoitteena on voimistaa taloudellisen taantumien vuoksi laskenutta kokonaiskysyntää tai kokonaistarjontaa. Termi *vihreä elvytys* viittaa tässä yhteydessä erityisesti ilmastotoimiin perustuvaan elvytykseen, joka kasvattaa kokonaiskysyntää ja samalla vähentää päästöjä tai luo edellytyksiä päästöjen vähentämiselle (HSBC 2009). Hyvän elvytyspaketin tulisi olla *ajallisesti osuva, tarkkaan kohdennettu ja tilapäinen*, joskin riittävän pitkäaikainen (Spilimbego ym. 2008).

Tässä raportissa tarkastellaan, millaisia ilmastotoimia voitaisiin liittää kansalliseen vihreään elvytyspakettiin ja mitkä niistä olisivat tehokkaimmat edistämään yhtä aikaa työllisyyttä ja vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä. Tutkimuksen lähtökohdan muodostaa tutkimuskirjallisuus finanssikriisin vihreästä elvytyksestä. Finanssikriisi 2008-2010 oli ensimmäinen maailmanlaajuinen lama aikana, jonka aikana eräät maat, USA ja Etelä-Korea etunenässä, harjoittivat vihreää elvytystä. Vihreän elvytyksen vaikutuksia on tutkittu, joten käytössämme on tänään tutkimustietoa sen vaikutuksista, joita voidaan hyödyntää vaihtoehtojen valinnassa.

Suomen ilmastopolitiikan aikahorisontin kannalta keskeisiä ovat hiilineutraalius vuonna 2035¹ ja Ilmastopaneelin hahmottamat hiileneutraalisuustavoitteet vuoteen 2050 (Ollikainen ym. 2019). Ilmastopaneeli on hahmottanut erilaisia toimenpidepaketteja, jotka samalla edistävät näiden tavoitteiden saavuttamista. Toimenpidepaketit pyrkivät elvytyksen kautta luomaan merkittävän sysäyksen näiden päästöpolkujen saavuttamiseen ja läpimurtoihin energia- ja muilla sektoreilla. Tutkitut paketit ovat seuraavat: rakennusten energiatehokkuusremontit; sähköisen liikenteen latausasemat; lämmitystaparemontit; uusiutuvan energian pilotit ja kaupunkien raitiotieinvestoinnit. Lisäksi tarkasteltiin sähköverkkoinvestointeja.²

Valittujen elvytyspakettien taloudellisten ja ilmastollisten vaikutusten laskeminen edellyttää useiden laskentamallien käyttöä toisiinsa kytkettynä. Pakettien taloudelliset vaikutukset on arvioitu käyttäen Suomen ympäristökeskuksen ENVIMAT-mallia (Seppälä ym., 2009, Nissinen & Savolainen, 2019). Toimenpiteiden toteuttamisen aikahorisontti on 1-3 vuotta. Mallitarkastelun tuloksena saadaan arvio eri pakettien tuotos-, arvonlisäys- ja työllisyysvaikutuksista. ENVIMAT-mallin oletuksia käyttäen tarkastellaan yleisen tasapainon FINAGE-mallilla (Honkatukia 2009, 2013, 2019), kuinka elvytyspaketit vaikuttavat kansatalouden kehitykseen suhteessa COVID-19-pandemian uraan. Näiden lisäksi samojen oletusten ja tulosten nojalla

¹ Sanna Marinin hallitusohjelma. <https://valtioneuvosto.fi/marinin-hallitus/hallitusohjelma>

² Sähköverkkoinvestointipaketissa nopeutetaan kantaverkon ja maaseudun jakeluverkon vahvistamista. Fingridin valmiiden suunnitelmien mukaisesti. Hankkeen edetessä kuitenkin ilmeni, toimien nopeavaikutteisuuksista ei voida taata, koska esimerkiksi vahvistamistoimien lupahakemusten käsittely on aikaa vievää. Koska näiden investointien kansantaloudelliset ja ilmastovaikutukset osoittautuvat merkittäviksi, ne kuvataan lyhyesti liitteessä, mutta verkkoinvestointeja ei ehdoteta seuraavassa elvytystoimiksi.

arvioidaan erikseen, kuinka mallin tulemat vaikuttavat kasvihuonekaasupäästöihin. Päästölaskennan perusoletuksena on, että Suomi toimii johdonmukaisesti hiilineutraaliuspolulla.

Oletamme kaikissa tapauksissa, että julkinen valta kohdistaa 300 miljoonaa euroa kuhunkin pakettiin. Julkinen rahoitus ohjataan toimijoille tukiehtojen kautta niin, että samalla edellytetään yksityistä rahoitusta. Elvytysvaikutus talouteen syntyy vivutetun investoinnin kautta. Pakettien tehokkuuden indikaattorina käytetään kirjallisuudessa usein käytettyjä työllisyyskerrointa ja fiskaalista kerrointa. Näistä edellinen kertoo luotujen työllisten määrän jaettuna käytetyllä rahasummalla ja jälkimmäinen bruttokansantuotteen muutoksen jaettuna julkisen velan muutoksella. Tehdyt laskelmat tarjoavat mahdollisuuden yhdistellä eri paketteihin sisältyviä yksittäisiä toimenpiteitä yhdeksi elvytyspaketiksi.

Tämä raportti jakautuu kahteen erilliseen osaan. Päätekstissä esitellään lähestymistapa ja keskeiset tulokset. Toinen osa on mittava liite, johon on koottu laskennan yksityiskohdat, sisältäen oletukset ja tulokset kaikessa laajuudessaan. Pääteksti on jäsennelty niin, että luvussa kaksi valotetaan vihreän elvytyksen luonnetta ja siitä saatua tutkimustietoa. Luvuissa 3, 4 ja 5 koostetaan elvytyspaketit ja esitellään laskentamenetelmät. Luvut 6 ja 7 kokoavat ja tulkitsevat saadut tulokset ja johtopäätökset esitetään luvussa 8.

2. TALOUDEN ELVYTYS JA VIHREÄ ELVYTYS

Elvytyksen rooli laman torjunnassa on ollut viikkoon keskustelun ja tutkimuksen kohteena aina John Maynard Keynesin teorioista lähtien. Vihreä elvytys on käsitteenä uudempi, ja nousi keskusteluun lähinnä finanssikriisin 2008-2009 elvytyspakettien myötä.

Vihreän elvytyksen taloustieteellisen tausta

Finanssipoliittinen elvytys viittaa laajasti ottaen julkisen vallan aktiiviseen talouspolitiikkaan, jonka tavoitteena on voimistaa talouteen tulleen shokin vuoksi laskenutta kokonaiskysyntää tai kokonaistarjontaa. *Rahapoliittinen elvytys* viittaa ennen muuta keskuspankin toimiin korkojen laskemiseksi, jolla ylläpidetään hintavakautta.

Finanssipoliittisen elvytyksen tyypillisiä keinoja ovat olleet verojen lasku tai julkisen kysynnän kasvattaminen elvytyksen taustalla olevan keynesiläisen ajattelun mukaisesti. Valitut toimet ovat luonteeltaan vastasyklisiä, eli taloudellisen toimeliaisuuden laskiessa ne pyrkivät nostamaan sitä. Niiden on oltava myös nopeavaikutteisia ja riittävän lyhytkestoisia kohdentuakseen juuri taantumaan. Toimivan elvytyspaketin kokoaminen on vaativaa, koska toimien valinnalla, ajoituksella ja mitoituksella on ratkaiseva vaikutus siihen, onnistutaanko vastasyklisissä toimissa. Esimerkiksi toimien liian pieni mitoitus tai ajoituksen myöhästyminen voivat heikentää hyvänkin paketin vaikuttavuutta. Toisinaan rahapolitiikalla voi olla merkittävä rooli toimien tukemissa korkojen nousun ehkäisemiseksi tai velkarahoituksen tapauksessa inflaation hallinnassa.

Termi *vihreä elvytys* on suhteellinen löysä ilmaus sille, että elvyttäviin finanssipoliittisiin toimiin liitetään harkitusti sellaisia toimia, joilla on yhtä aikaa kokonaiskysyntää vahvistava ja ympäristölle suotuisa vaikutus, mukaan lukien päästöjen vähennys. Päästöjä vähentävä vaikutus voi olla joko välitön, eli toimen ansiosta päästöt putoavat nopeasti, tai epäsuora, eli päästövähennyksiä mahdollistava vaikutus. Esimerkkejä vihreistä elvytystoimista ovat vaikkapa paikallisen rataverkon (julkinen liikenne) vahvistamiseen, uusiutuvaan energian tuotantoon tai asuntojen energiatehokkuuden parantamiseen kohdistettu julkinen rahoitus. Ollakseen toimivaa finanssipoliittikkaa myös vihreällä elvytyksellä tulee olla yllä mainitut vastasyklisyys- ja muut ominaisuudet. Strand ja Toman (2010) myös korostavat, että toimivimmat vihreät elvytyspaketit ovat sellaisia, jotka stimuloivat työllisyyttä lyhyellä aikavälillä sekä johtavat oppimisen ja omaksumisen, eli positiivisten ulkoisvaikutuksien, myötä alhaisempiin tuotantokustannuksiin ja prosessien kehitykseen myös tulevaisuudessa.

Pyrkimys elvytykseen rajaa vihreän elvytyksen toimenpidevalikoiman ulkopuolelle monia pitkävaikutteisia ilmastotoimia. Niitä edistetään johdonmukaisesti ilmastopoliittisten ohjelmien nojalla. Ilmastopoliittikan päätavoitteena ei sellaisenaan ole työllisyys tai BKT:n kasvu, mutta osa ilmastotoimista edistää tutkitusti työllisyyttä ja innovaatioiden kautta pidemmällä aikavälillä myös taloudellista toimeliaisuutta, kuten tässä jaksossa myöhemmin viitattu kirjallisuus osoittaa. Vihreitä elvytystoimi tulee siten arvioida samanlaisten kriteerien valossa kuin muutakin elvytystä (Nieman and Pichler 2011), mutta samalla tarvitaan arvio välittömistä ja epäsuorista vaikutuksista kasvihuonekaasupäästöihin.

Kansainvälinen valuuttarahasto on esittänyt erilaisia kriteereitä hyvän elvytyspaketin ominaisuuksille: elvytyspaketin tulisi olla ajallisesti osuva; sopivan suuri kysynnän laskun suuruuteen suhteutettuna; nopeavaikutteinen mutta tarvittaessa riittävän pitkäaikainen, jos taantuma pitkittyy; hajautettu riskin eliminoimiseksi; kollektiivinen niin, että useiden maiden toimesta harjoitetaan elvytystä; sekä kestävä sillä tavalla, ettei julkinen talous ajaudu velkakriisiin (Spilimbego ym. 2008). Usein nämä piirteet tiivistetään usein kolmeen t:hen, 'timely', 'targeted' ja 'temporary', joilla kuvaillaan elvytyksen nopeavaikutteisuutta, tehokasta kohdistusta ja tilapäisyyttä.

Valittavien elvytystoimien vaikutusta talouteen arvioidaan tyyppillisesti toimien (keynesiläisillä) kertoimilla. Termi elvytystoimien kerroin (engl. fiscal multiplier) kuvaa laajasti ottaen finanssipoliittisten instrumenttien vaikutusta reaaliseseen bruttokansantuotteeseen. Se voidaan määrittää suhdelukuna BKT:n muutoksen/instrumentin muutos, tai BKT:n muutos/rahoitustasapainon muutos. Näin määriteltynä elvytystoimien vaikutusta arvioidaan suhteessa niiden yhteiskunnalliseen kustannukseen, mikä on tärkeää, koska elvytys yleensä toteutetaan velkarahoituksella.

Vihreä elvytys ja finanssikriisi

Finanssikriisi tarjoaa ensimmäisen tapauksen, jossa eräät maat yhdistivät ilmastotoimia osaksi laajempaa elvytyspakettia. Tähän lienee ollut useita syitä. Valtioiden ymmärsivät, että fossiilisia päästöjä täytyy joko tapauksessa rajoittaa. Samalla oli lisääntynyt käsitys siitä, että seuraava tuottavuuden ja innovaatioiden aalto voi tulla älyteknologiasta, joka on tarpeen myös päästöjen vähentämiseksi ja sopeutumiseksi luonnonvarojen niukkuuteen, erityisesti veden saatavuuden vähenemiseen (HSBC 2009, Barbier 2010).

HSBC (2009) raportoi ja arvioi valittujen maiden elvytyspaketteja. Niistä Presidentti Obaman vihreä elvytys³ lienee kuuluisin ja Etelä-Korean elvytyspaketti laajamittaisin. HSBC (2009) raportoi ja arvioi valittujen maiden elvytyspaketteja, joista keskeisimmät on poimittu taulukkoon 1 Bowenin & Sternin (2010) esityksen sekä Barbier (2010, s. 153) mukaisesti.

Taulukko 1. Elvytyspaketit ja niiden "vihreät" osuudet finanssikriisin jälkeen.

	Kiina	Japani	Etelä-Korea	EU	USA
Ajanjakso	2009-2020	2009	2009-2012	2009-2010	10 vuotta
Koko elvytys	649,1 mrd. \$	639,9 mrd. \$	76,1 mrd. \$	537 mrd. \$	976,9 mrd. \$
Vihreä osuus koko elvytyksestä	33,8 %	5,6 %	78,8 %	10,3 %	12 %
Vihreä elvytys	218 mrd. \$	36 mrd. \$	59,9 mrd. \$	55,2 mrd. \$	117,2 mrd. \$
Vihreän elvytyksen osuus BKT:stä	3,0 %	0,8 %	3,0 %	0,2 %	0,7 %

³ Obaman elvytyspaketin perusta on kahdessa laissa: Emergency Economic Stabilization Act (EESA) and American Recovery and Reinvestment Act (ARRA).

Taulukon 1 mukaan Kiina, USA ja Etelä-Korea liittivät vahvimmin ilmastotoimia elvytyspaketteihinsa. EU:n ja sen suurten jäsenmaiden panostus oli pieni (Barbier 2010, s. 155).

Elvytyspaketeista USA:n vihreä elvytys lienee tutkituin (Spilimbergo ym 2008, Houser ym. 2009, HSBC 2009, Barbier 2010, Bowen and Stern 2010, Fyerer ja Sacerdote 2011, Mundaca and Richter 2015). Sen ilmasto-osat kohdistivat tukea mm. uusiutuvaan energiaan, energiatehokkuuteen, raideliikenteeseen ja sähköverkkoon. Samankaltainen toimien jakauma löytyy kaikkien G20-maiden elvytyspaketeista (HSBC 2009). USA:n osalta asumisen energiatehokkuus ja uusiutuvan energian edistäminen näyttävät tutkimuksen valossa toimineen parhaiten erityisesti työllisyyden suhteen (Fyerer ja Sacerdote 2011, Mundaca ja Richter 2015). CO₂-päästöt vähenivät selvästi enemmän kuin elvytyspakettien vaikutusarviot lupasivat. Tämä johtui lähinnä eksogeenisista tekijöistä, kuten liuskekaasun ja -öljyn tuotannon läpimurrosta.

Bowen ja Stern (2010) syntetisoivat vihreän elvytykseen kohdistunutta tutkimusta. Tämä kirjallisuus on arvioinut toimien vaikuttavuutta esimerkiksi seuraavien kriteerien suhteen: toimien nopeus, luodut työpaikat, vaikutus energian hintaan ja kasvihuonekaasupäästöihin. Näistä kaksi ensimmäistä kriteeriä ovat tärkeimmät, kun tavoitteena on nopea elpyminen lamasta. Bowenin ja Sternin tulkinta kirjallisuudesta on, että asumisen energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian tuotannon edistäminen näyttäisivät toimineen hyvin juuri nopeuden ja työllistävyyden suhteen.

Bowen ja Stern (2010) laajentavat tarkastelua myös velkaelvytyksen onnistumisen ehtoihin. Ympäristöverojen osalta heidän johtopäätöksensä on, että ne eivät toimi lyhyen aikavälin elvytyksen keinona. Toisaalta he korostavat, että mikäli Obaman elvytyspaketin tueksi suunniteltu päästökauppa olisi alkanut, se olisi voimistanut vihreän elvytyksen dynaamisia vaikutuksia (ks. kuitenkin Brahmabhatt 2014).

3. VIHREÄ ELVYTYS OSANA TALOUDEN ELVYTYSTÄ SUOMESSA

Tutkimuskirjallisuus antaa osviittaa siihen, että esimerkiksi energiatehokkuuden parantaminen ja uusiutuvan energian tuotannon lisääminen ovat ilmastotoimia, joita voidaan menestyksellisesti liittää elvytyspakettiin. Ne näyttäytyvät täten kiinnostavilta vaihtoehdoilta myös Suomelle. On kuitenkin syytä katsoa tarkemmin mahdollisia toimia Suomen ilmastopolitiikan tavoitteiden ja siellä tarvittavien toimien valossa.

Suomen hiilineutraaliospolku elvytyksen vihreiden elementtien lähteenä

Taulukossa 2 hahmotetaan suurimmat päästövähennystoimet Suomen polulla hiilineutraaliuteen (päästöpolku, ks. Seppälä ym. 2019). Näiden toimien alapuolelle on kirjattu pilottivaiheessa olevia innovatiivisia ilmastoratkaisuja, joihin liittyy merkittävää globaalia liiketoimintapotentiaalia suomalaisille yrityksille. Hiilineutraaliospolun ja tiedettyjen innovaatioiden valossa voidaan arvioida, mihin vähennystavoitteisiin voisi liittyä toimia, jotka olisivat nopeita, työllistäviä, vivuttaisivat myös yksityisiä investointeja samalla kun vähentävät kasvihuonekaasupäästöjä tästä eteenpäin (ks. Houser ym. 2009). Näin vihreät elvytystoimet samalla keventäisivät tulevaisuudessa edessä olevia mittavia päästövähennystoimia ja loisivat kasvua.

Taulukon alaosaan on lisätty tekijä, joka on tarpeen päästövähennystavoitteiden saavuttamiseksi, mutta joka itsessään ei aiheuta fossiilisten päästöjen vähennystä: sähköverkon saattaminen ajan tasalle. Sähköntuotannosta jo 80 % on CO₂-vapaata. Jäljelle jäävän 20 % ulossulkeminen sekä varautuminen tulevaan sähköistymiseen yli teollisuusalojen ei ole ilman vivuttamista ja infrastruktuurin uudistamista itsestään selvää. Sähkönsiirto- ja jakeluverkkojen vahvistaminen kestävään lisääntyvää tuotantomääriltään vaihtelevaa uusiutuvaa sähköä sekä joustavaa kulutusta on mahdollistava toimi fossiilisista luopumiseen puhtaan sähkön ja älyverkkojen avulla. Erityisesti paikallissiirto- ja jakeluverkoissa saattaa olla paikoittain syrjäseuduilla pullonkauloja tulevaisuuden sähköistymiselle, koska kyseisiä verkkoja ei välttämättä ole

mitoitettu suuremmille tehomäärille. Tämä jakeluverkkojen tarpeellinen uusiminen on maantieteellisesti laaja toimi, jonka taloudelliset vaikutukset jakaantuvat läpi Suomen ja joka edistää myös sopeutumista ilmastonmuutokseen, sillä maakaapelointi toteutetaan huomioiden muuttavat sääolosuhteet sekä lisääntyvät ääri-ilmiöt Suomessa.

Energiateollisuuden (2020) arvion mukaan sähkön päästökertoimet tulevat vähenemään nopeasti ja sähkön kysyntä kasvaa nykyiseltä noin 87 terawattituntin tasolta noin 112 terawattituntin tasoon vuoteen 2035 mennessä, jotta lisääntyvä sähkö mahdollistaisi päästövähennystoimia erityisesti lämmityksessä ja teollisuudessa. Jotta puhdas sähkö saadaan tuotettua joustavasti osana pohjoismaista energiamaarkkinaa ja edulliseen hintaan, voitaisiin aikaistaa nykyisiä olevia suunnitelmia energiajärjestelmän uudistamiseksi. Laskeva sähkön aluehinta hyödyttäisi koko kansantaloutta.

Liikenteen toimet ovat energiasektorin jälkeen mittaluokiltaan suurimmat. Sekä raskaassa että henkilöliikenteessä on käyttövoimien muututtava vähäpäästöiksi, mihin erityisesti sähköistyminen on henkilöautoliikenteen osalta tehokas keino. Latauspisteiden saatavuus vaikuttaa merkittävästi sähköauton hankintapäätökseen, jolloin on tärkeää kansallisten ilmastotavoitteiden näkökulmasta edistää latausasemien yleisyyttä proaktiivisesti, mitä ilman sähköautot eivät yleisty.

Taulukko 2. Suurimmat ilmastotoimet Ilmastopaneelin hiilineutraaliosuudesta.

Päästövähennys		Valmiita hankkeita tai suunnitelmia	Vaikutus talouteen	Työllisyysvaikutus
PÄÄSTÖVÄHENNYKSET				
Kivihiilen ulossulkeminen	8 Mt CO ₂	käynnissä		pieni
Turpeen korvaaminen energiantuotannossa	7,2 Mt CO ₂	ei toimia	Viiveellä	kohtalainen
Energiatehokkuustoimet teollisuus ja rakennukset	4 Mt CO ₂	osittaista tukea	Heti	merkittävä
Raskaan liikenteen päästövähennykset	3 Mt CO ₂	sovellettavissa		pieni
Henkilöautoliikenne	5 Mt CO ₂	ARA-tukia latausinfrastruktuuriin & Energiaviraston tarjouskilpailu julkisille latauspisteille	Heti	kohtalainen
Öljylämmityksen korvaaminen ei-polttoon perustuvilla lämmitysmuodoilla	1 Mt CO ₂	ei toimia julkisille rakennuksille, yksityisille ARA:n energia-avustukset	Heti/ Viiveellä	kohtalainen
INNOVAATIOT				
Power to X	*) Mt CO ₂	LUT ja Joutseno		
Teräs vetypelkistyksellä	1,2 Mt CO ₂	SSAB-hybridit		
CO ₂ -kierrätys sementtiteollisuudessa	0,3 Mt CO ₂			
Hiilidioksidin talteenotto, varastointi ja käyttö, CCSU	*) Mt CO ₂			
SÄHKÖNTUOTANNON EDELLYTYKSET				
kantaverkko	tukee	käynnissä	heti	kohtalainen
jakeluverkko	tukee	käynnissä	heti	merkittävä
siirtoverkko – Ruotsi	tukee	tarve uusia	viiveellä	kohtalainen

*) tarkkaa arviota ei toistaiseksi ole, mutta sekä päästövähennys- että liiketoimipotentiaali on merkittävä.

4. VIHREIDEN ELVYTYSPAKETTIIEN AINEKSET

Analysoimme seuraavassa Suomen päästötavoitteiden saavuttamisen kannalta vihreitä elvytyspaketteja, joilla etukäteen ajateltuna on merkittävää potentiaalia. Paketit toteutetaan 1-3 vuoden aikana, vuoden 2020 viimeisestä neljänneksestä lähtien. Tutkimme kunkin paketin suhteellista tehokkuutta olettaen, että julkinen valta kohdistaa kuhunkin 300 miljoonan euron suuruisen elvytysrahoituksen. Valittu 300 M€ on esimerkkisumma, jolla tutkitaan ja vertaillaan eri paketteja ja niiden tuloksia eikä siten ole suora suositus.

Kaikki ehdotetut paketit täyttävät finanssipoliittisen elvytyksen keskeiset kriteerit erityisesti toimien nopeuden ja työllisyysvaikutusten osalta. Näistä syistä paketteihin sisällytetyissä toimenpiteissä on hyödynnetty olemassa olevia investointisuunnitelmia sekä tukiohjelmia. Paketit ja niiden toimenpidejoukko on seuraava.

PAKETTI 1: RAKENNUSTEN ENERGIATEHOKKUUSREMONTIT

Tämä investointipaketti kohdistuu kahteen rakennusten energiatehokkuutta parantavaan toimenpiteeseen. Valtio sijoittaa 300 miljoonaa euroa investointien tukemiseen, mistä 2 % eli 6 miljoonaa euroa kohdistuu kotitalouksien toimiin ja 98 % eli 294 miljoonaa euroa julkisten rakennusten energiatehokkuustoimiin. Kotitalouksissa, joissa on suora sähkölämmitys, hankitaan lämmitystä optimoiva automaatiolaite. Laitteen hankinta- ja asennuskustannus on noin 1200 €. Julkisen sektorin rakennuksista löytyy suurempi joukko toimenpiteitä, jotka voidaan toteuttaa nopeasti. Näitä toimia ovat jo olemassa olevien korjaus- ja energiatehostamissuunnitelmien aikaistaminen.

Investointipaketti kanavoidaan korotetun kotitalousvähennyksen kautta kotitalouksille, jolloin vähennysosuus on 50 %, omavastuu 50 € ja vähennysmaksimi yhdelle henkilölle 3 000 €. Julkisten rakennusten toimien korvausprosentti on 40 %, jolloin 60 % kustannuksista jää esim. kunnan tai viraston vastuulle.

PAKETTI 2: RAKENNUSTEN LÄMMITYSTAPAREMONTIT

Lämmitystavan muutosten investointipaketissa öljylämmitteiset rakennukset muutetaan lämpöpumppulämmitteisiksi (maalämpö- ja vesi-ilmalämpöpumput). Valtio sijoittaa 300 miljoonaa euroa investointien aikaistamiseen. Vipuvaikutuksen suuruus on arvioitu siten, että 50 % summasta kohdennetaan pientaloille kotitalousvähennyksen (30 %) ja ARAn energia-avustuksen kautta (20 %) ja 50 % julkisten rakennusten muutoksiin. Julkisella sektorilla korvattaisiin 40 % aiheutuneista kustannuksista, kotitalouksille korotettuna kotitalousvähennyksenä ja ARAn avustusten osalta korvataan 50 %.

PAKETTI 3: SÄHKÖLATAUSASEMAT

Sähköisen liikenteen infrastruktuurin paketissa hyödynnetään kahta jo toiminnassa olevaa tukikanavaa. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA myöntää taloyhtiöille ja muille asuinrakennusten omistaville yhteisöille tukea sähköautojen latausinfrastruktuurin rakentamiseen. Energiavirasto ylläpitää tarjouskilpailua liikenteen infrastruktuurituista, joista investointipakettiin kuuluu paikallisen joukkoliikenteen latausjärjestelmät, ajoneuvojen suuritehoiset latausjärjestelmät ja ajoneuvojen peruslatausjärjestelmät. Investointipaketista 100 milj. euroa kohdistettiin ARAn ohjelman jatkamiselle ja 200 milj. euroa uusien tarjouskilpailukierrosten rahoittamiseen Energiaviraston infratuella. ARAn avustusprosentteja nostetaan 50 %:iin ja 70 %:iin aiemmasta 45 %:sta ja 55 %:sta, mutta maksimitukisumma per hanke pidettiin nykyisellä 90 000 € tasolla. Tukea oletettiin käytettävän sekä rivi- että kerrostaloyhtiöissä. Rivitaloyhtiön keskimääräinen investointi olisi kuusi latauspistettä, joista puolet olisi teholatauspisteitä. Kerrostaloyhtiöiden keskimääräinen investointi olisi 20 latauspistettä, joista kuusi olisi teholatauspisteitä. Energiaviraston tarjouskilpailun tulokseksi oletettiin aiempien kierrosten toteutunut rahoitusosuus eli 31 %, ja keskimääräinen hanke olisi neljä teholatauspistettä ja kaksi pikalatauspistettä.

PAKETTI 4: RAITIOTIEINVESTOINNIT

Raitiotieliikenteen investointipaketissa tarkastellaan raitiotiehankeita. Lähtöoletuksena on, että valtio tukee raitiotiehankeita samassa suhteessa kuin Tampereen raitiotietä. Valtio sijoittaa siis 300 miljoonaa euroa

hankkeiden rakentamisvaiheen tukemiseen, mikä synnyttää kokonaisuudessaan suuremman investointishokin talouteen. Raitiotiehankeita on Suomessa suunnitteilla, joita aikaistamalla voidaan mahdollisesti saada aikaan taloutta elvyttävä vaikutus.

PAKETTI 5: UUSIUTUVAN ENERGIAN PILOTIT

Uusiutuvan energian paketissa tarkastellaan merituulivoimapilotin, turve- ja kivihiihivoimaloita korvaavien syvämaalämpöhankeiden ja suuren aurinkovoimalahankkeen vaikutuksia, kun tuotantotuki jaetaan tarjouskilpailun kautta. Investointipaketti kohdistettaisiin kolmelle eri teknologialle niin, että syvä maalämpö saisi 60 % osuuden (180 milj. euroa), merituulivoima 30 % osuuden (90 milj. euroa) ja aurinkovoimala 10 % osuuden (30 milj. euroa). Jako teknologioiden välille on oletettu tarpeen ja toteutettavuuden perusteella, mutta se on vain arvio tämän hetken toteutuspotentiaalista. Tukiosuus olisi hankkeille 30 %, jolla saataisiin yksi merituulivoimalahanke ja aurinkoenergian osalta teollisen tason pilottihanke.

5. ELVYTYSKÄYTTÖJEN VAIKUTUSTEN LASKENTA

Vihreiden elvytyspakettien taloudelliset vaikutukset on arvioitu käyttäen Suomen ympäristökeskuksen ENVIMAT-mallia. Mallinnuksen tuloksena saadaan arvio siitä, millaiset ovat eri pakettien talous- ja työllisyysvaikutukset ja kuinka eri hankkeita mahdollisesti yhdistämällä voidaan saada sopivan hajautettu elvytyspaketti aikaiseksi. ENVIMAT-mallin oletusten ja tulosten nojalla on erikseen arvioitu, kuinka toimet vaikuttavat kasvihuonekaasupäästöihin, kun perusoletuksena on, että Suomi toimii johdonmukaisesti hiilineutraaliosuudella. Tätä tarkastelua täydentää yleisen tasapainon kehikossa FINAGE-mallilla tehty kokonaistaloudellisten vaikutusten analyysi. Se mahdollistaa elvytyspakettien vaikutuksen kytkemisen arvioon COVID-19-pandemian talousvaikutuksista.

SUOMEN KANSANTALouden YMPÄRISTÖLAAJENNETTU PANOS-TUOTOSMALLI ENVIMAT

Panos-tuotokselle käytetään yleisesti arvioitaessa erilaisten investointien taloudellisia vaikutuksia. Ympäristölaajennettu panos-tuotosmalli ENVIMAT kuvaa kansantalouden tilinpitoon pohjautuen systemaattisesti eri toimialat ja niiden väliset kytkennät sekä eri tuotteiden tarjonnan ja käytön (Seppälä ym., 2009, Nissinen & Savolainen, 2019). Tuotantotoiminta on jaettu mallissa 148 toimialaan ja 229 tuotteeseen. Malli sisältää myös kansantalouden tuonnin ja viennin. Mallin avulla voidaan laskea investointien aiheuttamat kokonaisvaikutukset (suorat ja kerrannaisvaikutukset) taloudessa tuotoksen, arvonlisäyksen ja työllisyyden osalta. Mallin tarkempi kuvaus löytyy liitteestä 1.

YLEISEN TASAPAINON FINAGE-MALLI

Kokonaistaloudellisen tasapainomalliin nojaavaa lähestymistapaa käytetään yleisesti kansantalouden pitkän aikavälin kehityksen arviointiin. FINAGE-tasapainomalli kuvaa taloutta kotitalouksien sekä kymmenillä toimialoilla toimivien yritysten ja julkisten sektorien päätöksistä käsin. Siinä kotitaloudet, julkinen sektori ja yritykset ovat taloudellisten päätöksen tekijöitä, joiden valinnoista kumpuavat tavaroiden ja palveluiden kulutuskysyntä ja välituotekysyntä, niiden kysyntä julkisten palveluiden ja hallinnon käyttöön sekä investointikysyntä eri toimialojen investointeihin. Osa mallin tavaroiden ja palvelujen loppukysynnästä tulee ulkomailta, ja tuontitavarat muodostavat osan tavaroiden ja palveluiden kotimaisesta tarjonnasta. Malliin sisältyvät myös tuotannontekijämarkkinat sekä tuotannontekijätulojen ja erilaisten verotuottojen kohdentuminen. Kysynnän ja tarjonnan tasapaino toteutuu hintamekanismien kautta (Honkatukia 2009, 2013, 2019). Mallin tarkempi kuvaus löytyy liitteestä 3.

KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN LASKENTA

Elvytyspakettien toimenpidejoukon päästövähennysvaikutukset on arvioitu kunkin toimenpiteen kumulatiivisena kasvihuonekaasupäästövaikutuksena vuosina 2021-2035. Kumulatiivinen päästövähennys saadaan laskemalla toimenpiteen arvioidut vuosittaiset päästöhyödyt yhteen. Päästöhyöty kuvaa kunakin vuonna sitä päästövähennyslisää, jonka aikaistettu aktiviteetti saa aikaiseksi Suomessa. Päästöhyötynä ei

siis lasketa mukaan päästövähennysvaikutusta, joka tapahtuu muutenkin ajan kanssa ilman tuella saatua toimintaa.

Kunkin toimenpiteen päästölaskennassa on sovellettu aihealueessa yleisesti hyväksytyjä päästölaskentasääntöjä ja tietolähteitä, jotka käyvät ilmi tarkemmin liitteessä 2. Päästöhyötyjen laskentaan liittyvät oletukset - etenkin mitä päästölähteitä korvataan milloinkin ja miten näiden päästöt kehittyisivät muutenkin - vaikuttavat merkittävästi lopputulokseen. Työssä on pyritty löytämään näiltä osin parhaiten ”keskimääräistä” tilannetta kuvaavia oletuksia, jotta eri toimenpiteiden keskinäinen päästöhyötyjen suuruusluokka selviäisi. Lähestymistavan takia päästövähennyslaskelmien tuloksia tulee tarkastella vain suuruusluokkina.

Kaikissa toimenpidetarkasteluissa on oletettu, että energiatuotannon (sähkön ja/tai kaukolämmön) päästökehitys noudattaa ilman elvytystoimenpiteitä Energiateollisuuden (2020) esittämää vähähiilisyyskenaariota. Esimerkiksi energiatehokkuustoimenpiteet korvaavat tätä kulloistakin valtakunnan keskimääräistä sähköä ja/tai kaukolämpöä ja lämmitystaparemonteissa lämpöpumput käyttävät tätä energiaa korvattaessaan öljyjärjestelmiä. Tuen vauhdittamisessa lämmitystaparemonteissa oletetaan, että niissä kattilat korvattaisiin lämpöpumppuratkaisuilla myöhemmin ja ainoastaan ennen aikaisesti toteutunut päästövähennys lasketaan päästöhyötynä. Sähkölatausasemien yhteydessä rakennettavien sähkölatausasemien oletetaan tuovan ennen aikaisesti automarkkinoille täyssähköautoja ja ladattavia hybridejä, jotka korvaavat muutoin markkinoille tulevia polttomoottoriautoja. Näin saadut korvaushyödyt ovat luonteeltaan pysyviä ja säilyvät elvytyksen jälkeen aina vuoteen 2035. Uusiutuvan energian tukipaketissa keskisyvien lämpökaivojen vaikutukset kohdistuvat hiilellä ja turpeella tuotetun kaukolämmön korvaamiseen. Laskelmissa otetaan huomioon kivihillen täyskielto vuoteen 2029 ja turpeen käytön puolittuminen vuoteen 2030 mennessä. Merituulivoiman arvioidaan korvaavan markkinoilla muulla tavalla tuotettua sähköä kuin tuuli- ja ydinvoimalalla tuotettua ja tämän päästöhyöty vähenee ajan kanssa vähähiilisyyskenaarion kehityksen mukaisesti. Vastaavasti aurinkovoiman päästöhyötyjen laskennassa sähkön vähähiilisyyskehitys on mukana ja korvaustilanteessa otetaan huomioon aurinkovoiman tuottoajankohdan matalampi sähkön päästötaso. Raitiotieinvestoinneissa raitiovaunun oletetaan korvaavan henkilöauto- ja bussiliikennettä Tampereen raitiotiehankkeen yhteydessä tehtyjen arvioiden perusteella ja laskelmissa otetaan huomioon myös henkilö- ja bussiliikenteessä tapahtuva päästöjen lasku tulevaisuudessa. Raitioliikenteen päästövähennysarvioissa ei olla kuitenkaan pystytty ottamaan raitioliikenteen välillisiä vaikutuksia huomioon yhdyskunnan tiivistymisen ja asukkaiden mahdollisten käyttäytymismuutosten seurauksena. Raitioliikenteen päästövähennysarvio on siksi selvästi aliarvio.

6. ELVYTYSTOIMIEN VAIKUTUKSET KANSANTALOUTEEN JA KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖIHIN

Elvytystoimien talous- ja työllisyysvaikutukset

Elvytystoimien oletetaan alkavan vuoden 2020 jälkipuoliskolla ja toimet saadaan käyntiin nopeasti, viimeistään vuoden 2021 ensimmäisellä neljänneksellä. Taulukko 3 esittää pakettien mahdollistamat investoinnit, niiden kotimaisuusasteen, työllisyysvaikutukset, arvonlisäysvaikutukset sekä tehokkuusindikaattorit. Saadut vaikutukset riippuvat keskeisesti siitä, kuinka paljon valtion tuet vivuttavat yksityisiä investointeja. Toteutuneen vivutuksen suuruus riippuu ennen muuta oletuksista koskien valtion tuen ja yksityisen rahoituksen osuutta sekä yksityisten toimijoiden osallistumisastetta kunkin paketin toimenpiteisiin (nämä esitellään tarkemmin raportin teknisessä liiteosassa 1).

Taulukko 3. Elvytyspakettien vaikutukset, kun valtio kohdistaa 300 M€ per paketti.

	Energia- tehokkuus- remontit	Lämmitys- taparemontti	Sähkölataus- asemat	Raitiotie- investointi	Uusiutuvan energian pilotit
Vivutettu investointi	361 M€	358 M€	362 M€	1049 M€	700 M€
Investointi yhteensä	661 M€	658 M€	662 M€	1349 M€	1000 M€
Investointi kotimaiseen tuotantoon M€	460 M€	488 M€	408 M€	1302 M€	653 M€
Vaikutus työllisyyteen (1000 työllistä)	4,98	5,51	4,55	13,28	6,78
Työllisyyskerroin 1: työllistä/valtion panostus M€	16,60	18,36	15,15	44,28	22,59
Työllisyyskerroin 2: työllistä / investointi kotimaahan M€	10,83	11,29	11,14	10,20	10,38
Investoinnin kotimaisuusaste	70 %	74 %	62 %	97 %	65 %
Arvonlisäyksen kasvu	0,18 %	0,20 %	0,17	0,50 %	0,26 %
Fiskaalinen kerroin (bruttoarvonlisäyksen muutos % / valtion nettolainanoton muutos %)	0,076	0,084	0,071	0,210	0,110

Taulukon 3 kullakin rivillä suurin arvo on lihavoitu. Kaupunkien raitiotieinvestoinnit vivuttavat eniten yksityisiä investointeja, ja sen vuoksi niillä on myös suurin työllisyysvaikutus. Erityisesti työllisyyskerroin 1 osoittaa, että työllisyysyhyöty suhteessa valtion omaan rahoitukseen on suuri. Myös uusiutuvan energian pilottien tarjouskilpailut ovat kannattavia työllisyyskertoimen 1 valossa. Työllisyyskerroin 2 suhteuttaa työllisyysvaikutuksen koko kotimaahan kohdistuvaan osaan investoinnista eli myös yksityisen rahoituksen määrä vaikuttaa. Nyt kertoimet ovat lähellä toisiaan, kuten voi odottaakin. Karkea tulkinta on, että yhden miljoonan euron investoinnilla työllistetään noin 11 henkilöä. Tämän indikaattorin valossa työvoimavaltaiset lämmitystaparemontit osoittautuvat tehokkaimmiksi. Fiskaalinen kerroin kuvaa suhdelukuna investoinnin taloudellista nettohyötyä, ja se on selkeästi suurin raitiotien kohdalla ja toiseksi suurin uusiutuvan energian piloteissa. Tämä on ymmärrettävää, sillä nämä pilotit sisältävät korkean arvonlisän tuotantoa.

Elvytystoimien arvioidut ilmastovaikutukset

Vihreän elvytyksen pakettien kasvihuonekaasupäästövähennyslaskelmien arviointiperusteet ovat yhdenmukaisia investointien talous- ja työllisyyslaskelmien yhteydessä esitettyjen perusteiden kanssa. Päästövähennysindikaattorina on käytetty ensisijaisesti kumulatiivista kasvihuonekaasupäästövähennystä vuoteen 2035 mennessä, koska tällä indikaattorilla saadaan paremmin arvioitua pakettien toimenpiteiden päästövähennysvaikuttavuus vuoden 2035 hiilineutraaliustavoitteen näkökulmasta kuin yksittäisen vuoden päästövähennystiedolla. Kumulatiivisen päästövähennystietojen lisäksi toimenpiteiden päästövaikutuksia on arvioitu tässä yhteydessä niiden suurimman vuosipäästövähennystiedon perusteella.

Taulukko 4 esittää yhteenvedon päästövaikutuksista sekä päästövähennysvasteen suhteessa julkisen vallan panostamaan rahoitukseen (300 M€). Laskelmissa ei ole arvioitu muita ympäristövaikutuksia, kuten vesistö- tai monimuotoisuusvaikutuksia. Ympäristövaikutusten määrittely vaatisi omat erilliset analyysinsä ja erityisesti täydentävää mallintamista.

Taulukko 4. Vihreän elvytyksen pakettien kasvihuonekaasupäästövähennysvaikutukset

Vihreän elvytyksen kohde	Valtion tuen suuruus, milj. €	Suurin vuosi-päästövähennys (vuosi) (1000 t CO ₂ e/v)	Kumulatiivinen päästövähennys vuoteen 2035 mennessä, Mt CO ₂ e	Tuen päästö-vähennysvaste, 1000 t CO ₂ e/milj.€
Rakennusten energiatehokkuusremontit	300	198 (2025)	1,87	6
Pientalot	6	26 (2023)	0,22	37
Kuntien kerrostalot	294	178 (2025)	1,65	5,4
Rakennusten lämmitystaparemontit	300	231 (2024)	1,754	5,8
Sähkölatausasemat	300	179 (2035)	1,375	4,6
Uusiutuvan energian pilotit	300	363 (2023)	2,440	8,1
Keskisyyvät lämpökaivot	180	306 (2023)	1,91	10,6
Merituulivoima	90	53 (2022)	0,48	5,3
Aurinkovoima	30	7 (2022)	0,05	1,7
Raitiotieinvestoinnit	300	18 (2024)	>0,17 *	>0,6 *

* Arvioon liittyy erittäin suuri epävarmuus, koska raitiotieliikenteen välillisiä päästövaikutuksia, yhdyskuntarakentamisen ja liikkumistapamuutosten kautta ei ole pystytty ottamaan arvioissa huomioon.

Taulukkoon 4 on raportoitu pakettien toimenpiteiden suurin vuosipäästövähennys ja kumulatiivinen päästövähennys vuoteen 2035 mennessä olettaen, että Suomen ilmastotoimet edistyvät hiilineutraaliustavoitteen mukaisesti. Tämä oletus tarkoittaa talouden hiili-intensiteetin laskua, mikä itsessään vähentää ajassa elvytystoimien ilmastovaikutuksia. Kuvassa 1 on esitetty elvytyskohteiden päästövähennyskehitys vuosina 2020-2035 raitiotieliikennekohdetta lukuun ottamatta. Raitiotieinvestointiin liittyvän päästövähennysarvioinnin kapea-alaisuuden ja suuren epävarmuuden takia sen esittäminen rinnan muiden kohteiden päästöarvion kanssa ei ole perusteltua.

Kumulatiivisten päästövähennystulosten perusteella rakennusten energiatehokkuus- ja öljylämmitysremontit sekä sähkölatausasemien kasvattaminen näyttävät olevan vaikutuksiltaan samaa suuruusluokkaa, kun ottaa

huomioon niiden päästövähennysarvoihin liittyvän epävarmuuden. Lisäksi pitää ottaa huomioon, että sähkölatausasemien päästövähennysvaikutukset ovat todennäköisesti remonteja selvästi suuremmat vuonna 2035, vaikka investointiulla synnytettyjen sähköautojen ja ladattavien hybridien määrä alkaa nopeasti poistua liikenteessä 2030-luvun jälkipuoliskolla. Samaan lopputulokseen päädytään katsomalla vain eri toimenpiteiden suurinta vuosipäästövähennystä ja taloudellista päästövähennysvastetta (viimeinen sarake taulukossa 4). Selvästi kustannusvaikuttavin tapa vähentää päästöjä on sähkölämmitteisten pientalojen energiatehokkuusremontit älykkäillä optimointijärjestelmillä.

Uusiutuvan energian pilottien päästövähennysvaikutukset ovat selvästi suurimmat muihin paketteihin nähden. Tämä johtuu nimenomaan keskisyvien lämpökaivojen vaikuttavuudesta kivihiilen ja turpeen kaukolämpökäytön alarajassa. Lämpökaivojen päästövähennysten vaikuttavuutta voidaan lisätä taulukon 4 ja kuvan 1 (alla) osoittamista määristä lähes 50 %:lla, jos keskisyvien lämpökaivojen tukeminen suunnataan yksinomaan turvetta käyttäviin kaukolämpölaitoksiin (ks. liite 2).

Vaikka merituulivoimalan päästövähennysvaikutukset jäävät selvästi keskisyvien lämpökaivojen päästövähennyksistä, niiden tuen kustannusvaikuttavuus päästövähennyksissä vastaa vähintään energia- ja lämmitysremonttien kustannusvaikuttavuus. Puhtaan sähkön välillisiä päästövähennyksiä etenkin lämmityksen ja teollisuuden vähähiilisyyskehityksessä ei ole pystytty arvioimaan tässä yhteydessä, minkä takia merituulivoiman merkitys päästövähennysvaikutuksissa on todennäköisesti tässä esitettyä suurempi. Sama ongelma koskee myös aurinkovoiman päästövähennysarviota. Tästä huolimatta tulosten perusteella voidaan sanoa, että aurinkovoiman kustannusvaikuttavuus päästövähennyksissä jää valtakunnan tasolla selkeästi merituulivoimalan taakse. Todettakoon, että tietyissä olosuhteissa aurinkovoimalla voidaan saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä ja päästövähennyspotentiaalia voidaan kasvattaa huomattavasti aurinkosähkön varastoinnin myötä (ks. liite 2).

Raitiotieliikenteen päästövähennyshyötyjä syö jatkossa henkilöauto- ja bussiliikenteen ominaispäästöjen vähenemiskehitys. Todennäköisesti raitiotieliikenteen selkeästi suurimmat päästövaikutukset syntyvät yhdyskuntarakenteen ja asukkaiden liikkumistottumuksien muutosten kautta. Näiden muutosten eteneminen on tärkeää kaupunkien systeemitason vähähiilisyyskehityksessä, mitä ei olla kuitenkaan tässä työssä pystytty arvioimaan. Muutokset ovat hitaita ja niiden merkitys korostuu helposti vuoden 2035 jälkeisessä maailmassa. Suuresta epävarmuudesta huolimatta tässä yhteydessä tehty arviointi antaa kuitenkin lopputuloksen, jossa raitiotieliikenteen tukipaketista seuraa selvästi vähäisempi päästövähennyshyöty vuosina 2021-2035 kuin muista tukipaketeista.

Elvytyspakettien toteutusvaihe aiheuttaa jonkin verran päästöjä, esimerkiksi rakentamisen ja energiankäytön kautta. Niitä ei ole tässä yhteydessä eritelty, sillä menetelmällisesti ne joudutaan tuottamaan eri tavalla kuin kuvassa 1 tuotetut päästövähennysarvot, eikä niiden perusteella voi arvioida hankkeiden päästötasetta.

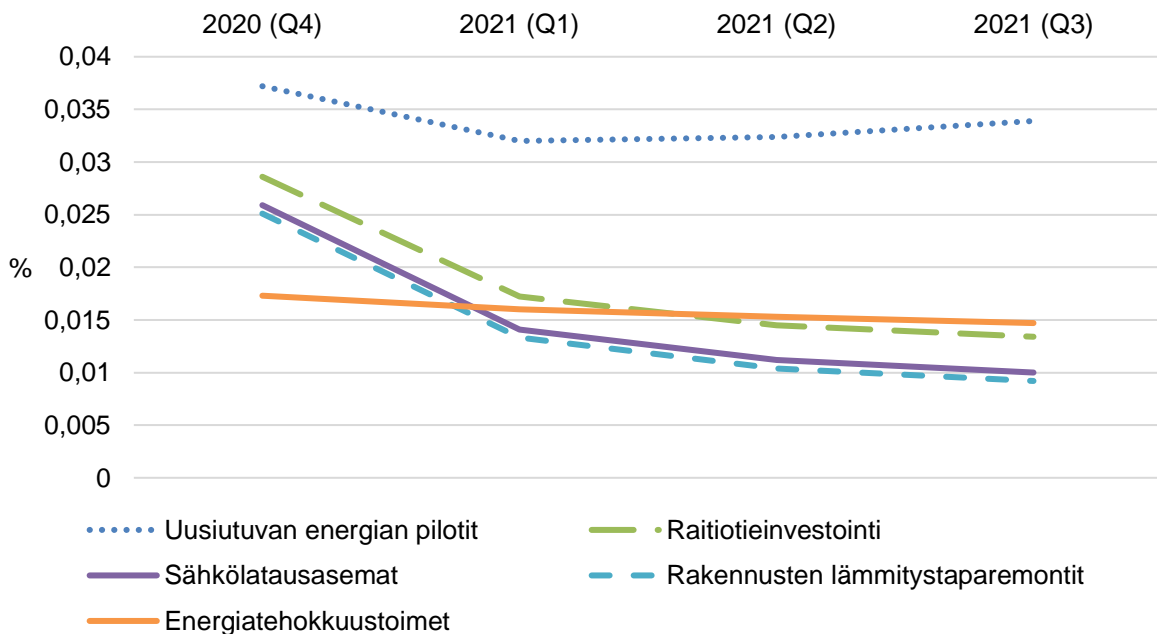


Kuva 1. Rakennusten energiatehokkuustoimienremonttien (a), öljylämmitystaparemonttien (b) sähkölatausasemien (c), ja uusiutuvan energiatuotannon (d) päästökemitysarviot (1000 t CO₂-ekv.) vuosina 2020-2035, kun kuhunkin pakettiin suunnataan 300 miljoonan valtion tuki.

Elvytyspaketit kokonaistaloudellisen tarkastelun valossa

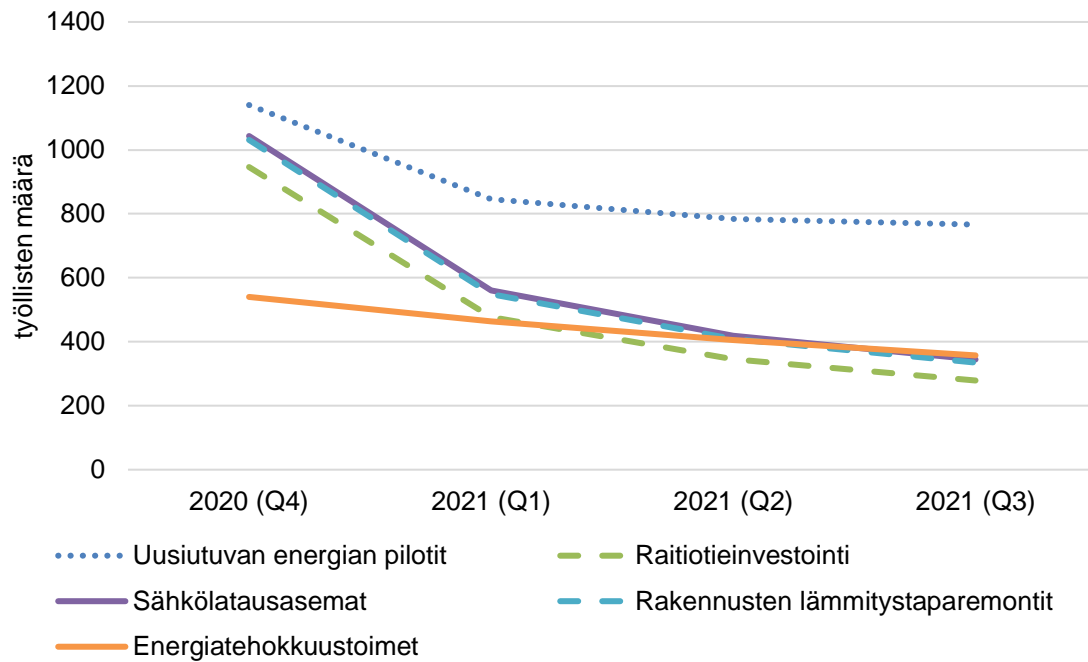
Kokonaistaloudellinen tarkastelu keskittyy investointien rakennusaikaisiin vaikutuksiin, mutta osa tarkastelluista hankkeista toisi valmistuessaan myös pitkäaikaista hyötyä uusiutuvan energian osuuden kasvun ja energiatehokkuuden lisääntymisen kautta. Kuten kokonaistaloudellisissa malleissa on yleensä tapana, tarkastelu tehdään aina suhteessa johonkin perusuraan. Perusurana on pandemian vaikutuksen sisältävä kuvaus talouden kehityksestä. Pandemian vaikutusten tarkastelu perustuu aiempaan tutkimukseen, jossa arvioitiin muun muassa hoitokapasiteetin käytöstä aiheutuvia kustannuksia ja tarkasteltiin toimialakohtaisesti valtioneuvoston toteuttamien liikkumisen ja muiden rajoitteiden taloudellisista vaikutuksista (Honkatukia 2020).

Elvytyspakettien tarkastelu on tehty vuosineljänneksittäin olettaen, että toimet alkavat vuoden 2020 viimeisellä neljänneksellä. Kuva 2 esittää kunkin elvytyspaketin vaikutukset kansantuotteeseen prosentuaalisesti vuoden 2021 loppuun mennessä, kun vertailuperusteena on COVID-taantuman mukainen skenaario. Kaikki paketit kasvattavat kansantuotetta korkeammaksi kuin COVID-skenaario, eli ne toimivat elvyttävänä investointeina. Uusiutuvan energian paketilla on selkeästi suurin vaikutus. Pakettien vaikutus kansantuotteeseen hiipuu ajassa, sillä COVID-skenaariossa talous alkaa elpyä vuoden 2021 aikana. Uusiutuvan energian paketti on kiinnostava siinä, että sen prosentuaalinen vaikutus ajassa ei laske. Tulkintana on, että uusiutuvan energian investointi tuo pysyviä pitkäaikaisia taloushyötyjä.



Kuva 2. **Kansantuotteen muutos** hankkeiden kestoaikana verrattuna COVID-skenaarioon, prosenttia.

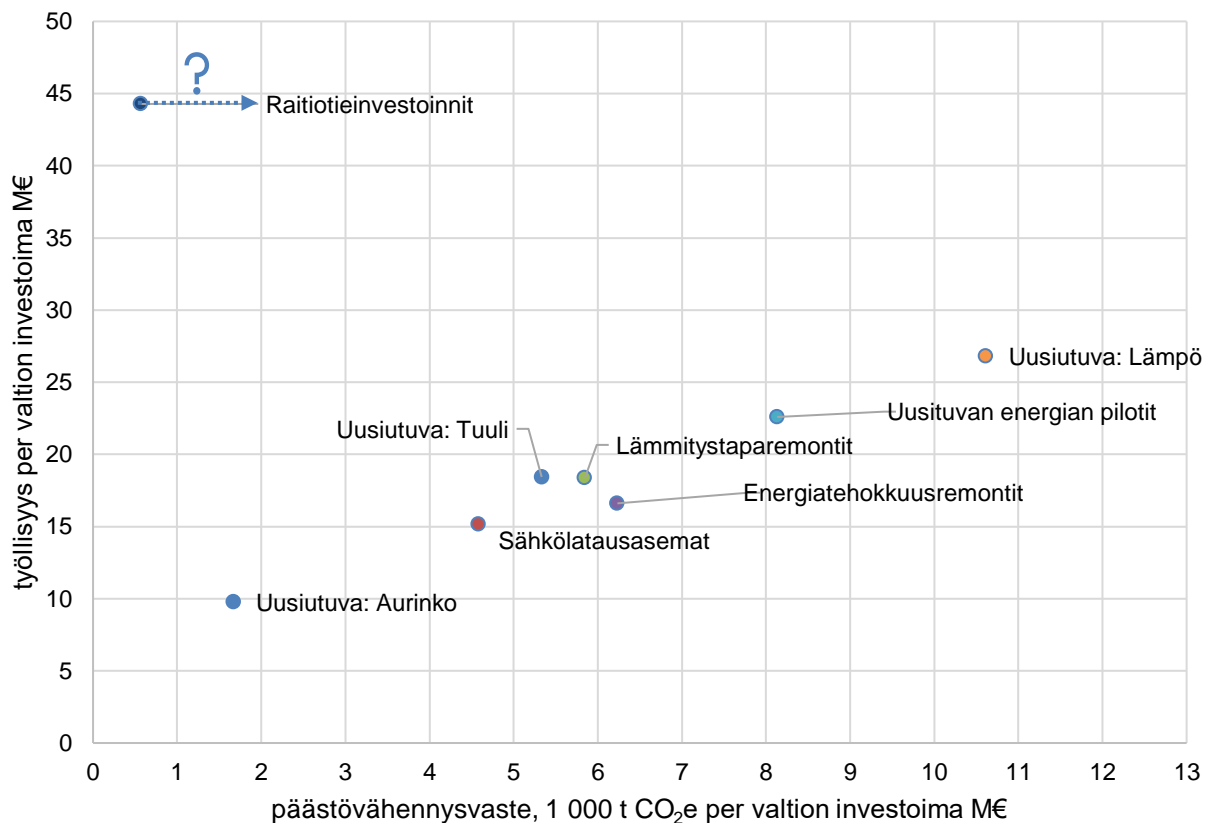
Kuva 3 esittää vaikutuksen absoluuttisissa työllistettävien määrissä. Ensimmäisen neljänneksen työllisyysvaikutukset vaihtelevat välillä 600 – 1200 ja laskevat suhteellisen nopeasti, vuoden 2021 ensimmäisen neljänneksen jälkeen. Uusiutuvan energian pilotit jättävät työllisyysvaikutuksen suhteellisen korkeaksi, noin 800 henkilötyövuoden tasolle, kun muut jäävät noin 400 työlliseen



Kuva 3. Työllisten määrä hankkeiden kestoaikana verrattuna COVID-skenaarioon.

Pakettien talous- ja ilmastovaikutusten yhteisarviointia

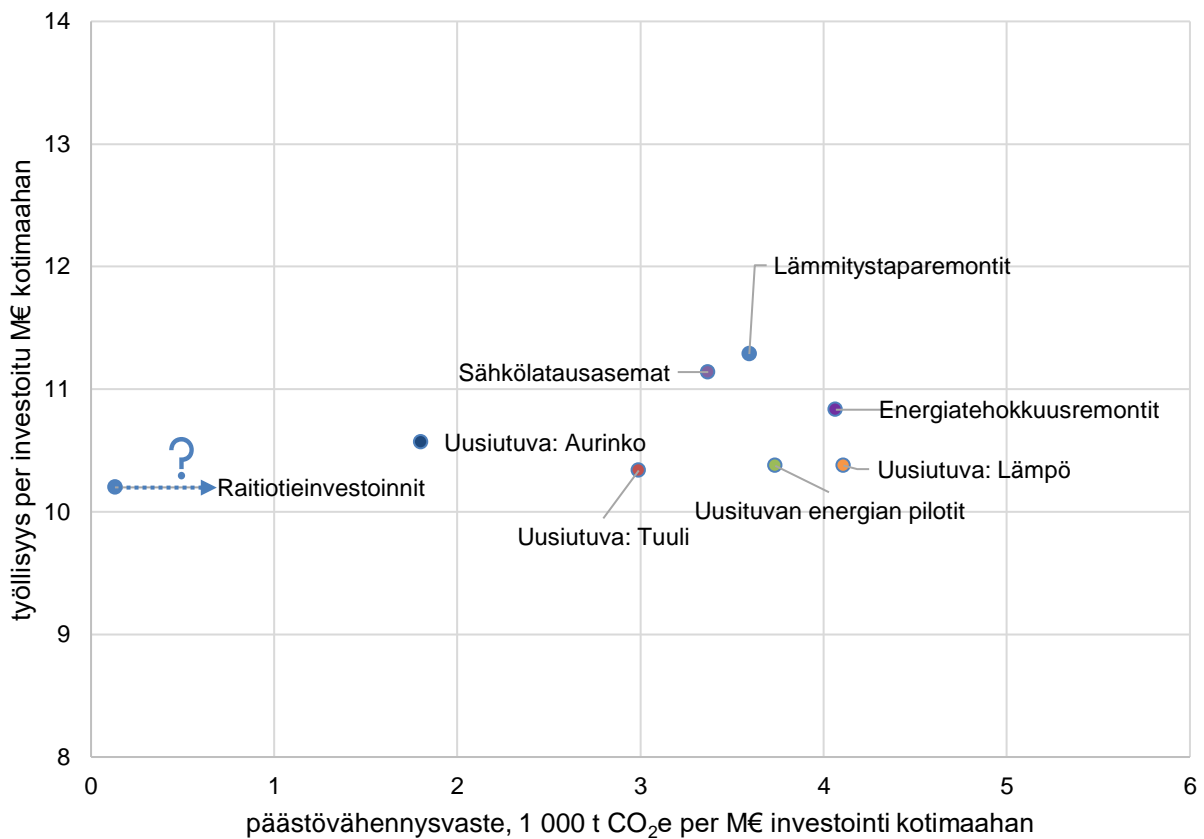
Elvytyspaketit poikkeavat tiettyjen vaikutustensa suhteen merkittävästi. ENVIMAT-mallin tuloksista esitetään työllisyysvasteen ja aiemmin esitellyllä menetelmällä saadut päästövähennysvasteet yhtä aikaa kuvassa 4 kokonaisvaltaista vertailua varten. Vaaka-akselilla kuvataan elvytysrahalla saatuja kumulatiivisia päästövähennyksiä per valtion investoima 1 M€ ja pystyakselilla työllisyysvaikutuksia per valtion investoima 1 M€. Mitä kauempana oikealla ja ylhäällä paketti on, sitä voimakkaampi on kumpikin vaikutus. Tämän kuvan perusteella arvioidaan ainoastaan valtion investoinnin tehokkuutta työllisyyden näkökulmasta, eikä yleistä kustannustehokkuutta.



Kuva 4. Eri elvytyspakettien työllisyys- ja päästövähennysvasteet suhteessa valtion panostukseen.

Kuva 4 osoittaa, että raitiotieinvestoinneilla on suurin työllistävä vaikutus, mutta selvästi pienempi vaikutus päästöihin kuin muilla investoineilla. Näin voi sanoa, vaikka raitiotien päästöarviot ovat selvästi aliarvioitu kuten aiemmin todettiin. Kun otetaan huomioon päästöarvioiden ja taustaoletusten epävarmuus niin sähkölatausinfra, rakennusten energiatehokkuustoimet ja lämmitystaparemontit aiheuttavat jokseenkin saman suuruisia työllisyys- ja ilmastovaikutuksia. Uusiutuvan energian paketin työllisyysvaikutukset ovat samalla tasolla muiden kanssa, jos katsotaan koko pakettia sisältäen kolme eri energiantuotantotapaa: tuuli, aurinko ja syväkaivot. Kun eri energiantuotantomuotoja tarkastellaan erikseen, lämpökaivoilla on parhaan päästövaikutuksen lisäksi myös parhaat työllisyysvaikutukset heti raitiotieinvestoinnin jälkeen. Sen sijaan aurinkovoimala ja merituulipilotti menestystä heikoimmin.

Eräs finanssipoliittisen elvytyksen kysymyksiä on, kuinka vahvasti julkinen rahoitus valuu ulkomaille. Tämän vuoksi kuvassa 5 esitetään vertailu työllisyys suhteessa koko kotimaan investointeihin ja saavutettava päästövähennys per investointi kotimaahan (määrittelyyn liittyvät tekniset asiat löytyvät liitteistä 2 ja 3).



Kuva 5. Työllisyys ja päästövähennys per investointi kotimaahan.

Työllisyysvaikutukset katsottuna suhteessa kotimaan investointeihin ovat suhteellisen lähellä toisiaan, kuten havaittiin jo kokonaisinvestointien osalta edellä. Kotimaisuuden korostaminen nostaa lämmitystaparemontit ja sähkölatausasemien työllisyyden osalta kärkeen, myös päästöjen osalta investoinnit asettuvat melko samalle tasolle. Sähkölatausasemien, lämmitystapa- ja energiatehokkuusremonttien ja lämpökaivojen vaikutukset ovat samaa suurusluokkaa. Aurinkoenergia- ja raitioinvestoinnit jäävät päästövähennysvaikutuksiltaan selvästi tästä ryhmästä.

PAKETTIEEN YHDISTELMÄ

Elvytyksen rahoitus määrittää, missä laajuudessa kukin paketti voitaisiin toteuttaa. On myös mahdollista yhdistää kunkin paketin sisältämiä tehokkaimpia yksittäisiä toimenpiteitä. Edellä esitetyn analyysin nojalla on etsitty toimivaa ja toteuttamiskelpoista yhdistelmää työllisyys- että päästöhyödyistä pakettien välillä. Tämä on mahdollista, koska ENVIMAT-mallin panos-tuotusanalyysin tulokset voidaan skaalata lineaarisesti valitun rahoituksen tasolle, kuten myös päästövaikutukset. Yhdistelmään on mitoitettu valtion tukea niin, että kokonaisbudjetti olisi 300 M€. Valtion panostuksen summat kuhunkin pakettiin perustuvat asiantuntija-arvioihin sekä tilastoihin toteutuneista tuista. Taulukko 5 raportoi valitun yhdistelmän kansantaloudelliset vaikutukset edellä käytettyjen indikaattoreiden valossa sekä potentiaalisen päästövähennyksen vuoteen 2035.

Taulukko 5. Yhdistelmäehdotus eri paketeista

	Energia-remontit	Lämmitystä-paremontit	Sähköla-tausasemat	Raitiotie-investoinnit	Uusiutu-van energian pilotit	Yhteensä
Valtion panostus per paketti	50 M€	30 M€	30 M€	90 M€	100 M€	300 M€
Ulkopuolinen investointi	60 M€	36 M€	36 M€	315 M€	233 M€	680 M€
Investointi yhteensä M€	110 M€	66 M€	66 M€	405 M€	333 M€	980 M€
Investointi kotimaiseen tuotantoon M€	77 M€	49 M€	41 M€	391 M€	218 M€	775 M€
<hr/>						
Vaikutus tuotokseen M€	133 M€	93 M€	73 M€	704 M€	830 M€	1833 M€
Vaikutus arvonlisäykseen M€	54 M€	36 M€	30 M€	269 M€	156 M€	545 M€
<hr/>						
Vaikutus työllisyyteen (1000 työllistä)	0,83	0,55	0,45	3,99	2,26	8,08
Työllisyyskerroin 1: työllistä/valtion panostus M€	16,60	18,36	15,15	44,28	22,59	26,93
Työllisyyskerroin 2: työllistä / investointi kotimaahan M€	10,83	11,29	11,14	10,20	10,38	10,43
Investoinnin kotimaisuusaste	70 %	74 %	62 %	97 %	65 %	79 %
<hr/>						
Arvonlisäyksen kasvu	0,03 %	0,02 %	0,02 %	0,15 %	0,09 %	0,30 %
Bruttoarvonlisäyksen muutos% / valtion nettolainanoton muutos%	0,01	0,01	0,01	0,06	0,04	0,13
<hr/>						
Paketin kumulatiivinen päästövähennys vuoteen 2035, 1000 t CO ₂ e	312 kt	175 kt	138 kt	51 kt	813 kt	1 489 kt

Toimenpidepaketteihin on mahdollista tehdä erilaisia sisäisiä painotuksia. Kiinnostava vaihtoehto on pitää taulukon 5 muut paketit samana, mutta valita uusiutuvan energian pilotteihin tuettavaksi ainoastaan syviä lämpökaivoja 100 milj. euron edestä. Jos nämä investoinnit suunnattaisiin turvetta käyttäviin kaukolämpökohteisiin, saataisiin lisää 770 kt kumulatiivisia päästövähennyksiä (ks. liite 2), kotimaisuusaste kasvaisi ja siten vaikutus työllisyyteen olisi suurempi.

7. LAADULLISTA TARKASTELUA: INNOVAATIOT JA SOSIAALINEN OIKEUDENMUKAISUUS

Taloudellisilla malleilla tehtävien tarkastelujen etuna on analyysin johdonmukaisuus tehtyjen oletusten pohjalta. Mallien rakenne ja interaktiot eri sektoreiden välillä sekä talouden sopeutumista koskevat oletukset johtavat loogisesti saatuihin lopputuloksiin. Vaatii kuitenkin mittavaa mallien modifiointia, jotta tuottavuuden kasvu voisi toteutua endogeenisesti, esimerkiksi innovaatioiden kautta. Elvytyspakettien määrittelyssä annettiin kuitenkin erityistä huomiota myös innovaatiopotentialille ja oppimisen kautta saataville hyödyille sekä sosiaaliselle oikeudenmukaisuudelle. Näitä piirteitä voimme arvioida lähinnä laadullisesti.

Innovaatiot ja oppiminen

Uusiutuvan energian eri pilottihankkeisiin liittyy merkittävää innovaatio- ja oppimispotentialia, joten ne johtaisivat myös pitkällä aikavälillä tuottavuuden paranemiseen. Ehdotetun kaltaiset pilottihankkeet loisivat lisää osaamiseen, jota energia-alalla olisi saatavilla myös tulevaisuudessa. Tämänkaltaisten hankkeiden toteuttaminen tulee olemaan tärkeää, kun uusiutuva energia valtaa alaa fossiilista tuotantomuodoilta ja sähköistyminen läpi sektoreiden etenee, myös kansainvälisesti. Erityisesti lämmöntuotannon vähäpäästöiset ratkaisut ovat kiinnostava tulevaisuuden, murroksen alla oleva ala. Myös energiatehokkuus ja sähköisen liikenteen infrastruktuuri tarjoavat sekä teknologiaan että palvelukonsepteihin liittyvää innovaatiopotentialia. Energiatehokkuuden kehittyminen tarjoaa myös välttämätöntä tukea yleiselle tuottavuuskehitykselle.

Sosiaalinen oikeudenmukaisuus

Tutkitut elvytyspaketit sisältävät rahoitusta, joka kohdentuu alueellisesti tasa-arvoisella tavalla. Käyttämällä olemassa olevia, kansallisen tason tukikanavia rahoitus on saatavilla kaikkialle Suomeen. Keskeisiä kanavia ovat esimerkiksi energiatehokkuustoimissa kotitalousvähennys sekä sähkölatausinfraassa ARA:n ja Energiaviraston kansalaisten tukien kautta. Vain raitiotieinvestoinnit kohdistuvat suurempien kaupunkien alueille. Energiatehokkuustoimet sekä öljylämmityksestä luopuminen voivat myös pitkällä aikavälillä vaikuttaa kiinteistöjen arvoon positiivisesti, lyhyellä tai keskipitkällä aikavälillä ne ovat taas tervetullut kevennys kodinomistajien sähkön- ja lämmönkäytön kustannuksiin.

Suomi on sitoutunut ilmastotavoitteisiin, jotka vaativat myös hankalien päästövähennysten toteuttamista. Esimerkkinä tästä on liikenne, jossa päästöt eivät ole absoluuttisesti vähentyneet juurikaan vuodesta 1990 (Tilastokeskus, Kasvihuonekaasujen inventaario). Kohdistamalla ajoissa toimia ja rahoitustentällaisille sektoreille, säästyään tulevaisuudessa tiukemmilta ja kalliimmilta ratkaisuilta. Ajoissa toimiminen antaa kansalaisille ja kaikille yhteiskunnallisille toimijoille aika ja tilaa sopeutua uudenlaisiin tilanteisiin äkillisten muutosten sijaan.

8. JOHTOPÄÄTÖKSET

Suomeen on rakennettavissa vahva vihreä elvytyspaketti, joka lisää työllisyyttä ja kansantuetta ja samalla jouduttaa Suomen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä ja hiilineutraaliustavoitteen saavuttamista. Elvytyspakettien toimilla voidaan edistää kivihiihen ja turpeen käytön vähentämistä, energiatehokkuuden lisäämistä, öljylämmityksen lopettamista sekä jouduttaa sähköisen henkilöautoliikenteen kehitystä. Kustakin tarkastellusta paketista voidaan poimia kaikkien vaikuttavimmat yksittäiset toimet yhdistelmäksi.

Tehty analyysi osoittaa, että raitiotieinvestointi työllistää eniten. Sen päästövaikutukset ovat kuitenkin vaatimattomat muihin tukipaketin kohteisiin nähden, aurinkovoimaa lukuun ottamatta. Investointi kuitenkin muovaa yhdyskuntarakenteen ja kaupunkilaisten arkiliikkumisen kehitystä pitkällä aikavälillä. Näiden muutosten merkitystä päästövähennyksiin ei työssä ole pystytty arvioimaan.

Sähkölatausasemien, rakennusten energiatehokkuus- ja lämmitystapamuutosten tukeminen tuottaa jokseenkin samanlaisia työllisyys- ja päästövähennysvaikutuksia, kun arvioihin liittyvät epävarmuudet otetaan huomioon. Näiden pakettien taloudelliset vaikutukset ovat myös myönteisiä pitemmällä aikavälillä

kansalaisten taloudenpitoon. Merituulivoimalan tukeminen johtaa yhtä suuriin päästövähennyksiin kuin edelliset, mutta merituulivoiman työllisyysvaikutukset jäävät vähäisemmäksi. Merituulivoiman tukeminen on kuitenkin nähtävä enemmän tärkeän teknologisen osaamisen kiihdyttäjänä. Puhdas sähkö on avainasemassa hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamisessa.

Valtion tuella saadaan suurin vipuvaikutus päästövähennyksiin suuntaamalla rahat keskisyvien lämpökaivojen investointeihin. Lähtökohtana on korvata kaukolämmön tuotannossa käytettävää kivihiiltä ja turvetta. Päästövähennysvaikutusta voidaan kasvattaa merkittävästi suunaamalla lämpökaivojen rakentaminen turvetta käyttäviin laitoksiin. Nopeuttaessaan turpeesta luopumista yhteiskunnan samalla tuettava nykyisin energiaturpeesta elantonsa saavien työntekijöiden uudelleen työllistämiseen. Syväkaivojen rakentamiseen voidaan osittain hyödyntää nykyisten koneyritysten osaamista sekä kalustoa.

Tässä raportissa esitetyt tulokset ovat tietävästi ensimmäiset monitieteistä otetta hyödyntävät vihreän elvytyksen laskelmat. Laskelmiin liittyy epävarmuutta, mutta niiden suuruusluokka antaa selkeän viestin siitä, että vihreä elvytys voi edistää merkittävästi Suomen talouden toipumista korona-taantumasta.

Ilmastopaneeli suosittaa, että elvytykseen käytettävästä rahoituksesta ohjataan merkittävä osuus vihreän elvytyksen pakettiin.

LÄHTEET

- Barbier, E.B., 2010. Green stimulus, green recovery and global imbalances. *World Economics*, 11(2), pp.149-177.
- Bowen, A. and Stern, N., 2010. Environmental policy and the economic downturn. *Oxford Review of Economic Policy*, 26(2), pp.137-163.
- Brahmbhatt, M., 2014. Criticizing green stimulus. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 5(1), pp.15-21.
- Eurooppa-neuvosto, 2020. Special meeting of the European Council - Conclusions. *EUCO 10/20, European Council, Brussels, 21st July 2020*. Saatavilla: <https://www.consilium.europa.eu/media/45109/210720-euco-final-conclusions-en.pdf>
- Frerer J. and Sacerdote B. 2011.
- Hepburn, C., O'Callaghan, B., Stern, N., Stiglitz, J. and Zenghelis, D., 2020. Will COVID-19 fiscal recovery packages accelerate or retard progress on climate change?. *Oxford Review of Economic Policy*, 36.
- HSBC, 2009. A Climate for Recovery: The colour of stimulus goes green. *HSBC Global Research*, 25, pp.1-45.
- Honkatukia, J., 2020. Pandemian taloudelliset vaikutukset Suomeen. Muistio, Huoltovarmuuskeskus.
- Houser T, Mohan S, ja Heilmays R. 2009. A Green Global Recovery? Assessing US Economic Stimulus and the Prospects for International Coordination. *Peterson Institute for International Economics & World Resources Institute. Policy Brief*.
- IPCC, 2018. Special Report on Global Warming of 1.5°C. Saatavilla: <https://ipcc.ch/report/sr15/>
- Niemann, S. and Pichler, P., 2020. Optimal fiscal policy and sovereign debt crises. *Review of Economic Dynamics*.
- Lund, P. D., Skytte, K., Bolwig, S., Bolkesjø, T. F., Bergaentzlé, C., Gunkel, p. A., Kirkerud, J. G., Klitkou, A., Koduvere, H., Gravelins, A., Blumberga, D., Söder, L., 2019. Pathway Analysis of a Zero-Emission Transition in the Nordic-Baltic Region. *Energies* 2019, 12(17), 3337; <https://doi.org/10.3390/en12173337>
- Mundaca, L. and Richter, J.L., 2015. Assessing 'green energy economy' stimulus packages: Evidence from the US programs targeting renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, pp.1174-1186.
- Nissinen, A. & Savolainen, H. (toim.). 2019. Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö – ENVIMAT-mallinnuksen tuloksia. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 15/2019.
- OECD, 2020. Building Back Better: A Sustainable, Resilient Recovery after COVID-19. *OECD Policy Responses to Coronavirus (COVID-19, 5th June 2020.)* Saatavilla: <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/building-back-better-a-sustainable-resilient-recovery-after-covid-19-52b869f5/>
- Ollikainen, M., Weaver, S. and Seppälä, J., 2019. An Approach to Nationally Determined Contributions Consistent with the Paris Climate Agreement and Climate Science: Application to Finland and the EU. *Suomen ilmastopaneelin raportti 7/2019*. Saatavilla: https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/10/Finlands-globally-responsible-contribution_final.pdf

Pilpola, S. & Lund P.D., 2020. Analyzing the effects of uncertainties on the modelling of low-carbon energy system pathways. *Energy* 201 (2020) 117652.

Rockström, J., Gaffney, O., Rogelj, J., Meinshausen, M., Nakicenovic, N. and Schellnhuber, H.J., 2017. A roadmap for rapid decarbonization. *Science*, 355(6331), pp.1269-1271.

Seppälä, J., Saikku, L., Soimakallio, S., Lounasheimo, J., Regina, K. and Ollikainen, M., 2019. Hiilineutraalius ilmastopoliitikassa - valtiot, alueet ja kunnat. *Suomen ilmastopaneelin raportti 5/2019*. Saatavilla: https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/10/Suomen-p%C3%A4%C3%A4st%C3%B6v%C3%A4hennyspolku_final.pdf

Seppälä, J., Mäenpää, I., Koskela, S., Mattila, T., Nissinen, A., Katajajuuri, J-M, Härmä, T., Korhonen, M-R, Saarinen, M. & Virtanen, Y. 2009. Suomen kansantalouden materiaalivirtojen ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT-mallilla. *Suomen ympäristö 20/2009*, Suomen ympäristökeskus.

Spilimbergo, A., Symansky, S., Blanchard, O.J. ja Cottarelli, C., 2008. Fiscal policy for the crisis. Staff Position Note. *International Monetary Fund*, SPN/08/01. Saatavilla: <http://ssrn.com/abstract=1339442>

Strand, J and Michael, T. 2010. "Green Stimulus," Economic Recovery, and Long-Term Sustainable Development. Policy Research Working Paper; No. 5163. *World Bank*, Washington, DC.

TEM (2016). Suomen energia- ja ilmastostrategia. Perusskenaario.

Wei, Y.M., Han, R., Wang, C., Yu, B., Liang, Q.M., Yuan, X.C., Chang, J., Zhao, Q., Liao, H., Tang, B. and Yan, J., 2020. Self-preservation strategy for approaching global warming targets in the post-Paris Agreement era. *Nature Communications*, 11(1), pp.1-13.

LIITE I. VAIKUTUSTEN ARVIOINTI ENVIMAT-MALLILLA – MENETELMÄKuvaus

Hannu Savolainen, Suomen ympäristökeskus

Tässä liitteessä on esitelty ENVIMAT-mallinnuksen toimintaperiaatteita, lähtöoletuksia ja toimenpidepakettien tuloksia. Liitteessä käsitellään ensin yleisesti käytettyyn malliin liittyviä näkökulmia. Tämän jälkeen toimenpidepakettien lähtöoletuksia kuvataan tarpeen mukaan tarkemmin kuin raportin luvussa 4.

Panos-tuotosmenetelmän käyttäminen investointien talousvaikutusten analysoinnissa on varsin yleistä (ks. esim. Miller & Blair 2009, Markari ym. 2013, IEA, 2020). Mallin keskiössä on taloudellisen toiminnan aiheuttamien kerrannaisvaikutusten tarkastelu. Suomen kansantalouden ympäristölaajennettu panos-tuotosmalli ENVIMAT soveltuu investointitarkasteluihin hyvin. Se kuvaa kansantalouden huomattavasti avoimesti saatavia panos-tuotosaineistoja tarkemmin (ks. Nissinen & Savolainen 2019; Seppälä ym. 2009). Mallin *tuote x toimiala* -rakenne mahdollistaa investointishokin kohdistamisen varsin tarkasti verrattuna yleisiin toimiala x toimiala -malleihin. ENVIMATissa tuotantotoiminta on kuvattu 148 toimialan ja 229 tuotteen tasolla. Toimiala- ja tuoteluokitukset perustuvat Tilastokeskuksen luokituksiin. Lähtödatassa kuvataan yksityiskohtaisesti tuotteiden tarjonta toimialoittain ja tuotteiden käyttö toimialoittain ja loppukäytön kategorioittain. Investoinnit eli kiinteän pääoman bruttomuodostus on ryhmitelty yhdeksään investointitavaraluokkaan, jotka on kytketty mallin tuotteisiin erillisellä muuntomatriisilla. Mallissa tuonti ja vienti on kuvattu tuotekohtaisesti. Mallin viimeisin kalibroitavuosi on 2015.

Toimenpidepakettien talousvaikutusten arviointi toteutettiin seuraavasti. Ensimmäiseksi määriteltiin toimenpidepaketin laajuus eli kuinka suuren investointishokin valtion panostus aikaansaa. Arviot perustuivat kirjallisuuteen, erilaisiin raportteihin ja asiantuntijanäkemyksiin. Seuraavaksi analysoitiin, millaisista osista investoinnit koostuvat eli miten investointien kokonaissumma jakautuu eri tuotteisiin ja työvaiheisiin. Investointien osatekijät kohdistettiin ENVIMATin tuotteille. Apuna käytettiin tuote x investointitavara -muuntomatriisia. Koska investointishokista vain osa kohdistuu kotimaiseen tuotantoon ja saa näin ollen aikaan talousvaikutuksia Suomessa, täytyi tuotekohtaisesta investointikysynnästä poistaa tuontiin kohdistuva kysyntä. Lopputuloksena saatiin kotimaisen tuotannon tuotekohtainen investointivektori, joka syötettiin malliin.

Investointivektorilla kerrottiin tuote x toimiala -kääntematriisia, jolloin saatiin laskettua investointikysynnän tyydyttämiseksi eri toimialoilla syntyvä tuotanto. Lopputuloksena saatiin investointishokin aiheuttama kokonaistuotantovaikutus. Se muodostuu suorista ja kerrannaisvaikutuksista. Suorat vaikutukset syntyvät niillä toimialoilla, jotka tuottavat investoinneissa tarvittavat tuotteet. Kerrannaisvaikutuksilla tarkoitetaan investointituotteita valmistavan toimialan muille toimialoille kohdistaman välituotekysynnän aikaansaamaa taloudellista vaikutusketjua, joka syntyy eri toimialojen välisten kytkentöjen kautta.

Tarkasteltavan toimenpidepaketin aikaansaamat tuotantovaikutukset muutettiin työllisyysvaikutuksiksi toimialoittaisten työpanoskertoimien avulla. Työpanoskertoimet kertovat sen määrän, kuinka paljon miljoonan euron tuottamiseksi tarvitaan työllisiä. Työpanoskertoimet laskettiin jakamalla toimialoittaiset työllisten määrät toimialoittaisilla kokonaistuotoksilla. Työllisyysvaikutukset laskettiin puolestaan kertomalla saadut tuotantovaikutukset toimialoittaisilla työpanoskertoimilla.

Yhden vuoden tuotantorakennetta kuvaavassa panos-tuotosanalyysissä kiinteät työpanoskertoimet ratkaisevat, kuinka suuriksi eri toimialoille kohdistuvat tuotannon työllisyysvaikutukset lopulta muodostuvat. Koska työpanoskertoimet laskettiin jokaiselle toimialalle erikseen, voivat toimialojen saman suuruiset tuotantovaikutukset merkitä hyvinkin erisuuruisia työllisyysvaikutuksia. Tämä voidaan havaita toimenpidepakettien mallinnustuloksissa.

Toimialoittaisia tuotantovaikutuksia tarkasteltiin myös arvonlisäyksen kautta. Arvonlisäyksiksi tuotantovaikutukset muutettiin jakamalla toimialoittaiset arvonlisäyksien määrät alkuperäisillä toimialoittaisilla tuotannoilla. Kertomalla arvonlisäyksen osuuksia kuvaavalla vektorilla saatuja tuotantovaikutuksia muutettiin tulokset arvonlisäyksiksi ja suhteutettiin bruttokansatuotteeseen.

Mallinnuksen tuloksia voidaan tarkastella toimialoittain eli kuinka paljon tuotosta, arvonlisäystä ja työllisyyttä syntyi investointishokin seurauksena tietyllä toimialalla. Kokonaisvaikutukset kansantalouden tasolla saadaan summaamalla em. tunnusluvut toimialojen ylitse.

Mallinnus sisältää erinäisiä epävarmuuksien lähteitä. Mallin staattisen luonteen, rakenteen ja oletusten vuoksi kansantalouden tarjontapuoli ei aseta rajoituksia positiivisen investointishokin vaikutuksille. Tuotantopanoksille (esim. työvoima, välituotteet) ei siis ole kapasiteettirajoituksia. Investointishokki ei myöskään syrjäytä muita investointeja eikä lisääntyvän kysynnän oleteta vaikuttavan hintoihin. Näin ollen mallinnuksen tulokset edustavat toimenpidepakettien maksimivaikutuksia. Malli kuitenkin tarjoaa systemaattisen tavan tarkastella eri toimenpidepaketteja. ENVIMAT on kalibroitu vuoden 2015 datalla, ja näin ollen vuodelle 2020 ja sitä myöhemmälle ajalle tehtävät tarkastelut sisältävät jonkin verran harhaa talouden mahdollisesti muuttuvan rakenteen vuoksi. Sama havainto pätee myös datasta laskettuihin työpanos- ja arvonlisäyskertoiimiin. Mallinnuksen tulokset ovat herkkiä eri tuotteiden tuontiosuuksille ja investointien kohdistumiselle eri tuotteille. Tuontiosuudet vaikuttavat suoraan kotimaiseen tuotantoon kohdistuvan investointishokin kokoon ja sitä kautta talousvaikutuksiin. Samoin investointien kohdistaminen eri tuotteille vaikuttaa tuloksiin, koska eri tuotteita tuotetaan eri toimialoilla, jolloin toimialan kytkökset muuhun talouteen ja toimialan työpanoskertoimet vaikuttavat suoraan tuloksiin.

RAKENNUSTEN ENERGIATEHOKKUUSREMONTIT

Valtion 300 miljoonan euron tukipaketti jakautuu kotitalouksien ja julkisten rakennusten välillä. 98 % tuesta kohdistetaan julkisiin rakennuksiin. Laskelmissa oletetaan, että valtion panostus kattaa 40 % kustannuksista, joten kokonaisinvestointi julkisten rakennusten energiatehokkuustoimiin on 593 miljoonaa euroa. Kotitalouksille tuki ohjataan kotitalousvähennyksen kautta sen ehtoja parantamalla (vähennysosuus 50 %, omavastuu 50 euroa). Sähkölämmitteisten kotitalouksien oletetaan asentavan ns. älylaitteen, joka optimoi sähkölämmitystä. Mikäli kotitaloudet käyttävät varatun rahamäärän täysimääräisesti, optimointilaitte asennettaisiin noin 68600 kotitalouteen. Näiden kotitalouksien ajatellaan olevan ns. teknologiaorientoituneita kotitalouksia, jotka ovat valmiita asentamaan optimointilaitteen ensimmäisten kotitalouksien joukossa. Valtion panostuksella oletetaan saatavan liikkeelle yhteensä 68 miljoonan euron investoinnit.

Taulukossa L1 on kuvattu investointien jakautuminen eri kustannuseriin ja näiden kohdistaminen ENVIMATin tuotteille. Kuntien energiatehokkuustoimenpiteiden kohdistus perustuu Vantaan kaupungin toteutuneisiin ESCO-hankkeisiin. Älylaittehankinnan kustannusjakauma ja kohdistus perustuu yrityksille suunnattuihin kyselyihin.

Taulukko L1. Energiatehokkuusinvestointien kustannusjakauma ja kohdistus ENVIMATin tuotteille.

Energiatohokkuusinvestointien kustannusjakauma		
Lämmityksen optimointi	Osuudet	Kohdistaminen ENVIMATin tuotteille
laitehankinta	62 %	Mittaus-, testaus- ja navigointilaitteet; kellot
sähkötyöt (asennus)	22 %	Asuinrakennukset
kaupan katteet (20 % optimointilaitteesta)	16 %	Muut kaupan palvelut
yhteensä	100 %	
Julkiset energiatohokkuustoimenpiteet	Osuudet	Kohdistaminen ENVIMATin tuotteille
Asennus- ja huoltotyöt	47 %	Muut talonrakennukset
	20 %	Metallituotteiden, koneiden ja laitteiden korjauspalvelut
Laitteet	18 %	Sähköjohdot ja kytkentälaitteet
	15 %	Yleiskäyttöön tarkoitetut koneet
yhteensä	100 %	

Taulukossa L2. on esitetty toimenpidepaketin tulokset tuotoksen, arvonlisäyksen ja työllisyyden osalta. Kokonaisvaikutusten lisäksi taulukossa on esitetty tärkeimmät toimialat työllisyyden näkökulmasta.

Taulukko L2. Energiatohokkuustoimien taloudelliset vaikutukset.

Toimiala	tuotos M€	arvonlisäys M€	työllisyys (1000 työllistä)	Osuus työllisistä
Rakentaminen	306,8	124,2	2,1	42 %
Konepaja- & metallituoteteollisuus	170,1	68,3	0,9	19 %
Liike-elämän palvelut	58,0	33,2	0,6	11 %
Kauppa	42,8	23,5	0,4	8 %
Kuljetus ja varastointi	25,5	10,3	0,2	3 %
Elektroniikka- ja sähköteollisuus	47,1	14,6	0,2	3 %
Muut toimialat	147,4	50,9	0,6	13 %
Yhteensä	797,7	325,1	5,0	100 %

SÄHKÖLATAUSASEMAT

Valtion tuki sähköisen liikenteen infrastruktuurin kehittämisinvestointeihin ohjataan kahta kautta: Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARAn kautta taloyhtiöille ja Energiaviraston kautta latausinfra tarjouskilpailujärjestelmään. Luvussa 4 on kuvattu tukiehtojen oletettuja muutoksia ja korvaustasoja, joilla investoinnit saadaan liikkeelle. Valtion 300 miljoonan euron panostus jakautuu seuraavasti: 33 % ARAn tukemiin investointeihin ja 67 % Energiaviraston tukemiin investointeihin.

Toimenpidepaketin tulokset ovat herkkiä oletuksille, kuinka monta ja millaisia latauspisteitä erilaisiin kohteisiin asennettaisiin. Taulukossa L3 on esitetty toimenpidepaketin oletettu sisältö uusien latauspisteiden ja asennettavan latauskaluston osalta. Hankkeiden lukumäärä määräytyy sillä perusteella, että koko valtion varaama tukimäärä käytetään, kussakin kohteessa asennetaan tietty latauskalusto ja valtion tuki on asetettu tietylle tasolle. Latauskaluston arvonlisäverollisina hintoina (sis. vaadittavat työt) on käytetty seuraavia: 11 kW tai alle latauskalusto 1000 €, yli 11 kW tai yli 5000 € ja pikalatauspiste 30 000 €.

Taulukko L3. Latauspisteiden lukumäärä ja latauskaluston jakauma käytetyillä oletuksilla.

Asennuskohde	lkm	asennuksen sisältö	11 kW tai alle yhteensä	yli 11 kW yhteensä	pikalataus yhteensä
Rivitalot	3667	11 kW tai alle 3 kpl, yli 11 kW 3 kpl	11001	11001	0
Kerrostalot	2411	11 kW tai alle 14 kpl, yli 11 kW 6 kpl	33754	14466	0
Julkiset latauspisteet	8105	yli 11 kW 4 kpl, pikalataus 2 kpl	0	32420	16210
yhteensä			44755	57887	16210

Julkisten latauspisteiden osalta latauskaluston jakauma perustuu Energiaviraston järjestämien tarjouskilpailujen sisältöön (keskimäärin 4 kpl yli 11 kW kalustoa, 2 kpl pikalatauspistettä). Taloyhtiöiden osalta jakaumana käytettiin rivitaloissa 3 kpl 11 kW tai alle kalustoa ja 3 kpl yli 11 kW kalustoa. Kerrostaloissa vastaavat määrät olivat 14 kpl ja 6 kpl. Lukumäärät perustuvat asiantuntija-arvioon aiempien hankkeiden pohjalta (Lappalainen, 2020). Rivitalojen ja kerrostalojen latauskaluston kohdekohtaiset määrät perustuvat keskimääräiseen asuntokuntamäärään rivitaloissa ja asuinkerrostaloissa (Suomen virallinen tilasto, 2020a). Oletuksena siis on, että investointiin ryhtyvät keskimäärin kuuden asunnon rivitalot ja 20 asunnon kerrostalot.

Paketin herkkyyks riippuu kolmesta oletuksesta: valtion panostuksen jakauma Energiaviraston ja ARAn välillä, ARAn tukien kohdentuminen rivi- ja kerrostalojen välillä sekä latauskaluston jakauma eri kohdetyyppien sisällä. Mitä enemmän paketin oletetaan sisältävän matalatehoisia latauspisteitä, sitä suurempi osuus kokonaisinvestoinnista kohdistuu kotimaiseen tuotantoon. Taustalla on se tekijä, että mitä suurempi on latauslaitteiden osuus yhdestä latauspisteestä, sitä suurempi osuus investoinnista kohdistuu ulkomailla, Oletuksen mukaan Suomessa ei ole korkeatehoisten latauslaitteiden tuotantoa.

Taulukko L4. Latauspisteinvestointien kustannusjakauma ja kohdistaminen ENVIMAT-tuotteille.

Latauspisteinvestoinnin kustannusjakauma				Kohdistaminen ENVIMATin tuotteille
laitteen osuus koko hankinnasta	25 %	50 %	67 %	
Osuudet	Alle 11 kW lataus	Yli 11 kW lataus (esim. 22 kW)	Pika-lataus	
Selvitys ja suunnittelu	10 %	8 %	5 %	Tekniset palvelut
sähkötyöt (asennus)	60 %	25 %	18 %	Asuinrakennukset
maanrakennustyöt	5 %	17 %	10 %	Maa- ja vesirakentaminen
latauslaitteet	20 %	40 %	54 %	Sähkömoottorit, -generaattorit, -muuntajat ja sähkönjakelu- ja -valvontalaitteet
kaupan katteet (20 % latauspisteestä)	5 %	10 %	13 %	Muut kaupan palvelut
yhteensä	100 %	100 %	100 %	

Taulukossa L4 on esitetty investoinnin kustannusjakauma ja kohdistaminen ENVIMAT-tuotteille mallinnusta varten. Kustannusjakauma perustuu aiempien investointihankkeiden kustannusjakaumiin ja asiantuntija-arvioihin (Lappalainen 2020, Manninen 2020). Latauslaitteet kohdistetaan tuoteryhmälle Sähkömoottorit, -generaattorit, -muuntajat ja sähkönjakelu- ja -valvontalaitteet, jonka kotimaisuusosuus vuonna 2015 oli 47 %.

Koska Suomessa ei valmisteta kaikentyyppisiä latauslaitteistoja, mallinnuksessa kyseisen tuoteryhmän kotimaisuusosuudeksi oletettiin 20 %.

Taulukossa L5 on esitetty toimenpidepaketin tulokset tuotoksen, arvonlisäyksen ja työllisyyden osalta. Kokonaisvaikutusten lisäksi taulukossa on esitetty tärkeimmät toimialat työllisyyden näkökulmasta.

Taulukko L5. Latausinfrainvestointien taloudelliset vaikutukset.

Toimiala	tuotos M€	arvonlisäys M€	työllisyys (1000 työllistä)	Osuus työllisistä
Rakentaminen	280,6	106,8	1,7	38 %
Kauppa	86,8	47,6	0,8	18 %
Liike-elämän palvelut	82,2	46,8	0,8	17 %
Konepaja- & metallituoteteollisuus	60,5	19,1	0,3	6 %
Elektroniikka- ja sähköteollisuus	60,9	22,6	0,2	4 %
Kuljetus ja varastointi	28,8	11,4	0,2	4 %
Muut toimialat	127,9	46,2	0,6	12 %
Yhteensä	727,8	300,5	4,5	100 %

RAKENNUSTEN LÄMMITYSTAPAREMONTIT

Valtion tuen (300 milj. euroa) tavoitteena on nopeuttaa öljylämmitteisten rakennusten lämmitystavan vaihtaminen joko maalämpöpumppuihin (MLP) tai ilma-vesilämpöpumppuihin (VILP) tilanteissa, joissa maalämmön hyödyntäminen on mahdotonta (esim. pohjavesialueet). Tarkastelussa ovat öljylämmitteiset erilliset pientalot ja julkisella puolella hoitoalan rakennukset ja opetusrakennukset. Tuesta 50 % ohjataan julkisten rakennusten lämmitystapamuutoksiin, 20 % kotitalouksille ARAn investointituen kautta ja 30 % kotitalouksille kotitalousvähennyksen kautta. ARAn energia-avustuksen osuus kotitalouskohtaisesta investoinnista on 50 % ja julkisella puolella tukiprosentti on 40 %. Kotitalousvähennyksen ehtoja oletettiin muutettavan seuraavasti: omavastuuosuus 50 €, vähennysosuus 50 % ja maksimivähennys per henkilö 3000 €.

Pumpputeknologian oletettiin jakautuvan seuraavasti: MLP 90 % ja VILP 10 %. Tämä perustuu Suomen lämpöpumppuyhdistyksen dataan asennetuista lämpöpumpuista (SULPU 2020). Keskimääräisen kokoisen maalämpöpumppuhankkeen hintana käytettiin 14850 € (alv 24 %) ja vesi-ilmalämpöpumppujen 10000 € (alv 24 %) (Savolainen ym. 2019). Erillisten pientalohankkeiden lukumäärä on arvioitu em. hintojen ja jakaumien perusteella sillä oletuksella, että koko varattu tukisumma käytetään. Näin ollen MLP-hankkeita käynnistyi 18493 kpl ja VILP-hankkeita 4615 kpl.

Taulukossa L6 on kuvattu pumppuinvestointien kustannusjakauma ja kohdistaminen mallin tuotteille.

Taulukko L6. Lämpöpumppuinvestointien kustannusjakauma ja kohdistaminen ENVIMAT-tuotteille.

Lämpöpumppuinvestoinnin kustannusjakauma	Kohdistaminen ENVIMATin tuotteille		
	MLP	VILP	
Osuudet			
laitehankinta	28 %	48 %	Yleiskäyttöön tarkoitetut koneet
sähkötyöt (asennus)	27 %	40 %	Asuinrakennukset
kaivon poraus	38 %	-	Maa- ja vesirakentaminen
kaupan katteet (20 % laitteesta)	7 %	12 %	Muut kaupan palvelut
yhteensä	100 %	100 %	

Taulukossa L7 on esitetty lämmitystapamuutosten tulokset tuotoksen, arvonlisäyksen ja työllisyyden osalta. Kokonaisvaikutusten lisäksi taulukossa on esitetty tärkeimmät toimialat työllisyyden näkökulmasta.

Taulukko L7. Lämmitystapamuutosten taloudelliset vaikutukset.

Toimiala	tuotos M€	arvonlisäys M€	työllisyys (1000 työllistä)	Osuus työllisistä
Rakentaminen	528,4	194,6	3,1	56 %
Kauppa	69,4	38,1	0,7	12 %
Liike-elämän palvelut	51,0	29,1	0,5	9 %
Konepaja- metallituoteteollisuus &	81,3	25,1	0,4	7 %
Kuljetus ja varastointi	33,6	13,5	0,2	4 %
Rakennusaineteollisuus	28,1	8,6	0,1	2 %
Muut	141,9	50,2	0,6	10 %
Yhteensä	933,7	359,3	5,5	100 %

UUSIUTUVAN ENERGIAN PILOTIT

Uusiutuvan energian paketissa tarkastellaan merituulivoimapilotin, turve- ja kivihiihivoimaloita korvaavien syvämaalämpöhankkeiden ja suuren aurinkovoimalahankkeen vaikutuksia, kun tuotantotuki jaetaan tarjouskilpailun kautta. Investointipaketti kohdistettaisiin kolmelle eri teknologialle niin, että turvetta ja kivihiihtä korvaava syvälämpö saisi 60 % osuuden (180 milj. euroa), merituulivoima 30 % osuuden (90 milj. euroa) ja aurinkovoimala 10 % osuuden (30 milj. euroa). Jako teknologioiden välille on oletettu tarpeen ja toteutettavuuden perusteella, mutta se on vain arvio tämän hetken toteutuspotentiaalista. Tukiosuus olisi hankkeille 30 %, jolla saataisiin yksi merituulivoimalahanke ja aurinkoenergian osalta teollisen tason pilottihanke. Syvämaalämpöhankkeita käynnistyisi useita yhteensä 192 megawatin edestä.

Asennuskustannuksina on käytetty seuraavia asiantuntijanäkemykseen ja tutkimukseen perustuvia tietoja: syvä maalämpö 3125 €/kW, merituulivoima 2700 €/kW ja aurinkovoimala 1000 €/kW (Lund 2020). Taulukossa L8 on esitetty kustannusten jakautuminen ja kohdistus ENVIMAT-tuotteille. *Sähkömoottorit, -generaattorit, -muuntajat ja sähkönjakelu- ja -valvontalaitteet* -tuoteryhmän (paneelit ja invertterit) kotimaisuusasteeksi on oletettu 5 %.

Taulukko L8. Uusiutuvan energian pilotti-investointien kustannusjakauma ja kohdistus ENVIMAT-tuotteille.

Syvän maalämmön kustannusten jakautuminen (Soimakallio ym. 2020)		Kohdistaminen ENVIMAT-tuotteille
Pumput ja laitteet	25 %	Yleiskäyttöön tarkoitetut koneet
Lämmönlähde (porakaivot, lämmönkeruuputkistot jne)	40 %	Maa- ja vesirakentaminen
Asennus	25 %	Teollisuuden koneiden ja laitteiden asennuspalvelut
Muut kulut	10 %	Muut talonrakennukset
yhteensä	100 %	
Merituulivoiman kustannusten jakautuminen (IRENA 2016)		
Turbiini	38 %	Yleiskäyttöön tarkoitetut koneet

Rakentaminen ja asennus	19 %	Maa- ja vesirakentaminen
Perustukset	18 %	Maa- ja vesirakentaminen
Sähköyhteydet (transmission and electrical array)	16 %	Sähköjohdot ja kytkentälaitteet
Turbiinitori	6 %	Metallirakenteet
Suunnittelu ja kehitys	3 %	Tekniset palvelut
yhteensä	100 %	
Aurinkovoimalan kustannusten jakautuminen (IRENA 2016)		
Paneelit ja invertterit	76 %	Sähkösäätimet, -generaattorit, -muuntajat ja sähköjakelu- ja -valvontalaitteet
maanrakennus (asennus ja tarvikkeet)	20 %	Maa- ja vesirakentaminen
sähköasennus	2 %	Muut talonrakennukset
suunnittelu	2 %	Tekniset palvelut
yhteensä	100 %	

Mallinnuksen tulokset sekä toimenpidekokonaisuuden että paketin osien osalta on esitetty taulukossa L9. Paketin osat eroavat toisistaan tarkasteltaessa eri tunnuslukuja. Taloudelliset ja työllisyysvaikutukset vaihtelevat investointikohteittain, eikä yksikään osoittaudu parhaaksi vaihtoehdoksi joka mittarilla.

Taulukko L9. Uusiutuvan energian pilottien vaikutukset.

	Koko paketti	Syvä maalämpö	Merituuli	Aurinko
Valtion tuki	300 M€	180 M€	90 M€	30 M€
Vivutettu investointi	700 M€	420 M€	210 M€	70 M€
Investointi yhteensä	1000 M€	600 M€	300 M€	100 M€
Investointi kotimaiseen tuotantoon M€	653 M€	465 M€	161 M€	28 M€
Vaikutus työllisyyteen (1000 työllistä)	6,78	4,83	1,66	0,29
Työllisyyskerroin 1: työllistä/valtion panostus M€	22,59	26,8	18,44	9,77
Työllisyyskerroin 2: työllistä / investointi kotimaahan M€	10,38	10,38	10,34	10,57
Investoinnin kotimaisuusaste	65 %	77 %	54 %	28 %
Arvonlisäyksen kasvu	0,26 %	0,2 %	0,1 %	0,01 %
Fiskaalinen kerroin (bruttoarvonlisäyksen muutos % / valtion nettolainanoton muutos %)	0,110	0,079	0,026	0,0048

Taulukossa L10 on esitetty pilottihankemallinnuksen tulokset tuotoksen, arvonlisäyksen ja työllisyyden osalta. Kokonaisvaikutusten lisäksi taulukossa on esitetty tärkeimmät toimialat työllisyyden näkökulmasta.

Taulukko L10. Pilottihankkeiden taloudelliset vaikutukset.

Toimiala	tuotos M€	arvonlisäys M€	työllisyys (1000 työllistä)	Osuus työllisistä
Rakentaminen	1336,7	217,1	3,3	49 %
Konepaja- & metallituoteteollisuus	419,7	95,6	1,3	20 %
Liike-elämän palvelut	163,2	38,5	0,6	10 %
Kauppa	73,9	18,2	0,3	5 %
Kuljetus ja varastointi	77,6	15,7	0,3	4 %
Rakennusaineteollisuus	68,6	10,2	0,2	2 %
Muut toimialat	349,1	73,1	0,7	11 %
Yhteensä	2488,7	468,3	6,8	100 %

RAITIOTIEINVESTOINNIT

Raitiotiepaketissa tarkastellaan raitioinvestointien vaikutuksia. Lähtöoletuksena on, että valtio tukee pikaraitiotiehankeita samassa suhteessa kuin Tampereen pikaraitiotietä (rakennusvaiheen kustannuksista noin 30 %, Tampereen kaupunki 2016). Valtio sijoittaa siis 300 miljoonaa euroa hankkeisiin, mikä synnyttää kokonaisuudessaan 1000 milj. euron investointishokin talouteen. Tulkinta siis on, että valtion tuella käynnistyisi kolme Tampereen raitiotien ykkösvaiheen kokoista hanketta. Lisäksi oletetaan, että kaupungit hankkivat tarvittavan vaunukaluston. Tampereen kustannustasoa seuraten vaunuhankinta on noin 80 milj. euroa sisältäen vaihto- ja varaosat (Tampereen Raitiotie Oy 2018).

Kustannusten jakautuminen investoinnin sisällä ja niiden kohdistaminen ENVIMAT-tuotteille on esitetty taulukossa L11. Rakentamissuunnittelu jaettiin taulukossa esitetyille tuotteille tasajaolla 50%-50%. Kalustohankintojen tuotekohdistuksessa hyödynnettiin investointitavara-tuote-muuntomatriisia *N1131 kuljetusvälineet* -investointitavaran osalta raidekalustoon sovellettuna. Kuljetusvälineiden osalta tuoteluokan *Muut kulkuneuvot, osat ja tarvikkeet* kotimaisuusasteesta vaihdeltiin, koska mallinnuksen tulokset olivat herkkiä tälle parametrille. Malli ajettiin sekä 60 %:n että 90 %:n kotimaisuusasteella. Koska tulevien raitiotiehankeiden kaluston kotimaisuusasteesta ei voi olla varmuutta, on varsinaisessa raportissa esitetyt tulokset laskettu 60 %:n kotimaisuusasteella varovaisuusperiaatteen nojalla.

Taulukko L11. Raitiotiehankeiden kustannusjakauma ja kohdistus ENVIMAT-tuotteille.

Raitiotiehankeiden kustannusjakauma			Kohdistaminen ENVIMATin tuotteille
Suunnittelu ja rakennuttaminen		3 %	Rakennuttaminen ja rakennushankkeiden kehittäminen; Tekniset palvelut
Rakentamiskustannukset		71 %	ks. tarkempi jako alla
Kalustohankinnat		26 %	kuljetusvälineet (investointitavara tietyin korjauksin)
yhteensä		100 %	
	Rakentamiskustannuksista	Koko hankkeesta	

Maarakennus- ja katutekniikka	33 %	23,4 %	Maa- ja vesirakentaminen
Raitiotien päällysrakenne	16 %	11,3 %	Maa- ja vesirakentaminen
Sillat ja taitorakenteet	11 %	7,8 %	Maa- ja vesirakentaminen
Sähkörakentaminen	12 %	8,5 %	Maa- ja vesirakentaminen
Turvalaitteet ja tietoliikenne	3 %	2,1 %	Muut sähkölaitteet
Johtosiirrot	11 %	7,8 %	Maa- ja vesirakentaminen
Talonrakentaminen	9 %	6,4 %	Muut talonrakennukset
Rakentamissuunnittelu	6 %	4,2 %	Rakennuttaminen ja rakennushankkeiden kehittäminen; Tekniset palvelut

Taulukossa L12 on esitetty raitiotiehankepaketin tulokset tuotoksen, arvonlisäyksen ja työllisyyden osalta. Kokonaisvaikutusten lisäksi taulukossa on esitetty tärkeimmät toimialat työllisyyden näkökulmasta.

Taulukko L12. Raitiotiehankeiden taloudelliset vaikutukset.

Toimiala	tuotos M€	arvonlisäys M€	työllisyys (1000 työllistä)	Osuus työllisistä
Rakentaminen	1334,5	477,1	7,3	55 %
Konepaja- & metallituoteteollisuus	315,4	126,8	1,8	13 %
Liike-elämän palvelut	153,7	87,8	1,5	11 %
Kauppa	70,6	38,8	0,7	5 %
Kuljetus ja varastointi	73,8	30,1	0,5	4 %
Rakennusaineteollisuus	68,4	20,7	0,3	2 %
Muut toimialat	330,4	115,9	1,2	9 %
Yhteensä	2346,8	897,1	13,3	100 %

LÄHTEET

FINGRID. 2019. Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2019—2030.

<https://www.fingrid.fi/kantaverkko/kehittaminen/kantaverkon-kehittamissuunnitelma/>

IEA. 2020. Sustainable Recovery, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/sustainable-recovery>

IRENA. 2016. The Power to Change: Solar and Wind Cost Reduction Potential to 2025.

Lappalainen, Kari. 2020. Kirjallinen tiedoksianto. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA.

Lund, Peter. 2020. Kirjallinen tiedoksianto. Aalto-yliopisto.

Manninen, Kari. 2020. Kirjallinen tiedonanto. Ilaakso Oy.

Markaki, M., Belegri-Roboli, A., Michaelides, P., Mirasgedis, S., Lalas, D.P. 2013. The impact of clean energy investments on the Greek economy: An input–output analysis (2010–2020). Energy Policy, Elsevier, vol. 57(C), pages 263-275.

Miller, R. E. & Blair, P. D. 2009. Input–Output Analysis: Foundations and Extensions. 2. painos. New Jersey: Prentice-Hall.

Nevalainen, J. 2014. Sähkösiirtoverkkoprojektien kustannuslaskennan kehittäminen. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

Nissinen, A. & Savolainen, H. (toim.). 2019. Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö – ENVIMAT-mallinnuksen tuloksia. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 15/2019.

Seppälä, J., Mäenpää, I., Koskela, S., Mattila, T., Nissinen, A., Katajajuuri, J–M, Härmä, T., Korhonen, M-R, Saarinen, M. & Virtanen, Y. 2009. Suomen kansantalouden materiaalivirtojen ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT-mallilla. Su-men ympäristö 20/2009, Suomen ympäristökeskus.

Savolainen, H., Karhinen, S., Ulvi, T. & Kopsakangas-Savolainen, M. 2019. Hajautetun uusiutuvan energian aluetaloudellisten vaikutusten arviointi ENVIREGIO-mallilla. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 31/2019, Helsinki. <http://hdl.handle.net/10138/303316>

Soimakallio, S., Sankelo, P., Kopsakangas-Savolainen, M., Sederholm, C., Auvinen, K., Heinonen, T., Johansson, A., Judl, J., Karhinen, S., Lehtoranta, S., Räsänen, S. & Savolainen, H. 2020. Turpeen rooli ja sen käytöstä luopumisen vaikutukset Suomessa. Tekninen raportti, Sitra. <https://media.sitra.fi/2020/06/22123632/turpeen-rooli-ja-sen-kaytosta-luopumisen-vaikutukset-suomessa-tekninen-raportti.pdf>

Suomen lämpöpumppuyhdistys SULPU. 2020. Lämpöpumpputilastoja. Viitattu 9.9.2020 <https://www.sulpu.fi/lampopumput>

Suomen virallinen tilasto. 2020a. Asunnot ja asuinolot [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-6745. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 8.9.2020]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/asas/index.html>

Suomen virallinen tilasto. 2020b. Panos-tuotos [verkkojulkaisu]. ISSN=1799-1994. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 9.9.2020]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/pt/>

Tampereen kaupunki. 2016. Tampereen raitiotien vaikutusten arviointi. Yhteenvetoraportti 2016.

Tampereen Raitiotie Oy. 2018. Tampereen Raitiotie Oy:n vuosi 2018.

LIITE II. VIHREÄN ELVYTYKSEN TOIMENPITEIDEN PÄÄSTÖARVIOT JA ARVIOINTIPERUSTEET

Seppälä, J.⁽¹⁾, Savolainen, H.⁽¹⁾, Lounasheimo, J.⁽¹⁾, Sironen, S.⁽¹⁾ ja Arasto, A.⁽²⁾

¹⁾ Suomen ympäristökeskus

²⁾ Teknologian tutkimuskeskus VTT

Vihreän elvytyksen päästövaikutusarvioiden lähtökohtana on, että kutakin toimenpidekokonaisuutta tuetaan valtion toimesta 300 miljoonalla eurolla ja se synnyttää kullakin toimenpidealueella taloudellisten laskelmien (liite 1) yhteydessä esitetyt kokonaisinvestoinnit.

RAKENNUSTEN ENERGIATEHOKKUUSREMONTIT

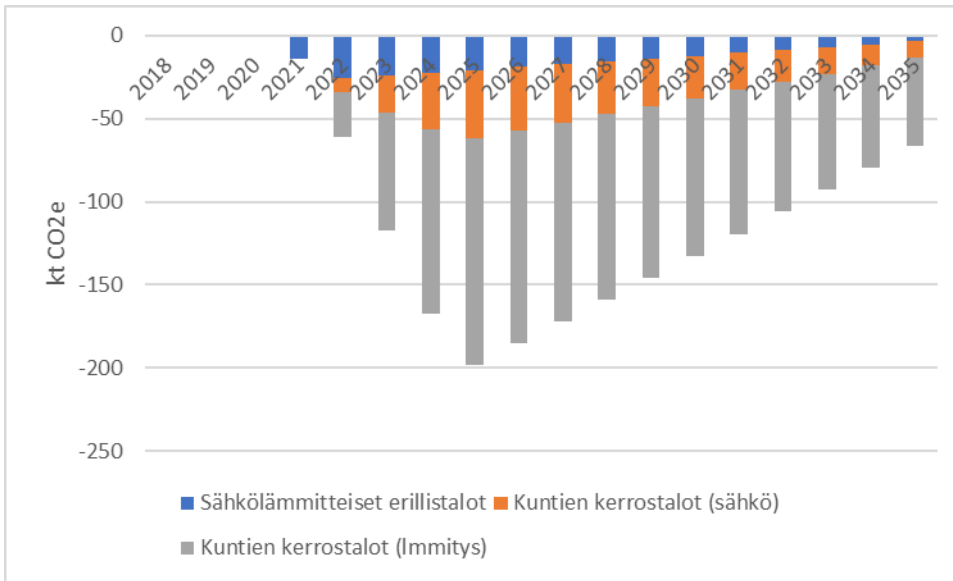
Rakennusten energiatehokkuusremontit muodostuvat sähkölämmitteisten pientalojen älykkäistä lämmityksen optimointijärjestelmistä ja kuntien omistaminen kerrostalojen energiatehokkuusremonteista.

Sähkölämmitteisten pientalojen lämmitysenergiankulutuksen on oletettu olevan keskimäärin 132 kWh/m², mikä perustuu Suomen ympäristökeskuksen alueellisen kasvihuonekaasupäästö-järjestelmän tietoihin (Lounasheimo ym. 2020). Energiatuella oletetaan saavan 68 571 älykkästä lämmityksen optimointijärjestelmää pientaloihin. Toimenpiteet kohdistuvat alueellisesti seuraavasti: Uusimaa 19 %, Varsinais-Suomi 8 %, Satakunta 6%, Kanta-Häme 4 %, Pirkanmaa 8%, Päijät-Häme 4 %, Kymenlaakso 3 %, Etelä-Karjala 3 %, Etelä-Savo 4 %, Pohjois-Savo 4 %, Pohjois-Karjala 5 %, Keski-Suomi 5 %, Pohjanmaa 3 %, Etelä-Pohjanmaa 4 %, Keski-Pohjanmaa 2 %, Pohjois-Pohjanmaa 9 %, Lappi 5 % ja Ahvenanmaa 1 %. Pientalojen energiansäästöpotentiaalissa on otettu huomioon alueelliset erot lämmitystarveluvuissa (Ilmatieteen laitos 2020a). Pientalojen keskimääräinen koko on noin 140 m² ja asennuksella saadaan keskimäärin 20 % sähkönsäästö (älykkään optimointijärjestelmän energiatehokkuuden parannusarviot on saatu eräältä suomalaiselta valmistajalta). Kokonaisuudessaan investoinneilla saatu sähkönsäästöpotentiaali on 1 265 GWh/vuosi. Laskelmissa on oletettu, että 50 % kohteista on asennettu vuoden 2021 aikana ja loput vuoteen 2022 mennessä.

Kuntien omistamien kerrostalojen energiatehokkuustoimenpiteiden lähtötiedot on saatu Vantaan kaupungin todellisista kerrostalojen ESCO-kohteista. Niissä on saavutettu noin 1,5 miljoonan investoinneilla säästöä sähkössä 1 372 MWh/vuosi ja lämmössä 2 722 MWh/vuosi. Kokonaissäästö määrä sähkössä ja lämmityksessä on saatu kertomalla suoraan energiatuella synnytetty investointimäärä ko. tunnusluvuilla. Laskelmissa oletetaan, että 33 % investoinneista tehdään 2021 loppuun mennessä, 67 % vuoteen 2022 loppuun mennessä ja loput vuoden 2023 kuluessa.

Laskelmissa oletetaan, että energian säästö korvaa kulloistakin keskimääräistä sähköä ja kaukolämpöä energiateollisuuden esittämän hiilineutraalipuolun mukaisesti (Energieollisuus 2020).

Lopputuloksena saadaan, että energiaremonttien kumulatiivinen päästövähennys vuoteen 2035 on yhteensä **1 870 kt CO₂-ekv.** pientalojen energiatehokkuusremontit aiheuttavat noin 220 kt CO₂-ekv. ja kuntien kerrostalot noin 1 650 kt CO₂-ekv. kumulatiivisen päästövähennyksen vuoteen 2035 mennessä (kuva 1).



Kuva 1. Energiatohokkuusremonttien arvioidut päästövähennykset (kt CO₂-ekv.) eri kohteissa vuosina 2018-2035.

SÄHKÖLATAUSASEMIEN RAKENTAMINEN

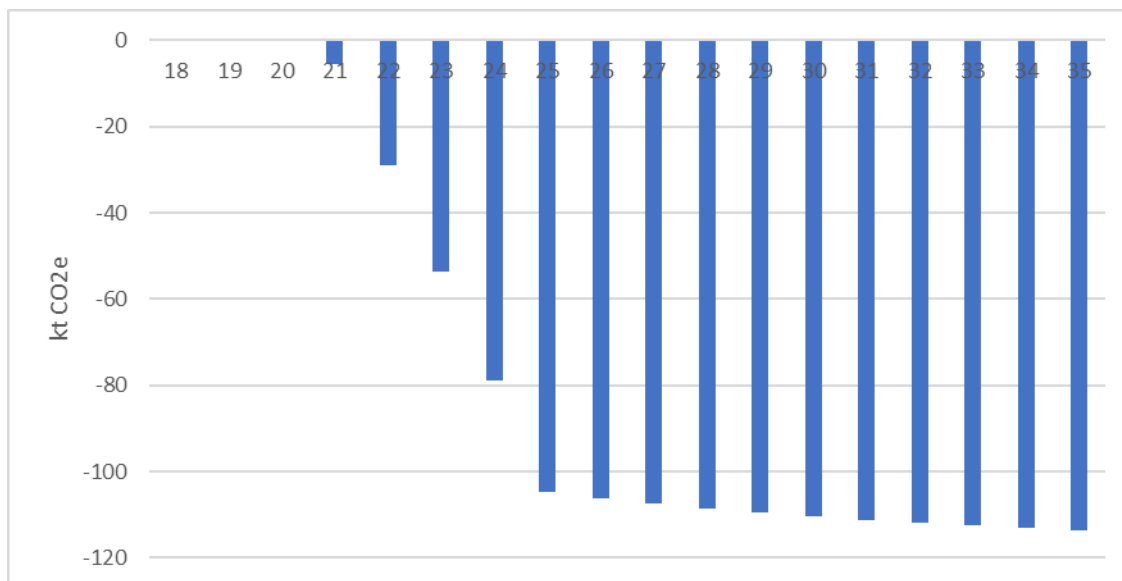
Sähkölatausasemien investointiavustusten seurauksena rivi- ja kerrostaloihin ja julkisiin tiloihin oletetaan syntyvän taulukon 1 osoittamat määrät sähkölatausasemia. Investointiavustuksilla sysätään liikelle ennenaikaisesti liikenteen sähköistymistä, johon henkilöautokannan toivotaan siirtyvän Suomen vähähiilisyystavoitteiden saavuttamiseksi. Osa tuen kohteista olisi muutoinkin asentanut sähkölatauspistokkeet ja osa asukkaista vaihtaisi vanhan auton ladattavaan hybridiin ja täyssähköautoon 2021-2025. Laskelman lopputulos riippuu kuitenkin ennen kaikkea siitä, kuinka nopeasti sähköpistopaikkojen oletetaan täyttyvän täyssähköautoilla ja ladattavilla hybrideillä ja missä suhteessa. Lopputulokseen vaikuttaa myös merkittävästi se, että millaista henkilöautokantaa näillä sähköautoilla ja ladattavilla hybrideillä korvataan.

Investointiavustusten seurauksena rivi- ja kerrostaloihin ja julkisiin tiloihin oletetaan syntyvän taulukon 1 osoittamat määrät sähkölatausasemia. Jokaista rivi- ja kerrostaloon asennettua latausasemaa kohti tulee uusi sähköauto (60 %) tai ladattava hybridauto (40 %) 2025 loppuun mennessä. Määrän odotetaan kasvavan lineaarisesti vuodesta 2021. Jokaista pikalatausasemaan ja julkista latauspistettä kohti oletetaan liikenteeseen tulevan lisäksi vastaavasti 0,2-kertainen määrä sähköautoja vuoden 2025 loppuun mennessä. Kaikissa tapauksissa sähköauton ja ladattavan hybridin odotetaan syrjäyttävän uuden polttomoottoriauton, jonka kulutus on keskimäärin 5,1 litraa bensiiniä (120 g CO₂/km). Sähköautojen akun kapasiteetin oletetaan olevan keskimäärin 50 kWh ja energiatohokkuus 17 kWh/100 km. Ladattavien hybridien bensiinin kulutus on 3,5 l/100 km ja sähkön kulutus 7,5 kWh/100 km. Vuosittainen ajomatka-autoilla on 15 000 km vuodessa. Sähkön päästökerroin oletetaan kehittyvän energiatohokkuuden vähähiilisyyskenaariota mukaisesti (Energiatohokkuus 2020). Muutoin laskelmat on tehty ilmastopaneelin autolaskurin oletusarvoilla (<https://www.ilmastopaneeli.fi/autokalkulaattori/>).

Taulukko 1. Oletukset erilaisten sähkölatausasemien määrästä vihreän elvytyksen (300 milj. euroa) seurauksena.

Asennuskohde	Lkm	Asennuksen sisältö	11 kW tai alle yhteensä	yli 11 kW yhteensä	Pikalataus yhteensä
Rivitalot	3 667	11 kW tai alle 3 kpl, yli 11 kW 3 kpl	11 001	11 001	0
Kerrostalot	2 411	11 kW tai alle 14 kpl, yli 11 kW 6 kpl	33 754	14 466	0
Julkiset latauspisteet	8 105	yli 11 kW 4 kpl, pikalataus 2 kpl	0	32 420	16 210
yhteensä	-	-	44 755	57 887	16 210

Edellä esitettyjen oletusten perustella kumulatiiviseksi autojen käytön aikaiseksi päästövähennyksi saadaan **1 375 kt CO₂-ekv.** vuoteen 2035 mennessä (kuva 2). Päästövähennysten ajatellaan tällöin jäävän pysyväksi vuoteen 2035, koska kiihdyttämällä latausinfraan muodostumista vältetään fossiilisia polttoaineita käytettävien autojen tulo markkinoille. Nämä autot muutoin vaikuttaisivat vielä päästöineen 2030 -luvun liikenteessä.



Kuva 2. Sähkölatausasemien tuen arvioidut päästövähennykset (kt CO₂-ekv.) vuosina 2018-2035.

RAKENNUSTEN LÄMMITYSTAPAREMONTIT

Investointiavustuksen seurauksena siirrytään öljylämmityksestä pois joko maalämpö- tai vesi-ilmalämpöpumppuratkaisuun 35 439 rakennuksessa taulukon 2 osoittamalla tavalla.

Taulukko 2. Oletetut lämmitystapamuutokset nykyisissä öljyrakennustyyppi-kohteissa.

Kohdetyyppi	Rahoitusmuoto	Lämmitystapa	Lukumäärä
Pientalo	ARA	maalämpö	7 272
Pientalo	ARA	vesi-ilmalämpö	1 200
Pientalo	kotitalousvähennys	maalämpö	18 493
Pientalo	kotitalousvähennys	vesi-ilmalämpö	4 615
Julkinen rakennus	valtion tuki	maalämpö	3 206
Julkinen rakennus	valtion tuki	vesi-ilmalämpö	653

Öljylämmityksen ominaiskulutukseksi oletetaan asuintaloille 148,4 kWh/m² ja julkisille rakennuksille 169,6 kWh/m². Pientalojen keskimääräinen pinta-ala on 149,1 m². Julkisista rakennuksista 40 % oletetaan olevan hoitorakennuksia (keskimäärin 884,9 m²) ja 60 % opetusrakennuksia (keskimäärin 1 029,5 m²). Pintalatioidot perustuvat tilastokeskuksen tietoihin (SVT 2020) ja ominaiskulutukset on arvioitu ALas-laskentajärjestelmän öljylämmitystä koskevien tietojen perusteella (Lounasheimo ym. 2020).

Lämmitystapamuutokset kohdistuvat alueellisesti seuraavasti: Uusimaa 12 %, Varsinais-Suomi 10 %, Satakunta 6%, Kanta-Häme 3 %, Pirkanmaa 8 %, Päijät-Häme 3 %, Kymenlaakso 4 %, Etelä-Karjala 2 %, Etelä-Savo 5 %, Pohjois-Savo 4 %, Pohjois-Karjala 4 %, Keski-Suomi 6 %, Pohjanmaa 5 %, Etelä-Pohjanmaa 7 %, Keski-Pohjanmaa 2 %, Pohjois-Pohjanmaa 8%, Lappi 5 % ja Ahvenanmaa 1 %. Rakennusten öljynkulutuksessa on otettu huomioon alueelliset erot lämmitystarveluvuissa (Ilmatieteen laitos 2020a).

Maalämpö- ja vesi-ilmalämpöpumppujen COP-kerroin on ollut laskelmissa 3. Niiden käyttämä sähkön päästöt on laskettu energiateollisuuden esittämän hiilineutraalispulun päästökertoimien avulla (Energiateollisuus 2020).

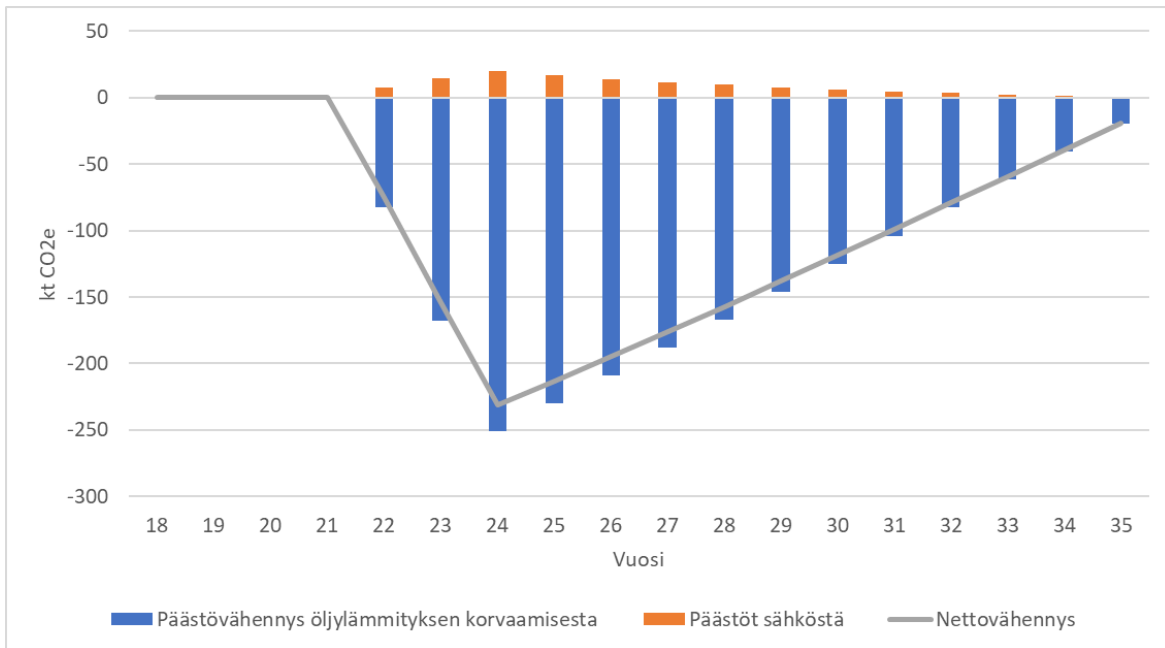
Laskelmissa lämmitystapamuutokset alkavat vuoden alussa 2021 ja niissä oletetaan, että muutostyö valmistuu yhdessä vuodessa. Kaikkien rakennusten hankkeet ovat valmiita kolmessa vuodessa siten, että vuoden 2022 alusta kohteista 33 % ja vuoden 2023 alusta 67 % on vaihtanut öljylämmityksestä pois.

Laskelmissa on myös oletettu, että tuen piirissä olevissa öljylämmityskohteissa lämmitystavat olisivat poistuneet lineaarisesti vuosien 2025-2035 aikana. Tämä vähentää öljylämmitystapatuon vaikuttavuutta ajan myötä. Tällöin siis päästövähennys kuvaa tuen aikaansaamaa päästövähennyslisää jo muutoin oletettuun kehitykseen verrattuna.

Nettopäästövähennyslaskelmassa näiden muutoinkin poistuvien kohteiden sähkökäytön päästöt on vähennetty tuen piirissä olevien kohteiden sähkökäytön päästöistä. Muutoinkin poistuvissa kohteissa on siis oletettu, että öljyn korvaaminen tapahtuu samalaisilla lämmitystaparatkaisulla kuin tuen kohteissa.

Vuoteen 2035 kumulatiivinen päästövähennys on arvioitu olevan **1 754 kt CO₂-ekv.** (kuva 3) Suurimmillaan päästövähennys on vuonna 2024, jolloin se on -231 kt CO₂-ekv.

Kumulatiivisten päästövähennysten lopputulos on herkkä oletukselle ”millä nopeudella öljystä siirryttäisiin pois muutenkin”. Jos kaikki öljylämmityskohteet siirtyisivät tuen edistämiin vähähiilisiin ratkaisuihin lineaarisesti 2025-2035, niin tuen kumulatiivinen päästövähennysshyöty olisi noin 900 kt CO₂-ekv. Jos taas oletetaan, että tuella saatu päästövähennys olisi sama vielä 2035 kuin muutoshetkellä, niin kumulatiivinen päästövähennys 2021-2035 olisi 1750 kt CO₂-ekv. Tämä on selvästi epärealistinen oletus.



Kuva 3. Lämmitystaparemonttien arvioidut päästövähennykset (kt CO₂-ekv.) vuosina 2018-2035.

UUSIUTUVAN ENERGIAN PILOTIT

Valtion tukemana käynnistyy keskisyvän maalämmön hankkeita, merituulipuisto ja aurinkovoimala. Arvion mukaan hankkeilla saadaan vuoteen 2035 mennessä yhteensä noin 2 440 kt CO₂-ekv. suuruinen kumulatiivinen päästövähennys, josta keskisyvien maalämpökaivojen osuus on 78 %.

Keskisyvät lämpökaivot

Valtion tukemana (180 milj. €) käynnistyy syvän maalämmön hankkeita 192 megawatin edestä. Tämä tarkoittaa noin 600 keskisyvää maalämpöjärjestelmää, joissa lämpökaivot porataan 2 kilometrin syvyyteen. Niiden COP-kerroin on 4–5 ja yhdestä järjestelmästä saadaan lämpöenergiaa noin 1 350 MWh vuodessa (QHeat 2020). Keskisyvien lämpökaivojen oletetaan valmistuvan vuosien 2021 ja 2022 aikana.

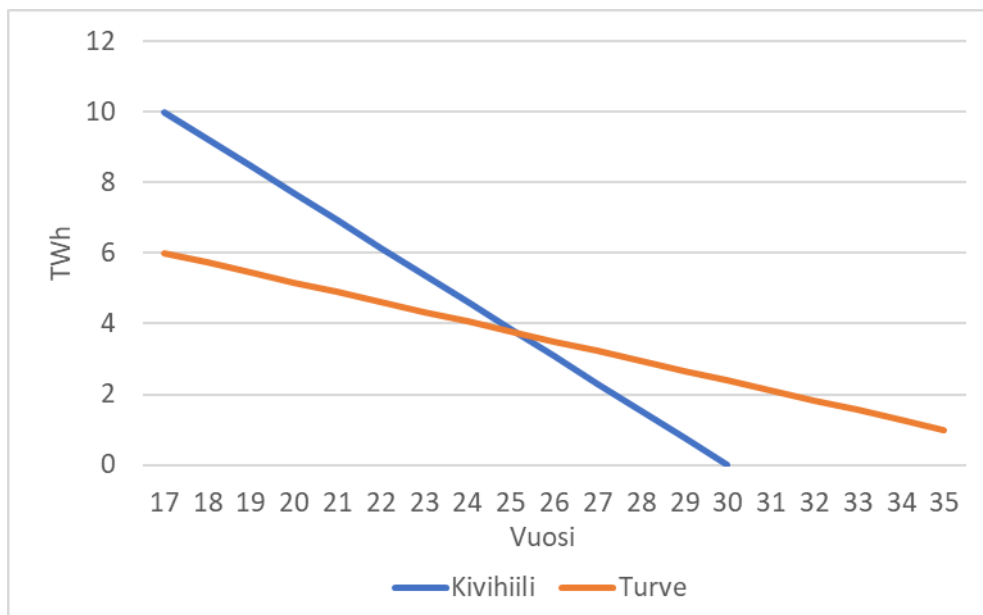
Yhteensä noin kuudella sadalla 300-400 kilowatin keskisyvällä kalliolämpöjärjestelmällä voidaan tuottaa lämmitysenergiaa noin 810 gigawattituntia. Peruskenaariossa kalliolämpöjärjestelmien tuottaman lämmön oletetaan korvaavan kaukolämmön tuotannon kivihiltä ja turvetta näiden käyttömäärien suhteessa vuonna 2021. Korvaussuhde perustuu Energiategollisuuden (2020) hahmottamaan kivihillen ja turpeen kaukolämpökäytön kehitykseen. (kuva 4). Laskelmissa oletetaan, että puolet lämpökaivoista pystyy korvaamaan kohteissaan kivihiltä ja turvetta vuonna 2022 ja loput vuodesta 2023 eteenpäin.

Valtion tukemien lämpökaivojen päästövähennykset kuvaavat vältettyjen päästöjen määrää, joka syntyy kivihillen ja turpeen ennenaikaisen vähentämisen seurauksena. Päästöhyötyjen laskenta perustuu oletukseen, että vuodesta 2024 lähtien sekä kivihillen että turpeen päästöt, ja vastaavasti korvaushyödyt, vähenevät puun, hukkalämmön ja geotermisen energian seurauksena kuvan 2 kehityksen mukaisesti lämpökaivokohteissa.

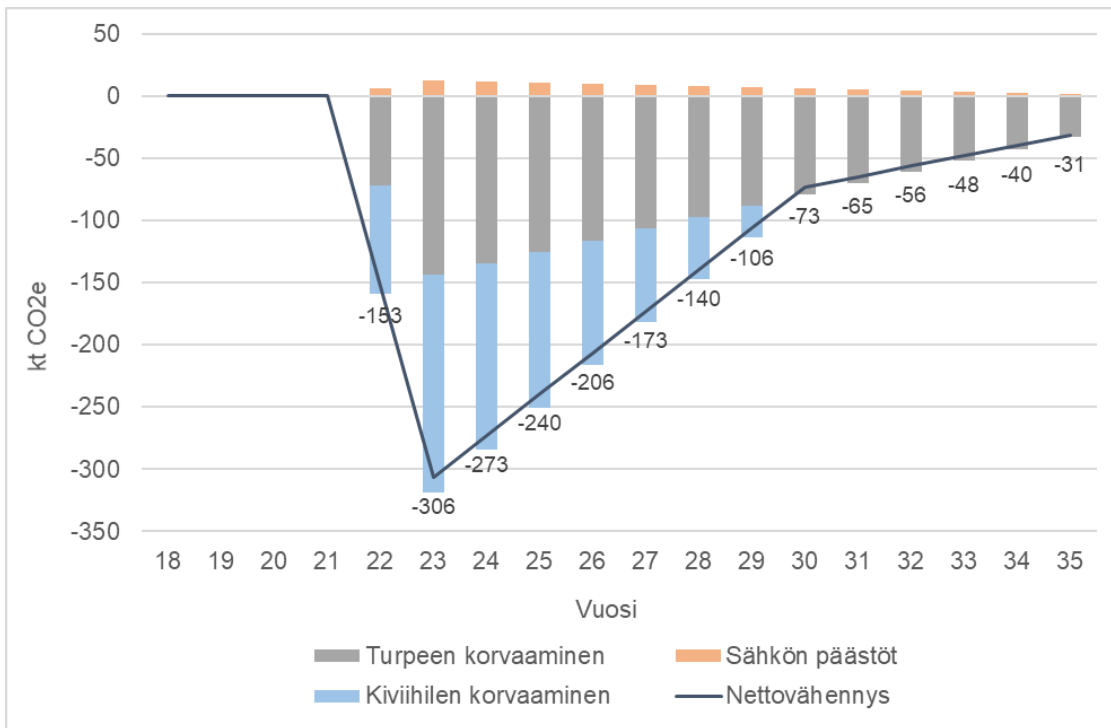
600 kalliolämpöjärjestelmän sähkön vuosikulutus on yhteensä arviolta 180 GWh, jonka jakaantuminen eri kuukausille noudattaa Oulun, Jyväskylän, Kuopion ja Tampereen vuoden 2017 lämmitystarpeen kuukausijakaamaa (Ilmatieteen laitos 2020a). Sähkön tuotannon päästökertoimien oletetaan noudattavan Energiateollisuuden vähähiiliskenaarion mukaista kehitystä (ks. kuva 5). Lämpökaivojen vaatiman sähkön käytön päästöt vähennetään kivihiilen ja turpeen käytön päästövähennyshyödyistä.

Kuvassa 5 on esitetty kuva lämpökaivoilla saaduista päästövähennyksistä perusskenaarion yhteydessä. Vuonna 2023 ne ovat suurimmillaan, jolloin päästövähennyksiä syntyy -306 kt CO₂-ekv. Sen jälkeen ne pienevät ja kumulatiivinen nettopäästövähennys vuosille 2022-2035 on -1 910 kt CO₂-ekv.

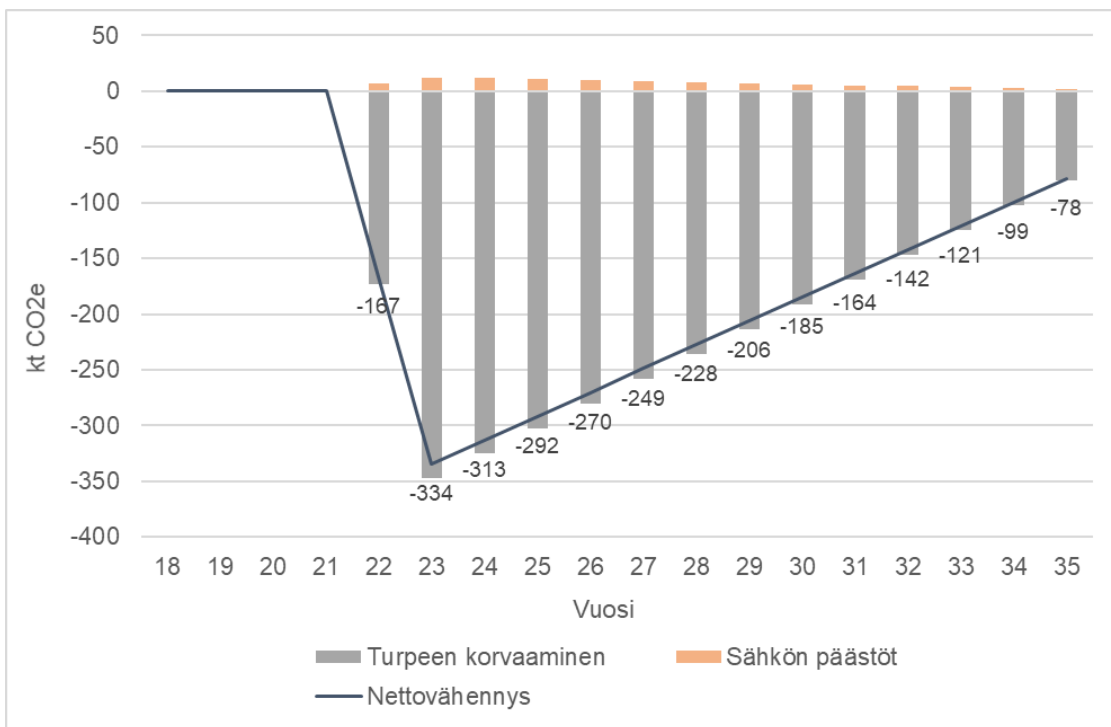
Kuvassa 6 on oletettu, että valtion avustukset kohdennetaan pelkästään kaukolämmössä käytettävän turpeen korvaamiseen. Muut laskennan periaatteet ja oletukset ovat samat kuin perusskenaariossa. Kumulatiivinen nettopäästövähennys kasvaa selvästi, se on -2 850 kt CO₂-ekv.



Kuva 4. Kivihiilen ja turpeen käyttö kaukolämmön tuotannossa Energiateollisuuden vähähiiliskenaariossa (Energiateollisuus 2020).



Kuva 5. Syvälämmön (192 MW) vaikutus päästöihin perusskenaariossa vuosina 2018–2035, kun syvä maalämpö korvaa kivihiilen ja turpeen käyttöä kaukolämmössä.



Kuva 6. Syvälämmön (192 MW) vaikutus päästöihin skenaariossa vuosina 2018–2035, kun syvä maalämpö korvaa vain turpeen käyttöä kaukolämmössä.

Laskelmassa on arvioitu vain lämmityksen päästöjä eivätkä kalliolämmön mahdollistaman jäädytyksen ja lämmön varastoinnin mahdollisesti merkittävätkin päästöhyödyt ole mukana. Toisaalta kovimpina pakkaspäivinä voidaan tarvita varajärjestelmää. Tämä voidaan toteuttaa kuitenkin esimerkiksi biokaasulla, joka voidaan laskea lähes nollopäästöiseksi.

Skenaariotarkastelu osoittaa, että oletukset korvattavasta lämmöntuotantotavasta (substituutiovaikutus) ja lämmöntuotannon kehityksestä aiheuttavat merkittäviä epävarmuuksia lopputulokseen pitkälle tulevaisuuteen. Substituutio on suurin yksittäinen päästövähennystekijä lämmitysinvestointien pitkän ja keskipitkän aikavälin investointeja arvioitaessa. Suurin päästövähennysvaikutus saadaan aikaiseksi, kun lämpökaivoinvestoinnit tehdään järjestelmiin, joissa on suuret ominaispäästöt, ja joiden ajorajestyksessä investointi syrjäyttää mahdollisimman paljon näitä päästöintensiivisiä polttoaineita. Lisäksi kasvanut huippukuormalaitosten käyttö fossiilisilla polttoaineilla saattaa pienentää systeemistä ilmastovaikutusta. Yksityiskohtaisemmat arviot vaatisivat siksi huomattavasti monipuolisemman järjestelmätason mallintamisen kuin mitä on nyt tehty. Tulosta on siksi arvioitava vain suuruusluokkana.

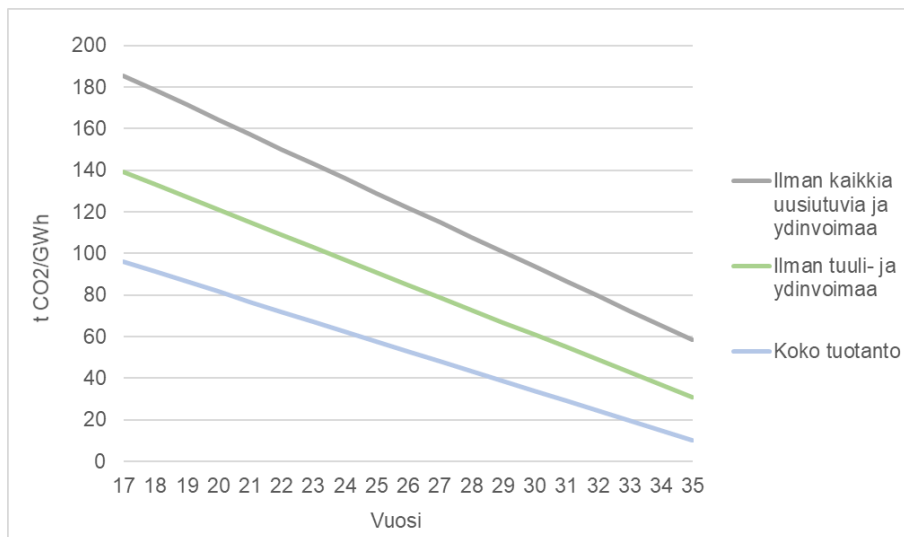
Merituulivoima

Valtion tukemana (90 milj. €) on oletettu käynnistyvän 111 megawatin merituulivoimalan pilottihanke, jonka arvioitu vuosituotto on 486 gigawattituntia. Siitä kulutukseen päätyy siirtöhäviöiden (3,2 % vuonna 2017; Tilastokeskus 2020) jälkeen noin 443 GWh. Merituulivoiman kapasiteettikertoimeksi Suomen rannikolla on tässä yhteydessä arvioitu 47%, mikä on hieman alempi kuin IRENAn (2018) globaali arvio 50 %. Kapasiteettikertoimen ja sähkön tuotannon jakautuminen vuoden yli on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Kapasiteettikertoimen, 111 megawatin tuulipuiston sähköntuotannon ja tuotetun sähkön kulutuksen jakauma eri kuukausille. Tuotannon kuukausivaihtelu perustuu Kemin I Majakka -havaintoaseman tuulen nopeuden kuukausikeskiarvoihin (Tuuliatlas 2020).

	Kapasiteettikerroin (%)	Tuotto (GWh)	Hävikki 3,2 % 2017	Kulutus (GWh)
Tammi	64	53,0	1,7	51,3
Helmi	40	30,0	1,0	29,1
Maalis	39	31,8	1,0	30,8
Huhti	27	21,6	0,7	20,9
Touko	29	24,1	0,8	23,3
Kesä	24	19,0	0,6	18,4
Heinä	24	19,7	0,6	19,0
Elo	30	24,7	0,8	23,9
Syys	62	49,4	1,6	47,8
Loka	74	61,3	2,0	59,3
Marras	80	63,7	2,1	61,6
Joulu	72	59,2	1,9	57,2
	47 (keskiarvo)	457,4	14,8	442,6

Tuulivoiman voidaan olettaa korvaavan Suomessa kulutettua kulloistakin keskiarvosähköä ilman tuuli- ja ydinvoimalla tuotettua sähköä. Nämä sähkön tuotannon päästökertoimet ja niiden ajallinen kehitys on arvioitu Energiategollisuuden vähähiiliskenaarion mukaisesti (kuva 7). Kunkin vuoden vuotuinen päästökerron muutetaan kuukausittaiseksi päästökertoimeksi taulukon 4 mukaisesti. Päästövaikutus lasketaan hiilidioksidiekvivalenteina lisäämällä sähkön päästökertoimiin Suomen vuoden 2017 tuotantotiedoista laskettu 2,5 prosentin ekvivalenttilisä.

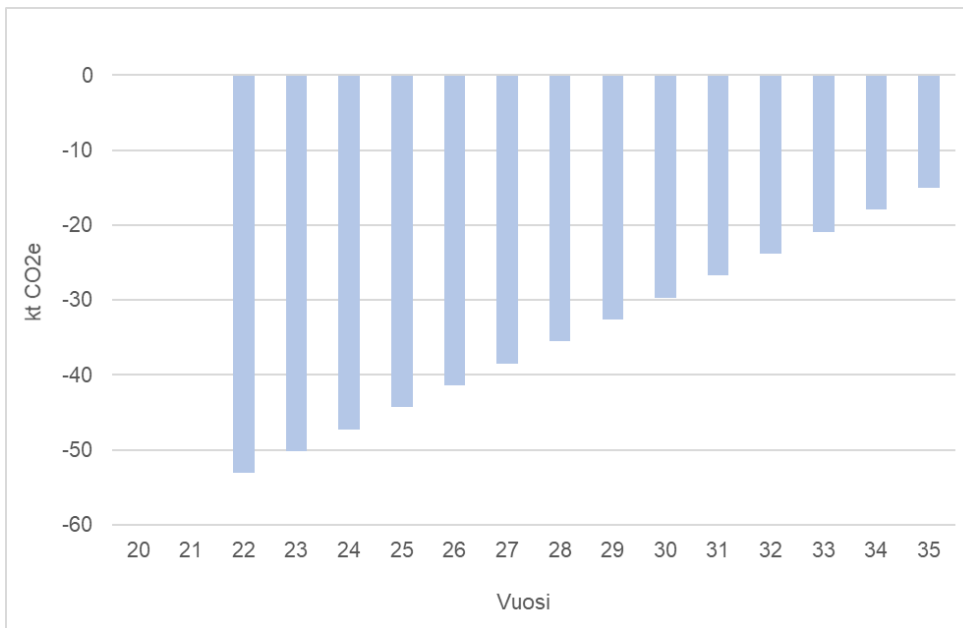


Kuva 7. Energiategollisuuden vähähiiliskenaarion mukainen sähkön päästökertoimien kehitys 2017-2035 (Energiategollisuus 2020)

Taulukko 4. Sähkönkulutuksen kuukausikertoimet, % vuotuisesta keskiarvokertoimesta vuoden 2017 tilanteessa (Lounasheimo ym. 2020).

Kuukausi	%
Tammi	132
Helmi	142
Maalis	130
Huhti	107
Touko	104
Kesä	73
Heinä	62
Elo	54
Syys	71
Loka	103
Marras	106
Joulu	118

Pilottihankkeen voimaloiden ensimmäinen oletettu toimintavuosi on 2022, jolloin saavutetaan arviolta noin 53 kilotonnin päästövähennys. Kumulatiivinen vähenemä vuoteen 2035 on **480** kt CO₂-ekv. (kuva 8).



Kuva 8. 111 MW:n merituulivoimahankkeen arvioitu vaikutus sähkön päästöihin vuosina 2022-2035.

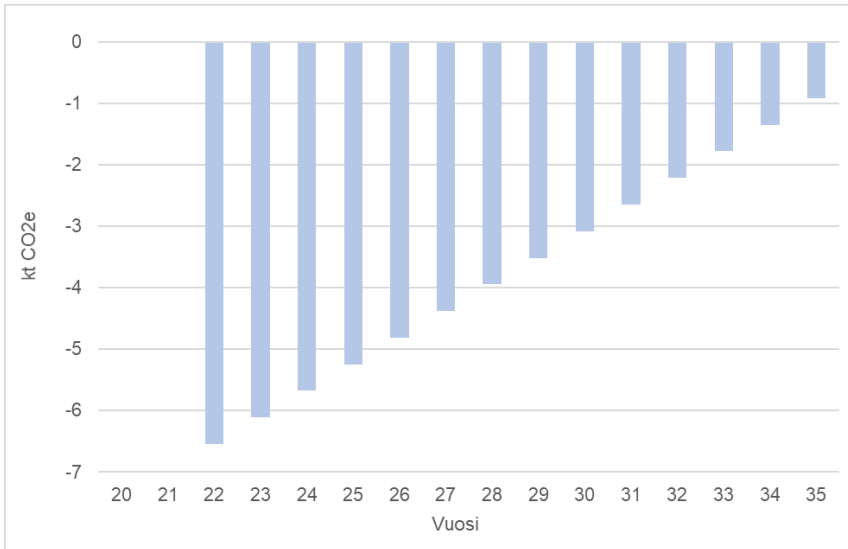
Tuulivoiman lisäämisen päästövähennystarkasteluissa lopputulokseen vaikuttaa merkittävästi oletus, jolla tuulivoima syrjäyttää muuta energiatuotantoa (substituutiovaikutus). Jo nykyään Suomen sähköntuotanto on suhteellisen CO₂ -päästövapaa ja se on oletettu olevan lähes ilmastoneutraalia tarkastelujakson loppupuolella (Energiateollisuus 2020). Transition alkuvaiheessa uuden puhtaan tuotannon voidaan perustellusti olettaa syrjäyttävän fossiilista tuotantoa. Toisaalta voidaan ajatella, että tämä uusi tuotanto markkinoilla syrjäyttää pysyvästi fossiilisen tuotannon, erityisesti jos se johtaa kokonaisten laitosten poistamiseen tuotannosta. Toisaalta investoinnin elinkaaren loppupuolella, transition loppuvaiheessa ei järjestelmässä enää ole päästöintensiivistä tuotantoa korvattavana. Lisäksi vähähiilisyys skenaarioissa ainoa polttoon pohjautuva, ja siten mahdollisesti ei hiilineutraali tuotantomuoto on yhdistetty sähkön ja lämmön (CHP) tuotanto (16 % sähkön hankinnasta). CHP-tuotanto ei ole pelkästään kiinni sähkömarkkinoista, vaan ennen kaikkea lämmön kysynnästä. Tällöin on perusteltua kysyä, voiko vaihteleva uusiutuva tuotanto syrjäyttää tätä tuotantoa täysimääräisesti. Tästä syystä korvaushyötyä on arvioitu kuvan 5 ”keskimmäisellä” sähkön päästövähennyskäyrällä.

Tehty tarkastelu antaa todennäköisesti selvästi pienemmän merituulivoiman päästövähennyshyödyn kuin mitä se saa aikaan järjestelmätasolla. Sähköistymisen myötä sähköllä korvataan myös uusia, aiemmin fossiilisia käyttökohteita, kuten teollisuudessa fossiilispohjaisia prosessipäästöjä, lämmityksessä pystytään hyödyntämään ilmalämpöpumppuja ja sähköisessä liikenteessä korvataan fossiilisia liikennepolttoaineita. Lisäksi kotimaan lisääntyvä sähköntuotanto korvaa ulkomailta tuotua sähköä, mikä ei kuitenkaan näy laskelmissa päästöhyötynä. Todellisuudessa vähentämällä tuontisähköä vähennetään myös päästöjä ulkomailla, koska puhdasta sähköä riittää siellä myös paremmin korvaamaan isopäästöisiä energiankäyttökohteita.

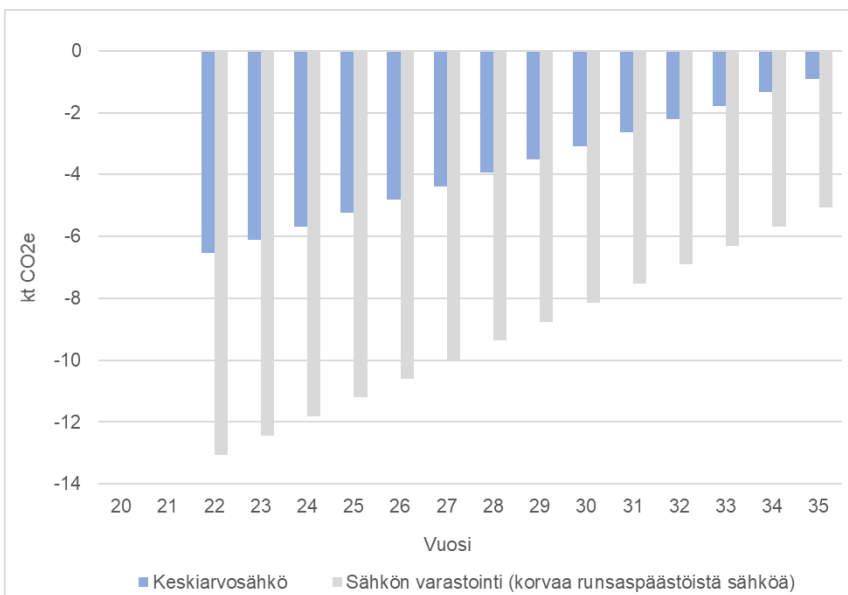
Aurinkovoima

Valtion tukemana (30 milj. €) käynnistyy 100 megawatin aurinkovoimala, joka tuottaa Etelä-Suomessa nykYTEKNIKALLA noin 98 GWh sähköä, kun paneelit suunnataan optimaalisesti (etelän suuntaan 43 astetta kallistetulle pinnalle). Laskelmissa on käytetty auringon säteilyenergiaa ja aurinkovoimalan sähköntuotannon määrää Vantaalla kuukausittain (Euroopan komissio 2020). Lähes puolet vuosituotannosta saadaan touko-, kesä- ja heinäkuun aikana.

Aurinkovoimalan ensimmäinen oletettu kokonainen toimintavuosi on 2022. Mikäli aurinkovoimalan tuottamalla sähköllä suomessa kulutettua keskiarvosähköä, on saatava päästöhyöty tuolloin -6,5 kilotonnia (CO₂-ekv.). Laskelmissa otetaan huomioon korvattavan sähkön päästökertoimen kuukausivaihtelut (Lounasheimo ym. 2020). Kumulatiivinen vähenemä vuoteen 2035 on **50** kt CO₂-ekv. (kuva 9). Jos aurinkovoimalan sähköä pystytään varastoimaan ja käyttämään sitä korvaamaan fossiilisilla tuotettua sähköä, niin kumulatiivinen päästövähennys on 127 kt CO₂-ekv. (kuva 11) Tarkastelussa on oletettu, että aurinkosähköllä pystytään tällöin korvaamaan fossiilisilla polttoaineilla tuotettua sähköä (harmaa käyrä kuvassa 5).



Kuva 9. Arvio 100 MWp:n aurinkovoimalan vaikutuksista sähkön päästöihin vuosina 2022-2035.



Kuva 10. Arvio 100 MWp:n aurinkovoimalan vaikutuksista sähkön päästöihin vuosina 2022-2035, kun aurinkovoimaan on kytketty sähkön varastointi ja aurinkosähkö korvaa runsaspäästöistä sähköä.

Tuulivoiman yhteydessä esitetyt epävarmuusnäkökulmat pätevät myös aurinkovoimaan. Erityisen olennainen kysymys on, kuinka aurinkosähkön tuotannon ja lämmön kysynnän huiput ajoittuvat eri vuodenaikoihin. Tämän vaikutusta on osittain pystytty haarukoimaan herkkyytarkastelulla, jossa sähkön varastoinnin avulla pystytään korvaamaan kulloisenkin kuukauden fossiilisperäistä sähköä.

RAITIOTIEINVESTOINNIT

Raitiotieinvestointien kasvihuonekaasupäästövähennyslaskelma perustuu todelliseen Tampereen Raitiotiehankkeen tietoihin (Tampereen kaupunki 2016). Vihreän elvytyksen tuen ajatellaan synnyttävän 3 Tampereen ns. 1 vaiheen kokoista raitiotiehanketta.

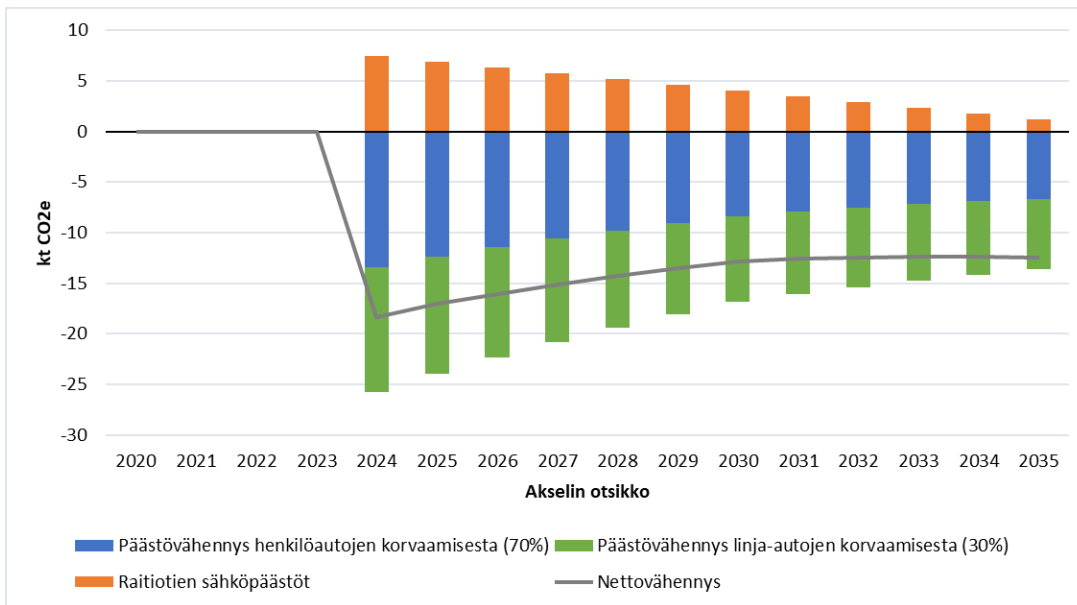
Arvion lähtökohdaksi on tietoa, että yksi raitiovaunu vastaa kapasiteetiltaan 3 linja-autoa sekä 185 henkilöautoa (Tampereen kaupunki 2016). Raitiovaunun kapasiteetti on noin kolminkertainen bussikalustoon verrattuna. Mikäli otettaisiin huomioon kaluston käyttöikä ja kapasiteetti saman palvelutason saavuttamiseksi tarvittaisiin 25 raitiotievaunua kohden 225 linja-autoa eli yhtä raitiotievaunua kohden 9 linja-autoa. Tuen vivuttavilla investoinneilla saadaan aikaiseksi 57 raitiotievaunua.

Raitiovaunuilla korvataan 10545 henkilöauton (1,7 henkilöä/auto) vuosittainen matkasuorite, joka vastaa 80,638 milj. kilometriä vuodessa (Valtakunnallinen liikennetutkimus 2018). Vastaavasti korvattavan bussiliikenteen vuosittainen ajokilometrimäärä on 16,952 milj. kilometriä. Raitiovaunujen vuosittainen matkasuorite on arvioitu olevan 5,7 milj. kilometriä (Ramboll Finland Oy 2016).

Raitiovaunujen korvaavien henkilöautojen ja bussien päästöarviot perustuvat Liikenne- ja viestintäministeriön liikenteen vähähiilisyystiekartan yhteydessä luotuun ajoneuvokannan ns. B-ennusteen kehitystietoihin ja siinä olevien autojen päästökehitykseen 2020-2035 (LVM 2020). Tampereen henkilöautojen ja bussien ajoneuvokannan odotetaan seuraavan LVM:n skenaarion mukaista jakaantumaa.

Raitiovaunujen sähkönkulutus on arvioitu olevan 500 kWh/km (Ramboll Finland Oy 2016). Sähkön tuotannon aiheuttamien päästöt kunakin vuonna on arvioitu energiateollisuuden vähähiilisyyskenaarion perusteella (Energiateollisuus 2020). Tulokset on skaalattu koskemaan 300 miljoonan euron tukea (tukiprosentti 30) kertomalla Tampereen tulokset 4,1:lla (Tampereen tapauksessa 55 milj. € ja tuli 23 %).

Ratahankkeiden oletetaan valmistuvan 2024. Arvioitu kumulatiivinen päästövähennys vuoteen 2035 mennessä on vain 170 kt CO₂-ekv. (kuva 9). Raitiotiehankkeiden välillisiä vaikutuksia yhteiskuntarakenteen tiivistymiseen ja sitä kautta syntyviä päästövaikutuksia ei olla arvioitu. Lisäksi ei ole pystytty arvioimaan mahdollisia ihmisten liikkumispatamutoksia raitiovaunun seurauksena (jättävätkö jotkut ostamatta kokonaan oman auton jne.). Tämän takia tässä esitettyä arviota voidaan pitää selvästi aliarvona.



Kuva 11. Raitiotieinvestointien arvioitu päästövähennyskehitys 2024-2035.

LÄHTEET

Energiateollisuus 2020. Finnish Energy – Low carbon roadmap. https://energia.fi/files/4943/Finnish_Energy_Low_carbon_roadmap_FINAL_2020-06-01.pdf.

Euroopan komissio 2020. Joint Research Centre. Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis> [viitattu 18.6.2020]

Fingrid 2019. Kantaverkon kehittämissuunnitelma 2019–2030. Fingrid.

Ilmatieteen laitos 2020a. Lämmitystarveluku eli astepäiväluku. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut> [viitattu 18.6.2020].

Ilmatieteen laitos 2020b. Energialaskennan testivuodet nykyilmastossa. Auringon kokonaissäteilyenergia eri suuntaisille pinnoille. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/energialaskennan-testivuodet-nyky> [viitattu 18.6.2020].

IRENA 2018. Offshore innovation widens renewable energy options. Opportunities, challenges and the vital role of international co-operation to spur the global energy transformation. Brief to G7 policy makers. International Renewable Energy Agency. https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Sep/IRENA_offshore_wind_brief_G7_2018.pdf [viitattu 18.6.2020]

Lounasheimo, J., Karhinen, S., Grönroos, J., Savolainen, H., Forsberg, T., Munther, J., Petäjä, J., Pesu, J. 2020. Suomen kuntien kasvihuonekaasupäästöjen laskenta. ALas-mallin menetelmäkuvaus ja laskentojen tuloksia 2005–2018. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 25/2020. Suomen ympäristökeskus. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/316216> [viitattu 18.6.2020].

LVM 2020. Liikenteen vähähiilisyyskenaarioiden ajoneuvokanta. Julkaisematon aineisto.

QHeat 2020. Teknologiajohtaja Rami Niemi, puhelu 15.6.2020.

Ramboll Finland Oy 2016. Tampereen raitiotiehanke materiaali- ja energiatehokkuus sekä ilmastonmuutoksen vaikutukset. 2016. Loppuraportti 9.6.2016.
https://www.tampere.fi/tiedostot/t/RWfQ61rW7/raitiotie_materiaali_ja_energiatehokkuus_090616.pdf

Savolainen, H., Karhinen, S., Ulvi, T. & Kopsakangas-Savolainen, M. 2019. Hajautetun uusiutuvan energian aluetaloudellisten vaikutusten arviointi ENVIREGIO-mallilla. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 31/2019, Helsinki. <http://hdl.handle.net/10138/303316>

Suomen tuuliatlas. Tuulisuus Suomessa. <http://www.tuuliatlas.fi/tuulisuus/index.html> [viitattu 18.6.2020].

Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennukset ja kesämökit [verkkajulkaisu].
ISSN=1798-677X. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 29.6.2020].
Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/rakke/index.html>

Tampereen kaupunki 2016. Raitiotien vaikutusten arviointi Ympäristövaikutukset 22.7.2016. Tampereen kaupunki. https://www.tampere.fi/tiedostot/r/6ZzZXlobr/raitiotie_ymparistovaikutukset_040916.pdf

Tilastokeskus 2020. Energia 2019 -taulukkopalvelu.
https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2019/start.htm [viitattu 18.6.2020].

Tuuliatlas 2020. Tuulisuus Suomessa. <http://www.tuuliatlas.fi/tuulisuus/> [viitattu 18.6.2020].

Valtakunnallinen henkilöliikennetutkimus 2018. Valtakunnallinen henkilöliikennetutkimus 2016. HLT16 Tampereen seutu/seutujulkaisu. WSP Finland Oy.
<https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Seutujulkaisu-HLT2016-Tampereen-seutu.pdf> [viitattu 4.7.2020].

LIITE III. KANSANTALOUDELLISET VAIKUTUKSET FINAGE-MALLILLA

Juha Honkatukia, Merit Economics

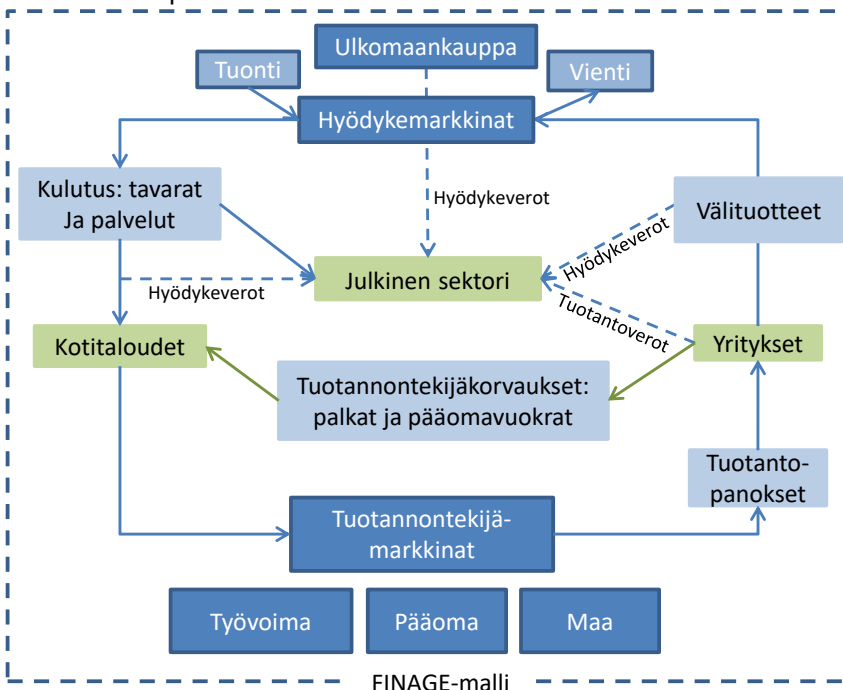
JOHDANTO

Tässä muistiossa arvioidaan ympäristötavoitteita tukevan elvytyksen mahdollisuuksia tukea Suomen kansantalouden toipumista COVID 19-pandemian vaikutuksista. Muistiossa kuvataan kuutta, kohdennettua investointipakettia, joiden toteuttamista tuetaan valtion osallistumisella investointikustannuksiin. Muistiossa keskitytään investointien rakennusaikaisiin vaikutuksiin, mutta on selvää, että tarkastellut hankkeet toisivat valmistuessaan myös pitkäaikaista hyötyä uusiutuvan energian osuuden kasvun ja energiatehokkuuden lisääntymisen kautta. Pandemian vaikutusten osata tarkastelu perustuu aiempaan tutkimukseen, jossa arvioitiin muun muassa hoitokapasiteetin käytöstä aiheutuvia kustannuksia ja tarkasteltiin toimialakohtaisesti valtioneuvoston toteuttamien liikkumisen ja muiden rajoitteiden taloudellisista vaikutuksista (Honkatukia 2020). Tarkastelu on tehty vuosineljänneksittäin.

METODOLOGIA

Arvio on toteutettu kokonaistaloudellisen tasapainomallin avulla. Tällaista lähestymistapaa on käytetty jo pitkään kansantalouden pitkän aikavälin kehityksen arviointiin, myös pandemioiden. Laskentamalleja on kuvattu useissa julkaisuissa (Honkatukia 2009, 2013, 2019). Tasapainomalli kuvaa taloutta kotitalouksien sekä kymmenillä toimialoilla toimivien yritysten ja julkisten sektorien päätöksistä käsin. Mallin rakennetta havainnollistaa kuvio 1. Kuviossa kotitaloudet, julkinen sektori ja yritykset ovat taloudellisten päätöksen tekijöitä, joiden valinnoista kumpuavat tavaroiden ja palveluiden kulutuskysyntä ja välituotekysyntä, niiden kysyntä julkisten palveluiden ja hallinnon käyttöön sekä investointikysyntä eri toimialojen investointeihin. Lisäksi kuviosta ilmenee, kuinka osa tavaroiden ja palvelujen loppukysynnästä tulee ulkomailta, ja kuinka tuontitavarat muodostavat osan tavaroiden ja palveluiden kotimaisesta tarjonnasta. Kuviosta näkyvät myös tuotannontekijämarkkinat sekä tuotannontekijätulojen ja erilaisten verotuottojen kohdentuminen. Kysynnän ja tarjonnan tasapaino toteutuu hintamekanismien kautta.

Kuvio 1. Tasapainomallin rakenne



PANDEMIASKENAARIOIDEN KESKEISET OLETUKSET JA TIETOLÄHTEET

Pandemian vaikutusten tarkastelu perustuu THL:n skenaarioihin pandemian leviämisestä Suomessa ja sen hoitotarpeista ja kustannuksista. Vaikutuksia verrataan alkuvuodesta 2020 PITKO-hankkeessa päivitettyyn talouden perusskenaarioon (WEM-skenaarioon).

Tässä keskitytään skenaarioon, joka sittemmin toteutuikin, jossa pääosa rajoituksista poistettiin 2020 kolmannella neljänneksellä. Suurimmat vaikutukset ovat peräisin elinkeinoelämän ja kokoontumis- ja liikkumisvapauden rajoituksista kevään 2020 aikana. Näitä on arvioitu useiden lähteiden avulla. Pandemian rajoittamistoimet kohdistettu matkailutilinpidon perusteella henkilöauto- että julkiseen maaliikenteeseen (maantie- ja rautatie), ajoneuvojen huoltoon, vesi- ja ilmaliikenteeseen; ravintola- ja majoitustoimialoille sekä urheilu- ja kulttuuripalveluihin. Sekä kotitalouksien kysyntää että näiden toimialojen tuotantoa on rajoitettu. Uudenmaan liikkumisrajoitusten vaikutus on kohdistettu jo vuoden ensimmäiselle neljännekselle, ja sen vaikutuksia on arvioitu matkailutilinpidon ja alueellisten panos-tuotosaineistojen avulla. Liikkumisrajoitukset heijastuvat koko Etelä-Suomeen, ja pienentävät kotitalouksien matkailuun ja liikkumiseen liittyvää kysyntää. Uudenmaan osuus tällaisesta kysynnästä on huomattavan suuri, ja siksi kysynnän lasku on useita kymmeniä prosentteja. Vuoden toisella neljänneksellä matkailu-, ravintola ja majoitustoimialojen kysyntä pienenee muuallakin Suomessa. Lisäksi näihin toimialoihin kohdistuu toiminnan merkittävä rajoittaminen. Kysynnän rajoittamista on tässä mallinnettu säännöstelynä, ja tuotannon rajoitusta on tarkasteltu kapasiteetin käyttöasteen rajoittamisena, josta ei välttämättä seuraa kapasiteetin pysyvää laskua. Vastaavia arvioita on tehty (ja tehdään) pandemian vaikutuksista esimerkiksi Yhdysvaltoihin (Dixon et al 2010) ja koko maailmantalouteen (mm. Verikios ym. 2010).

On selvää, että globaalit rajoittamistoimet vaikuttavat maailmantaloudenkin kautta Suomeen. Tämä vaikutus kohdistuu ennen kaikkea tavaroiden ja palveluiden vientiin. Maailmantalouden on arveltu supistuvan kolmisen prosentin pandemian vuoksi. Kun Suomi kuitenkin käy kauppaa ennen kaikkea Euroopan ja myös Yhdysvaltojen kanssa, näyttää selvältä, että vaikutukset Suomen vientimarkkinoilla saattavat olla suurempia. Tätä on mallinnettu siten, että kaikkeen vientiin on kohdistettu 15 prosentin lasku vuoden toiselle neljännekselle. Loppuvuodesta maailmanmarkkinoiden oletetaan alkavan elpyä, mutta entiselleen sen ei oleteta palaavan. Maailmantalouteen liittyviä epävarmuuksia on myös kuvattu investointien odotetun tuoton alenemisena, joka alentaa investointien kasvuvauhtia.

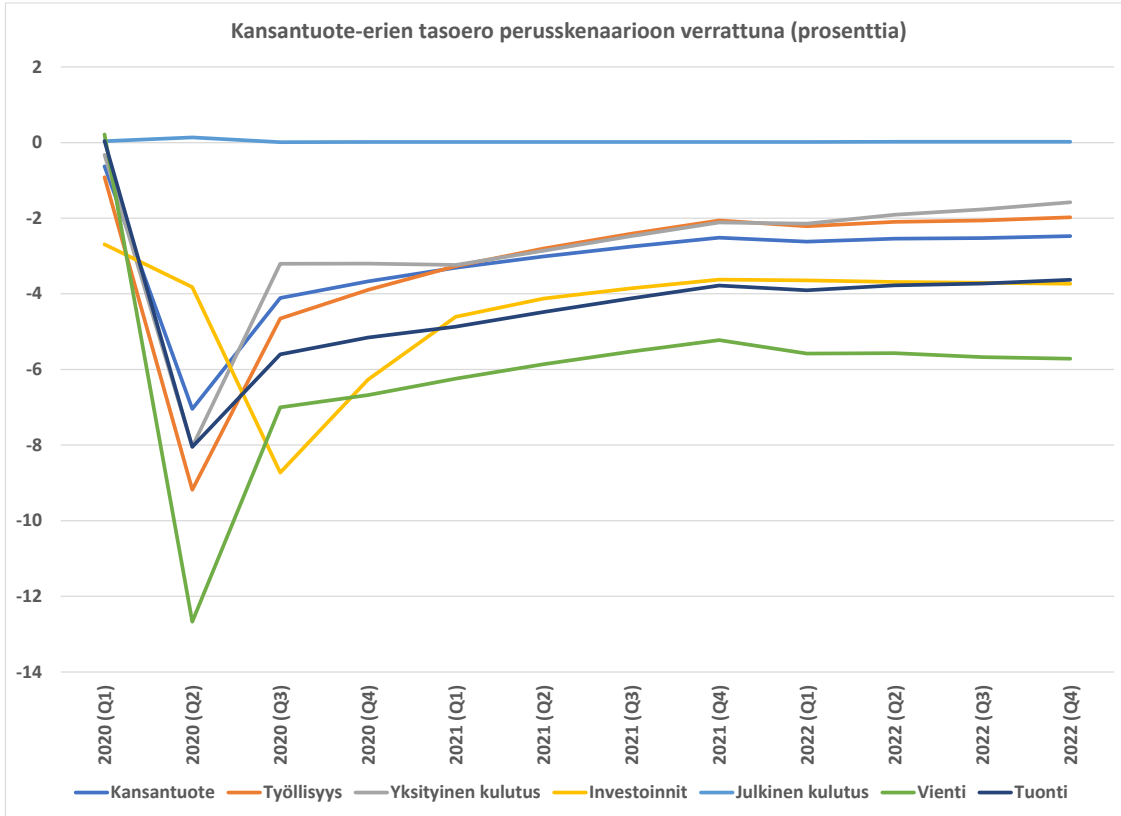
Rajoitustoimet kääntyvät kotimaisen kulutuksen, ennen kaikkea yllä kuvattujen palvelujen ja kaupan, jyrkkään laskuun. Tämä synnyttää työttömyyttä, minkä lisäksi tarkastelussa on huomioitu jo tiedossa olevat lomautukset ja työttömyyden kasvu. Työttömyysaste kasvaakin selvästi.

Kuvioon 2 on koottu pandemian vaikutusarvion keskeiset tulokset. Pandemian vaikutukset alkavat näkyä vuoden 2020 ensimmäisellä neljänneksellä ennen kaikkea Uudenmaan sulkemisen myötä ja sairastuneiden määrän alkaessa kasvaa. Sairastuneiden määrä kasvaa toisella neljänneksellä, mikä osaltaan näkyy julkisten palvelujen kasvuna, mutta kuten kuviosta näkyy, rajoitustoimien kautta syntyvä vaikutus kotitalouksien kysyntään on selvästi suurempi. Kulutuskysyntä laskee toiseen neljännekseen mennessä noin 8 prosenttia perusskenaarioon verrattuna. Viennin lasku on noin kymmenen prosenttia, kun maailmankaupan oletetaan laskevan kymmenen prosentin verran. Investointeja laskee kasvanut epävarmuus, mutta vuoden ensimmäisillä neljänneksillä lasku jää pieneksi eikä näy esimerkiksi asuntojen rakentamisessa. Vuoden mittaan supistuva kysyntä vetää kuitenkin investoinnitkin mukanaan, ja niiden toipuminen jää riippumaan maailmantalouden ja kotimaisen kysynnän elpymisestä. Kuten kuviosta näkyy, kotimaisten rajoitustoimien purkaminen kääntää kotimarkkinat elpymään, mutta maailmanmarkkinoiden toipuminen jää suureksi epävarmuudeksi.

Talouden raju supistuminen vaikuttaa julkiseen talouteen verotulojen pienentyessä ja muun muassa työttömyysturvaan liittyvien menojen kasvaessa. Julkisen talouden velan oletetaan annettavan kasvaa koko vuoden 2020 ajan, jonka jälkeen velkaa aletaan lyhentää alv:n korotuksilla. Julkisen velan suhde kansantuotteeseen kasvaa toistakymmentä prosenttia pelkästään vuoden 2020 aikana. Tässä oletetaan, että velkasuhteen kasvua aletaan hillitä 2022 alkaen, mutta siihen saakka velka on kasvussa. Elvytyksen rahoitus

tapahtuu tässä implisiittisesti velkarahoituksella, mutta velkaa tarkastellaan julkistalouden nettovajeen kautta, joka sisäistää muun muassa tulonsiirroissa tapahtuvat muutokset.

Kuvio 2



ELVYTYSPAKETIT

Elvytystä kuvataan tässä energiajärjestelmään, energiankulutukseen ja liikenteeseen kohdistuvilla investointipaketeilla. Näkökulma on rakennusaikaisissa vaikutuksissa, mutta on selvää, että monet investoinneista tuottaisivat tehokkuushyötyjä sekä energiantuotantoon ja jakeluun että energiankulutukseen. Näiden arviointi jätetään tässä jatkotarkasteluille,

Elvytyspaketteja kuvataan tässä ensin jatkumona pandemiaskenaarioille, ja investointien oletetaan alkavan vuoden 2020 viimeisellä neljänneksellä. Investointien oletetaan valmistuvan vuoden kuluessa. Vaikutuksia tarkastellaan lopuksi myös skenaarioita vertaillen myös siitä näkökulmasta, kuinka suuri niiden vaikutus talouden toipumiseen lähimpien vuosien aikana olisi.

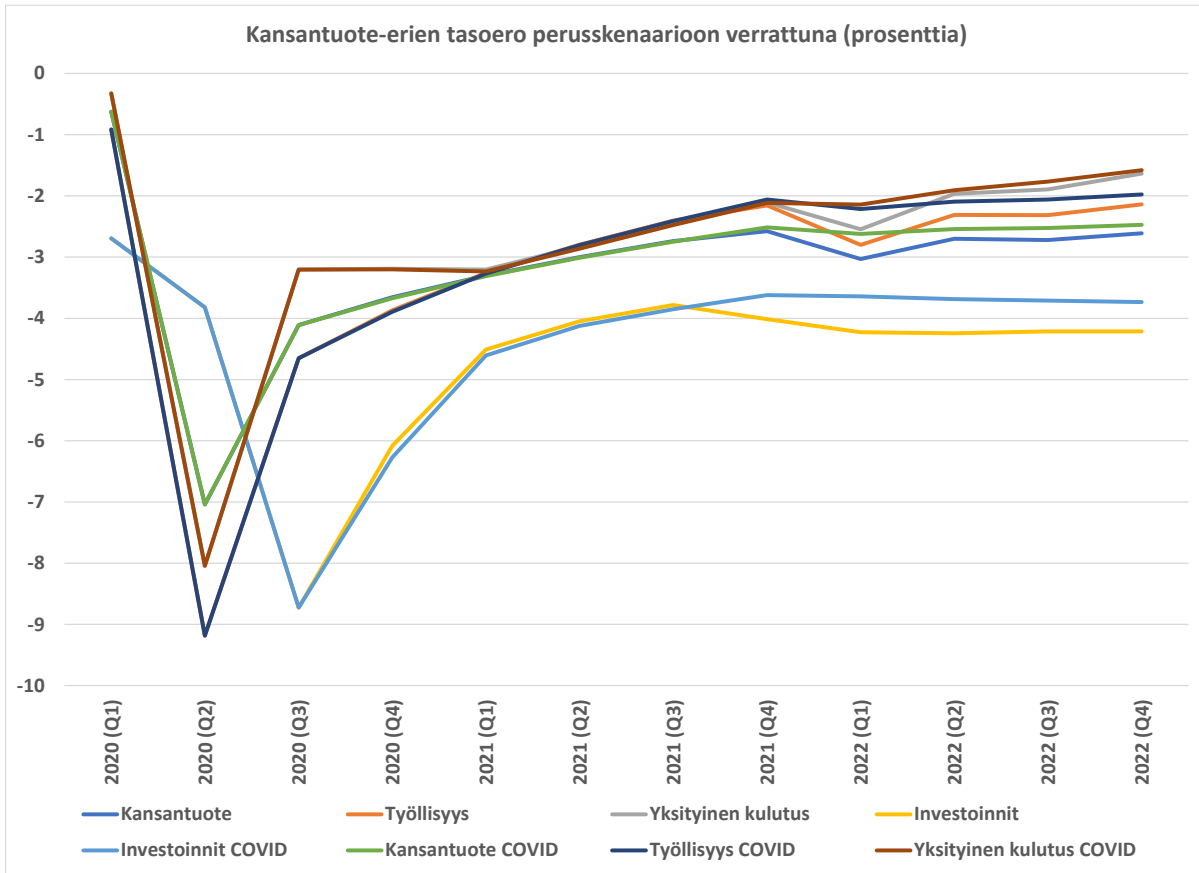
SÄHKÖVERKKOINVESTOINNIT⁴

Verkkoinvestoinnit kohdentuvat sähkön tuotannon ja jakelun toimialalle ja niiden kokonaisarvo on 564 M€. Valtion tuki investoinneille on 300 M€.

Kuviossa 3 on kuvattu investointien vaikutusta, jos ne aloitettaisiin vuoden 2020 neljännellä neljänneksellä ja valmistuisivat vuoden kuluttua. Kuvioista näkyy, että investoinnit ovat hieman COVI-skenaariota suuremmat tukipaketin kestoaikana, mutta investoinnin valmistuttua oletuksen mukaan vuoden kuluessa, investointien taso jää hieman sitä alemmaksi. Tämä johtuu osin investointipaketin vaikutuksista palkkoihin ja investointikustannuksiin, osin siitä, etteivät verkkoinvestoinnit sinänsä vaikuta sähköntuotantoon, vaan niihin liittyvä energiantuotanto tulee myöskin arvioitavaksi. Työpaikkoja syntyy vajaa 350 investoinnin kestoajaksi, jolloin miljoonan investointi synnyttää hieman yli yhden työpaikan.

⁴ Hankkeen edetessä kuitenkin ilmeni, toimien nopeavaikutteisuutta ei voida taata, koska esimerkiksi vahvistamistoimien lupahakemusten käsittely on aikaa vievää. Koska näiden investointien kansantaloudelliset ja ilmastovaikutukset osoittautuvat merkittäviksi, ne kuvataan lyhyesti liitteessä, mutta verkkoinvestointeja ei ehdoteta seuraavassa elvytystoimiksi.

Kuvio 3

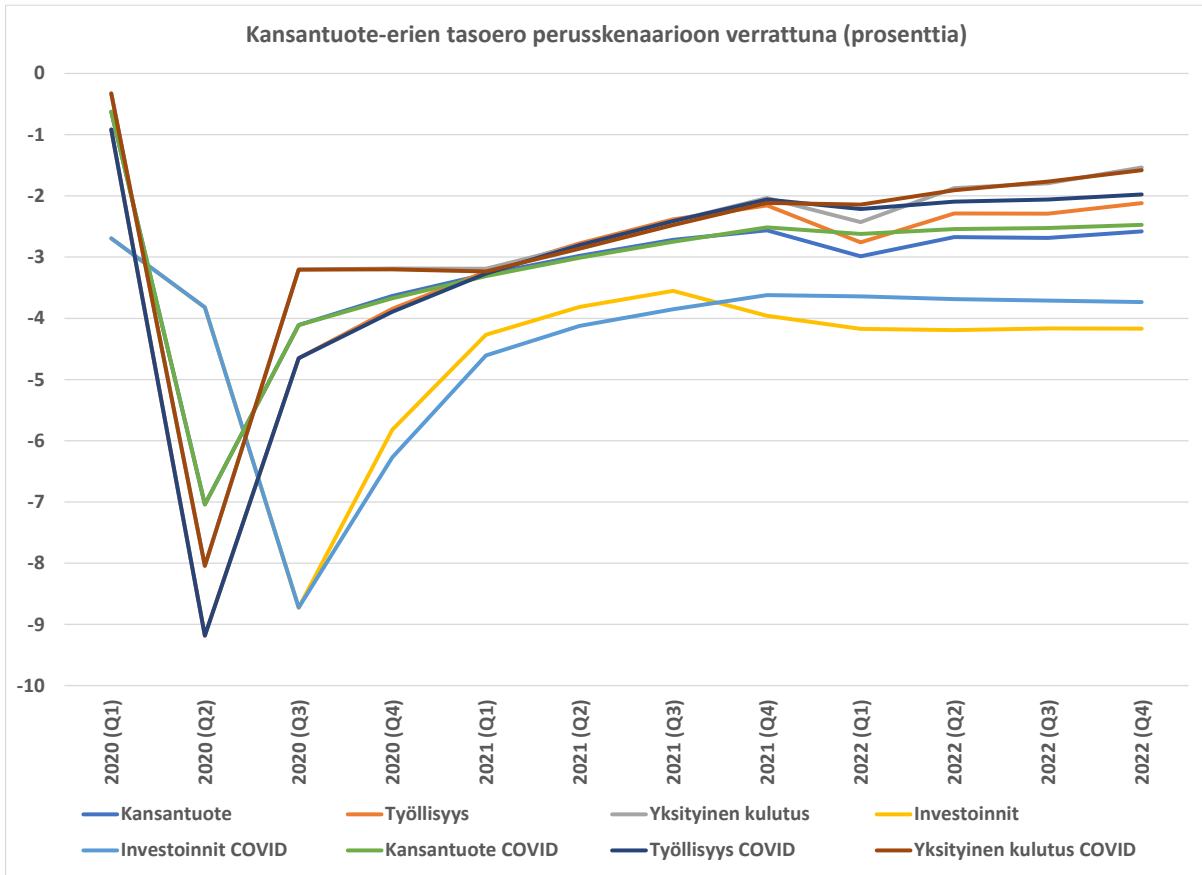


UUSIUTUVAN ENERGIAN PAKETTI

Uusiutuvan energian paketti sisältää investointeja sekä sähkön että lämmön tuotantoon (tuulivoima ja lämpöpumput). Investoinneista 600 miljoonaa euroa kattaa syvää maalämpöä, 100 miljoonaa aurinkovoimaa ja 300 miljoonaa tuulivoimaa. Valtion tuki investoinneille on 300 M€.

Kuviossa 4 on kuvattu investointien vaikutusta, jos ne aloitettaisiin vuoden 2020 neljännellä neljänneksellä ja valmistuisivat vuoden kuluttua. Investoinnit toipuvat elvytyspakettien myötä nopeammin kuin COVID-skenaariossa, mutta paketin päättyessä investoinnit laskevat COVID-skenaariota alemmalle tasolle. Tämä johtuu ennen kaikkea siitä, että investointien vaikuttavuudesta ei ole käytettävissä tietoa, jonka pohjalta voitaisiin arvioida energijärjestelmän tehostumista ja esimerkiksi päästöttömän tuotannon vaikutusta. Osin ero syntyy myös siitä, että investointien jatkuessa työllisyys nousee COVID-skenaariota korkeammaksi, mikä näkyy viiveellä työvoiman saatavuudessa ja palkkatasossa. Investointien kestoaikana työllisten määrä on noin 900 työllistä suurempi kuin COVID-skenaariossa. Miljoona investointieuroa synnyttää siis vajaat kolme työpaikkaa.

Kuvio 4.

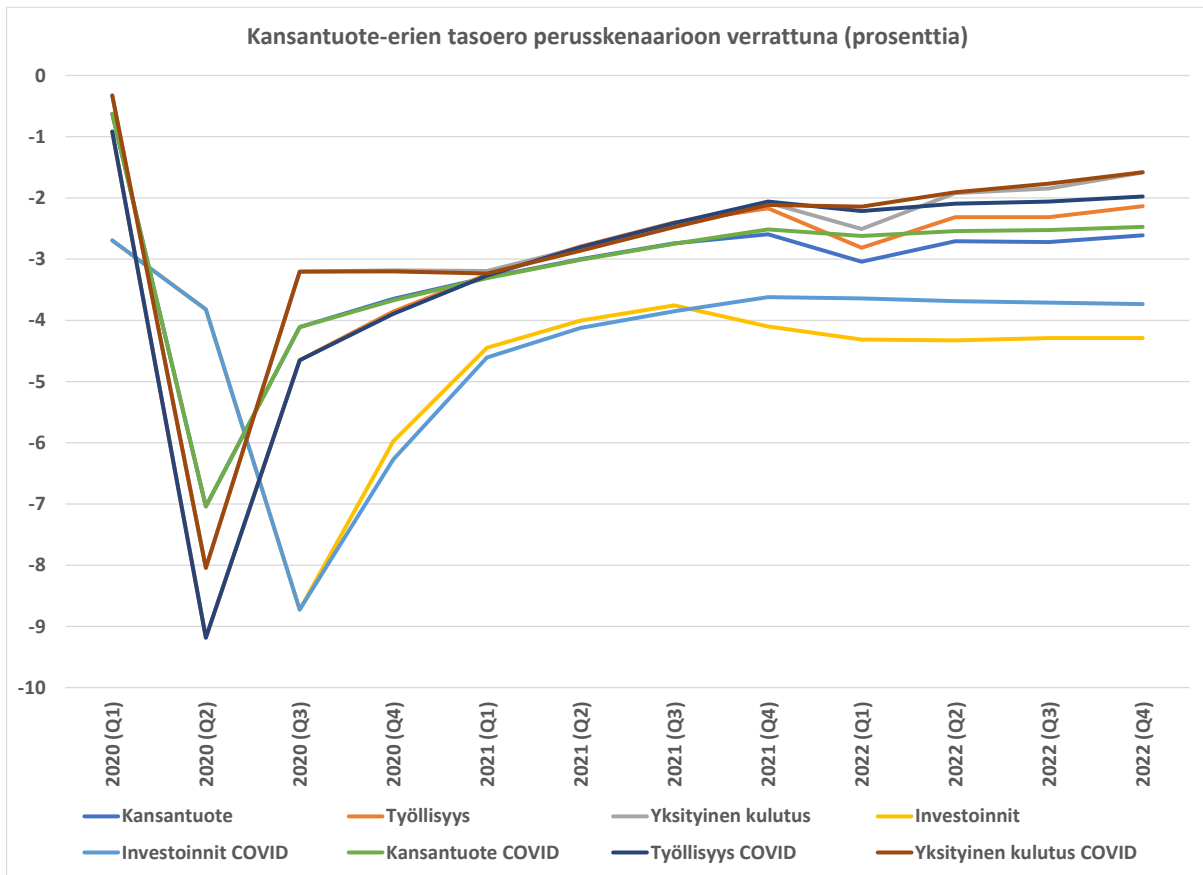


RAKENNUSTEN ENERGIATEHOKKUUSREMONTIT

Energiatehokkuusremonttien kokonaisinvestointi on 661 miljoonaa euroa ja se kohdentuu rakennusten hallinnan ja vuokrauksen toimialalle. Valtion tuki investoinneille on 300 miljoonaa euroa.

Kuviossa 5 esitetään skenaarion vaikutukset kansantuotteeseen, investointeihin ja työllisyyteen ja ja verrataan niitä COVID-skenaarioon. Investoinnit nousevat selvästi COVID-skenaariota korkeammaksi tukipaketin oletetulla kestoajalla, mutta laskevat sen jälkeen hieman sen alle. Investointien ansiosta työllisyys paranee vajaalla kuudella sadalla investointien kestoaikana. Työpaikkoja syntyy vajaa kaksi miljoonan investointia kohti.

Kuvio 5

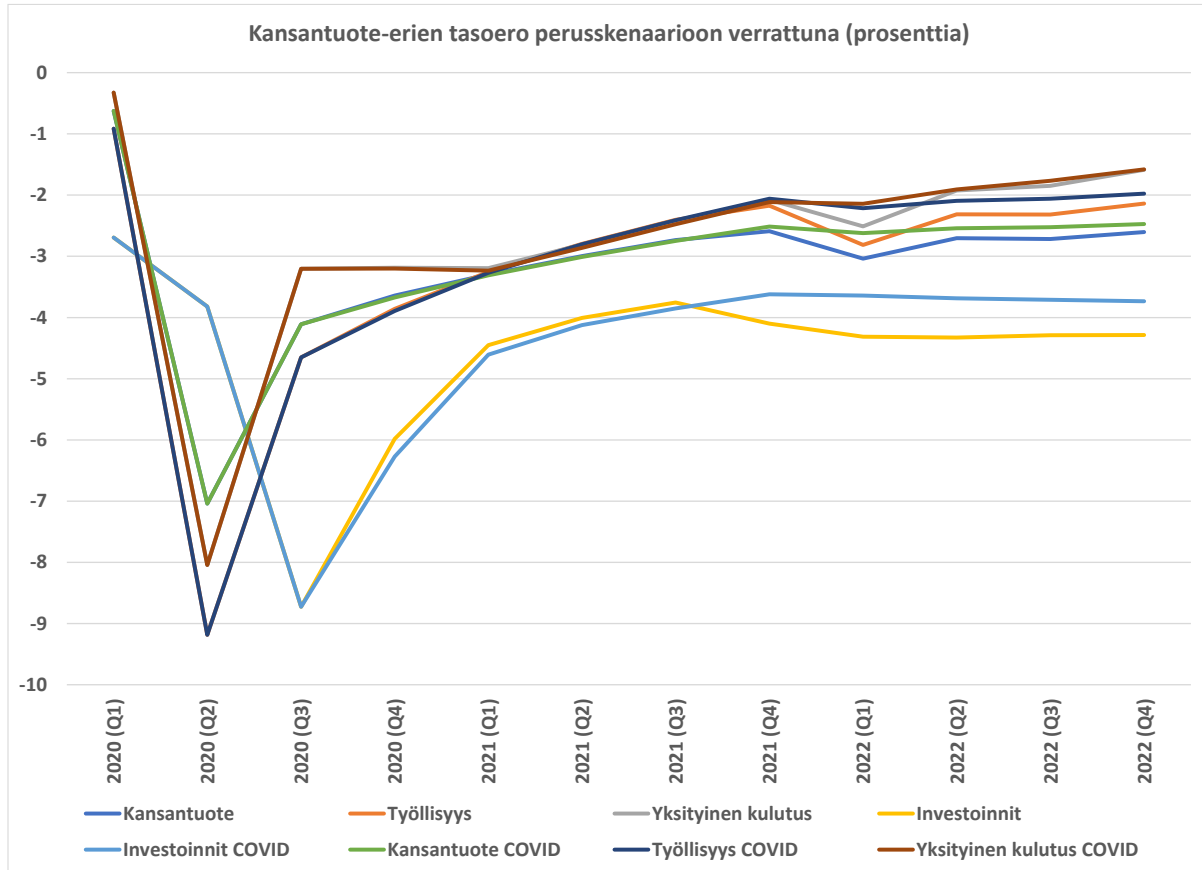


RAKENNUSTEN LÄMMITYSTAPAREMONTIT

Lämmitystaparemontit kohdentuvat rakennusten hallinnan ja vuokrauksen toimialalle ja ovat suuruudeltaan 658 M€. Valtion tuki investoinneille on 300 miljoonaa euroa.

Kuviossa 6 on kuvattu investointien vaikutusta, jos ne aloitettaisiin vuoden 2020 neljännellä neljänneksellä ja valmistuisivat vuoden kuluttua. Työllisyys paranee tässä tapauksessa hieman yli viidellä sadalla, noin 1,7 työpaikalla miljoonaa tukieuroa kohti.

Kuvio 6

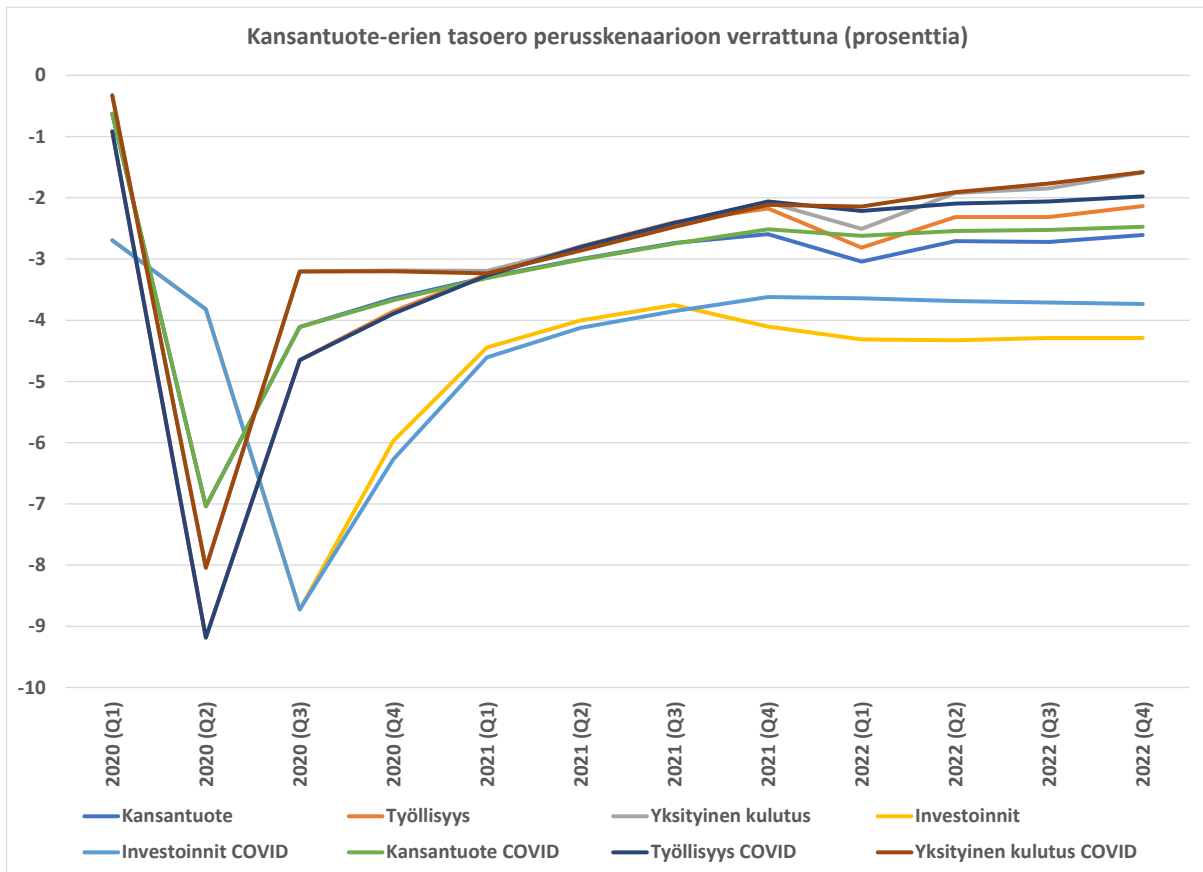


PÄÄSTÖTTÖMÄN LIIKENTEEN INFRA

Päästöttömän liikenteen infrastruktuurilla tarkoitetaan tässä sähköautojen latauspisteitä, joiden lisääminen kohdennetaan tässä asuntokannalle. Investoinnin suuruus on 662 M€ ja valtion tuki 300 M€.

Kuviossa 7 on kuvattu investointien vaikutusta, jos ne aloitettaisiin vuoden 2020 neljännellä neljänneksellä ja valmistuisivat vuoden kuluttua. Työpaikkoja syntyy hieman alle 600, noin kaksi miljoonaa tukieuroa kohti.

Kuvio 7.

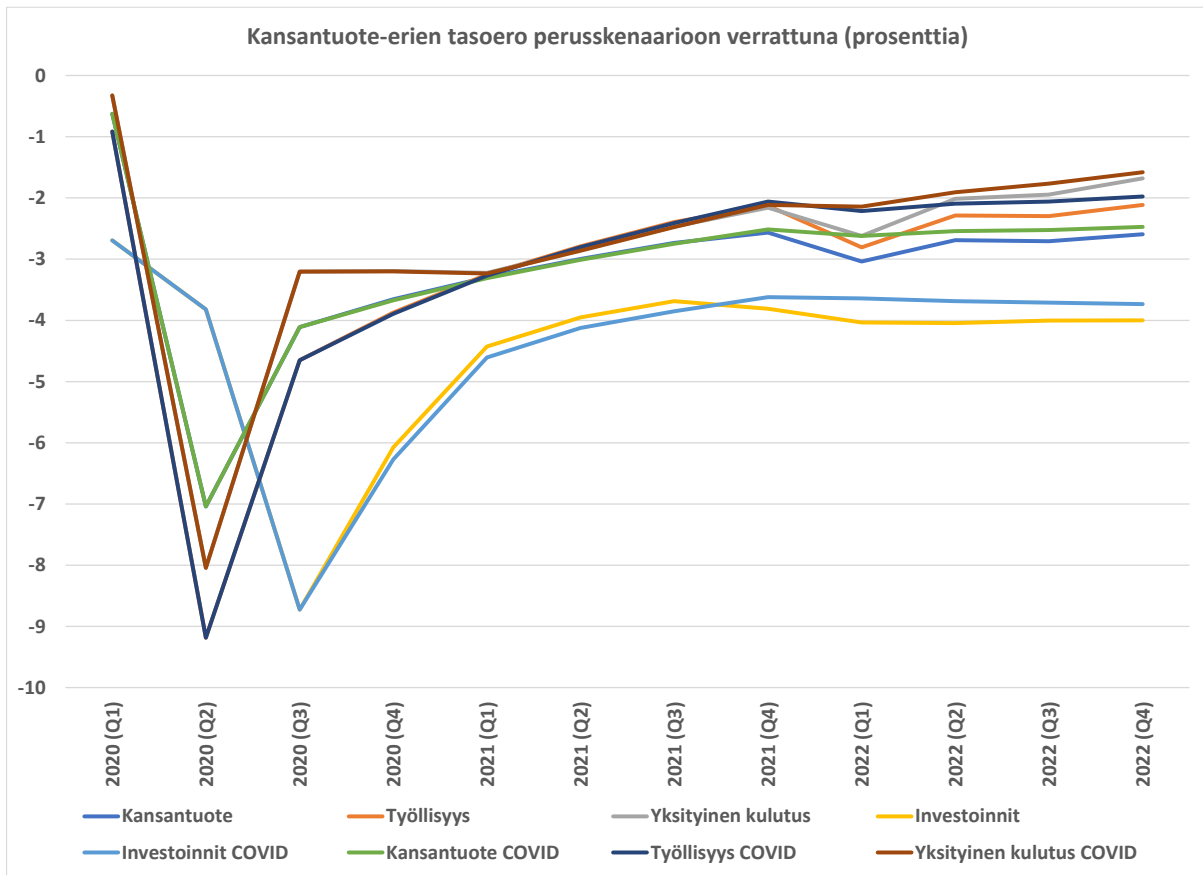


RAITIOTIEINVESTOINNIT

Liikenneinfran investoinnit koskevat raitiotiehankkeita, joiden investointikustannus (infra+kalusto) 1349 miljoonaa euroa. Lisäksi hankitaan vaunukalustoa (80 M€). Valtion tuki rakentamiselle on 300 miljoonaa euroa.

Kuviossa 8 on kuvattu investointien vaikutusta, jos ne aloitettaisiin vuoden 2020 neljännellä neljänneksellä ja valmistuisivat vuoden kuluttua. Raitiotieinvestoinnit jättävät jälkeensä asuntokantaan ja sähkönjakeluun verrattuna suuremman jäljen, koska skenaariossa kasvaa myös liikennöivän kaluston määrä, mikä tehostaa liikennettä palvelujen käyttäjän näkökulmasta. Rakennusaikana työpaikkoja syntyy noin neljä ja puoli sataa, pulisentoista miljoonaa tukieuroa kohti.

Kuvio 8



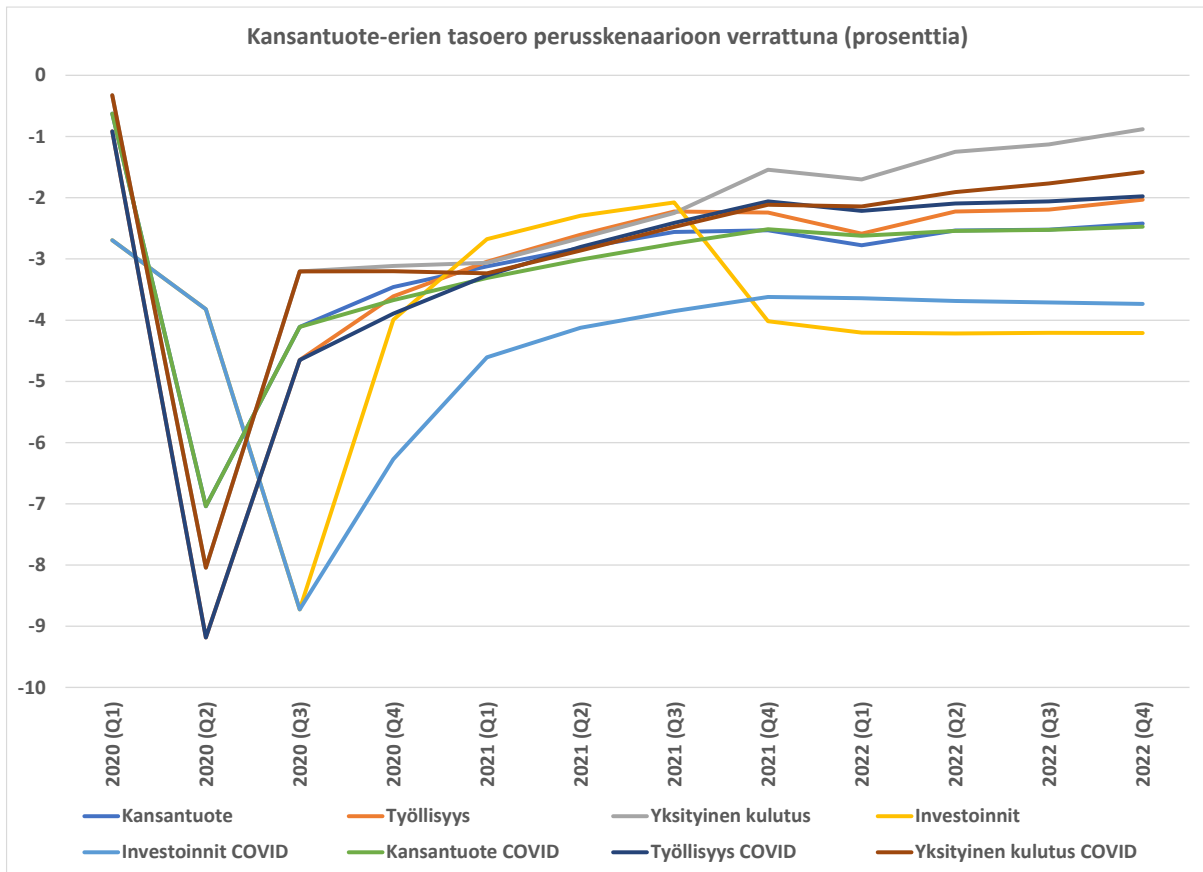
YHTEISVAIKUTUKSET

Yhteisvaikutus-skenaariossa oletetaan, että kaikki kuusi investointipakettia toteutettaisiin samanaikaisesti. Valtion tuki nousisi lähtökohtaisesti noin 1,8 miljardiin.

Kuviossa 9 on kuvattu investointien vaikutusta, jos ne aloitettaisiin vuoden 2020 neljännellä neljänneksellä ja valmistuisivat vuoden kuluttua.

Jos kaikki skenaariot toteutettaisiin samanaikaisesti, investointien taso nousisi huomattavasti COVID-skenaariosta, vaikka jäisikin vielä hieman perusskenaariosta. Tässäkin tapauksessa investointien oletetun valmistumisen myötä talouden pirstyminen häviää. Elvytyksen myötä syntyneet tulot näkyvät kuitenkin kotitalouksien kulutuksen elpymisenä, jonka takana on osin myös kasvaneen pääomakannan myötä kohentunut tuottavuus. Kaikkiaan työpaikkoja syntyisi rakennusaikana noin 5800, miljoonaa tukieuroa kohti reilut kolme.

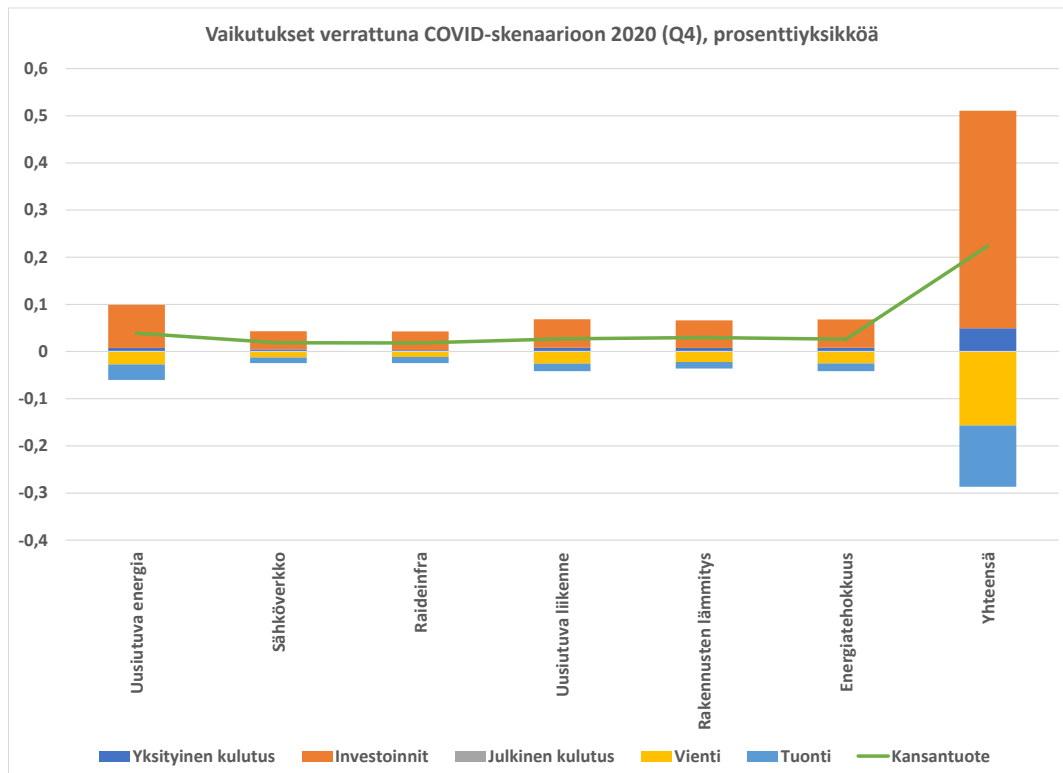
Kuvio 9



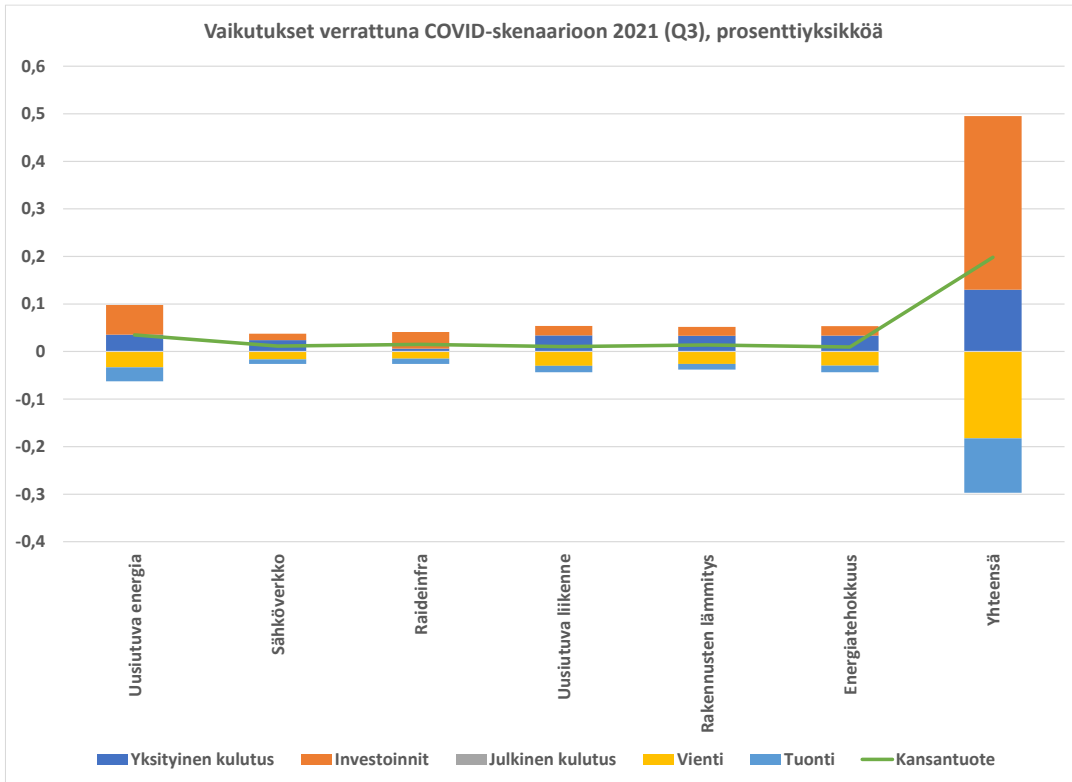
Kuvioissa 10 ja 11 tarkastellaan investointiskenaarioiden eroa COVID-skenaarioon kasvuhajotelman avulla, joka kertoo, miten kansantuotteen käytössä tapahtuvat muutokset ovat kohdentuneet. Kaikissa skenaarioissa merkittävin vaikutus tulee investointien kasvun kautta COVID-skenaarioon verrattuna. Investointien kasvu syrjäyttää sekä vientiä että tuontia. Vientivaikutus syntyy siitä, että kotimaisten investointien suhteellinen kasvu nostaa pääomakustannuksia muillakin toimialoilla kuin tuen piirissä olevilla. Tämä syrjäyttää osin tuontia (välituotteet), mutta tuontia vähentää myös talouden suuntautuminen kotimarkkinoille, kun investoinneista useimmilla toimialoilla tuotantoa merkittävämpi osa koostuu kotimaisesta rakentamisesta. Kuvioissa 12 ja 13 kuvataan muutosta tarjonnan näkökulmasta. Kuvista näkyy, miten oletetun investoinnin kestoaikana suurin vaikutuskanava on työtuntien kasvu. Tämä selittää sen, miksi vaikutukset pitkällä aikavälillä jäävät pieniksi tai negatiivisiksi: elvytyspaketti kasvattaa työvoiman kysyntää, mutta ei lisää sen tarjontaa. Siksi työtuntien lisävaikutus "sulaa" ajan mittaan pois talouden palautuessa tasapainokasvu-uralle. Pysyvämpiä kasvuvaikutuksia syntyy siten vain, jos kasvanut pääomakanta synnyttää uutta tuotantoa tai mahdollistaa esimerkiksi energiatehokkuuden kasvua, mikä näkyisi kokonaistuottavuudessa.

Tukipakettien vaikutuksia voidaan verrata myös saavutettuun kansantuotteen kasvuun suhteessa käytettyyn rahaan. Tuen määrä ei kansantalouden tasolla sellaisenaan kerro velkarahoituksen tarpeesta, johon vaikuttavat muun muassa muutokset sosiaaliturvamenoissa (esim. työttömyysturvassa) mutta myös valtion tuloissa. Tässä vaikutus suhteutetaan budjettivajeen kautta syntyvään velan kasvuun ja kansantuotteen kasvua verrataan COVID-skenaarioon. Jos kaikki paketit toteutuisivat, bkt:n jousto velan kasvun suhteen olisi vuoden 2020 neljännen neljänneksen kasvulla noin kaksi, mutta rakennuskantaa ja sähkön jakeluinfrastruktuuria koskevien skenaarioiden yhteydessä se on 2,5 – 3, kun taas uusiutuvan energian paketin ja raitioteinfran yhteydessä se jää alle kahden. Huomattavaa toki on, että pidemmällä aikavälillä hankkeiden aikaansaamat muutokset tuotannossa, työllisyydessä ja energiatehokkuudessa muuttaisivat näitä suhteita.

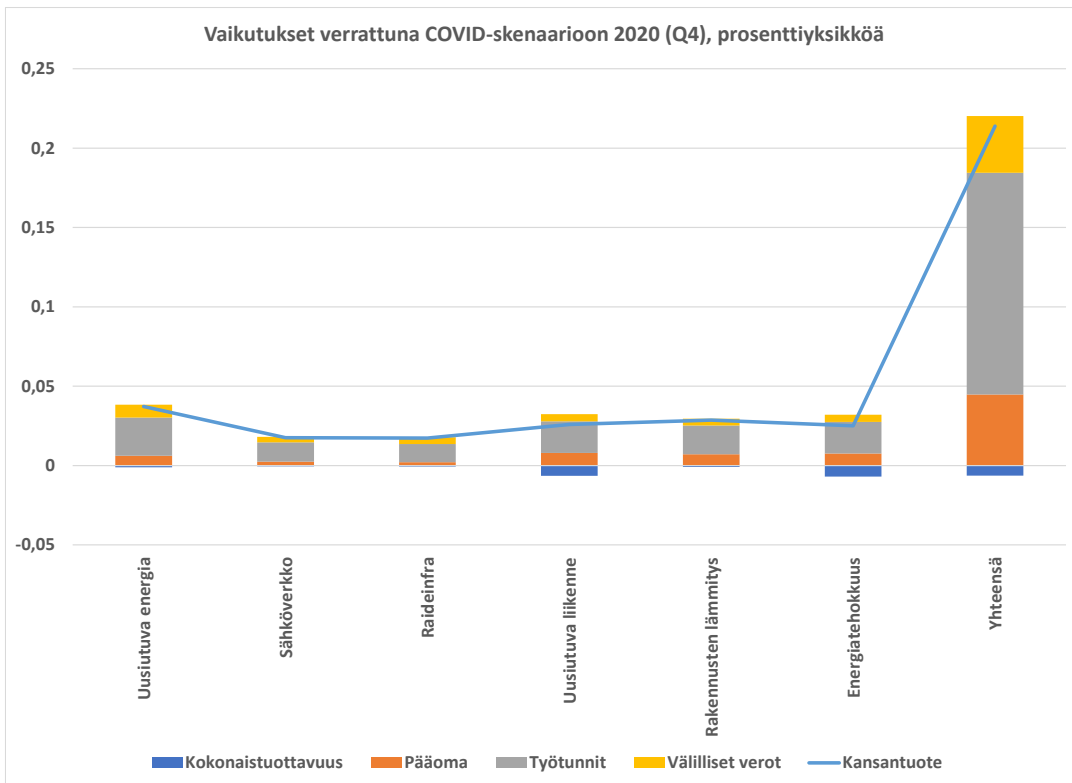
Kuvio 10



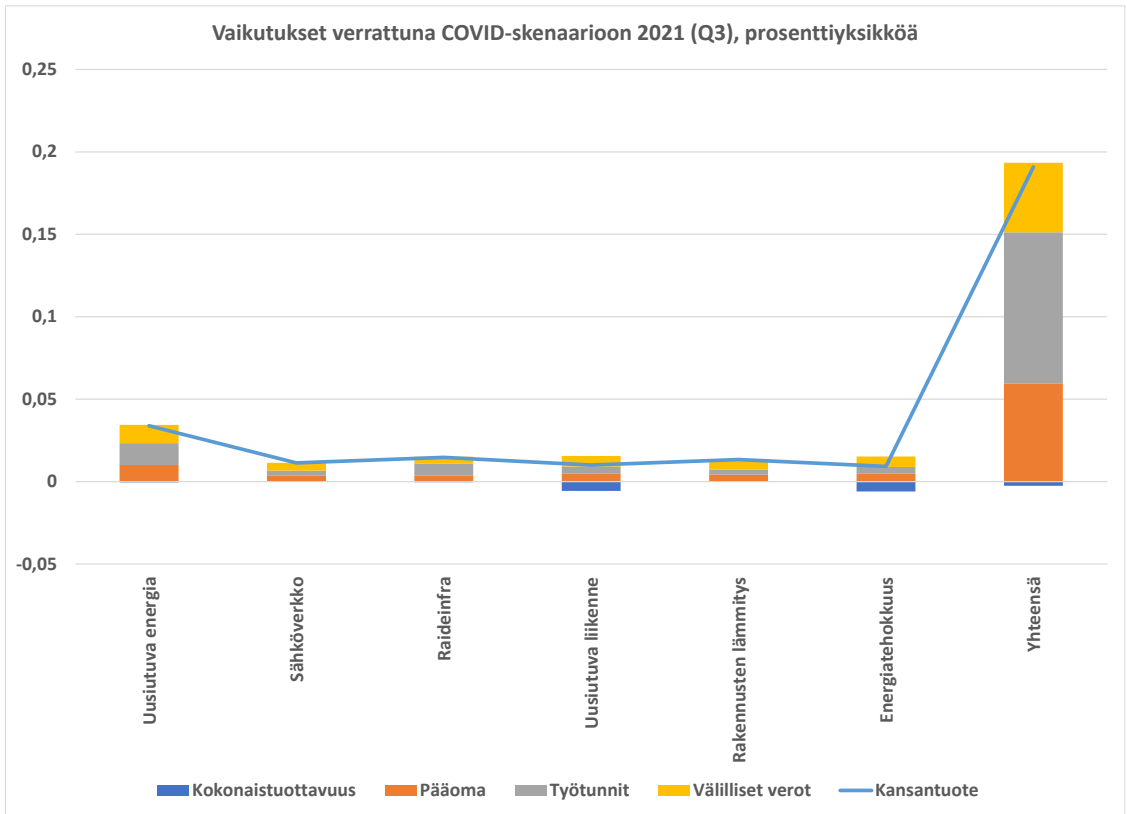
Kuvio 11



Kuvio 12



Kuvio 13



LIITE IV. VERKKOINVESTOINTIEN VAIKUTUKSET TALOUTEEN JA PÄÄSTÖIHIN

Alustavissa analyysissä oli mukana kuudes paketti, sähköverkkoinvestoinnit. Ne valittiin mukaan, koska tiedossa oli tarkka Fingridin investointisuunnitelma, jota hyödyntää, sekä näkemys sähköverkkojen vahvistamisen tärkeydestä osana hiilineutraaliustavoitteen vaatimaa sähköistymistä. Paketin eri ominaisuudet osoittautuivat kiinnostaviksi analyysin kohteiksi sekä työllisyys- ja talousvaikutuksiltaan että myös päästövähennysten mahdollistaja. Vaihtelevan energiantuotannon ja -varastoinnin mahdollistava sähköverkko on tärkeä selvityksen aihe, mutta se ei koostamassamme muodossa tarkemman pohdinnan valossa täyttänyt elvytyksen kriteereitä.

Sähköverkkopakettia, siinä miten se tässä liitteessä on määritelty, ei ehdota elvytystoimiksi. Pitkällä aikavälillä aihepiiri on kuitenkin kiinnostavaa yhteiskunnan vähähiilisyiden kehityksen kannalta. Seuraavissa kappaleissa käydään kuitenkin läpi, millaisia oletuksia ja analyysia teimme, ennen kuin päädyimme jättämään tämän paketin pois.

Verkkoinvestointipaketissa nopeutetaan kantaverkon ja maaseudun jakeluverkon vahvistamista Fingridin suunnitelmien mukaisesti. Lähtöoletuksena on, että valtio sijoittaa 300 miljoonaa euroa investointien aikaistamiseen. Valtion tuesta 100 milj. euroa kohdistettiin kantaverkkoon ja 200 milj. euroa jakeluverkkoon. Vipuvaikutuksen suuruus on arvioitu siten, että Suomen valtion ja Huoltovarmuuskeskuksen omistus Fingridistä on yhteensä 53 %. 100 milj. euron päälle muut omistajat sijoittavat omistusosuuksiaan vastaavan summan, jolloin kokonaisinvestointi olisi 188 milj. euroa. Jakeluverkkohankkeiden tukiprosentti olisi 30 %, jolloin kokonaisinvestoinniksi tulisi 667 milj. euroa. Investoinnit jakautuisivat seuraavasti: kantaverkossa 55 % voimajohtoihin ja 45 % sähköasemiin (Fingrid 2019, varavoimainvestointeja ei huomioitu) sekä jakeluverkoissa 77,5 % linjoihin/kaapelointeihin ja 22,5 % sähköasemiin (Lund 2020).

Investointien kustannusjakauma ja allokointi ENVIMAT-tuotteille on esitetty taulukossa L13. Jakauma perustuu Nevalaisen (2014) tutkielmaan. Mikäli investoinnin kustannuserä pitää sisällään sekä materiaaleja että työtä, on kustannuserä jaettu näiden kesken suhteessa 53 % materiaalit ja 47 % työ. Tämä perustuu rakentamisen toimialan panoskäyttöön vuodelta 2016 (laskettu aineellisista materiaaleista ja palkansaajakorvauksista, Suomen virallinen tilasto 2020b).

Taulukko L13. Sähköverkkoinvestointien kustannusjakauma ja kohdentaminen ENVIMAT-tuotteille.

Voimajohtoprojektin kustannusjakauma		Kohdistaminen ENVIMATin tuotteille
Projekointi	3 %	Rakennuttaminen ja rakennushankkeiden kehittäminen
Suunnittelu	1 %	Tekniset palvelut
Maanrakennustyöt ja -materiaalit	24 %	Maa- ja vesirakentaminen
Pylvästyöt ja -materiaalit	34 %	Metallirakenteet; Maa- ja vesirakentaminen
Johdintyöt ja -materiaalit	30 %	Sähköjohdot ja kytkentälaitteet; Maa- ja vesirakentaminen
Muut työt ja materiaalit	4 %	Maa- ja vesirakentaminen
Purkamiset	3 %	Maa- ja vesirakentaminen
yhteensä	100 %	
Sähköasemaprojektin kustannusjakauma		Kohdistaminen ENVIMATin tuotteille

Projektointi	8 %	Rakennuttaminen ja rakennushankkeiden kehittäminen
Suunnittelu	4 %	Tekniset palvelut
Maanrakennus	6 %	Maa- ja vesirakentaminen
Pylväsmateriaalit	6 %	Metallirakenteet
Johdin- ja kaapelimateriaalit	11 %	Sähköjohdot ja kytkentälaitteet
Laitteet	25 %	Sähkösäätimet, -generaattorit, -muuntajat ja sähköjakelu- ja -valvontalaitteet
Releet	9 %	Sähkösäätimet, -generaattorit, -muuntajat ja sähköjakelu- ja -valvontalaitteet
Apujärjestelmät	6 %	Muut koneet ja laitteet (ko. investointitavaran tuotejakauma)
Asennukset	21 %	Muut talonrakennukset
Koestukset	5 %	Teollisuuden koneiden ja laitteiden asennuspalvelut
yhteensä	100 %	

Taulukossa L14 on esitetty pilottihankemallinnuksen tulokset tuotoksen, arvonlisäyksen ja työllisyyden osalta. Kokonaisvaikutusten lisäksi taulukossa on esitetty tärkeimmät toimialat työllisyyden näkökulmasta.

Taulukko L14. Verkkoinvestointien taloudelliset vaikutukset.

Toimiala	tuotos M€	arvonlisäys M€	työllisyys (1000 työllistä)	Osuus työllisistä
Rakentaminen	662,9	234,8	3,6	48 %
Konepaja- metallituoteteollisuus &	211,4	69,6	1,2	16 %
Liike-elämän palvelut	83,8	48,2	0,9	11 %
Kauppa	43,3	23,8	0,4	6 %
Kuljetus ja varastointi	42,9	17,4	0,3	4 %
Elektroniikka- ja sähköteollisuus	82,8	26,5	0,3	4 %
Muut toimialat	231,1	75,2	0,8	11 %
Yhteensä	1358,3	495,4	7,5	100 %

Raportin esitetyt toimenpidepakettien tunnusluvut sähköverkkoinvestointien osalta on esitetty taulukossa L15.

Taulukko L15. Sähköverkkoinvestointien vaikutukset.

Valtion tuki	Vivutettu investointi	Investointi yhteensä	Investointi kotimaiseen tuotantoon M€	Vaikutus työllisyyteen (1000 työllistä)
300 M€	555 M€	855 M€	698 M€	7,47
Työllisyyskerroin 1: työllistä/valtion panostus M€	Työllisyyskerroin 2: työllistä / investointi kotimaahan M€	Investoinnin kotimaisuus aste	Arvonlisäyksen kasvu	Fiskaalinen kerroin (bruttoarvonlisäyksen muutos % / valtion nettolainanoton muutos %)
24,9	10,7	82 %	0,27 %	11,61

