



# Hiilivapaa Etelä-Savo

Loppuraportti  
31.8.2020

Mika Laihanen (toim.), Antti Karhunen, Kalle Karttunen, Raghu KC, Tapio Ranta, Soili Haikarainen, Hannu Salminen, Mika Lehtonen, Jouni Siipilehto, Anssi Ahtikoski, Antti Wall, Saija Huuskonen, Jari Hynynen, Susanna Kujala, Outi Hakala & Jouko Kinnunen



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



# Alkusanat

Tämä raportti esittelee Hiilivapaa Etelä-Savo –hankkeen tuloksia ja johtopäätöksiä. Hankkeen tavoitteena oli selvittää hiilidioksidineutraalin Etelä-Savon toteutumista. Hankkeessa hiilidioksidipäästöjä tarkasteltiin energiantuotannon ja –käytön osalta sekä metsien hiilitaseen osalta. Hankkeen toteutus oli jaettu kolmeen osatehtävään: Etelä-Savon energiankäyttö ja hiilidioksidipäästöt (LUT yliopisto), Etelä-Savon metsien hiilensidonta (LUKE) ja toimenpiteiden aluetaloudelliset vaikutukset (HY Ruralia). Hankkeen tulosten jalkauttamista paikalliselle tasolle jatkaa hankkeen toteutuksen aikana perustettu Etelä-Savon ilmastotyöryhmä.

Hankkeen toteutti LUT yliopisto, Luonnonvarakeskus ja Helsingin yliopiston Ruralia-instituutti. Hankkeen vastuullinen johtaja oli professori Tapio Ranta (LUT) ja projektipäällikköinä Kalle Karttunen (LUT, 11/2018-11/2019) ja Mika Laihanen (LUT, 12/2019-08/2020). Lisäksi LUT yliopistolta toteutukseen osallistuivat projektitutkija Antti Karhunen ja nuorempi tutkija Raghu KC. Luonnonvarakeskuksen osuuden vastuullisena johtajana toimi tutkimusprofessori Jari Hynynen ja toteutukseen osallistuivat tutkijat Soili Haikarainen, Hannu Salminen, Mika Lehtonen, Jouni Siipilehto, Anssi Ahtikoski, Antti Wall ja Saija Huuskonen. Helsingin yliopiston Ruralia-instituutin osatehtävän vastuullisena johtajana toimi professori Sami Kurki ja toteutukseen osallistuivat tutkijat Susanna Kujala ja Outi Hakala. Lisäksi tutkimuspäällikkö Jouko Kinnunen (ÅSUB, Ålands statistik- och utredningsbyrå) osallistui aluetalousmallin räätälöintiin. Helsingin yliopiston hankeosuus raportoidaan myös Helsingin yliopiston Ruralia-instituutin julkaisusarjassa. Hankkeen toteutusaika oli 11/2018-08/2020. Hankkeen rahoitti Euroopan aluekehitysrahasto, Mikkelin seudun kehitysrahasto ja Suur-Savon energiasäätiö.

Elokuu 2020,  
Mika Laihanen, projektipäällikkö

- Hankkeen tavoitteena oli tarkastella hiilidioksidineutraalin Etelä-Savon toteutumista polttoaineiden käytön, tuontisähkön ja metsien osalta
- Hiilidioksidineutraali maakunta tarkoittaa, että maakunnan sisäinen toiminta ei muuta ilmakehän hiilipitoisuutta
- Hiilineutraalisuutta tarkasteltiin kolmen eri tulevaisuuden skenaarion avulla
- Hiilidioksidipäästöistä suurimmat päästölähteet ovat liikenne, polttoöljyt ja turve
  - Liikenteen päästöjen vähentäminen on kaikkein haasteellisinta
  - Turpeen käyttö vähenee ja käyttöön voidaan vaikuttaa paikallisesti
- Metsillä on merkitystä hiilen sidonnassa ja kahdessa skenaariossa hiilen sidonta kasvaa nykyiseen kehitykseen verrattuna
- Hankkeessa arvioitiin skenaarioiden aluetaloudellista merkitystä bkt:n, yksityisen kulutuksen, työllisyyden ja väestön osalta
- Hiilivapaa Etelä-Savo –hankkeen tulosten jalkauttamista paikalliselle tasolle jatkaa hankkeen aikana perustettu Etelä-Savon ilmastotyöryhmä.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

# Abstract, Carbon free South Savo

- The aim of the project was to promote ways to reach the goals of the carbon free South Savo by examining the solutions for energy use and the carbon balance of forests
- The carbon neutral region means that the region's internal activity does not change the carbon content of the atmosphere
- The carbon neutral region was evaluated with three future scenarios
- The most extensive carbon sources are traffic sector and the use of fossil oil and peat in the heating sector
  - The emission reduction in the traffic sector is the most challenging task
  - The use of peat is tapering and the utilisation volumes can be altered locally
- The forestry has a big role in carbon binding and storing. The carbon binding was more intensive in two scenarios compared to the present development
- The regional economic impacts of three alternative future scenarios were evaluated
- The regional climate working group set up in this project will bring the results into practice.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

# Sisällysluettelo

Alkusanat

Tiivistelmä

Abstract

Sisällysluettelo

1.	Johdanto	6
2.	Energian käyttö ja hiilidioksidipäästöt, LUT	8
	2.1 Energiatase ja hiilidioksidipäästöt 2017	9
	2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä	24
	2.3 Liikennesektori	45
	2.4 Yhteenveto	63
3.	Metsien hiilensidonta, Luke	64
	3.1 Sisältö, lähtökohdat, skenaariot ja päälinjat	66
	3.2 Aineisto ja menetelmät	71
	3.3 Tulokset	82
	3.4 Yhteenveto	103
4.	Aluetaloudellinen tarkastelu, HY Ruralia	107
	4.1 Tausta ja lähtökohdat	109
	4.2 Tuloksia	120
	4.3 Johtopäätökset	144
5.	Yhteenveto	146
6.	Muita tutkimuksia ja hankkeita	151

Kestävä kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

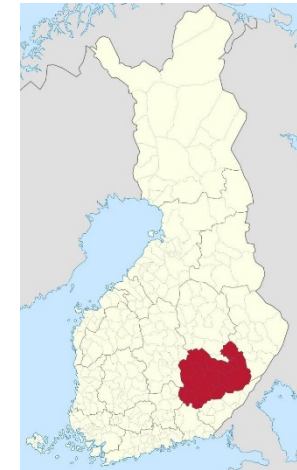
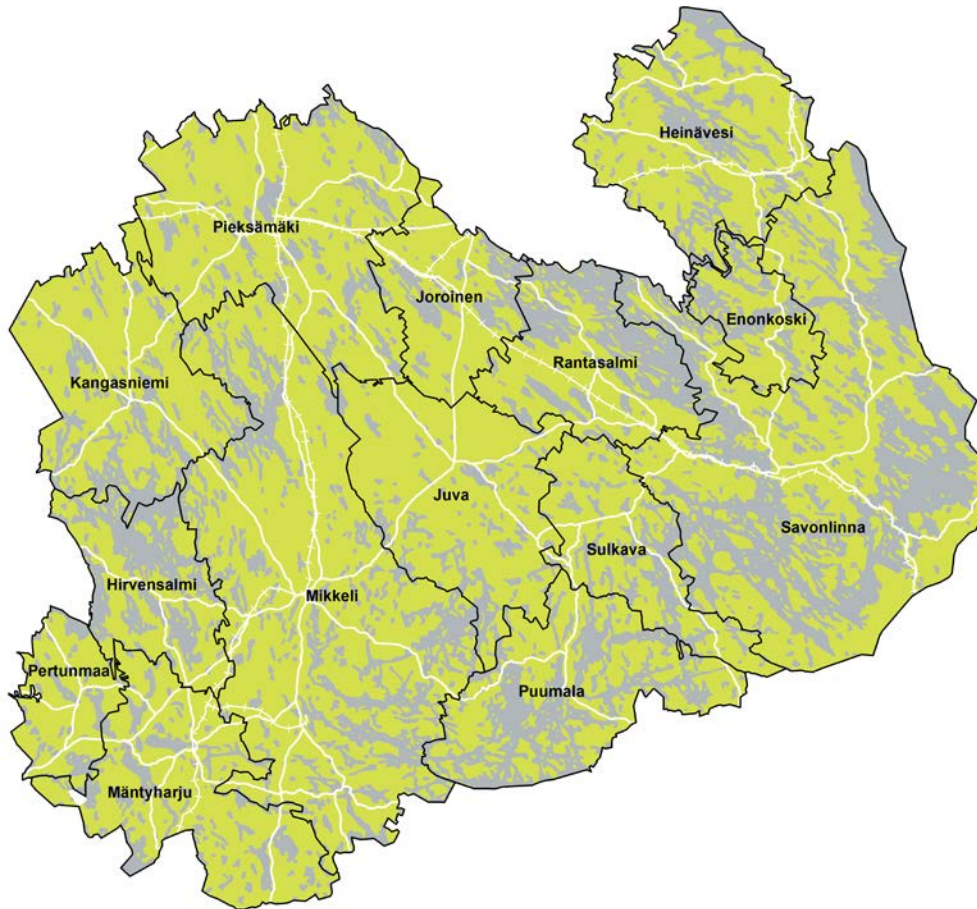
# 1. Johdanto

- Hankkeen tavoitteena oli tarkastella hiilidioksidineutraalin Etelä-Savon toteutumista
- Hiilidioksidineutraali maakunta tarkoittaa, että maakunnan sisäinen toiminta ei muuta ilmakehän hiilipitoisuutta
- Hankkeessa hiilidioksidipäästöillä (CO<sub>2</sub>) tarkoitetaan maakunnan polttoaineiden käytöstä aiheutuneita päästöjä ja niiden yhteydessä huomioidaan myös polton aiheuttamat metaani- (CH<sub>4</sub>) ja typpioksiduulipäästöt (N<sub>2</sub>O)
- Hankkeen toteutus on jaettu kolmeen osatehtävään:
  - Etelä-Savon energiankäyttö ja hiilidioksidipäästöt
  - Etelä-Savon metsien hiilensidonta
  - Toimenpiteiden aluetaloudelliset vaikutukset
- Tavoitetason saavuttamista arvioidaan eri skenaarioiden avulla
- Hankkeen tulosten jalkauttamista jatkaa Etelä-Savon ilmastotyöryhmä, jonka perustaminen oli hankkeen toinen tavoite

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

# 1. Johdanto

- Hankkeen kohdealueena Etelä-Savon maakunta



Ku  
ä kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

## 2. Energian käyttö ja hiilidioksidipäästöt, LUT

- Osatehtävän tavoitteena oli määrittää Etelä-Savon maakunnan energiakäytön hiilidioksidipäästöt ja arvioida päästövähennyspotentiaalia
- Energiakäytön hiilidioksidipäästöt on määritetty polttoaineiden käytön perusteella
- Päästövähennystoimenpiteitä on arvioitu eri skenaarioiden avulla
- Skenaarioissa tavoitteena on 80 % kasvihuonekaasujen väheneminen ( $\text{CO}_2_{\text{ekv.}}$ ). Lähtötasona on Etelä-Savon vuoden 1990 päästötaso, joka oli n. 1 000 kt<sub>CO2,ekv.</sub>

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto



# Energiatase ja hiilidioksidipäästöt 2017

## Hiilivapaa Etelä-Savo

Mika Laihanen ja Antti Karhunen, LUT-yliopisto

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

## 2.1 Energiatase ja hiilidioksidipäästöt

- Osatehtävän tavoitteena on selvittää:
  - Etelä-Savon polttoaineiden käyttö 2017 polttoainelajeittain
  - Kasvihuonekaasupäästöjen määrittäminen käytetyistä polttoaineista
  - Tulevaisuuden kehitys:
    - Polttoaineiden käyttö ja miten voidaan vähentää CO<sub>2</sub>-päästöjä -> hiilineutraalisuus
    - Tarkasteluvuodet 2030, 2040 ja 2050
    - Tarkastelu skenaarioiden avulla

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

## 2.1 Energiatase ja hiilidioksidipäästöt

- Polttoaineiden käyttö sisältää primäärienergiälähteiden nykyisen käytön Etelä-Savon maakunnassa 2017
- Polttoaineiden käyttö:
  - Tietämys nykytilanteesta
  - Päästöjen määrittäminen
  - Omien maakunnallisten resurssien hyödyntäminen ja riittävyys
  - Toimenpiteiden kohdentaminen
  - Toimenpiteiden vaikutus (kunnallinen, maakunnallinen, kansallinen ja kansainvälinen)
  - Tulevaisuuden ennustaminen
  - Tietojen helpompi päivitettävyys
  - Uusiutuvan energian hyödyntäminen, energian säästö, energiatehokkuus
  - Alueen ominaisuudet ja teollisuuden rakenne

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 2.1 Energiatase ja hiilidioksidipäästöt

Polttoaineiden käytön määrittämisessä on käytetty mm. seuraavia lähteitä:

- Paikallinen asiantuntemus ja aiemmat aihepiirin selvitykset
  - Pohjana LUT:n tekemä Etelä-Savon energiataase 2006, jota päivitetty myöhemmin
- Kyselyt suurimmilta toimijoilta sekä heidän julkaisut
  - Energiayhtiöt, teollisuus, energiayrittäjät, kasvihuoneet
- VTT Liisa (tieliikenteen polttoaineen kulutus)
- Toimialan etujärjestöt ja yhdistykset
  - Energiateollisuus ry (kaukolämpötilasto)
  - Öljy- ja biopolttoaineala ry (POK ja POR)
  - Bioenergia ry
  - Suomen biokaasuyhdistys ry (biokaasulaitosrekisteri)
- Väestörekisterikeskus (öljykiinteistöt)
- LUKE (ent. Metla ja MTT) tilastopalvelut
- ELY-keskus

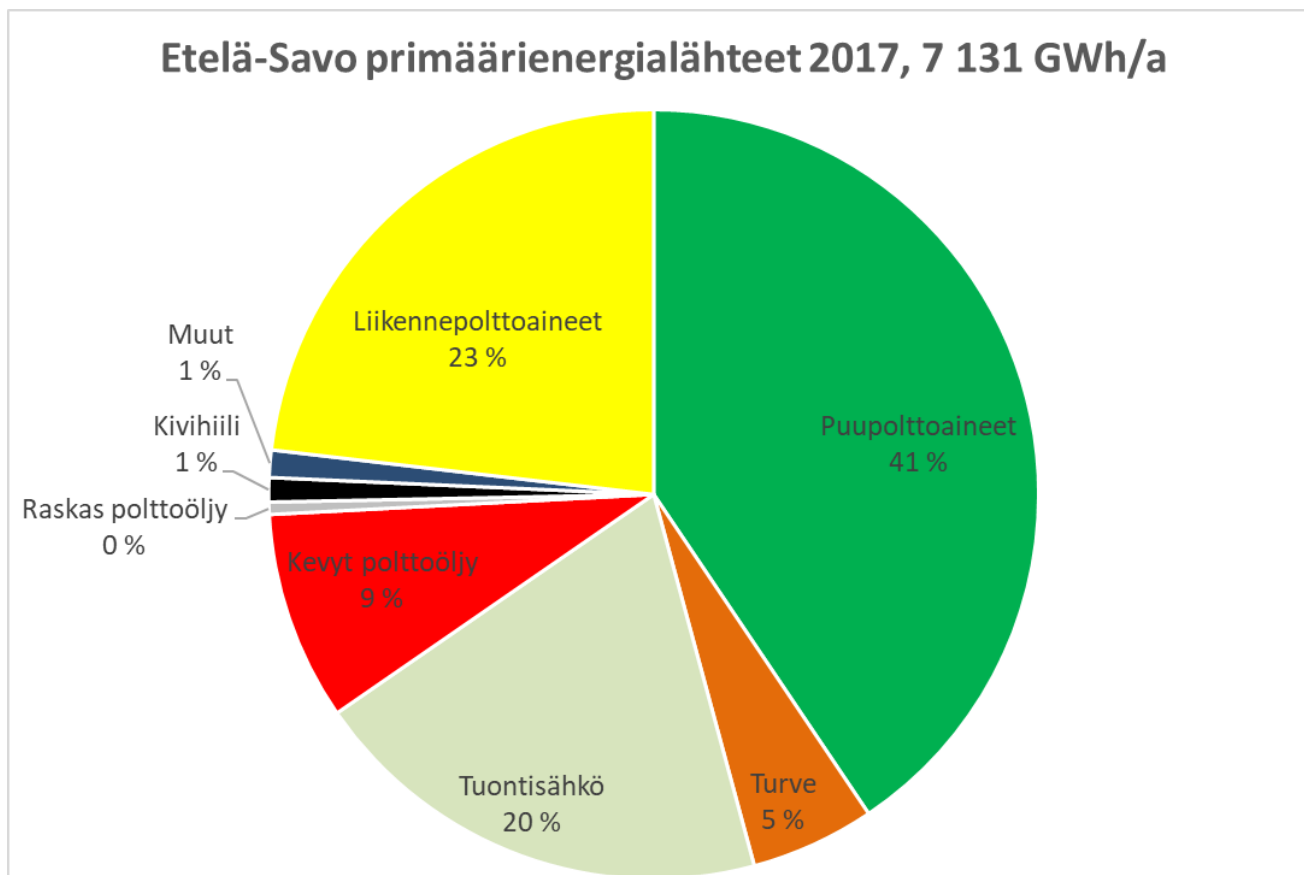
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

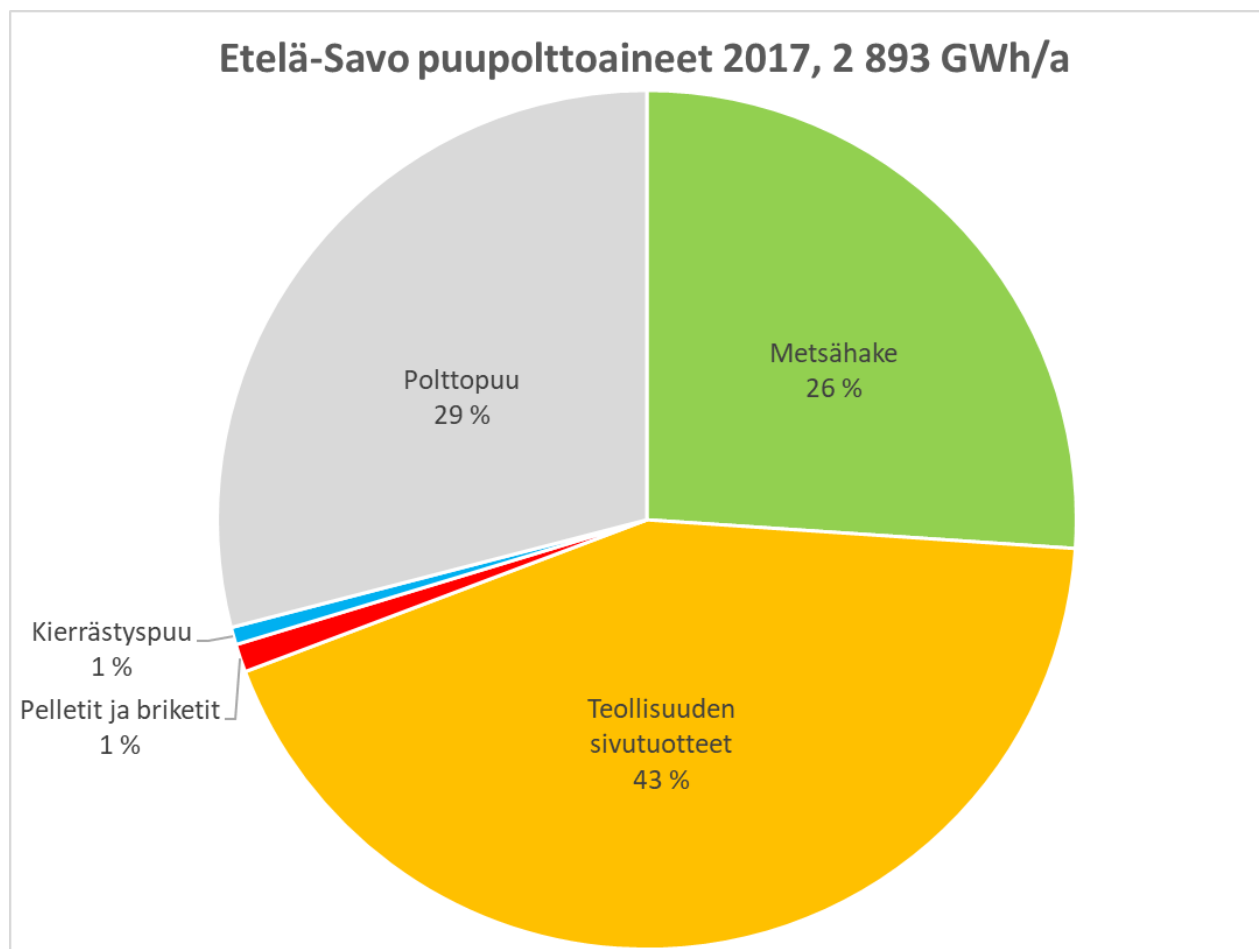


Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

## 2.1 Energiatase ja hiilidioksidipäästöt



## 2.1 Energiatase ja hiilidioksidipäästöt



## 2.1 Energiatase ja hiilidioksidipäästöt

- Etelä-Savon primäärienergian käyttö 2017 oli 7 131 GWh
- Primäärienergiälähteistä uusiutuvien osuus oli 54% (liikenne ja tuontisähkö mukana)
- Primäärienergiälähteistä uusiutumattomien osuus oli 46%
- Tuontisähkössä uusiutuvien osuus oli 47%
- 2017 liikennepolttoaineissa (benssiini ja diesel) uusiutuvien osuus oli 12% kansallisen jakelovelvoitteen perusteella
  - 2019 18%, vuodesta 2020 alkaen 20%
- Etelä-Savon polttoaineiden käytöstä 2017 uusiutuvien osuus oli 73% (liikenne ja tuontisähkö eivät ole mukana)
  - Uusiutuvia: puu, vesivoima ja biokaasu
  - Uusiutumattomia: turve, öljyt, kivihiili ja nestekaasu
- Kansallisen tilaston perusteella kevyestä polttoöljy: työkoneet 47%, lämmitys 33% ja muut 20%

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

## 2.1 Energiatase ja hiilidioksidipäästöt

Kunta/GWh	Puu- polttoaineet	Turve	Raskas polttoöljy	Kevyt polttoöljy	Liikenne- polttoaineet	Muut	Tuonti- sähkö	Yhteensä	Uusiutuvien osuus
Enonkoski	21	0	0	7	11	0	14	53	54 %
Heinävesi	63	0	0	20	61	33	5	183	57 %
Hirvensalmi	76	0	0	13	44	12	23	169	62 %
Joroinen	53	14	4	40	108	13	79	311	36 %
Juva	57	35	1	41	136	5	67	341	32 %
Kangasniemi	76	5	1	33	72	0	57	244	46 %
Mikkeli	1 274	163	12	152	505	19	469	2 593	60 %
Mäntyharju	122	0	2	33	104	0	95	356	50 %
Pertunmaa	32	0	0	13	61	0	23	129	39 %
Pieksämäki	159	132	0	71	170	0	150	682	37 %
Puumala	46	0	0	16	34	0	35	131	51 %
Rantasalmi	55	0	0	27	46	0	37	165	47 %
Savonlinna	818	24	17	137	273	73	317	1 658	60 %
Sulkava	42	0	0	23	25	0	27	117	49 %
<b>ETELÄ-SAVO</b>	<b>2 893</b>	<b>372</b>	<b>37</b>	<b>627</b>	<b>1 651</b>	<b>155</b>	<b>1 397</b>	<b>7 131</b>	<b>54 %</b>

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

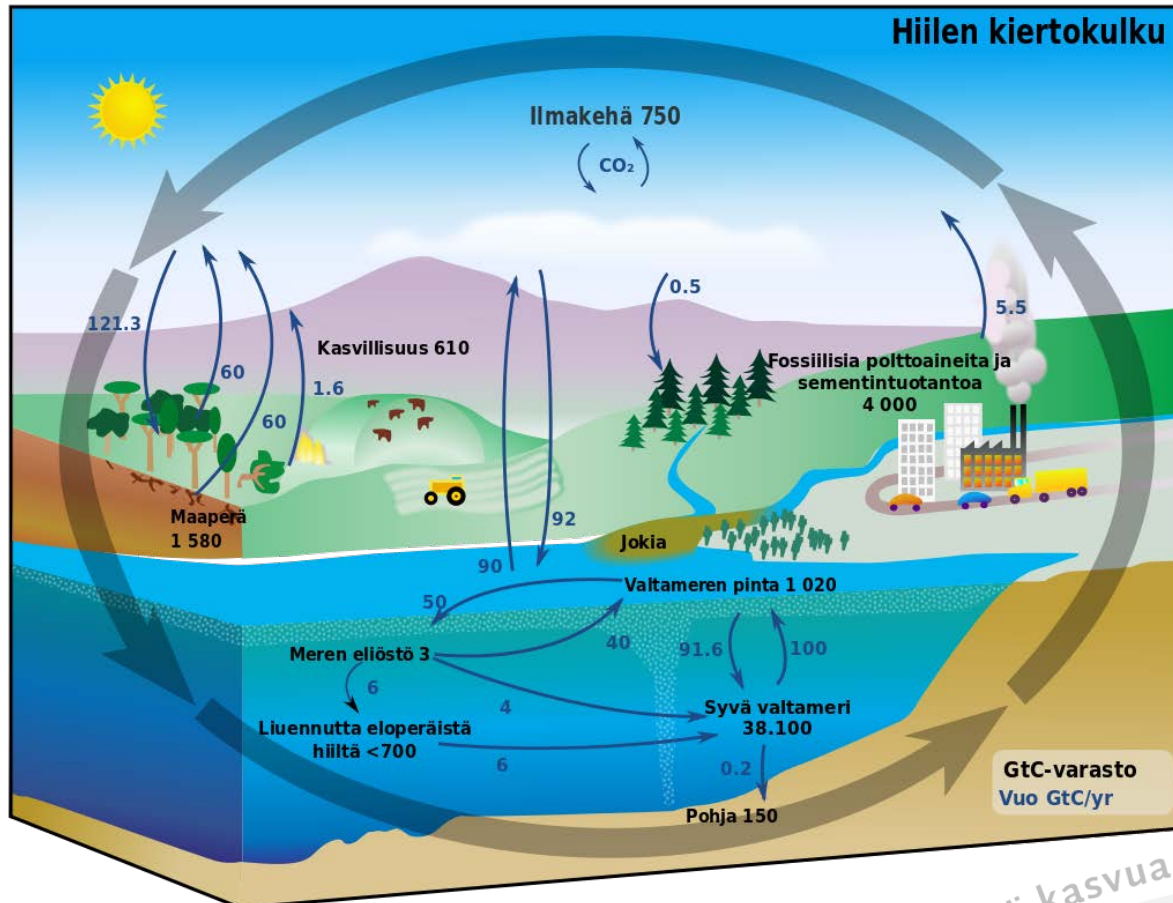
Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto



# 2.1 Energiatase ja hiilidioksidipäästöt



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 2.1 Energiatase ja hiilidioksidipäästöt

- Hiilidioksidipäästöt ( $\text{CO}_2$ ) syntyvät palamisreaktioissa ja päästöt aiheuttavat ilmaston lämpenemistä
- Tässä tutkimuksessa tarkastellaan polttoaineiden käytöstä aiheutuvia suoria  $\text{CO}_2$ -päästöjä ilmaan
- $\text{CO}_2$ -päästöjä syntyy fossiilisten polttoaineidenkäytöstä ja Etelä-Savossa käytettyjä fossiilisia polttoaineita ovat turve, kevyt ja raskas polttoöljy, kivihiili, nestekaasu, bensiini ja diesel
- IPCC:n määritelmien mukaan puupolttoaineet ja biokaasu eivät aiheuta  $\text{CO}_2$ -päästöjä, koska kestävästi hyödynnettäessä ne sitovat kasvaessaan ilmasta hiilidioksidia
- $\text{CO}_2$ -päästöjen lisäksi huomioidaan myös polton aiheuttamat metaani- ( $\text{CH}_4$ ) ja typpioksiduulipäästöt ( $\text{N}_2\text{O}$ ), jotka ilmoitetaan  $\text{CO}_2$  ekvivalentteina
- $\text{CO}_2$  ekvivalenttilaskennassa käytetään seuraavia GWP-kertoimia:  $\text{CO}_2$ :1,  $\text{CH}_4$ :25 ja  $\text{N}_2\text{O}$ :298

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 2.1 Energiatase ja hiilidioksidipäästöt

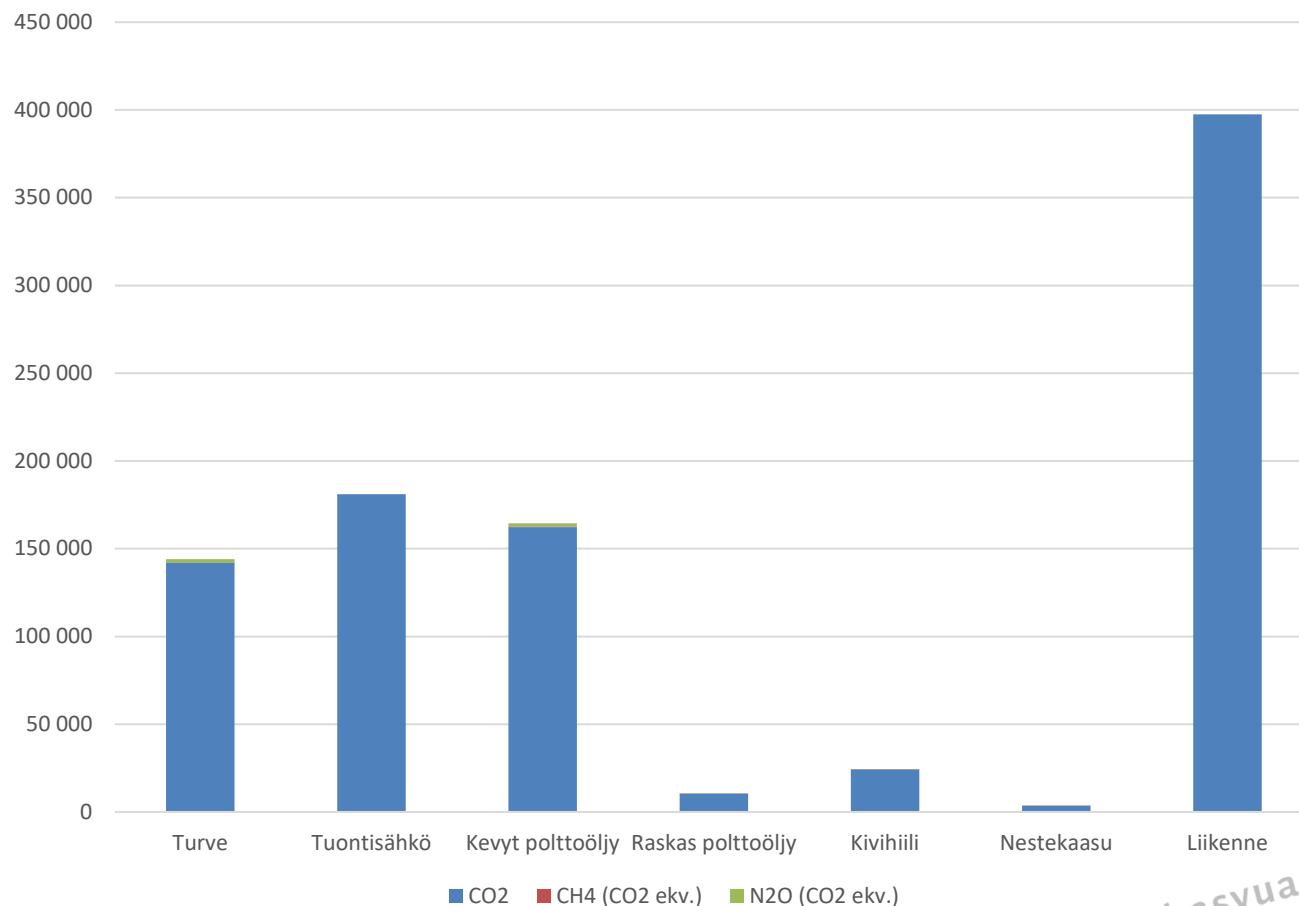
	Turve	Raskas polttoöljy	Kevyt polttoöljy	Kivi- hiili	Neste- kaasu	GWP- kerroin
CO <sub>2</sub> , [g <sub>CO2</sub> /MJ]	105,9	78,8	72	92,7	64,9	1
CH <sub>4</sub> , [mg <sub>CH4</sub> /MJ]	2 - 30	1	1 - 5	1	1 - 5	25
N <sub>2</sub> O, [mg <sub>N2O</sub> /MJ]	2 - 7	1	1 - 4	1	1	298

- Taulukossa on esitetty käytetyt kasvihuonekaasujen päästökertoimet (Lähde: Tilastokeskus, Polttoaineluokitus ja Kasvener laskentaohjelma)
- Huom. Kertoimien yksiköt. Kertoimien vaihteluväli johtuu käyttökohteen kokoluokasta.
- Tuontisähkön CO<sub>2</sub>-päästöjen ekvivalenttikerroin on 128,5 kg<sub>CO2-ekv</sub>/MWh (Lähde: Energiavirasto. Sähkön tuotannon päästökerroin 2017)
- Liikennepolttoaineiden (benssiini ja diesel) CO<sub>2</sub>-päästöt saadaan VTT:n Lipasto tietokannasta (t<sub>CO2-ekv</sub>)

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

# 2.1 Energiatase ja hiilidioksidipäästöt

Etelä-Savo CO<sub>2</sub> ekv.-päästöt 2017, yht. 925 146 t<sub>CO2 ekv.</sub>

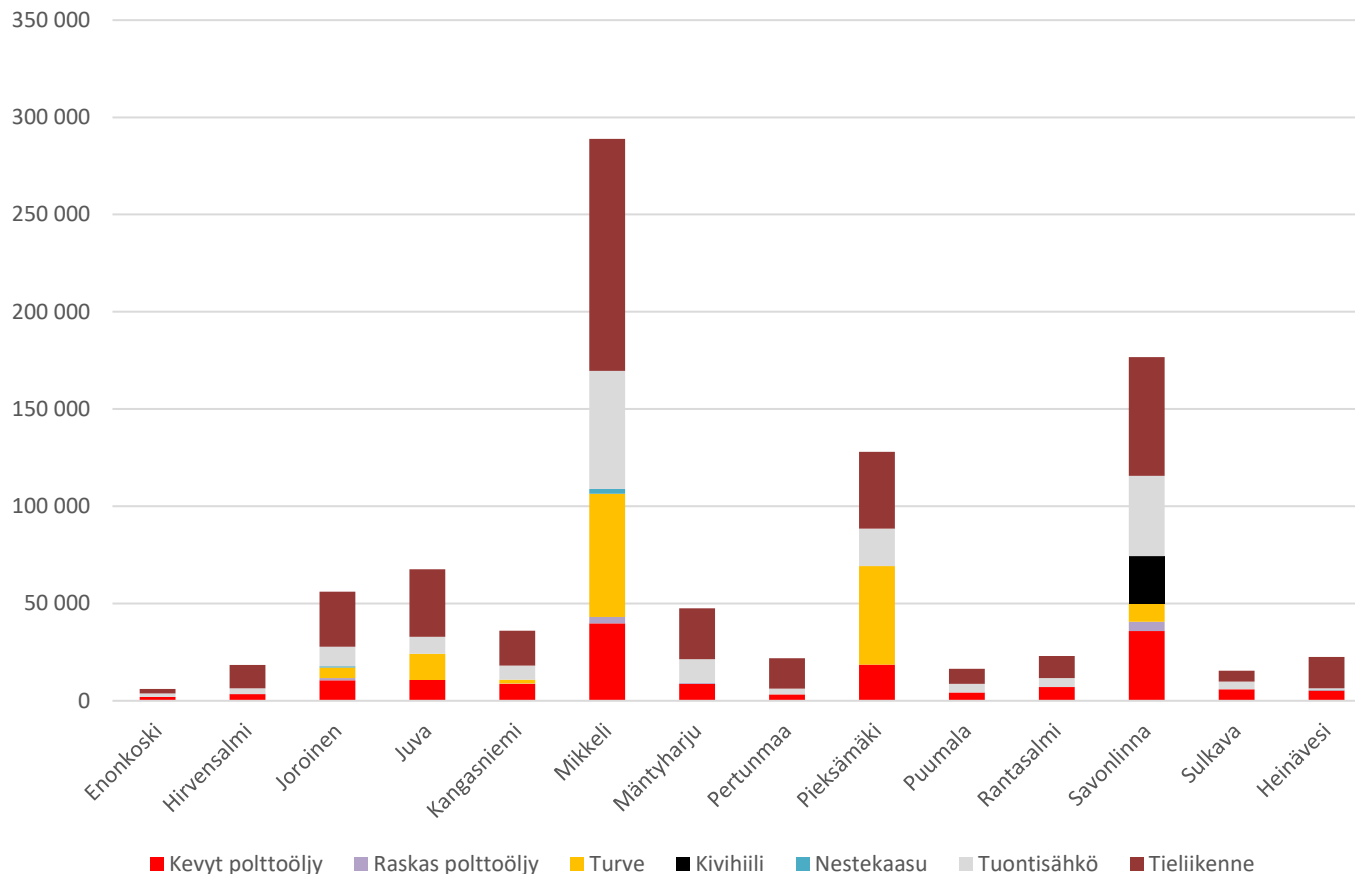


Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



# 2.1 Energiatase ja hiilidioksidipäästöt

Etelä-Savo CO<sub>2</sub> ekv.-päästöt 2017, yht. 925 146 t<sub>CO2 ekv.</sub>



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 2.1 Energiatase ja hiilidioksidipäästöt

2017 t <sub>CO2-ekv</sub>	Kevyt polttoöljy	Raskas polttoöljy	Turve	Kivihiili	Neste- kaasu	Tuonti- sähkö	Liikenne- polttoaineet	Yhteensä	2017 t <sub>CO2-ekv</sub> /as.
Enonkoski	1 962	0	0	0	0	1 799	2 434	6 195	4,37
Hirvensalmi	3 480	58	0	0	0	2 956	12 048	18 542	8,29
Joroinen	10 587	1 158	5 335	0	681	10 152	28 157	56 070	11,40
Juva	10 804	0	13 469	0	0	8 635	34 670	67 578	10,67
Kangasniemi	8 712	222	1 892	0	0	7 325	17 877	36 027	6,49
Mikkeli	39 783	3 434	63 253	0	2 528	60 652	119 226	288 876	5,32
Mäntyharju	8 737	468	0	0	0	12 208	26 212	47 624	7,87
Pertunmaa	3 339	0	0	0	0	2 956	15 682	21 977	12,64
Pieksämäki	18 571	0	50 642	0	0	19 275	39 513	128 001	7,03
Puumala	4 231	0	0	0	0	4 498	7 733	16 462	7,46
Rantasalmi	7 037	0	0	0	0	4 755	11 196	22 988	6,47
Savonlinna	35 877	4 869	9 387	24 279	0	41 313	60 948	176 674	5,10
Sulkava	6 039	0	0	0	0	3 855	5 616	15 509	5,99
Heinävesi	5 262	258	0	0	254	643	16 209	22 625	6,55
<b>ETELÄ-SAVO</b>	<b>164 421</b>	<b>10 466</b>	<b>143 978</b>	<b>24 279</b>	<b>3 463</b>	<b>181 018</b>	<b>397 521</b>	<b>925 146</b>	<b>6,29</b>

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

## 2.1 Energiatase ja hiilidioksidipäästöt

- Vuonna 2017 Etelä-Savon polttoaineiden käytön, liikenteen ja tuontisähkön CO<sub>2</sub>-päästöt olivat 925 146 t<sub>CO2-ekv.</sub>
- CO<sub>2</sub>-päästöissä ei ole mukana maatalouden ja jätehuollon aiheuttamia päästöjä
- CO<sub>2</sub>-päästöistä hiilidioksidin osuus oli 99,54%, metaanin 0,04% ja typpioksiduulin 0,42%. Tuontisähkön ja liikennepolttoaineiden osalta päästöt olivat ilmoitettu CO<sub>2</sub> ekvivalentteina
- Eri päästölähteistä liikennepolttoaineet olivat suurin 397 521 t<sub>CO2-ekv.</sub> ja nestekaasu oli pienin, 3 463 t<sub>CO2-ekv.</sub>
- Vuonna 2017 Etelä-Savon kaupungin tai kunnan asukaslukuun suhteutettuna pienimmät CO<sub>2</sub>-päästöt olivat Enonkoskella (4,37 t<sub>CO2-ekv./as.</sub>) ja suurimmat Pertunmaalla (12,64 t<sub>CO2-ekv./as.</sub>). Etelä-Savon keskimääräiset päästöt olivat 6,29 t<sub>CO2-ekv./as.</sub>
- Todennäköisesti muutamien pienten kuntien osalta sijainti nostaa asukaslukuun suhteutettua CO<sub>2</sub>-päästöä ja tämä johtuu liikennepolttoaineista

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



# Skenaariot hiilidioksidipäästöistä

## Hiilivapaa Etelä-Savo

Mika Laihanen, Antti Karhunen ja Kalle  
Karttunen, LUT-yliopisto

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto



## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä

- Hiilivapaa Etelä-Savo –hankkeessa eri skenaarioiden avulla tarkastellaan hiilivapauden toteutumista Etelä-Savon maakunnan alueella
- Eri skenaarioita on tehty 5 kappaletta ja niiden perusteet ja tulokset on esitetty tässä esityksessä
- Skenaariot on nimetty seuraavasti: BAU, SKE1, SKE2 ja SKE3
- Skenaarioiden rajausten ja tulosten perusteella LUKE analysoi Etelä-Savon metsien hiilitasetta ja HY Ruralia aluetalousvaikutuksia
- Lisäksi skenaario SKE4:ssä on arvioitu tuontisähkön hiilineutraalisuutta ja turpeen käytön loppumisen vaikutuksia
- Skenaarioiden lähtökohtana vuoden 2017 toteutunut energian kulutus (7 131 GWh) ja siitä aiheutuneet hiilidioksidipäästöt (922 ktCO<sub>2ekv.</sub>)
- Hiilivapauden tavoitetasoksi asetettiin 80% pienemmät energiasektorin hiilidioksidipäästöt kuin vuoden 1990 vastaavat päästöt
  - > v. 1990 päästöt 1 000 ktCO<sub>2ekv.</sub>, jolloin tavoite 200 ktCO<sub>2ekv.</sub>

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

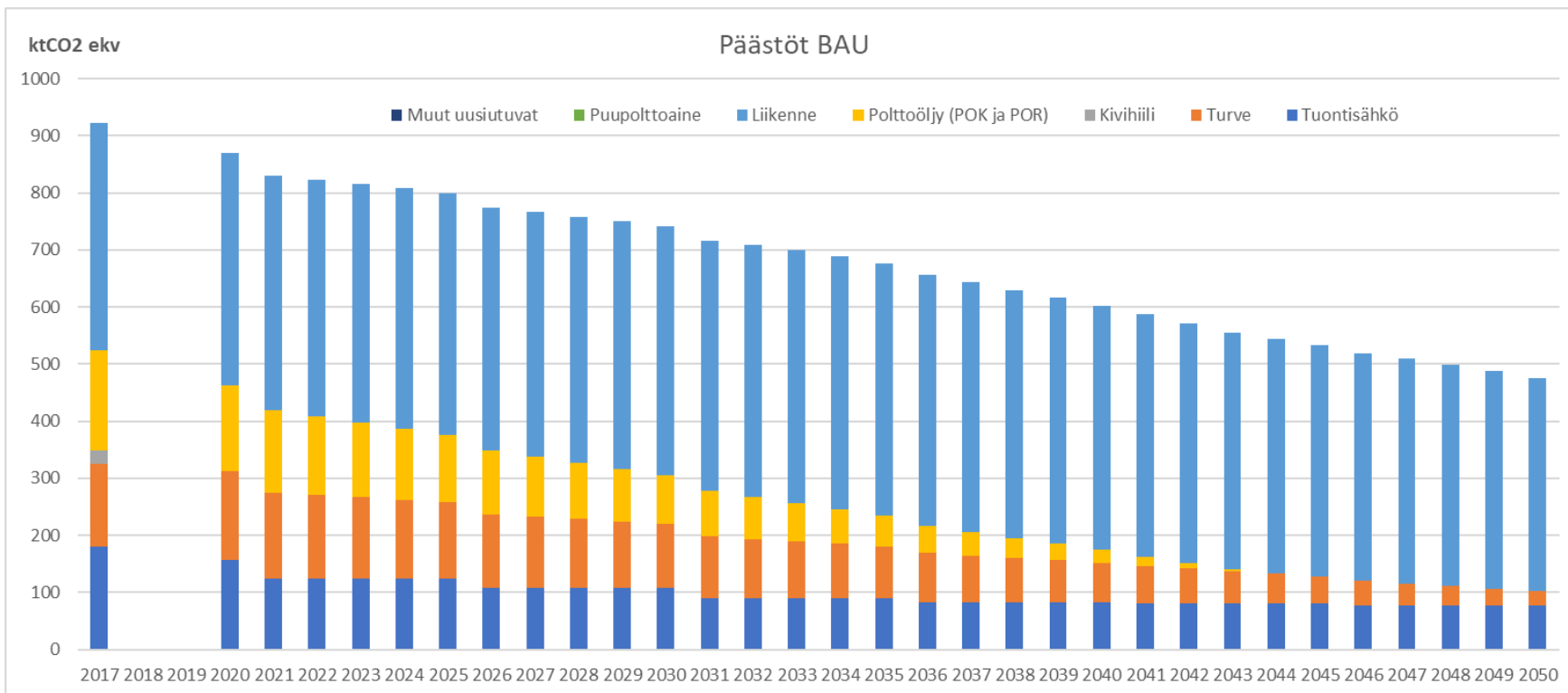


## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä

- BAU = business as usual
- Maakunnan energian kulutusta ja päästöjä tarkastellaan aiemman kehityksen perusteella
- Tarkastelun aikajänne vuoteen 2050
- Kokonaisenergian kulutus on oletettu vakioksi (7 083 GWh)
- Tuontisähkön kehitys TEM:n arvioidusta kansallisesta tulevaisuuden sähkön kulutusennustuksesta
- Turpeen ja polttoöljyjen kulutus aiemman kehityksen perusteella lineaarisena kehityksenä
- Liikennepolttoaineiden kehitys VTT:n Lipasto tietokannan kansallisen autokannan kehityksen mukaisesti. Ajoneuvokannasta on erillinen analyysi
- Muissa uusiutuvissa huomioitu biokaasun lisäys Metsäsairilan mukaisesti (10 GWh) sekä toinen vastaava laitos vuonna 2030. Tuulivoiman osalta Pieksämäen suunniteltu tuulipuisto toteutuisi vuonna 2026 (150 GWh). Aurinkovoimalle on arvioitu 8% vuotuinen kasvu vuodesta 2021 alkaen, jolloin vuonna 2050 aurinkovoiman määrä 50 GWh
- Puupolttoaineille on kohdistettu kokonaisenergian kulutuksesta aiheutuva vaje, jolloin vuonna 2050 puupolttoaineiden määrä olisi 3 549 GWh, kun vuoden 2017 määrä oli 2 893 GWh

Kestävää kasvua ja työtä

## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä



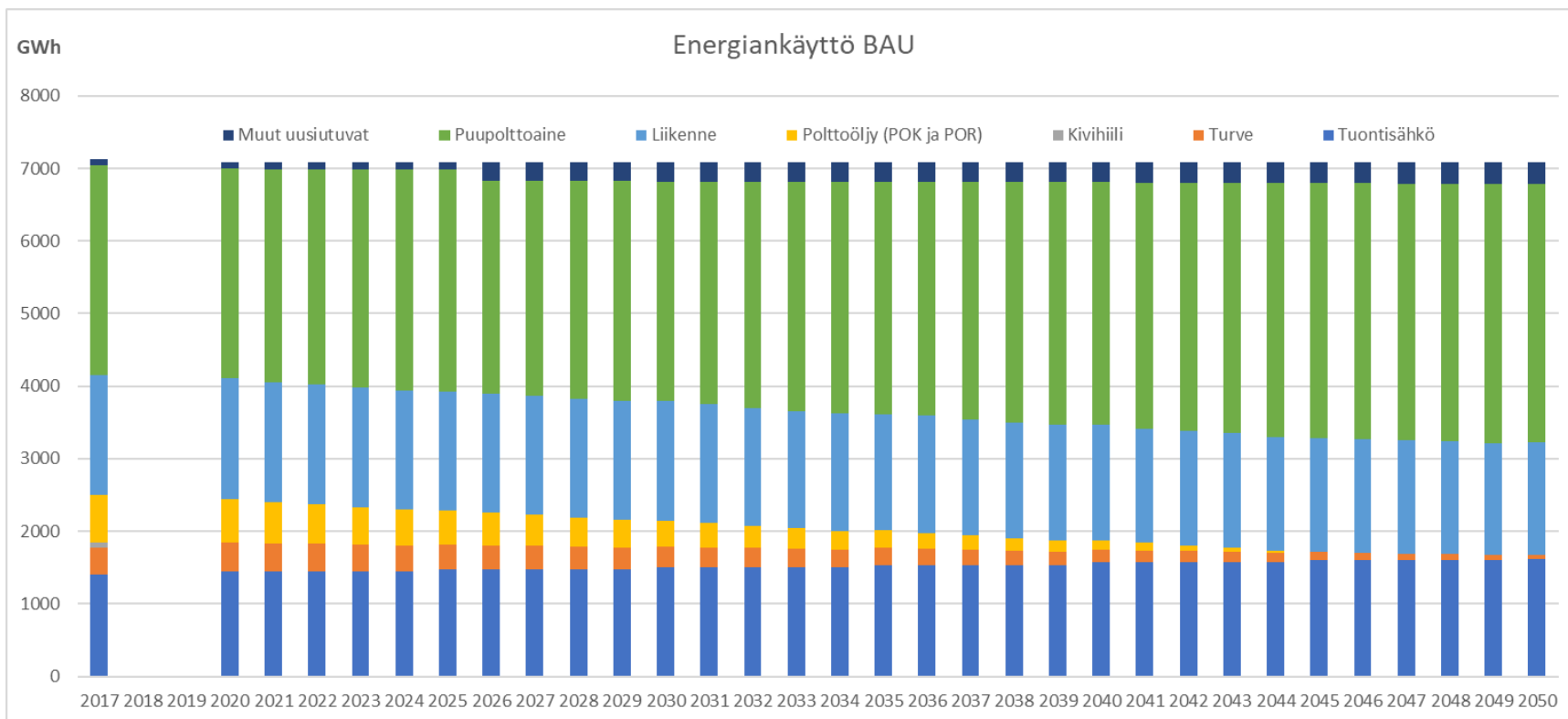
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä



Kestävää kasvua ja työtä

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä

- Skenaarioissa hiilineutraalisuuden tavoitevuosi vaihtelee: SKE1 v. 2050, SKE2 v. 2030 ja SKE3 v. 2040
- Skenaarioissa muuten samat lähtöoletukset ja tavoitetaso (200 ktCO<sub>2</sub>ekv.)
- Kokonaisenergian kulutus on oletettu vakioksi (7 083 GWh)
- Tuontisähkön määrä on oletettu vakioksi (1 443 GWh), mutta vuotuinen ominaispäästö laskee, koska on oletettu, että Suomen sähkön tuotannon ominaispäästö laskee. Tulevaisuudessa Suomessa sähköä tuotetaan enemmän uusiutuvilla
- Tuontisähkön, turpeen, polttoöljyjen ja liikenteen päästöt laskevat lineaarisesti tavoitetasoon siten että niiden päästöjen suhteelliset osuudet kokonaispäästöstä vuonna 2050 on samat kuin ne olivat vuonna 2020. Päästöosuudet: tuontisähkö 18%, turve 18%, polttoöljyt 17% ja liikenne 47%
- Liikennesektorista ja ajoneuvokannasta on erillinen analyysi
- Muissa uusiutuvissa huomioitu biokaasun lisäys Metsäsairilan mukaisesti (10 GWh) sekä toinen vastaava laitos vuonna 2030. Tuulivoiman osalta Pieksämäen suunniteltu tuulipuisto toteutuisi vuonna 2026 (150 GWh). Aurinkovoimalle on arvioitu 8% vuotuinen kasvu vuodesta 2021 alkaen, jolloin vuonna 2050 aurinkovoiman määrä 50 GWh
- Puupolttoaineille on kohdistettu kokonaisenergian kulutuksesta aiheutuva vaje, jolloin vuonna 2030, 2040 tai 2050 puupolttoaineiden määrä olisi noin 3 550 GWh, kun vuoden 2017 määrä oli 2 893 GWh

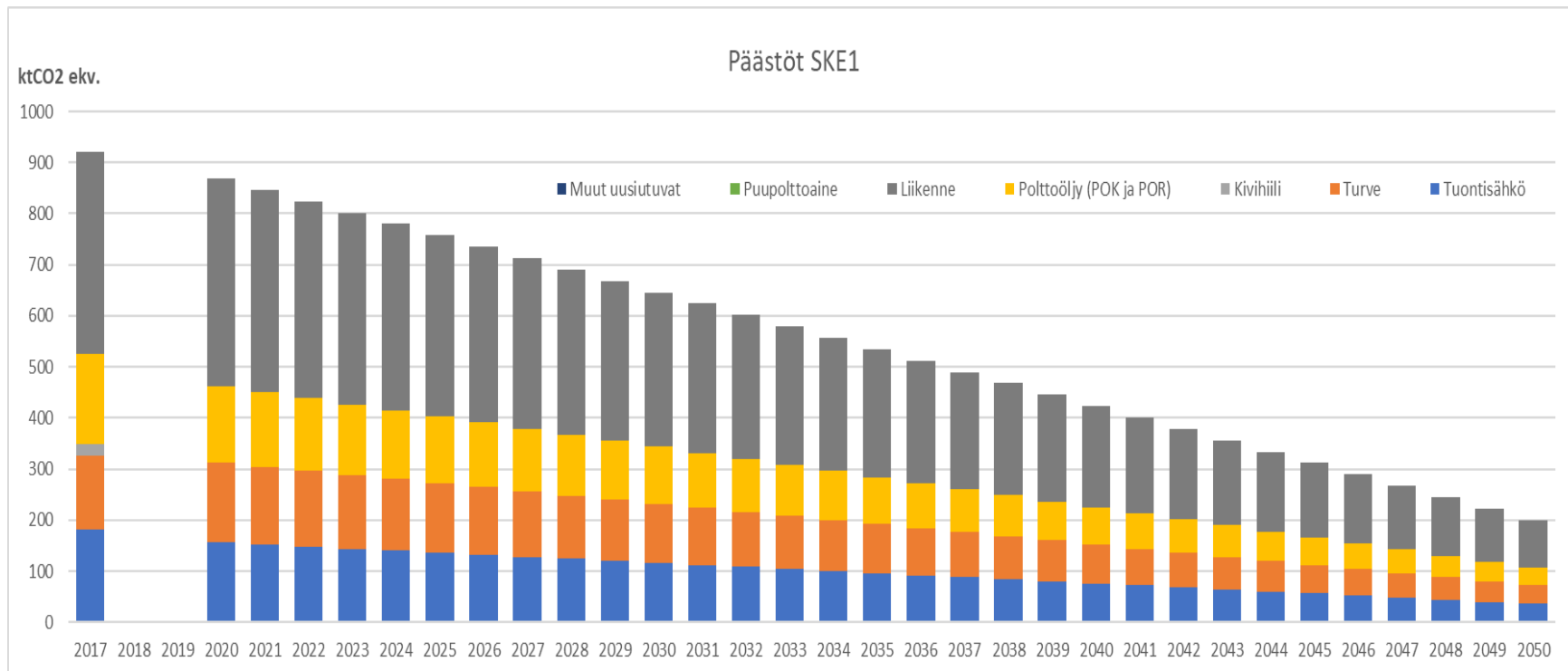
Kestävää kasvua ja työtä  
ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



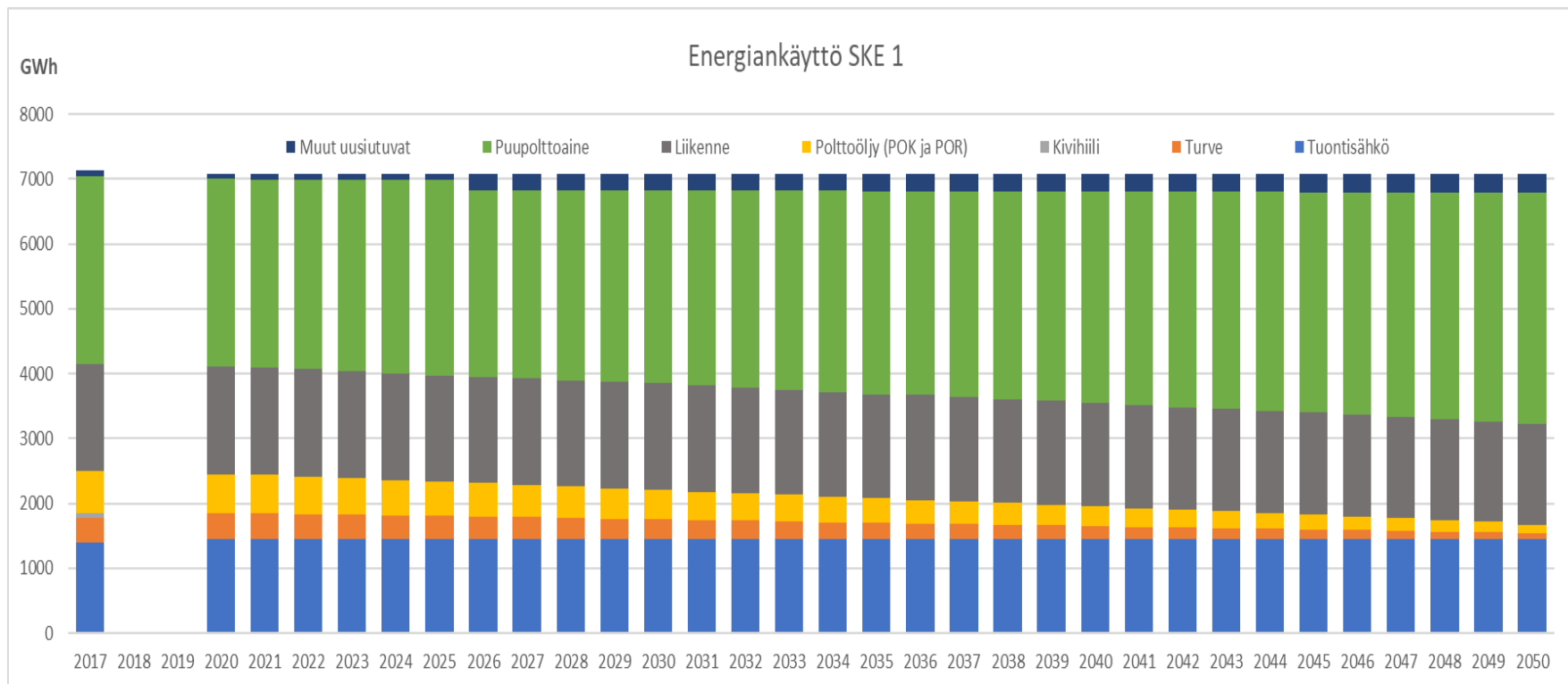
Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä



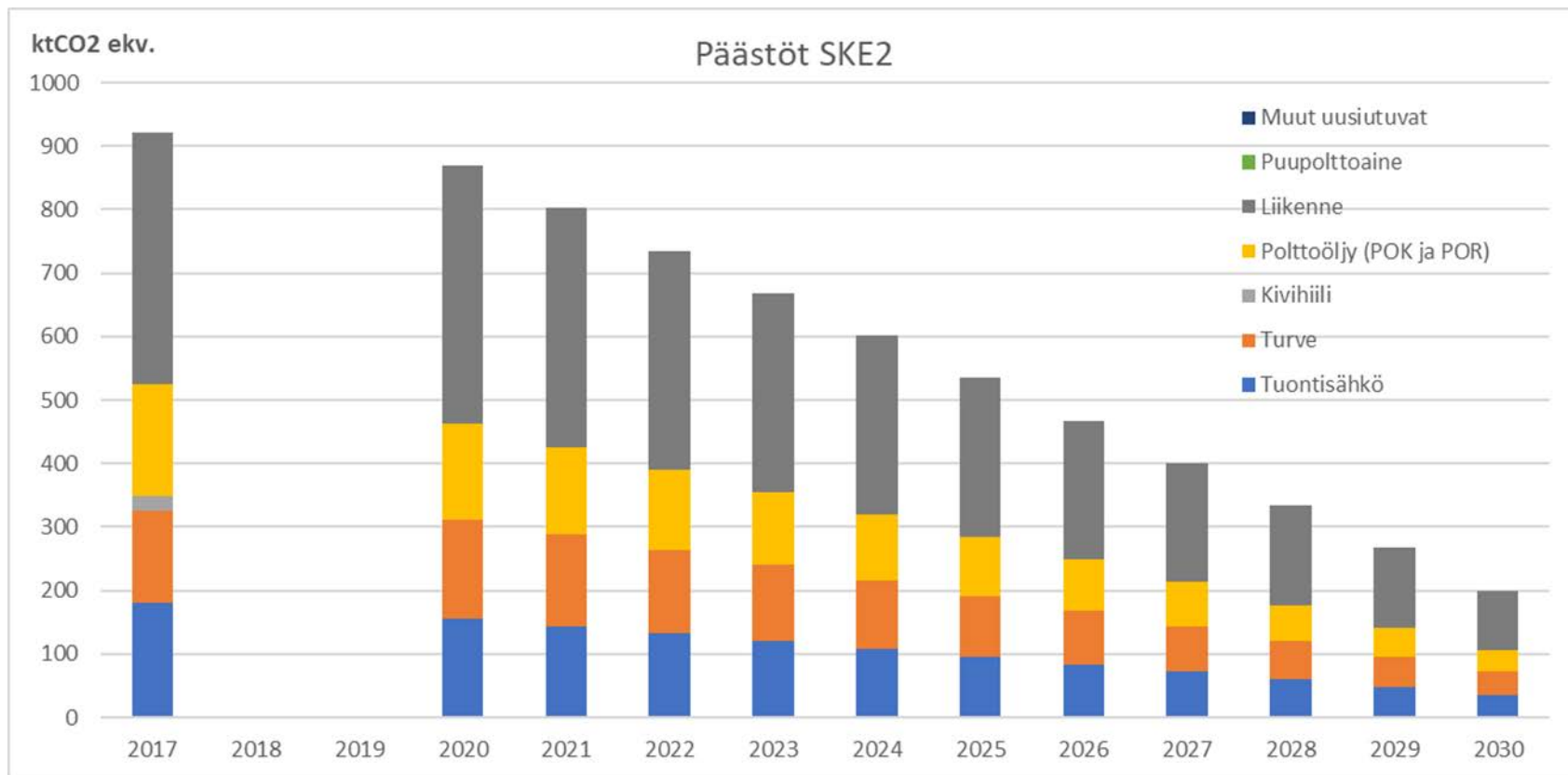
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä



Kestävää kasvua ja työtä

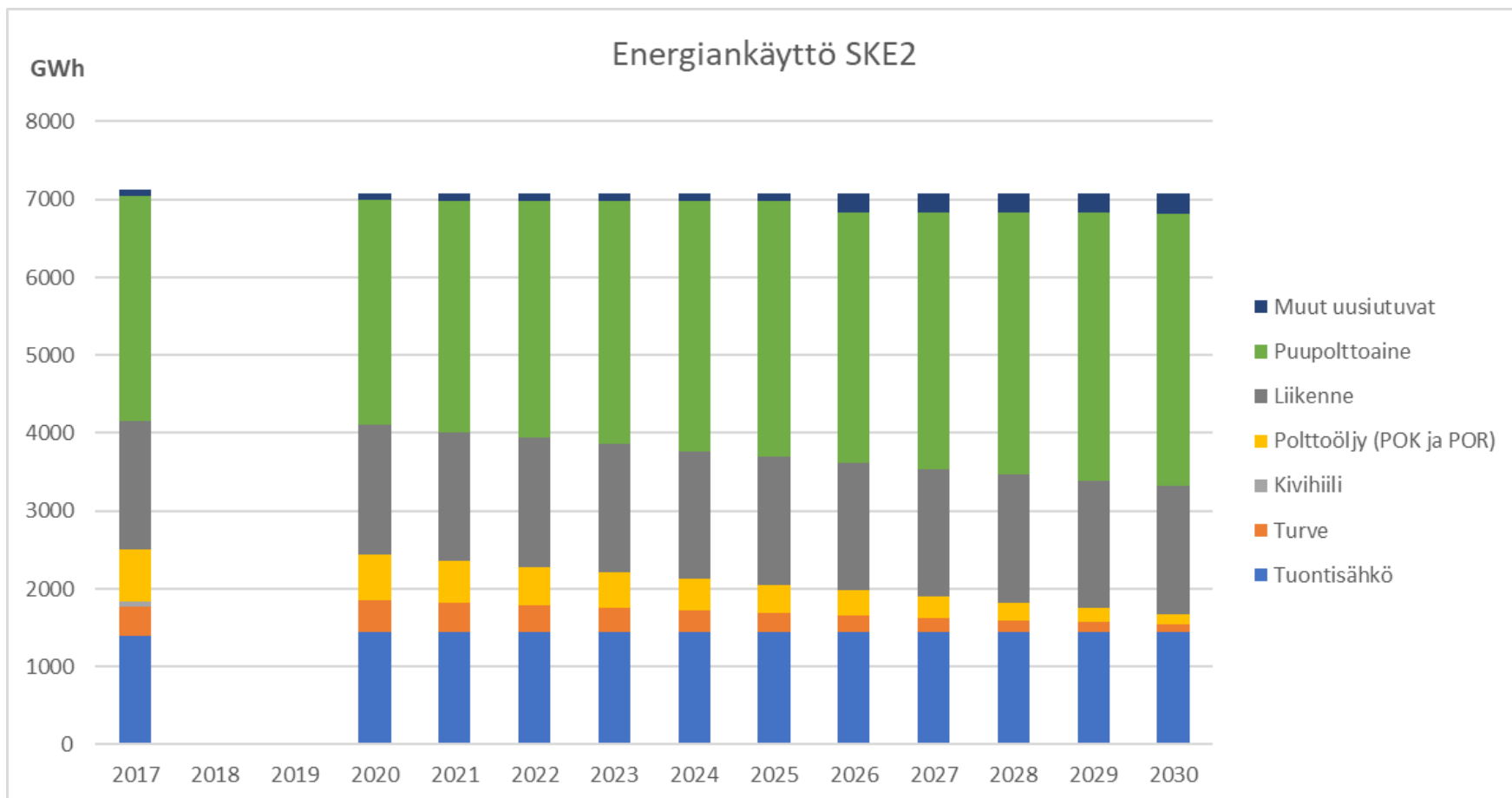
Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



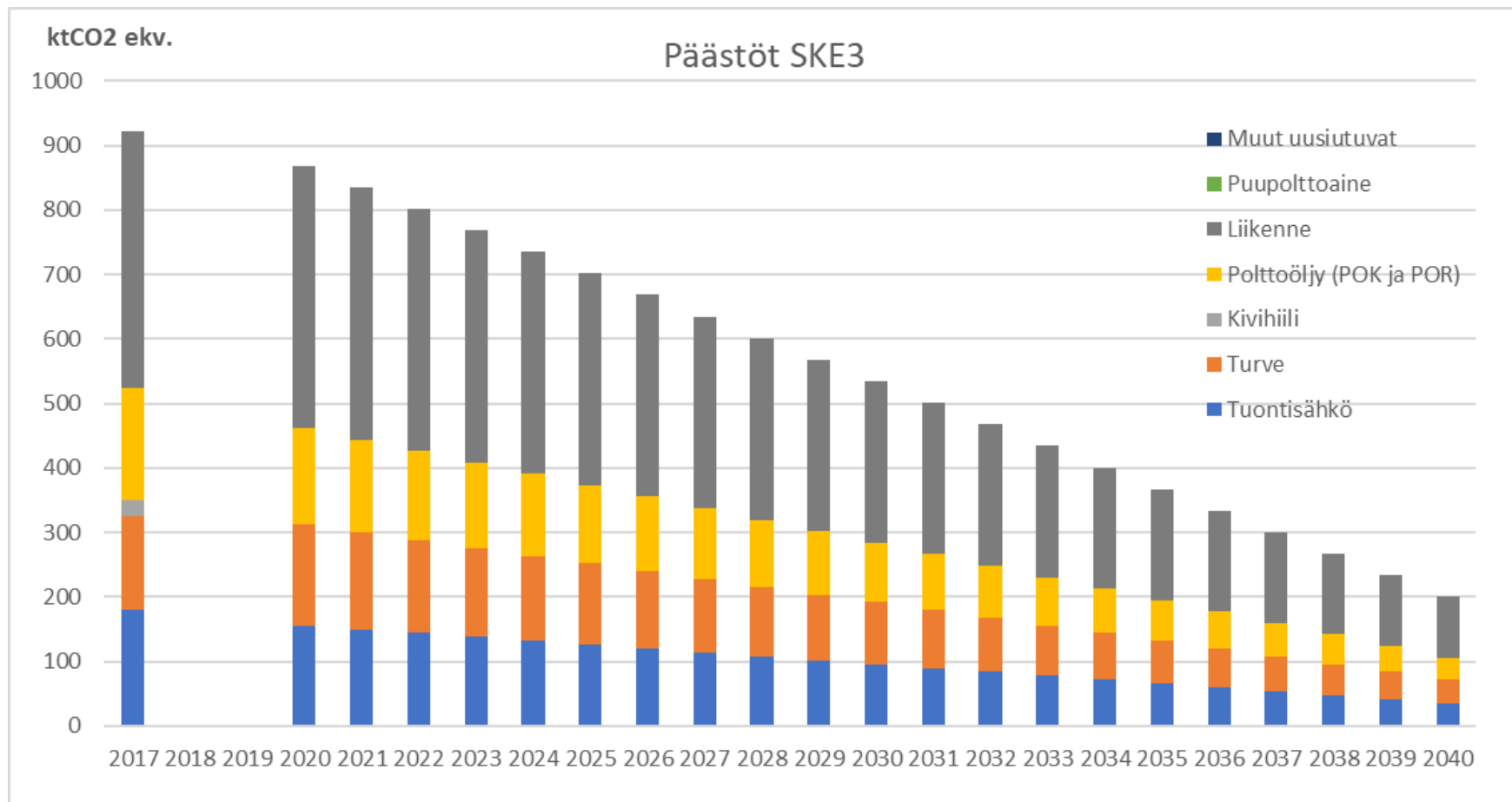
Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto



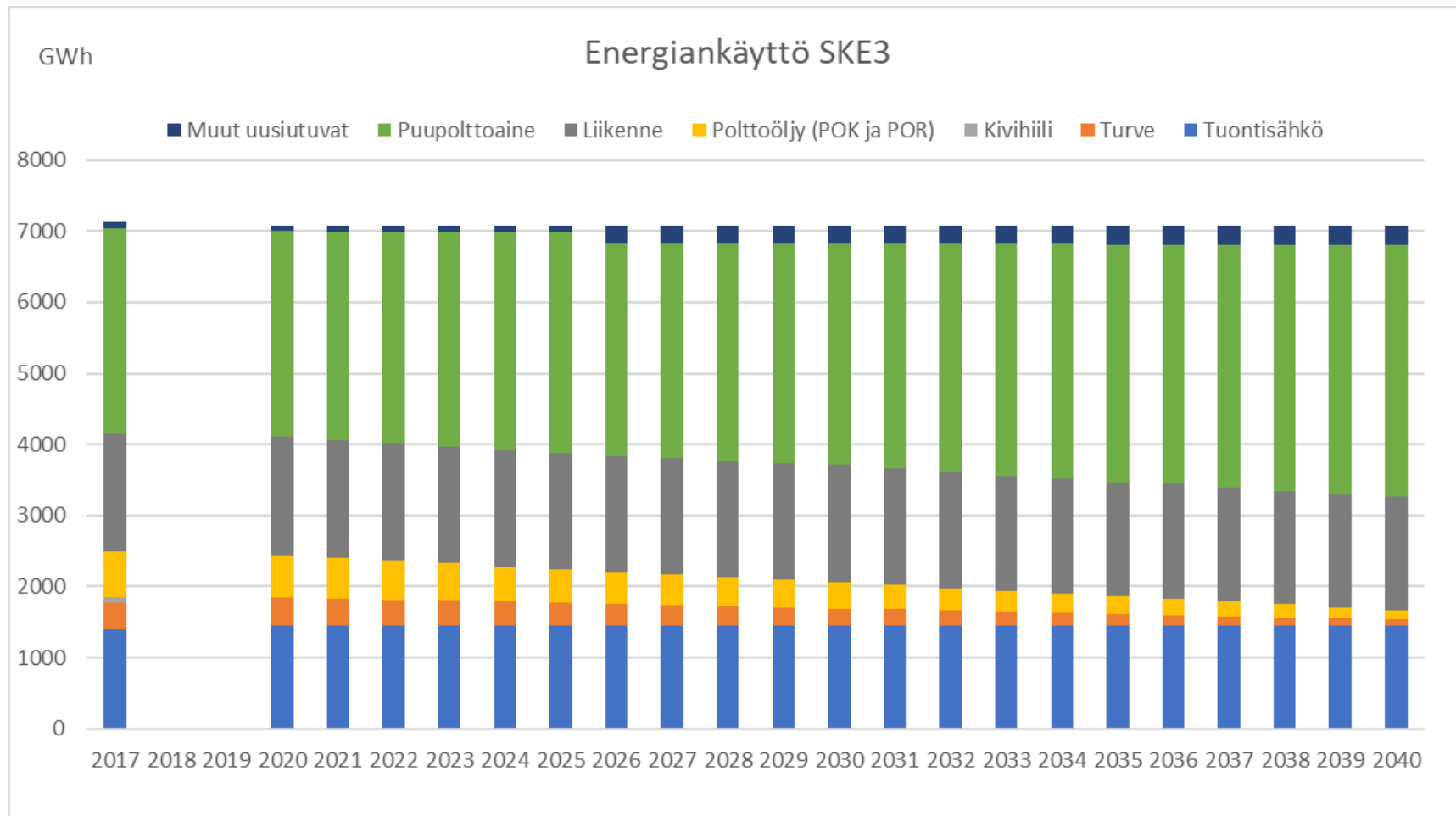
## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä



## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä



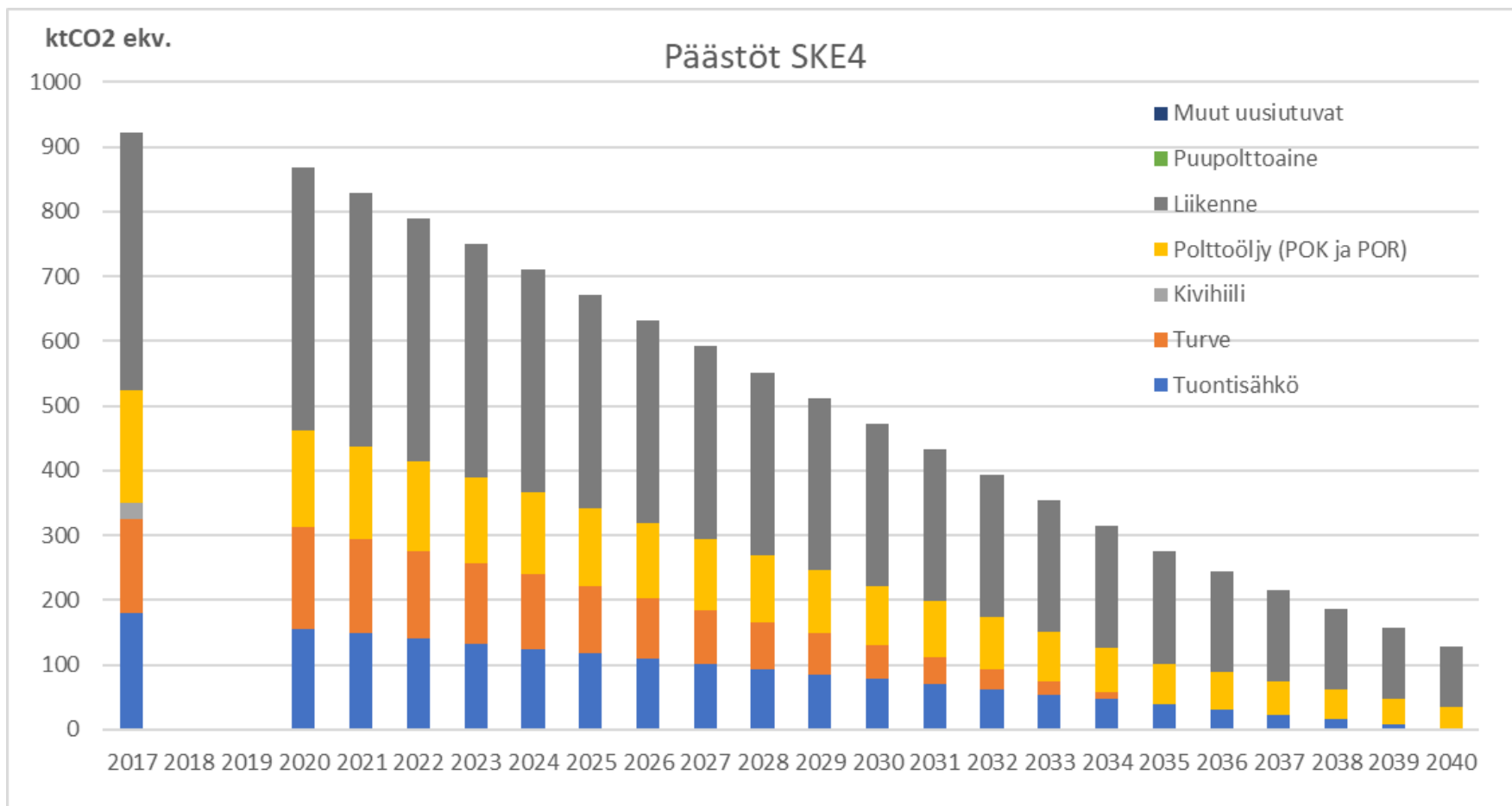
## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä



## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä

- Skenaario 4 (SKE4) hiilineutraalisuudelle ei ollut tavoitevuotta, mutta energia- ja päästölaskelmat on määritetty vuoteen 2040
- Kokonaisenergian kulutus on oletettu vakioksi (7 083 GWh)
- Tuontisähkön määrä on oletettu vakioksi (1 443 GWh) ja on oletettu, että tuontisähkön osalta hiilineutraalisuus saavutetaan vuonna 2040
- Turpeen käyttö loppuu Etelä-Savossa vuonna 2035 ja siihen asti käytön väheneminen on lineaarista
- Polttoöljyjen ja liikenteen päästöt laskevat lineaarisesti samoihin tavoitetasoihin kuin skenaariossa 3.
- Ajoneuvokannasta on erillinen analyysi
- Turpeen käytön loppumisen johdosta muita uusiutuvia energialähteitä kasvatetaan enemmän
- Biokaasu kasvaa lineaarisesti 10 GWh:sta 50 GWh:in vuoteen 2040
- Tuulivoiman osalta toteutuu suunniteltu Pieksämäen tuulipuisto (150 GWh) vuonna 2026 sekä toteutuu toinen vastaava tuulipuisto (150 GWh) vuonna 2031
- Aurinkovoima kasvaa lineaarisesti 5 GWh:sta 50 GWh:in vuoteen 2040
- Puupolttoaineille on kohdistettu kokonaisenergian kulutuksesta aiheutuva vajaus, jolloin vuonna 2040 puupolttoaineiden määrä olisi 3 433 GWh, kun vuoden 2017 määrä oli 2 893 GWh
- Tässä skenaariossa (SKE4) hiilidioksidipäästöt laskevat alle 200 ktCO<sub>2</sub>eq/vuosi

## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä



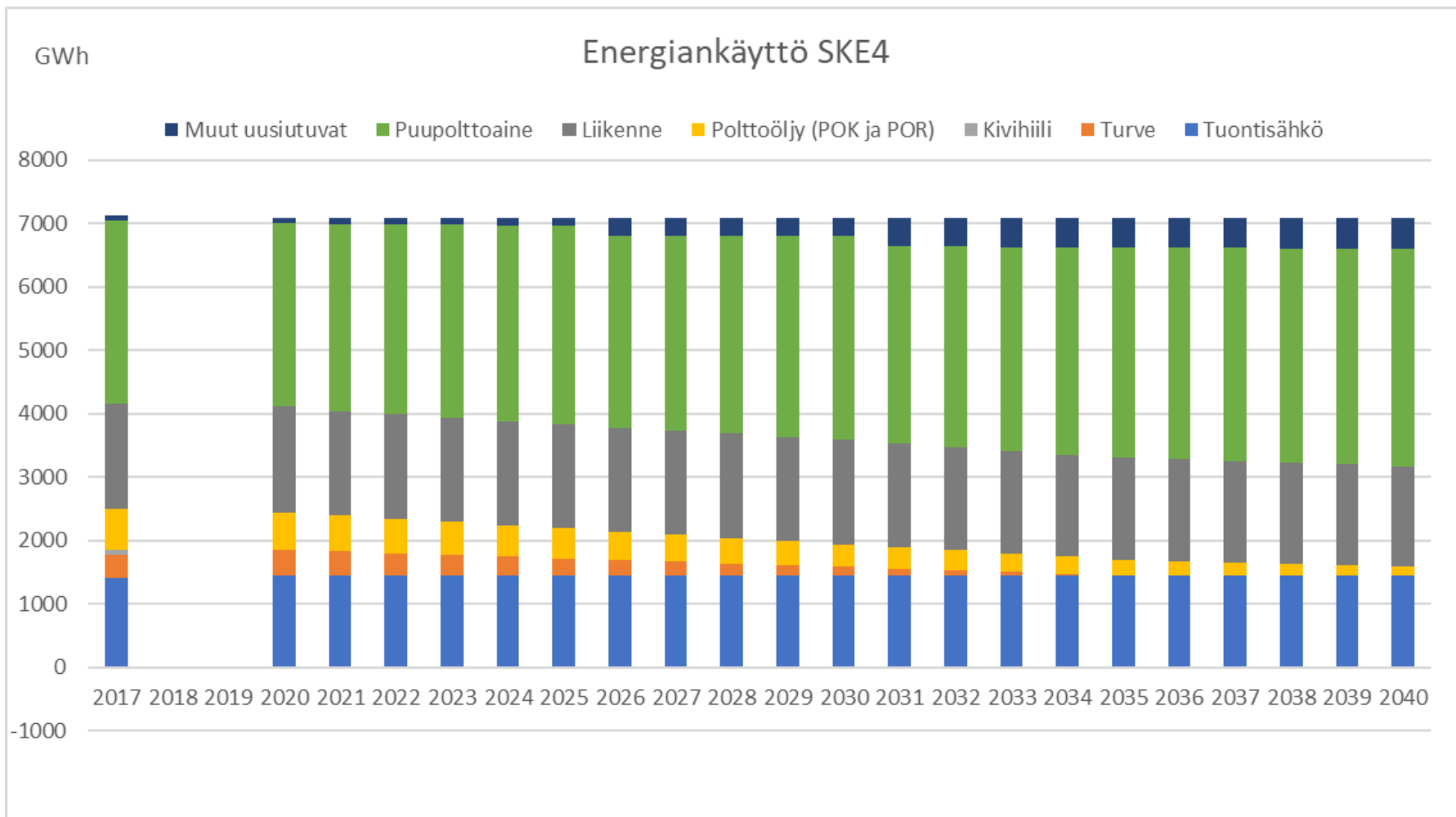
Kestävää kasvua

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

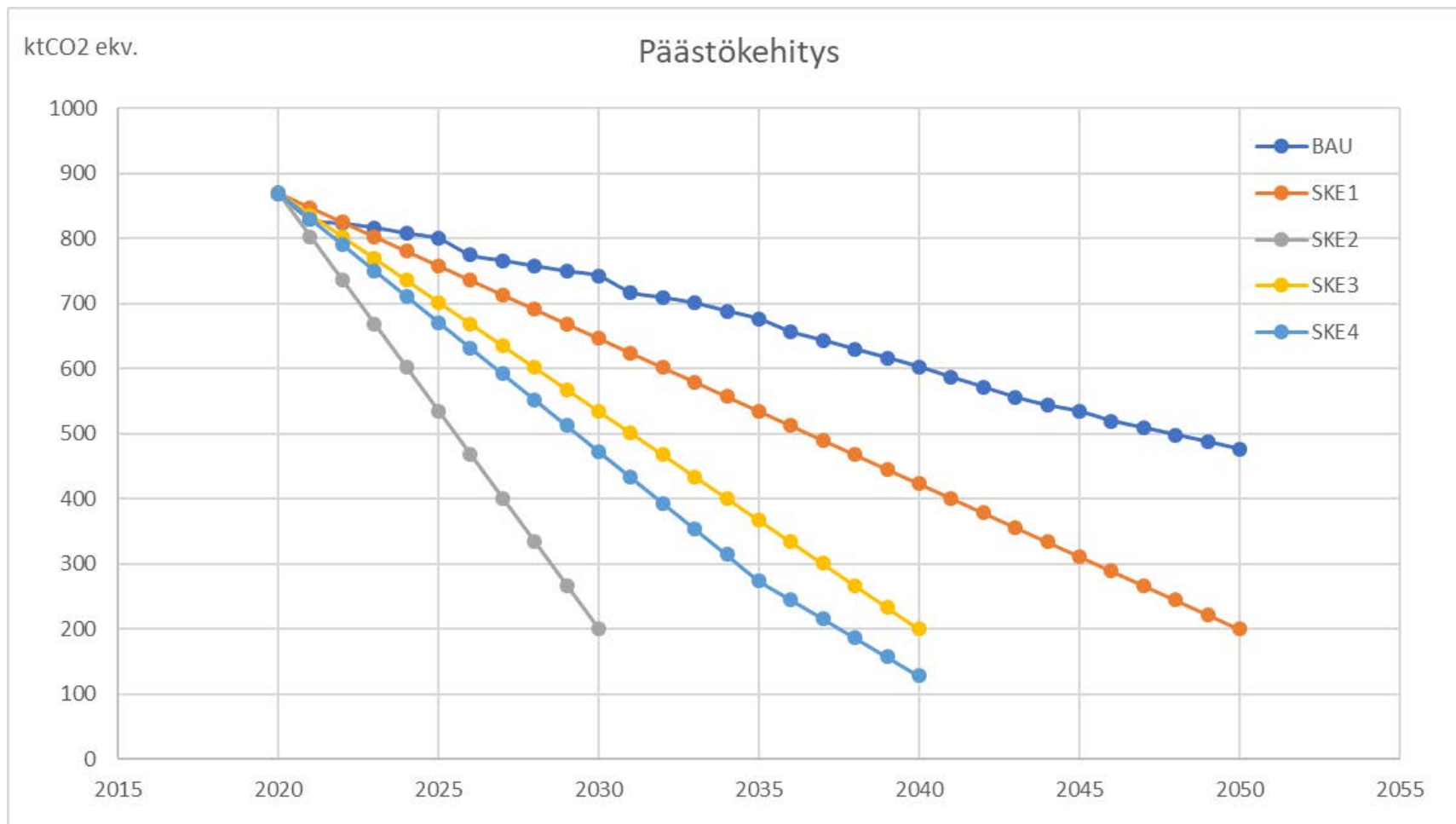


Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

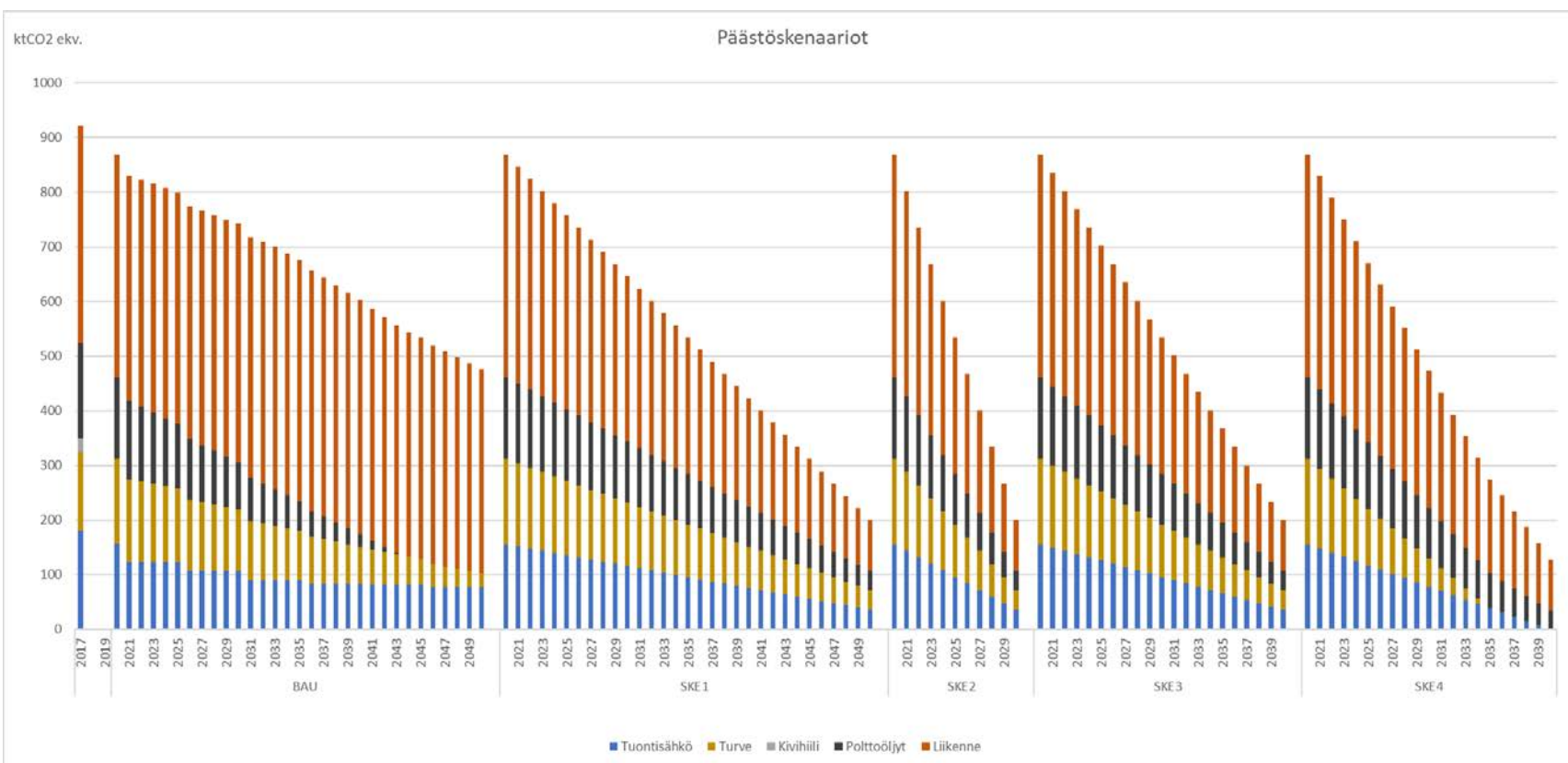
## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä



## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä

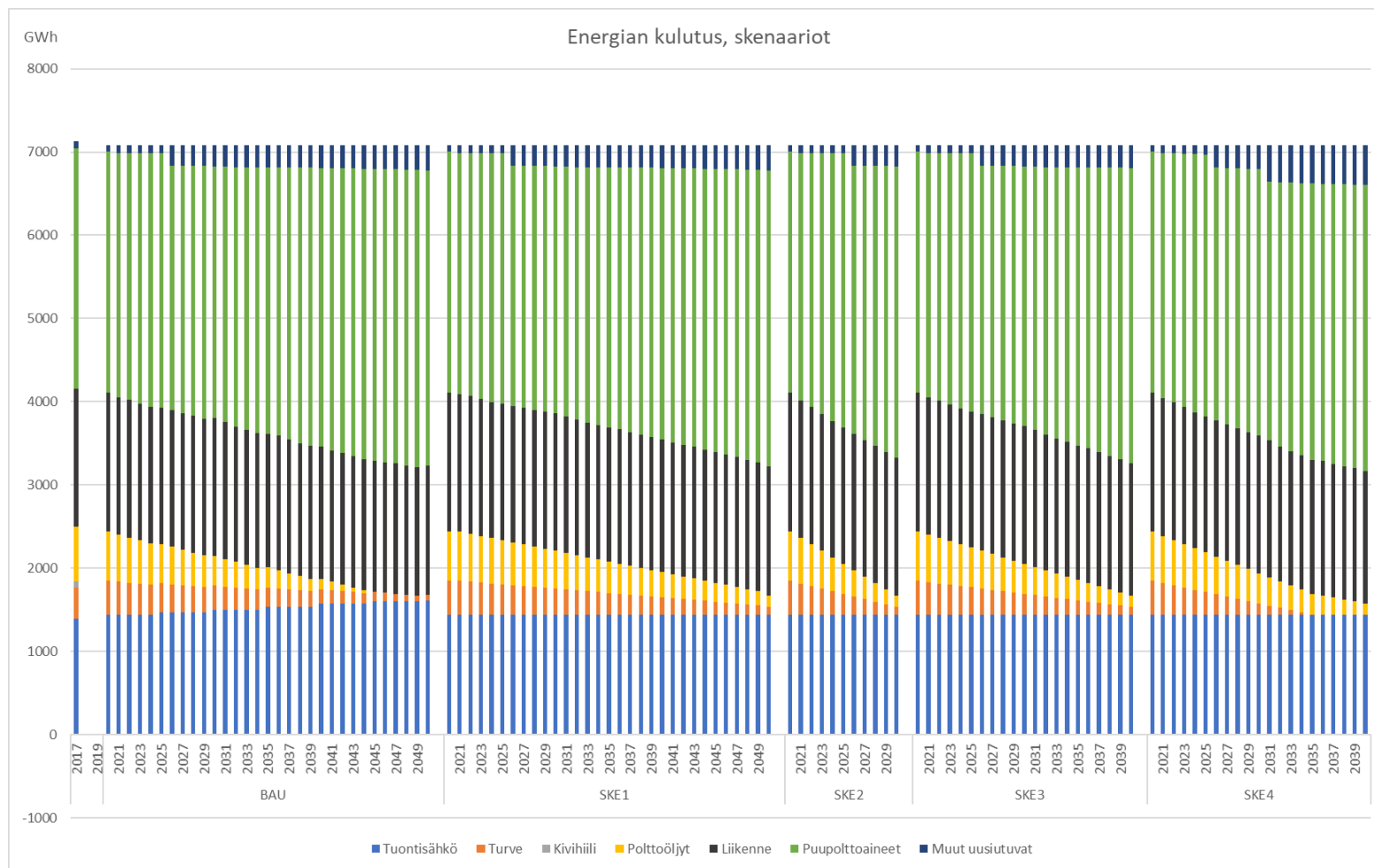


## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä





## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä



## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä

- BAU skenaario perustuu aiempiin muutoksiin, joiden perusteella on arvioitu tulevaisuuden kehitystä. Skenaariossa ei saavuteta hiilineutraalisuus tavoitetta, vaikka päästöt laskevat
- Muissa skenaarioissa saavutetaan tavoiteltu hiilineutraalisuustaso (200 ktCO<sub>2ekv.</sub>) Etelä-Savon energiasektorilla
- Skenaarioissa tavoitevuosi vaihtelee, joka vaikuttaa muutosten toteutusaikatauluun
- Skenaarioissa kokonaisenergian määrä oli vakio
- Tuontisähkön ominaispäästöjen kehitys perustuu kansallisiin toimenpiteisiin ja tavoitteena on hiilineutraalisuus vuonna 2035. Toisaalta kuluttajat voivat jo nyt valita ostosähkön alkuperän
- Turpeen käyttö vaikuttaa päästöihin ja käyttö laskee kaikissa skenaarioissa. Käyttö loppuu kokonaan ainoastaan skenaariossa 4. Käyttöön voidaan vaikuttaa paikallisesti ja käyttökohteita rajallinen määrä. Käytön väheneminen lisää puupolttoaineiden käyttöä
- Kivihiilen käyttö on jo loppunut. Päästövaikutus oli suurempi kuin energiaosuus
- Polttoöljyjen käyttö vaikuttaa päästöihin ja käyttö laskee kaikissa skenaarioissa. Käyttökohteita on lukumääräisesti paljon. Ensisijaisesti lämmityskäyttö tulee vähenemään järjestelmien uusimisen yhteydessä. Valtakunnallisesti tavoitteena on öljyjen ominaishiilidioksidipäästön alentaminen mm. bioöljyjen avulla. Raskaan polttoöljyn käyttö on käytännössä loppunut

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä

- Liikennesektorista erillinen analyysi. Hiilidioksidipäästöt laskevat vähäpäästöisempien ja päästöttömien teknologioiden avulla
- Uusiutuvana polttoaineena puupolttoaineiden käyttö ei lisää hiilidioksidipäästöjä, koska kestävä metsänhoidon ansiosta kasvava puusto sitoo ilmakehästä hiilidioksidia. Eri skenaarioissa puupolttoaineiden käyttö kasvaa ja käyttöön voidaan vaikuttaa paikallisesti. Määrällisesti puupolttoaineet ovat nyt ja tulevaisuudessa suurin primäärienergianlähde Etelä-Savossa
- Eri skenaarioissa aurinkoenergian oletettiin kasvavan 8% vuodessa lähtötasosta ko. skenaarion aikajänteellä. Skenaarioissa aurinkoenergian osuus on suurimmillaan 50 GWh/a, joka tarkoittaa n. 13 000 omakotitalon paneeleita. Toisaalta Väestörekisterikeskuksen tilastojen mukaan Etelä-Savossa on reilut 9 500 öljylämmityskohdetta. Aurinkoenergian määrän kehitykseen voidaan vaikuttaa paikallisesti
- Tällä hetkellä Etelä-Savossa ei ole tuulivoiman tuotantoa. Alueelle on suunniteltu 150 GWh/a tuulipuistoa, jonka on oletettu toteutuvan skenaarioissa. Lisäksi SKE4 skenaariossa on arvioitu, että toteutuu toinen vastaava tuulipuisto. Kansallisesti tuulivoiman määrä kasvaa, mutta usein paikallisesti hankkeita vastustetaan ja niiden toteutus aikataulut venyvät

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



## 2.2 Skenaariot hiilidioksidipäästöistä

- Skenaarioissa biokaasun tuotannon oletetaan kasvavan 20 GWh (kokonaismäärä 30-35 GWh). Tässä on huomioitu nykyinen rakenteilla oleva laitos. Skenaario 4:ssä on oletettu biokaasun kasvavan 50 GWh (kokonaismäärä 60-65 GWh). Biokaasun tuotantomääriin voidaan vaikuttaa paikallisesti, mutta tuotannon aloitus vaatii suuret investoinnit

Yleisiä juttuja aihepiirin tiimoilta:

- Hiilineutraalisuus on iso asia
- Globaali asia, johon voi vaikuttaa myös paikallisesti
- Aihepiiri ja toimenpiteet tulevat vaikuttamaan meihin jokaiseen
- Jokainen meistä voi vaikuttaa hiilineutraalisuuden toteutumiseen omilla teoilla ja valinnoilla
- Onko skenaarioiden tulevaisuus mahdollisuus ja voimavara Etelä-Savolle?
- Omien maakunnallisten resurssien tehokkaampi hyödyntäminen kestävästi
- Informaatio

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Liikennesektori Etelä-Savossa

Hiilivapaa Etelä-Savo -hanke

Raghu KC  
Nuorempi tutkija  
LUT Yliopisto



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



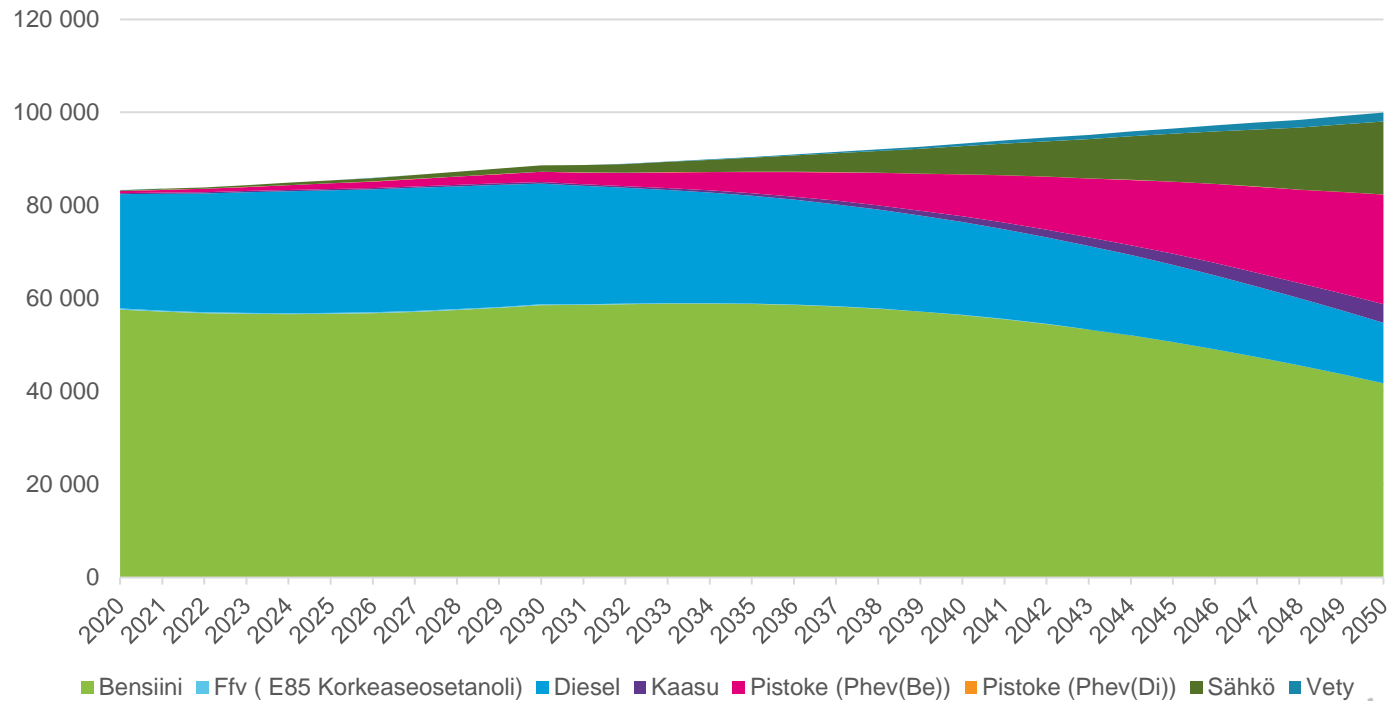
## 2.3 Liikennesektori

- Lähtötiedot perustuvat
  - Traficom tietokanta (Etelä-Savon ajoneuvomäärät nykyisin)
  - VTT tietokanta: ALIISA autokantamalli (Liikenneviraston ennuste tulevaisuuden ajoneuvomäärästä)
  - Tietokannoista on johdettu Etelä-Savon ajoneuvomäärien kehitys
  - Liikennesuorite kasvaa ALIISA mallin mukaisesti
  - Oletuksena on että kokonaisliikennesuorite (kilometrimäärät) ovat samat kaikissa skenaarioissa
  - BAU ("business as usual") skenaarion lähtökohtana on aiemmin toteutunut kehitys

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 2.3 Liikennesektori

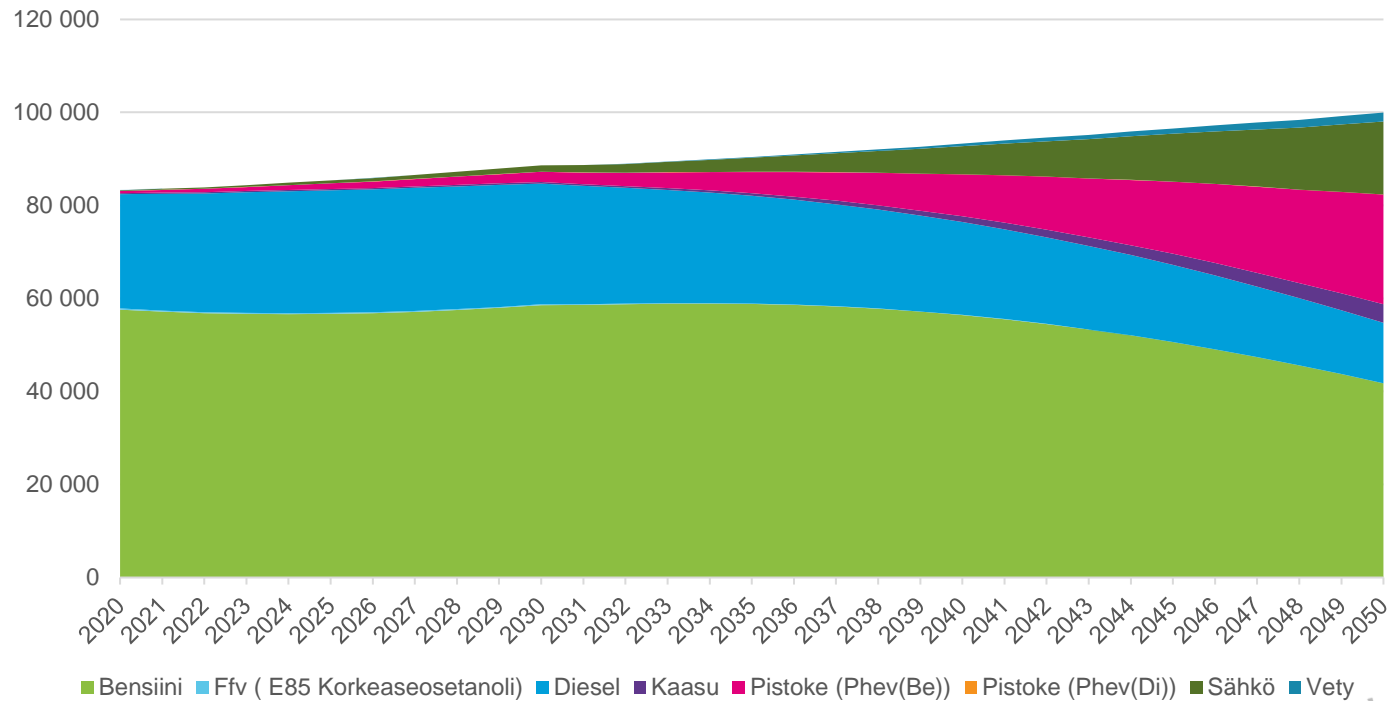
Ajoneuvojen lukumäärän kehitys, BAU



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 2.3 Liikennesektori

Ajoneuvojen lukumäärän kehitys, BAU

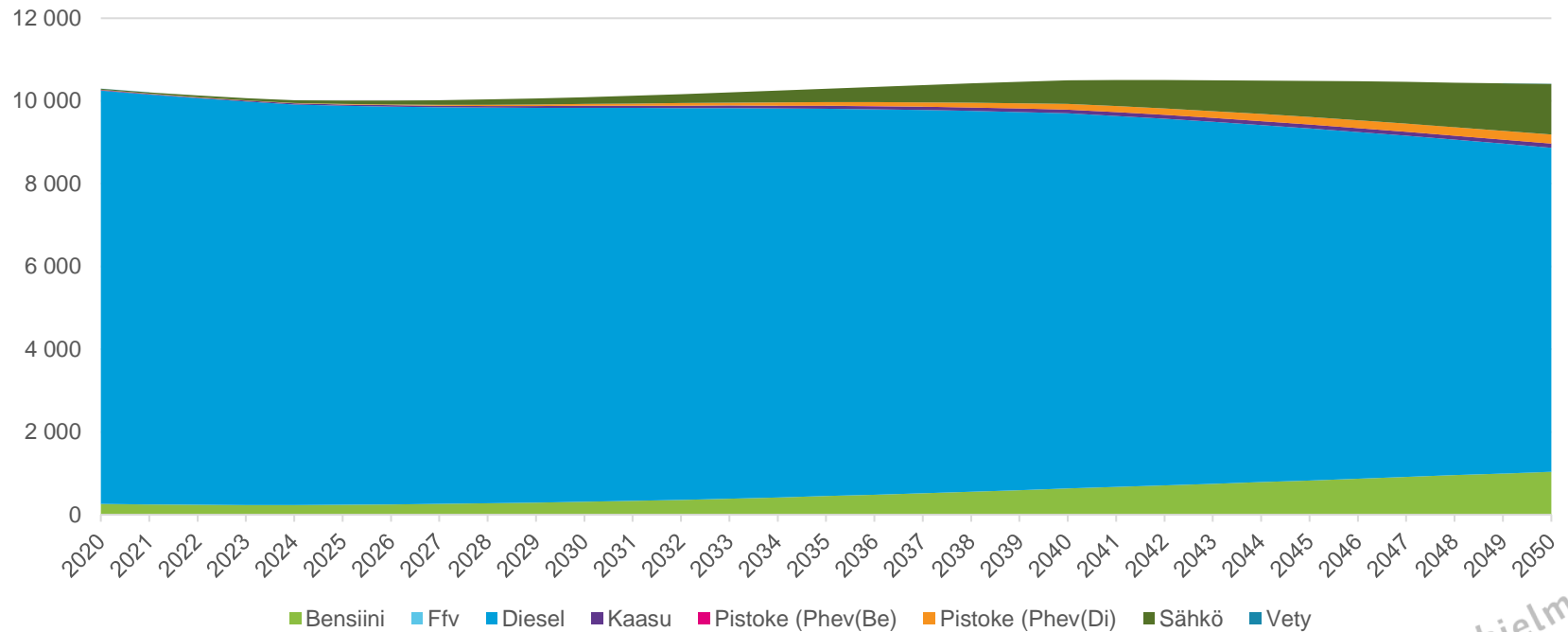


Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



## 2.3 Liikennesektori

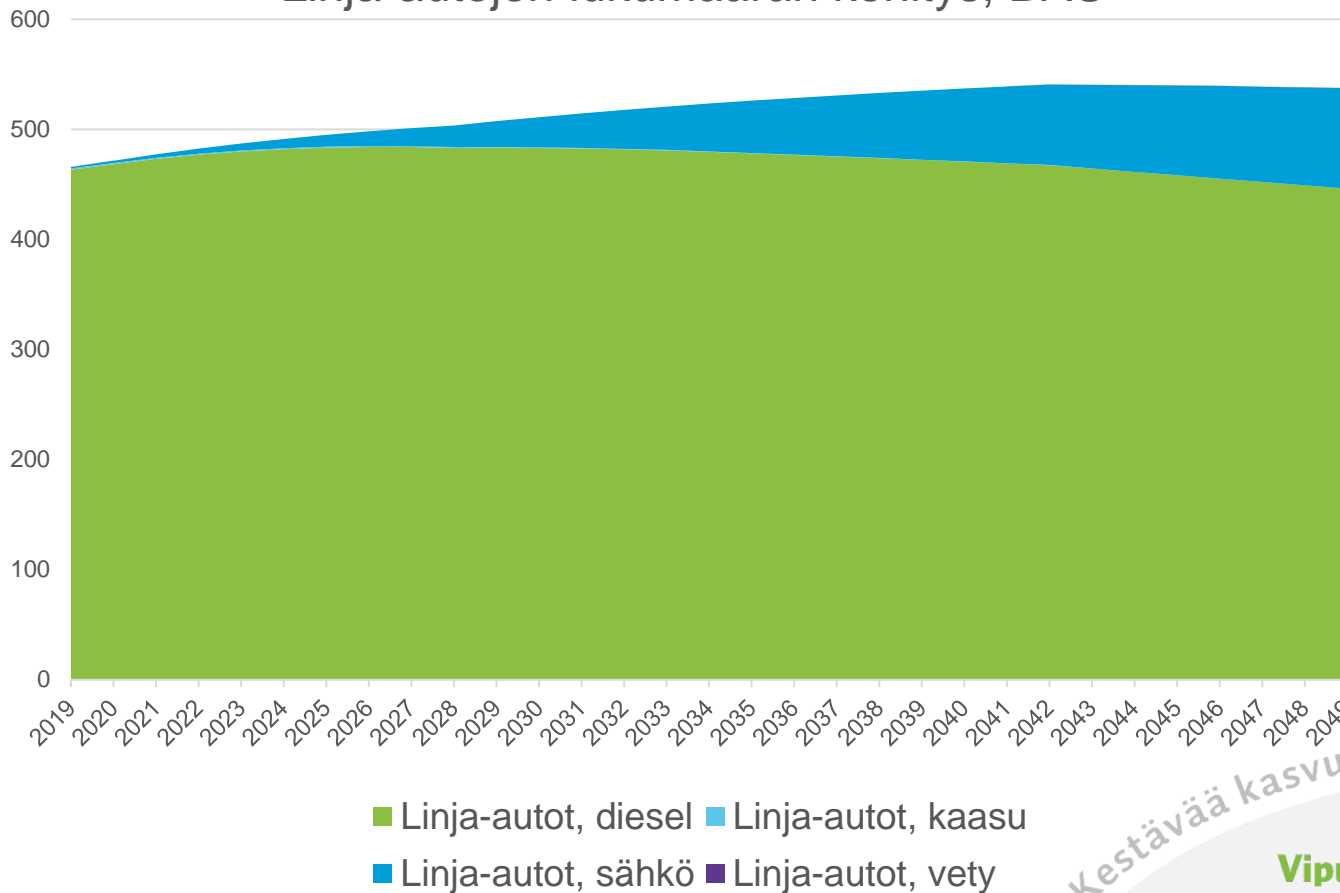
### Pakettiautojen lukumäärän kehitys, BAU



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 2.3 Liikennesektori

Linja-autojen lukumäärän kehitys, BAU

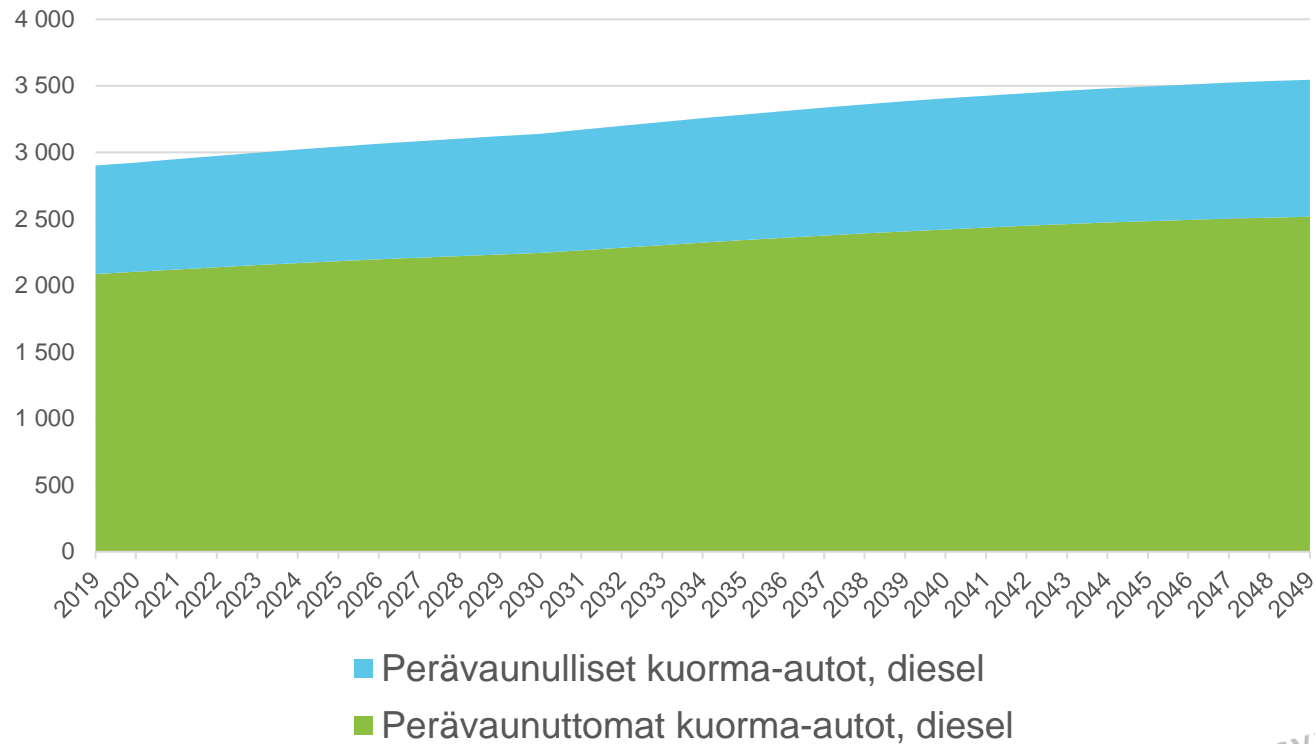


- Linja-autot, diesel
- Linja-autot, kaasu
- Linja-autot, sähkö
- Linja-autot, vety

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 2.3 Liikennesektori

### Kuorma-autojen lukumäärän kehitys, BAU

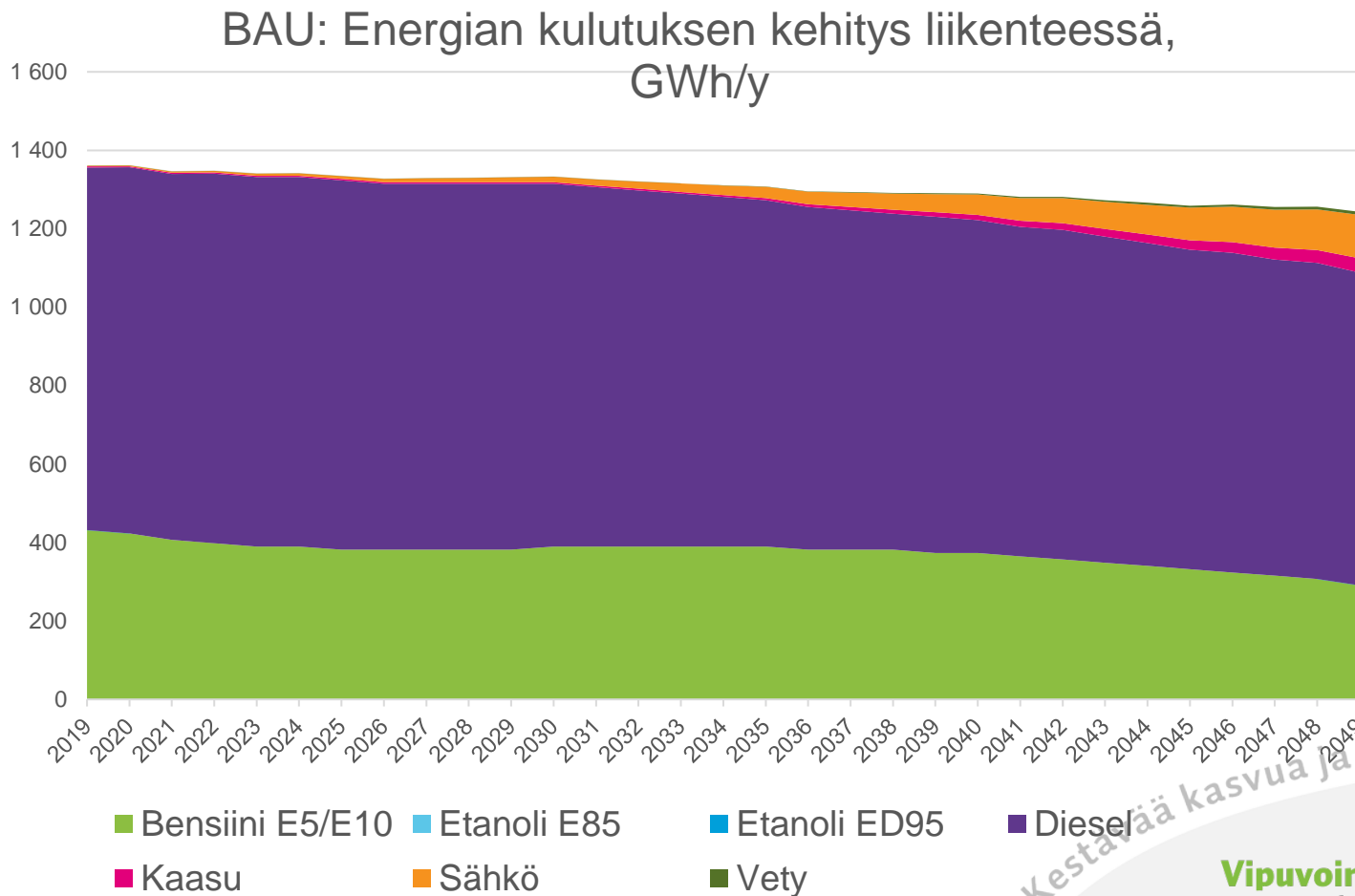


Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



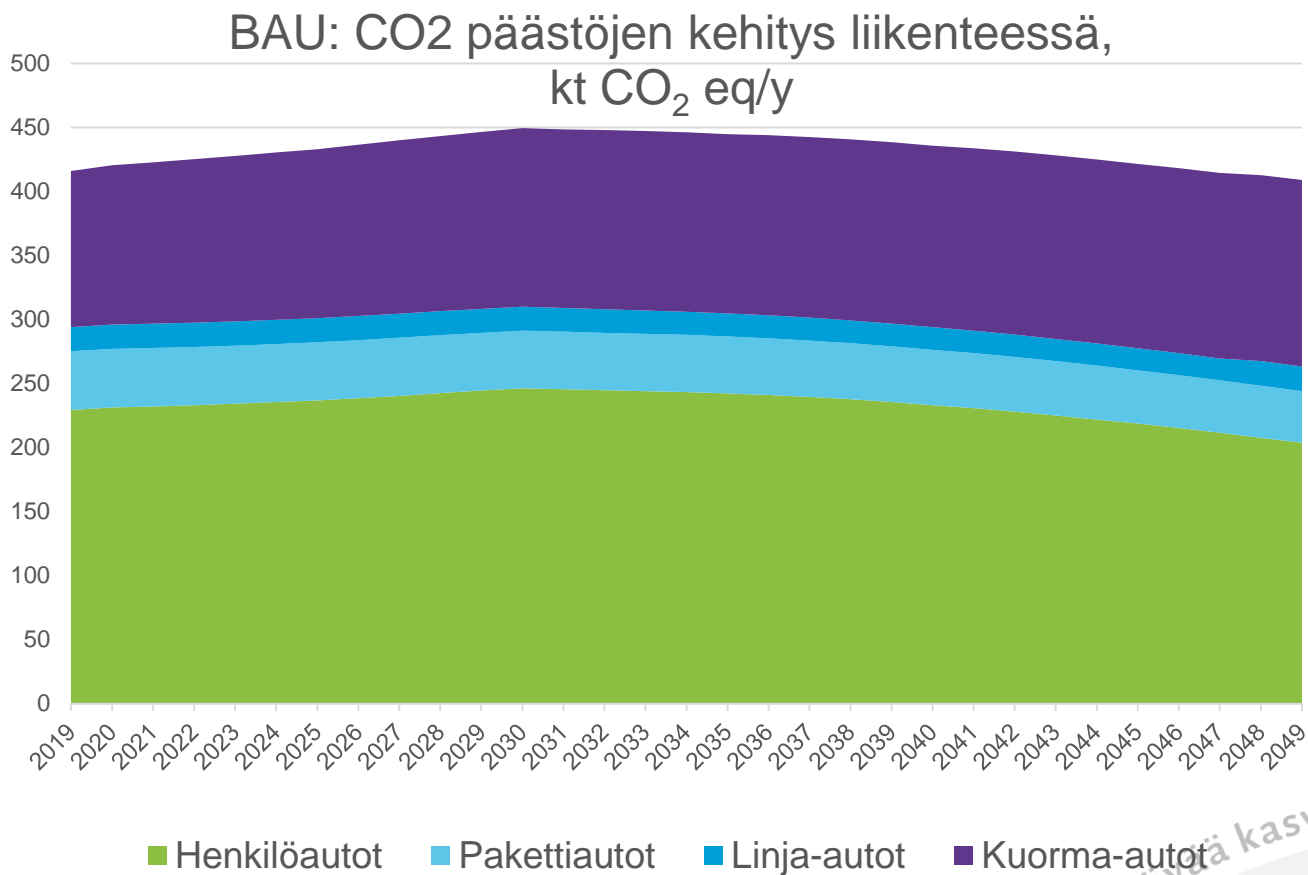
## 2.3 Liikennesektori



Kestävä kasvua ja työtä -ohjelma



## 2.3 Liikennesektori



## 2.3 Liikennesektori

Skenaarioiden lähtökohtana on kuvata päästövähennystarve, jonka pitää olla 80% pienempi kuin vuoden 1990 päästötaso energiasektorilla (sisältää liikenteen). Vuoden 1990 CO<sub>2</sub>-päästöt olivat 1000 kt CO<sub>2</sub> ekv, jolloin tavoitetaso hiilineutraaliuteen tulisi olla vähintään 200 kt CO<sub>2</sub> ekv.

- SKE1: Hiilineutraalius vuoteen 2050 mennessä
- SKE2: Hiilineutraalius vuoteen 2030 mennessä
- SKE3: Hiilineutraalius vuoteen 2040 mennessä

Liikenteen päästöt olivat vuonna 2017 398 kt CO<sub>2</sub> ekv ja hiilineutraalisuus tavoitteessa päästöt olisivat 94 kt CO<sub>2</sub> ekv eri skenaarioiden tavoitevuonna

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



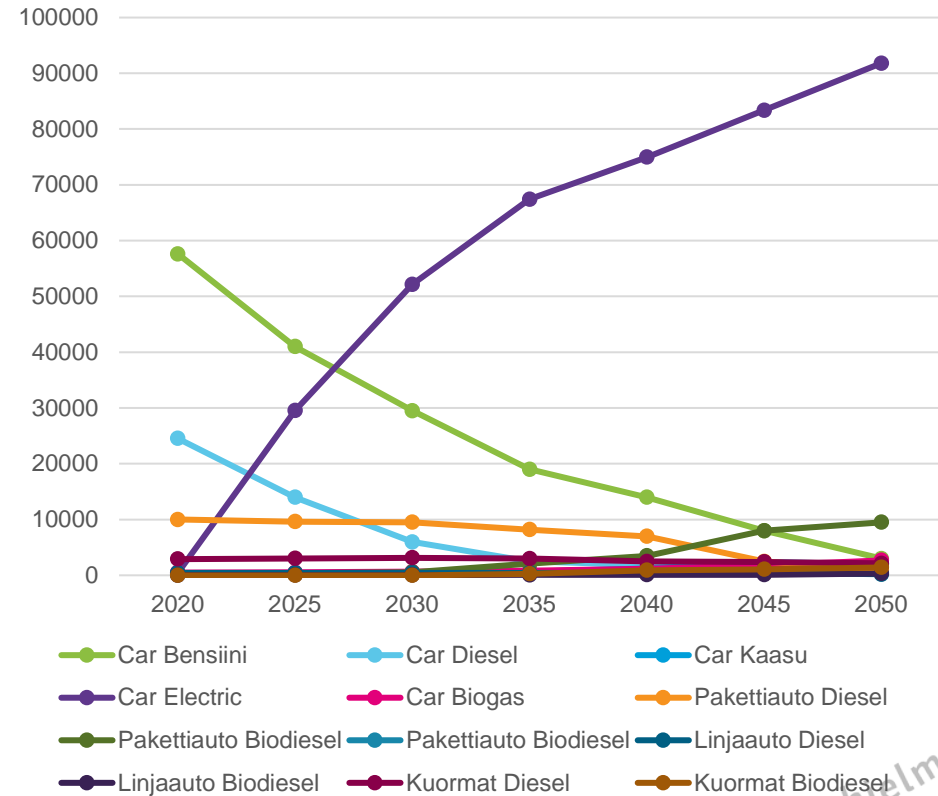
Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

## 2.3 Liikennesektori

### Skenaario 1:

- Isoja ja nopeita muutoksia tarvitaan
- Biodieselin osuutta pitäisi lisätä
- Biokaasulla on vähäisempi merkitys alueella, koska tuotantomäärät ovat pieniä suhteessa liikenteen kokonaiskulutukseen
- Sähköautojen merkittävä kasvu

### Ajoneuvokannan kehitys



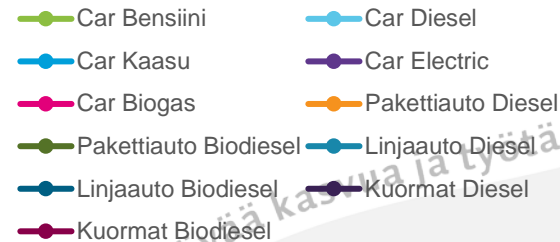
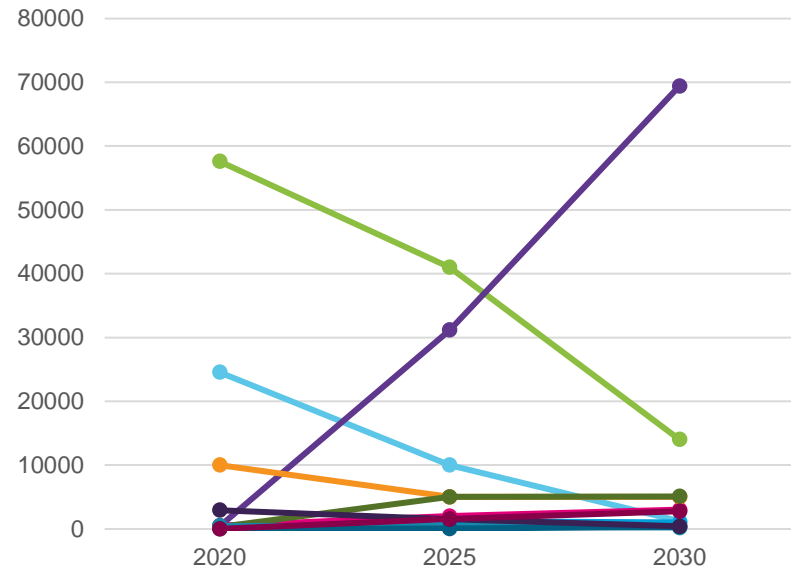
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 2.3 Liikennesektori

### Skenaario 2:

- Aikataulu on liian kireä
- Biodieselin käytön merkittävä lisäys tarvitaan tällä aikataululla
- Bensiiniautojen määrä on suurempi kuin skenaariossa 1
- Sähköautojen merkittävä kasvu

### Ajoneuvokannan kehitys



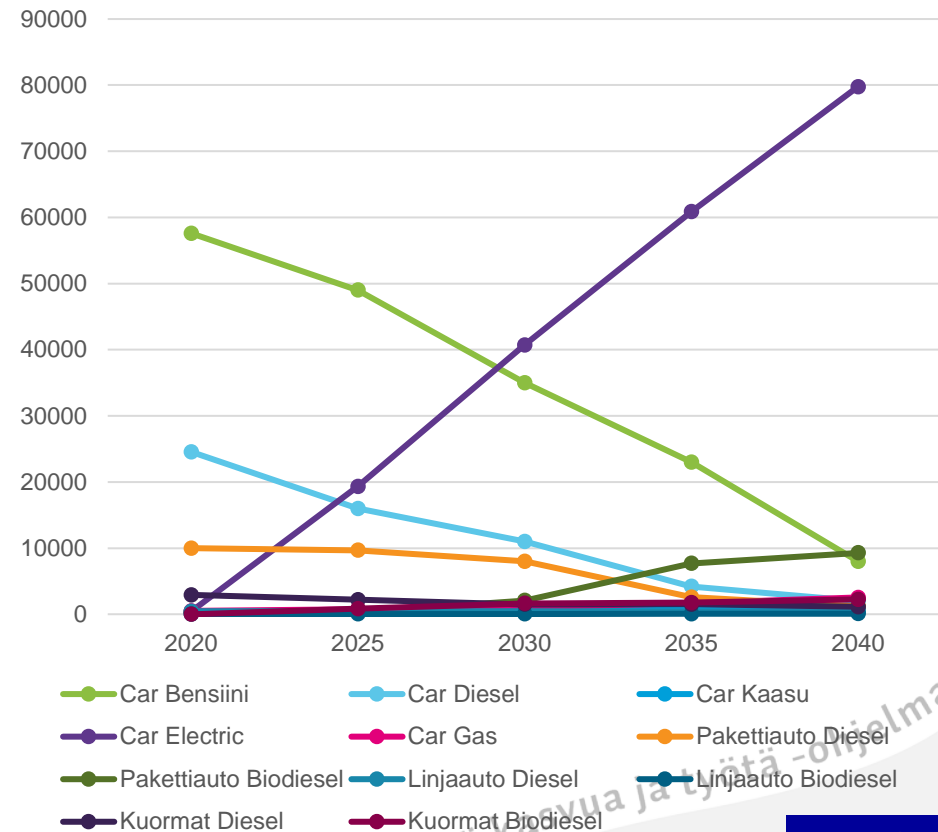


## 2.3 Liikennesektori

### Skenaario 3:

- Biodieselin osuutta täytyy lisätä
- Biokaasulla on vähäisempi merkitys alueella, koska tuotantomäärät ovat pieniä suhteessa liikenteen kokonaiskulutukseen
- Sähköautojen merkittävä kasvu

### Ajoneuvokannan kehitys



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



## 2.3 Liikennesektori

### Sekoitusvelvoite:

- VTT:n ALIISA –mallissa liikennepolttoaineiden (benssiini ja diesel) uusiutuvan polttoaineen sekoitevelvoite on vuoden 2020 velvoitteen mukainen (benssiini ja diesel 20%)
- Tehtyjen päätösten mukaan sekoitevelvoite nousee vuonna 2030 benssiinillä ja dieselillä 30%
- Tämän johdosta BAU skenaarion tuloksissa esitetyt liikenteen aiheuttamat päästöt laskevat noin 12% vuodesta 2030 alkaen
- Sekoitusvelvoitteen nosto helpottaa siirtymistä fossiilisista ajoneuvoista päästöttömiin ajoneuvoihin (esim. sähköautot), mutta ajoneuvojen kokonaismäärään sillä ei ole isoa vaikutusta
- Seuraavissa kuvissa on arvioitu sekoitusvelvoitteen noston vaikutuksia ajoneuvomääriin eri skenaarioissa

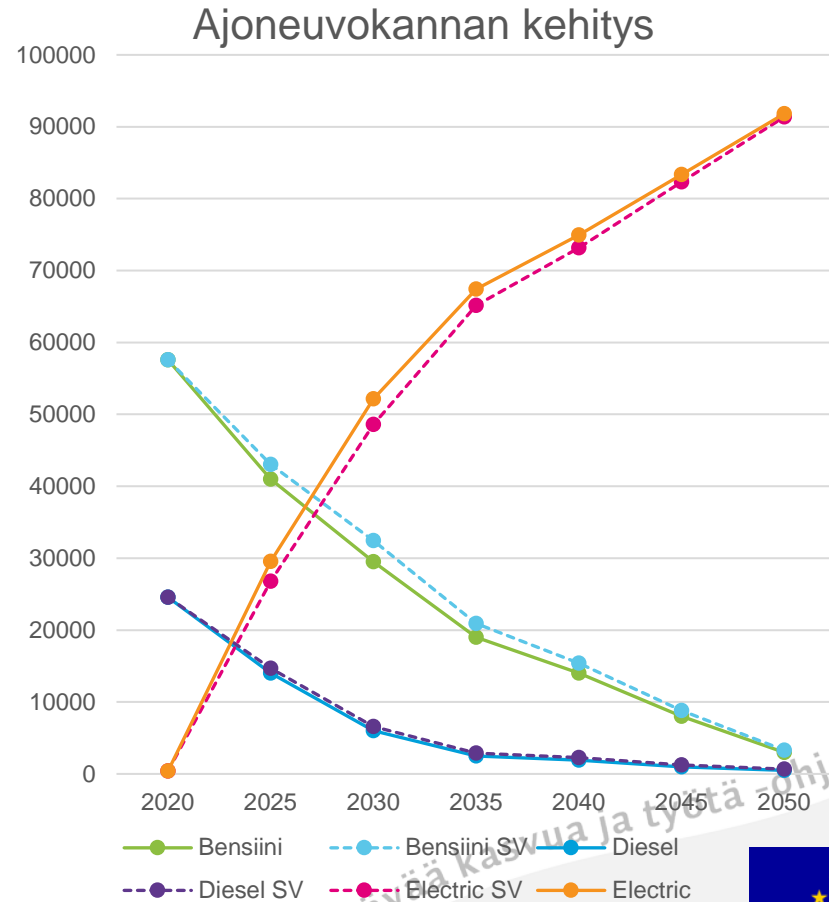
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 2.3 Liikennesektori

### Skenaario 1:

- Oletettu sekoitusvelvoite
- ALIISA – mallin mukainen biobensiinin osuus vuonna 2030 30%, dieselissä bio-osuus voi olla jopa 30-50%

Vuosi	Bensiini	Diesel
2020	20 %	20 %
2025	25 %	25 %
2030	30 %	30 %
2035	30 %	35 %
2040	30 %	40 %
2045	30 %	45 %
2050	30 %	50 %



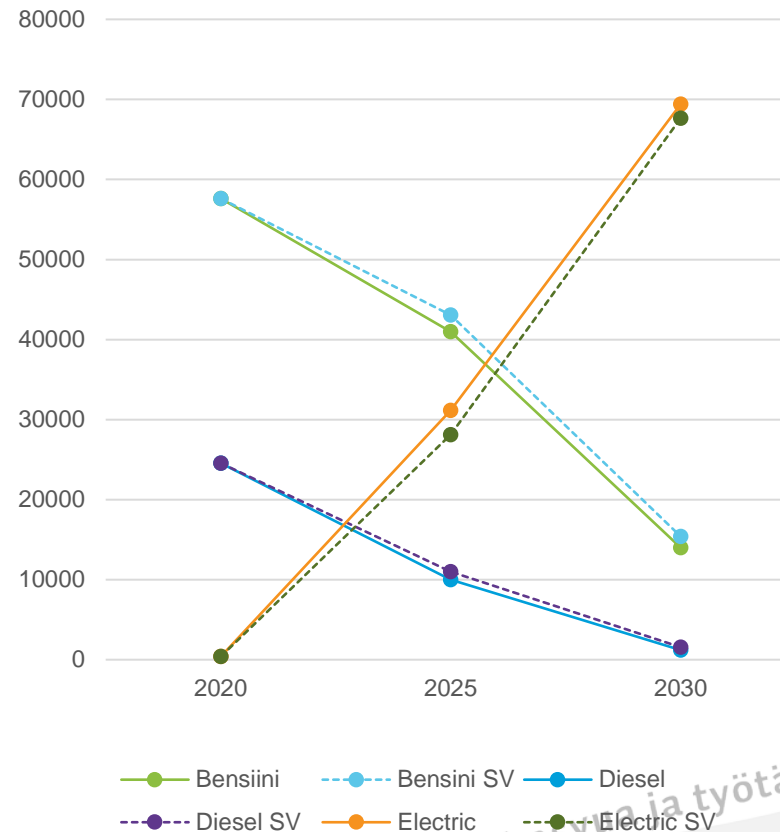
## 2.3 Liikennesektori

### Skenaario 2:

- Oletettu sekoitusvelvoite

Vuosi	Bensiini	Diesel
2020	20 %	20%
2025	25 %	30 %
2030	30 %	50 %

Ajoneuvokannan kehitys



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

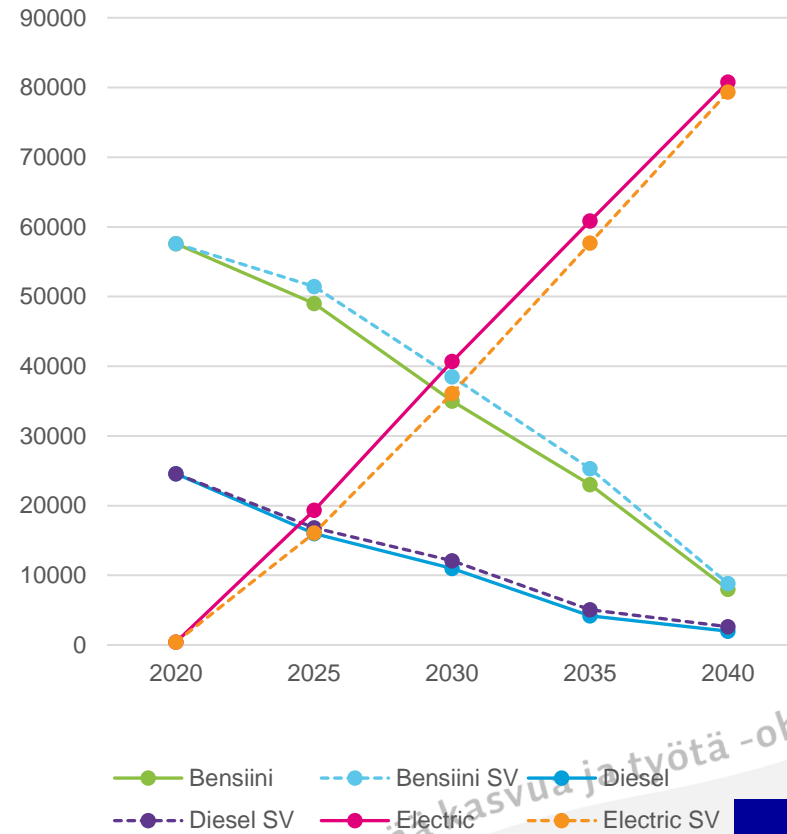
## 2.3 Liikennesektori

Skenaario 3:

- Oletettu sekoitusvelvoite

Vuosi	Bensiini	Diesel
2020	20 %	20%
2025	25 %	25%
2030	30 %	30 %
2035	30 %	40 %
2040	30 %	50 %

Ajoneuvokannan kehitys



Kestävä kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



## 2.3 Liikennesektori

### Johtopäätökset:

- Diesel polttoaineen käyttö kuorma-autoissa vaatii biodieselin osuuden merkittävää nostoa
- Aikataulu on liian kireä hiilineutraalisuuden saavuttamiseksi
- Ajoneuvojen pitkän elinkaaren johdosta tarvitaan välittömästi toimenpiteitä uusiutuvia energialähteitä käyttävien ajoneuvojen määrän lisäämiseksi
- Ajoneuvokannan kehitys on arvio
- Ajoneuvokannan uusiutuminen vie aikaa
- Toimenpiteitä vaaditaan välittömästi

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

## 2.4 Yhteenveto energian käytöstä ja hiilidioksidipäästöistä

- Vuonna 2017 Etelä-Savon maakunnan energian käyttö oli 7 131 GWh ja tästä aiheutui kasvihuonekaasupäästöjä 925 kt<sub>CO<sub>2</sub>,ekv.</sub>
- Skenaarioissa kasvihuonekaasupäästöt laskivat tavoitetasoon (200 kt<sub>CO<sub>2</sub>,ekv.</sub>)
- Päästöjen vähentäminen vaatii fossiilisten polttoaineiden (turve ja öljyt) korvaamista uusiutuvilla energialähteillä (puu, biokaasu, aurinko ja tuuli)
- Tuontisähkön ominaispäästö laskee valtakunnallisten toimenpiteiden johdosta
- Turpeen käyttö voi vähentyä nopeammin kun skenaarioissa on arvioitu ja tämä lisää paikallisen puupolttoaineen käyttöä
- Turpeen käyttöön voidaan vaikuttaa paikallistasolla
- Liikennesektorilla päästövähennykset ovat kaikkein haastavimmat ja toteutuminen vaatii todennäköisesti enemmän aikaa kuin skenaarioissa on arvioitu. Toki kansainväliset ja kansalliset toimenpiteet voivat kiihdyttää muutosta

Kestävää kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

### 3. Metsien hiilensidonta, Luke

- Osatehtävän tavoitteena oli selvittää Etelä-Savon metsien merkitys hiilivarastona sekä hiilipäästöjen kompensoinnissa.
- Osatehtävässä tarkasteltiin sekä hakkuupotentiaalin että hiilivaraston muutoksia erilaisissa metsien käytön skenaarioissa. Vertailtavina skenaariot:
  - BAU perusmetsänhoito
  - SCE1 metsänhoidon aktivoivointi puuntarjonnan lisäämiseksi
  - SCE2 hiilensidonnan aktivoivointi hiilineutraaliuden edistämiseksi
  - SCE3 puuntarjontaa ja hiilineutraaliutta optimoiva metsänhoito
- Osatehtävä toteutettiin Valtakunnan metsien inventoinnissa (VMI11) mitattujen koealapuustojen kehityssimulointeihin perustuvana skenaarioanalyysinä.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



# Hiilivapaa Etelä-Savo

LUKE:n loppuraportti hankkeen metsäosiosta  
7.2.2020

Soili Haikarainen  
Hannu Salminen  
Mika Lehtonen  
Jouni Siipilehto  
Anssi Ahtikoski  
Antti Wall  
Saija Huuskonen  
Jari Hynynen

# 3.1 Sisältö, lähtökohdat, skenaariot ja päälinjat

## Sisältö:

- Tutkimuksen lähtökohdat
- Tutkimuksen toteutuksen päälinjat
- Skenaariot
- Aineisto
  - Metsät, metsitettävät
- Menetelmät
  - Tutkimuksen vaiheet
  - Skenaariolaskenta (simuloinnit ja optimoinnit skenaarioittain, puuston hiili)
  - Maan hiili
  - Metsityskohteet
- Tulokset
  - Lähtötilanne: Puuston tilavuus, biomassa, hiilivarasto
  - Kehitysennusteet:
    - » Puuston tilavuus, hakkuukertymät, tulot ja kulut, puuston hiilivarasto
    - » Maan hiilivarasto
    - » Metsitettävät alueet
- Yhteenveto

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 3.1 Sisältö, lähtökohdat, skenaariot ja päälinjat

Tutkimuksen lähtökohdat:

- Hiilivapaa Etelä-Savo -hankkeen tavoitteena on tehdä Etelä-Savosta ensimmäinen hiilivapaa maakunta Suomessa.
- Hiilivapaa maakunta tarkoittaa, että maakunnan sisäinen toiminta ei muuta ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta.
- Hiilivapaa Etelä-Savo -hankkeen metsäosion tavoitteena oli selvittää Etelä-Savon metsien merkitys hiilivarastona sekä hiilipäästöjen kompensoinnissa.
- Metsäosion toteuttajana oli Luonnonvarakeskuksen tutkimusryhmä (skenaariolaskelmat: Soili Haikarainen, Hannu Salminen, Mika Lehtonen, Jouni Siipilehto, Anssi Ahtikoski, Saija Huuskonen, Jari Hynynen; metsitysalueet: Antti Wall).
  - Metsäosio toteutettiin Valtakunnan metsien inventoinnissa (VMI11) mitattujen koealapuustojen kehityssimulointeihin perustuvana skenaarioanalyysinä.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 3.1 Sisältö, lähtökohdat, skenaariot ja päälinjat

Tutkimuksen toteutuksen päälinjat:

- Tutkimuksessa simuloitiin suuri määrä vaihtoehtoisia puuston kehityssennusteita Etelä-Savon maakunnan metsille hankkeessa määritettyjen **skenaarioiden** yleisperiaatteiden mukaisesti.
- Metsien nykytilaa edustava kuvaus skenaarioiden alkutilanteeksi saatiin valtakunnan metsien 11. inventoinnin maastokoeala-aineistosta.
- Simuloinnit toteutettiin Luonnonvarakeskuksen Motti-ohjelmistoon sisältyvillä puuston kehitysdynamiikkaa ja toimenpiteiden vaikutuksia ennustavilla malleilla.
- Simuloinneissa metsänkasvatusta ohjattiin ohjetiedostoilla, joiden sisältämät metsänkasittelytoimenpiteet (kasvatusketjut) noudattelivat hankkeessa määritettyjen skenaarioiden ideaa.
- Kunkin skenaarion sisällä valittiin lineaarisen optimoinnin (JLP) avulla optimiratkaisu (jokaiselle metsikölle yksi kasvatusketju), ja metsiköiden yhteistulos muodosti koko maakunnan metsien kehitysskenaariot.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 3.1 Sisältö, lähtökohdat, skenaariot ja päälinjat

### Skenaariot:

- Hiilivapaa Etelä-Savo -hankkeessa määritellyt metsien käyttöä koskevat skenaariot

**BAU** Perusmetsänhoito

**SCE1** Metsänhoidon aktivointi puuntarjonnan lisäämiseksi

**SCE2** Hiilensidonnan aktivointi hiilineutraaliuden edistämiseksi

**SCE3** Puuntarjontaa ja hiilineutraaliutta optimoiva metsänhoito

- Skenaarioiden sisällöstä tarkemmin jäljempänä esityksessä

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 3.1 Sisältö, lähtökohdat, skenaariot ja päälinjat

Tutkimuksen toteutuksen päälinjat:

- Tutkimuksessa tarkasteltiin sekä hakkuupotentiaalin että hiilivaraston muutoksia erilaisissa metsien käytön skenaarioissa.
- Tarkastelu kattaa puuntuotannon piirissä olevat metsämaan metsät (n. 90 % kaikista metsistä), joihin ei kohdistu muista käyttömuodoista johtuvia käsittelyrajoitteita.
  - Ulkopuolelle jäävät kitu- ja joutomaat, sekä suojelualueet ja rajoitetun puuntuotannon alueet.
- Hiilivarastoon sisältyy elävän ja kuolleen puuston maanpäällinen ja maanalainen hiili.
- Metsien lisäksi tarkasteltiin myös peltojen metsitysten vaikutusta hiilivarastoon.
- Tuloksia tarkasteltiin 30–50 vuoden jaksolta.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 3.2 Aineisto ja menetelmät

### Aineisto:

Metsien tila skenaarioiden alussa kuvattiin valtakunnan metsien inventoinnin koeala-aineistolla (VMI11, maastotyöt 2009–2013).

- Rajoittamattoman puuntuotannon metsämaan koealat
  - yhteensä 4084 koealaa.
- Koealojen edustama pinta-ala n. 1,1 milj. ha.
- Kivennäismaita 81 % ja turvemaita 19 %.

a) VMI 11 koealat rajoittamattoman puuntuotannon metsämaalla Etelä-Savossa.

Kasvu- paikka	Kankaat	Korvet	Rämeet	Yht.
1	100	22	2	124
2	1004	198	10	1212
3	1705	240	55	2000
4	455	18	179	652
5	19		55	74
6			5	5
(7)	(17)			(17)
Yht.	<b>3300</b>	<b>478</b>	<b>306</b>	<b>4084</b>

b) Koealaojen edustamat pinta-alat, ha

Kasvu- paikka	Kankaat	Korvet	Rämeet	Yht.
1	27 308	6 008	546	33 862
2	274 176	54 071	2 731	330 978
3	465 612	65 541	15 020	546 172
4	124 254	4 916	48 883	178 052
5	5 189		15 020	20 208
6			1 365	1 365
(7)	4 642			4 642
Yht.	<b>901 182</b>	<b>130 535</b>	<b>83 564</b>	<b>1 115 281</b>

## 3.2 Aineisto ja menetelmät

Aineisto:

Kesantopeltoja ja muita alueita arvioitiin metsitettävän seuraavasti  
(*Tilastoista toisaalla Hiilivapaa Etelä-Savo -hankkeessa johdettu tieto*):

- Kivennäismaat 7 666 ha
- Turvemaat 442 ha
- Metsitettävät kohteet yhteensä: 8 108 ha

Laskelmissa metsitykset oletettiin tehtävän vuoden 2020 vaiheilla.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

**Vipuvoimaa**  
**EU:lta**  
2014–2020





## 3.2 Aineisto ja menetelmät

Menetelmät:

Tutkimuksen vaiheet

1. Metsävarojen yleiskuvaus aineiston perusteella.
2. Skenaariolaskenta (erikseen kullekin 4 skenaariolle).
  - Simulointi: Metsiköiden (koealapuustojen) kehityssennusteet useiden vaihtoehtoisten kasvatusketjujen mukaisesti Motti-ohjelmistolla
  - Optimointi: Skenaariokohtaisten optimiratkaisujen valinta
    - yksi käsittelyketju / metsikkö
  - Tulosten laskenta
    - puuston kehitys, hakkuukertymät, taloustulokset, biomassa, hiili jne.
    - metsikkökohtaisten tulosten koostaminen aluetasolle
  - Skenaarioiden vertailu
3. Maahiilen nykytila ja sen muutosten ennustaminen Yasso07-  
maaperämallilla.
4. Peltojen metsittämisen vaikutusten laskenta.

## 3.2 Aineisto ja menetelmät

Menetelmät:

Skenaariolaskenta

- Puustojen kehitys ennustettiin VMI-koealojen mukaisesta lähtötilanteesta alkaen Motti-ohjelmistolla.
- Kullekin metsikölle simuloitiin useita vaihtoehtoisia puulaji- ja kasvupaikkakohtaisia kasvatusketjuja.
- Kasvatusketjuissa
  - metsänhoito ja hakkuut metsänhoitosuosituksen periaattein, toimenpiteiden ajoituksia ja voimakkuuksia vaihdellen
  - lisäksi vaihtoehtoja, joissa vähemmän tai ei lainkaan toimenpiteitä.
- Erilaisia kasvatusketjuja oli kaikkiaan 5340.
- Kehitysennusteet simuloitiin 100 vuodelle, josta varsinaiseen tulostarkasteluun otettiin 50 vuoden jakso.
- Lineaarisen optimoinnin avulla poimittiin yksi metsänkasvatusketju kullekin metsikölle (skenaarioittain), joiden yhdistelmänä laskettiin tulokset kaikille metsämaan metsille.

Kestävää kasvua juuri nyt -ohjelma

# 3.2 Aineisto ja menetelmät

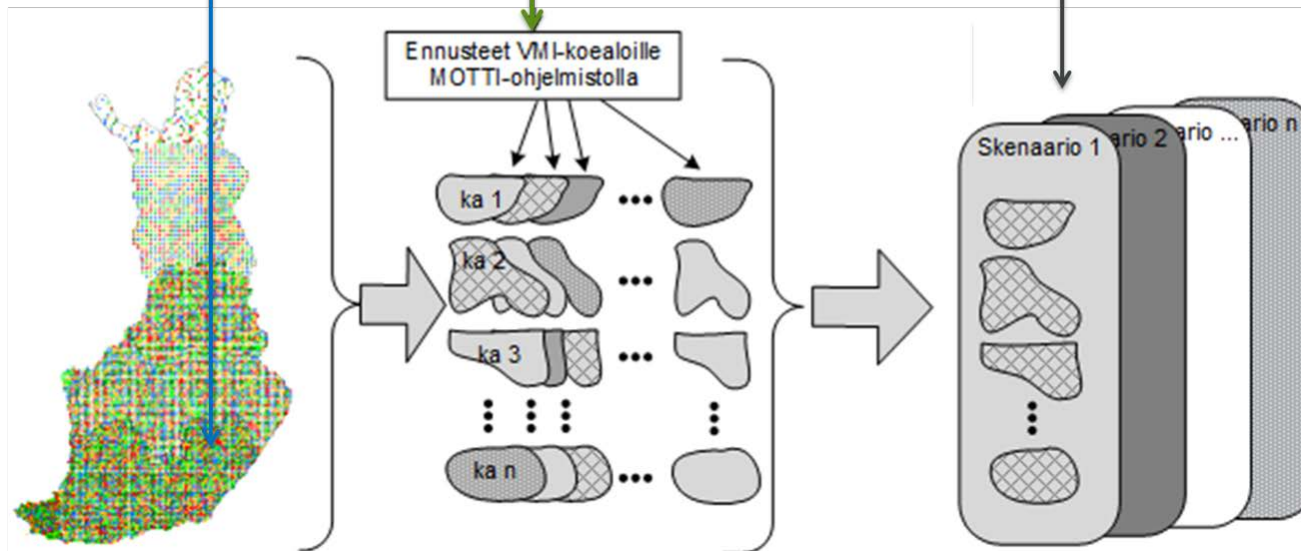
## Skenaariolaskenta

Laskenta-aineistona valtakunnan metsien inventoinnin (VMI11) **maastokoealat** Etelä-Savon maakunnassa

Jokaiselle koealalle tuotettiin useita vaihtoehtoisia **skenaarioiden** tavoitteiden mukaisia **metsänkasvatusketjuja**  
Ennusteet tuotettiin laajoihin mittaussaineistoihin perustuvilla kasvu- ja tuotusmalleilla (Motti-ohjelmisto)

Skenaarioittaisessa optimointitehtävässä poimittiin jokaiselle koealalle yksi metsänkasvatusketju.

**Aluetason tulokset** laskettiin näiden metsänkasvatusketjujen yhteistuloksena koealojen edustamien pinta-alojen perusteella.



## 3.2 Aineisto ja menetelmät

### Skenaariolaskenta (jatkoa)

#### Metsävarojen ja metsien käytön tunnuks

- Kunkin skenaarion optimiratkaisusta saatiin tarkastelujakson puuston kehitys (tilavuus, biomassa, jne.), hakkuukertymät (määrä ja rakenne), hakkuiden ja metsänhoidon toimenpidepinta-alat, tulot ja kulut.
- Tulokset tuotettiin 5-vuotisjaksoittain, joista edelleen laskettiin 30 vuoden tarkastelujaksoa koskevia kokonaismääriä tai keskiarvoja ja piirrettiin 50 vuoden jakson kuvaajia.

#### Puuston hiili

- Puuston biomassa ennustettiin biomassamalleilla<sup>a</sup>, ja biomassa muunnettiin hiileksi suhdeluvulla 1:2 (biomassan hiilipitoisuus 50 %), hiili muunnettiin hiilidioksidiekvivalenteiksi (CO<sub>2</sub>-ekv) atomipainojen suhteella (44/12).

a) Repola, J. 2008. Biomass equations for birch in Finland. *Silva Fennica* 42:605–624.

Repola, J. 2009. Biomass equations for Scots pine and Norway spruce in Finland. *Silva Fennica* 43:625–647.

## 3.2 Aineisto ja menetelmät

### Skenaariolaskenta (jatkoa)

#### Skenaariolaskelmissa käytetyt arvot ja määrittelyt

- Hakkuissa runkojen katkenta nykyisin yleisesti käytössä olevien mitta- ja laatuvaatimusten mukaisesti.
- Kantohinnat puukauppatilastoista (Etelä-Savon maakunta / Kymi-Savon alue).
- Yksikkökustannukset alueellisina keskiarvoina (LUKE tilastot).
- Hinnat ja kustannukset deflatoituna elinkustannusindeksillä.
- Viimeaikojen toteutuneet hakkuukertymät ja toimenpidepinta-alat tilastoista ja metsäkeskuksen toimittamista tiedoista (Etelä-Savon maakunnan keskiarvotiedot 2013–2018).
  - esim. vuotuinen hakkuukertymä 7,329 milj. m<sup>3</sup>/v.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 3.2 Aineisto ja menetelmät

### Simuloinnit ja optimoinnit skenaarioittain

#### BAU Perusmetsänhoito

- Metsiä kasvatettiin nykyisen metsänhoidon tasoa mukailleen.
- Nykyinen metsänhoidon ja puunkäytön taso tilastoituihin toimenpidepinta-aloihin ja hakkuukertymiin perustuen.
- Toiminnan oletettiin säilyvän jatkossakin viimevuosien tasoisena.
  - Simuloinneissa nykymetsänhoidon mukaisia kasvatusketjuja sekä eriasteisia vähäisemmän työpanostuksen sisältäviä kasvatusketjuja.
  - Optimoinnissa valikoitui kasvatusketjujen yhdistelmä, joka vastasi mahdollisimman hyvin rajoitteina käytettyjä hakkuukertymiä ja toimenpiteiden pinta-aloja. Hakkuissa sallittiin vain vähäistä 5-vuotisjaksojen välistä vaihtelua (+/- 1%).

#### SCE1 Metsänhoidon aktivointi puuntarjonnan lisäämiseksi

- Puuntuotantoa tehostettiin kestävästi.
- Kaikki metsänomistajat aktiivisia, metsänhoito ”by the book” ja kaikkia puuntuotannon lisäämiseen soveltuvia kustannustehokkaita metsänhoidon keinoja hyödyntäen.
  - Simuloinneissa tehokkaasti järeän ja hyvälaatuisen tukkipuun kasvatukseen tähtäviä kasvatusketjuja.
  - Optimoinnissa maksimoitiin nettotulojen nykyarvoa 30 vuoden ajalta (3% korko), oletettiin vähintään nykyhakkuiden taso, toimenpidepinta-aloja ei rajoitettu.

Kestävä kehitys ja työ-ohjelma

## 3.2 Aineisto ja menetelmät

### Simuloinnit ja optimoinnit skenaarioittain

#### **SCE2** Hiilensidonnan aktivointi hiilineutraaliuden edistämiseksi

- Pyrittiin ylläpitämään kohtuullisen suurta puustopääomaa (hiilivarastoa) painottamalla puuntuotannossa pitkäkestoisiin puutuotteisiin soveltuvia puutavaralajeja (tukkia enemmän kuin kuitua) ja pidentämällä kiertoaikoja.
  - Simuloinneissa nykykäytännön mukaisia kasvatusketjuja sekä keskimääräistä pidempiä kiertoaikoja sisältäviä ketjuja.
  - Optimoinnissa maksimoitiin puustobiomassaa, hakkuutaso puolet BAU-hakkuista.

#### **SCE3** Puuntarjontaa ja hiilineutraaliutta optimoiva metsänhoito

- Yhdistelmä edellisistä skenaarioista.
- Hakkuumäärät säilytettiin lähes nykytasolla (BAU).
- Hiilen sitomista pyrittiin lisäämään kerryttämällä biomassaa mm. kiertoaikoja pidentämällä.
  - Simuloinneissa nykykäytännön mukaisia kasvatusketjuja sekä keskimääräistä pidempiä kiertoaikoja sisältäviä ketjuja (kuten SCE2).
  - Optimoinnissa maksimoitiin puustobiomassaa, hakkuutaso kuten BAU, mutta 5-vuotisjaksojen välillä sallittiin enemmän vaihtelua kuin BAU-skenaariossa (+/- 10%).

## 3.2 Aineisto ja menetelmät

### Maan hiili

- Metsämaan hiilivaraston alkutilanteen oletettiin olevan suuruudeltaan Etelä-Suomen keskimääräistä tasoa.
- Metsämaan maaperään sitoutuneen hiilen muutos ennustettiin kasvihuonekaasuinventaariossa käytetyillä menetelmillä; lähtötietoina olivat metsien pinta-ala, puuston määrä, luonnonpoistuma ja hakkuutähteet.
- Ennusteet laadittiin Yasso07 -maaperämallilla.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



## 3.2 Aineisto ja menetelmät

Metsityksen aikaansaama muutos kasvihuonekaasujen päästöissä

- Laskentaan käytetyt menetelmät perustuvat kasvihuonekaasuinventaariossa käytettäviin menetelmiin ja Motti-ohjelmistolla tuotettuihin puuston kehitysennusteisiin.
- **Metsitettäessä:** päästöjen/nielujen muutokset maaperälle ja puuston biomassalle (50 v. jakso).
  - Maaperä, kivennäismaat (OMT): 20 vuotta metsityksestä ruohikkoalueesta metsämaaksi muuttuneen alueen päästökertoimet, sen jälkeen metsämaan päästökertoimet (Yasso07)
  - Maaperä, turvemaat (Mtkg): päästökertoimet perustuvat kansallisiin mittaustuloksiin.
  - Puusto (OMT, Mtkg): istutetun kuusikon kehitys metsänhoitosuosituksen mukaisella kasvatuksella. Puuston biomassatuotos hiileksi kertoimella 0.5 (50 % hiiltä).
- **Ruohikkoalueena:**
  - Kivennäismaapellot: maaperän CO<sub>2</sub>-päästöt tasapainotilassa (ei muutoksia karikesyötössä)
  - Turvemaapellot: päästökertoimet 3,5 t C/ha/v hiilidioksidille, 0,24 t CO<sub>2</sub> ekv metaanille ja 0,51 t CO<sub>2</sub> ekv typpioksiduulille.
- **Metsityksen aikaansaama muutos:** erotuksena (metsitetty alue – ruohikkoalue)
  - Kasvihuonekaasupäästöt muunnettiin hiilidioksidiekvivalenteiksi: hiilidioksidin ja metaanin suhteella (44/12), metaani kertoimella 25 ja typpioksiduuli kertoimella 298.

## 3.3 Tulokset

Puusto tarkastelujakson alussa:

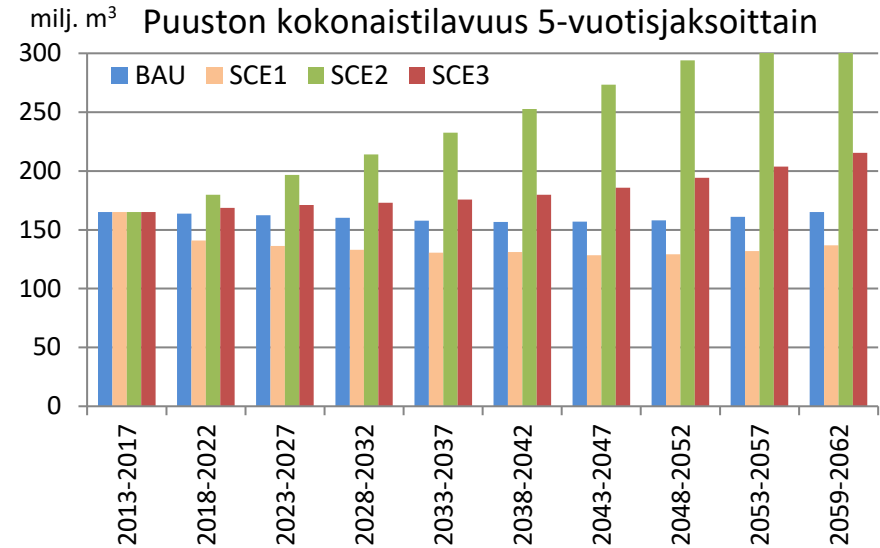
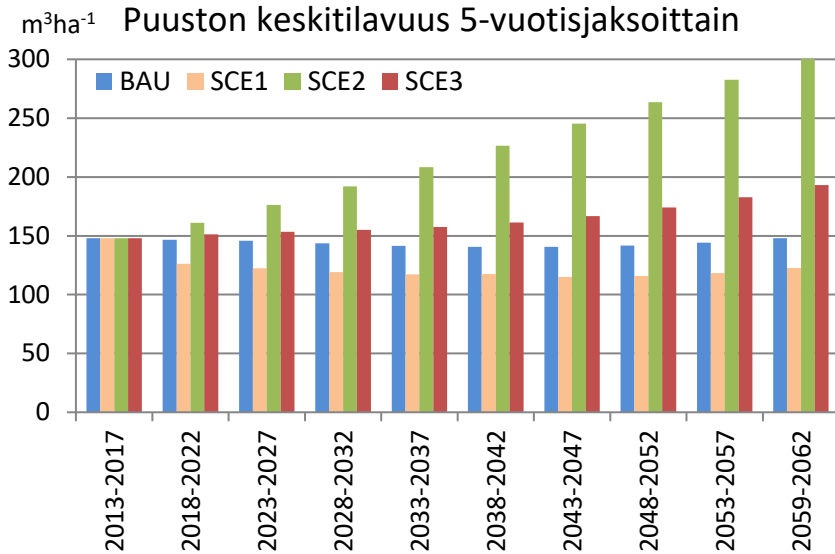
- Puuston\* kokonaistilavuus 165 milj. m<sup>3</sup>.
- Puuston\* keskitilavuus oli 148 m<sup>3</sup>/ha.
  - Vastaava VMI-mittauksissa määritetty keskiarvo on 147 m<sup>3</sup>/ha (VMI11) ja 152 m<sup>3</sup>/ha (VMI12)
- Elävän puuston biomassa\* 107 milj. tonnia.
  - VMI-mittauksissa määritetty biomassa (metsä- ja kitumaalla, ml. rajoitetut ja suojellut) on 123 milj. tn. (VMI11) ja 125 milj. tn (VMI12).
- Puuston\* hiilivarasto noin 197 Tg CO<sub>2</sub> ekv
  - noin 176 Mg CO<sub>2</sub> ekv / ha

\*) rajoittamattoman puuntuotannon metsämaalla

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

# 3.3 Tulokset

## Puuston tilavuuden kehitys eri skenaarioissa

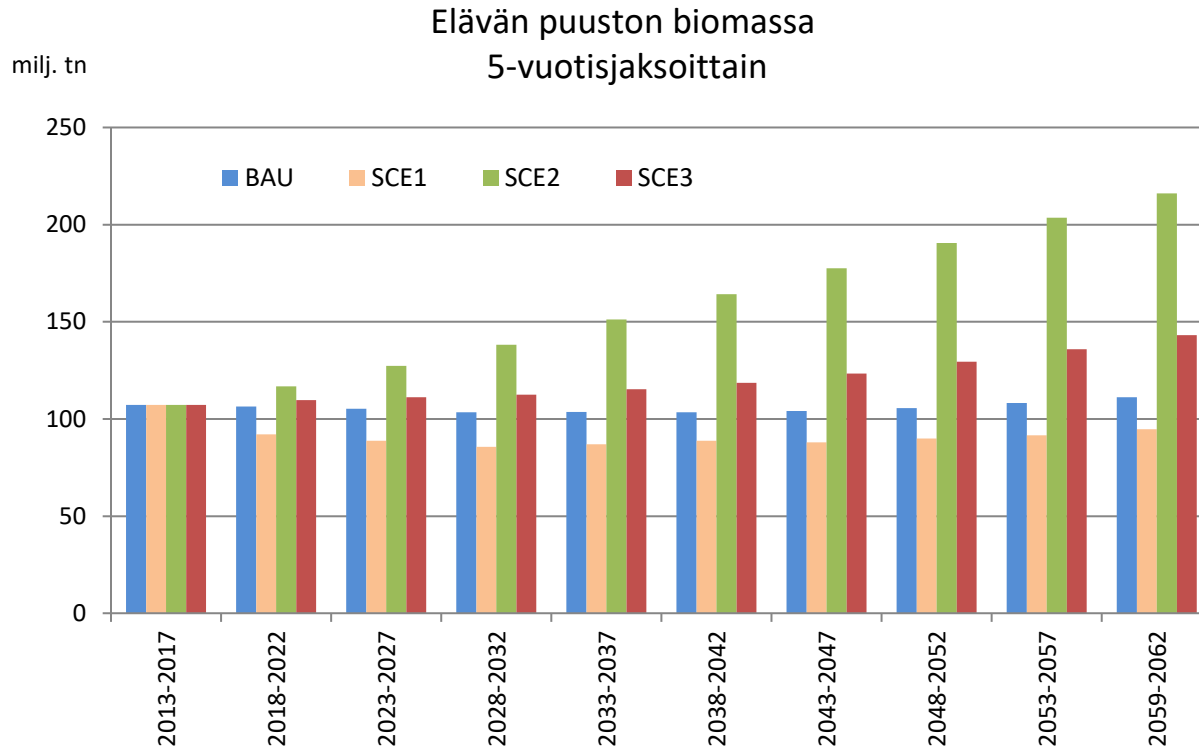


- BAU ja SCE1 skenaarioissa puuston tilavuus alenee ja kääntyy 30–40 vuoden vaiheilla lievään nousuun.
- SCE3 ja SCE4 skenaariossa puuston määrä lisääntyy, hiiltä kerryttävässä SCE3 puuston tilavuus kaksinkertaistuu 50 vuodessa.

- 30 vuoden kuluttua puuston tilavuus oli BAU:ssa 5 % pienempi, SCE1:ssä 21 % pienempi, SCE2:ssa 53 % suurempi, ja SCE3:ssa 9 % suurempi kuin alussa.

# 3.3 Tulokset

## Elävän puuston biomassan kehitys eri skenaarioissa



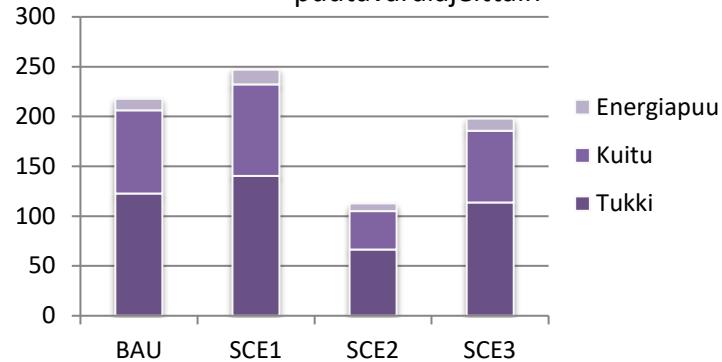
- Elävän puuston maanpäällinen ja maanalainen biomassa.
- 30 vuoden kuluttua puuston biomassa oli BAU:ssa 4 % pienempi, SCE1:ssä 17 % pienempi, SCE2:ssa 53% suurempi, ja SCE3:ssa 11 % suurempi kuin alussa.



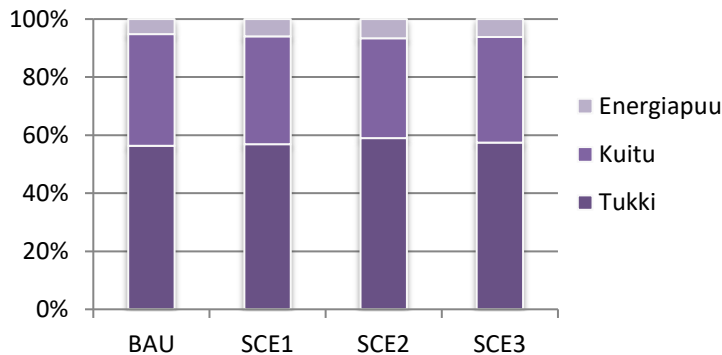
# 3.3 Tulokset

## Hakkuukertymät eri skenaarioissa 30 vuoden jaksolta

milj. m<sup>3</sup> 30 vuoden jakson hakkuukertymä yhteensä  
puutavaralajeittain



30 vuoden hakkuukertymän puutavaralajiosuudet

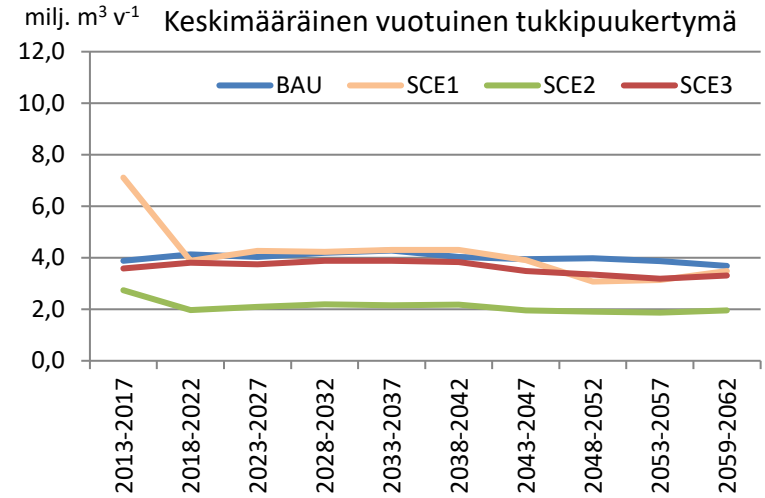
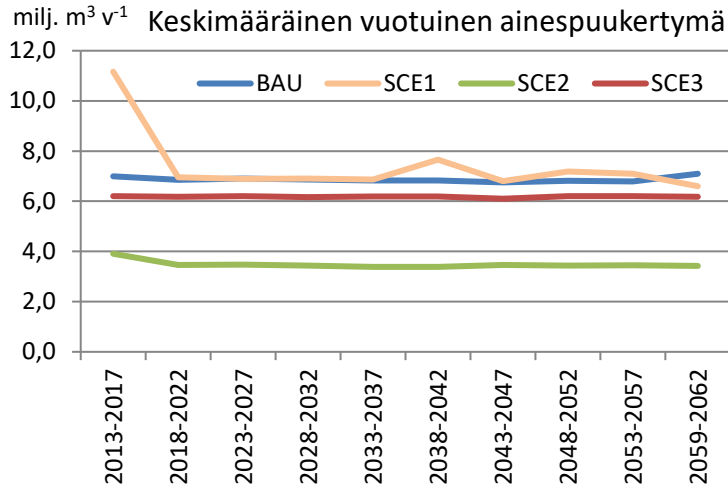


- 30 vuoden aines- ja energiapuun hakkuukertymät olivat BAU:ssa yhteensä noin 218 milj. m<sup>3</sup> (6,5 m<sup>3</sup>/ha/v) vastaten hakkuiden nykytasoa.
- SCE1:ssä kertymä 13 % suurempi, SCE2:ssa 48 % pienempi ja SCE3:ssa 9 % pienempi kuin BAU:ssa.
- Energiapuun osuus oli pieni kaikissa skenaarioissa (5–6 %).
- Energiapuun osuus oli ensiharvennuksissa kerättyä karsittua rankaa. Pienin rungon läpimitta 4 cm. Ainespuukokoisista rungoista tehtiin ensisijaisesti kuitupuuta ja vain latvat kerättiin energiapuuksi.

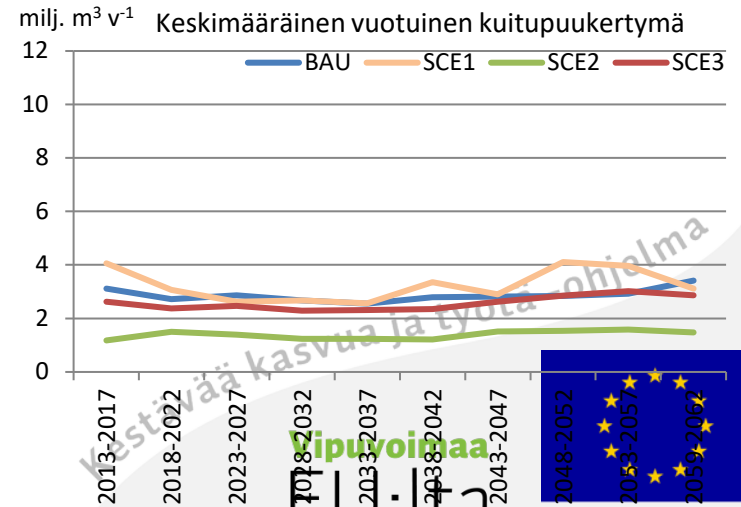
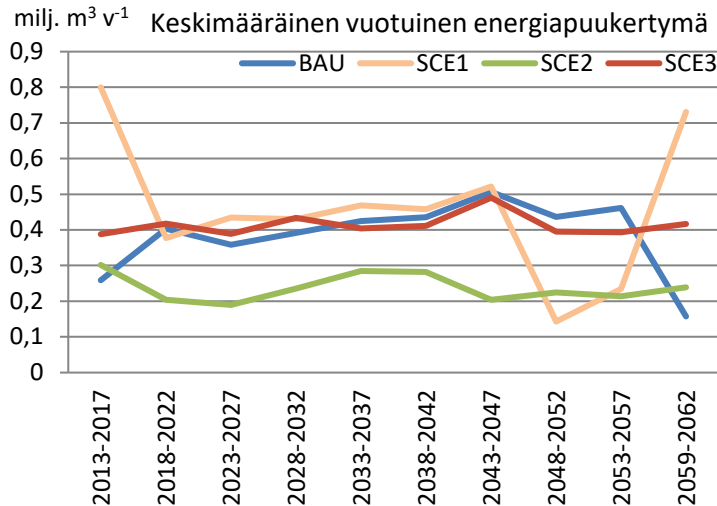
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

# 3.3 Tulokset

## Hakkuukertymät eri skenaarioissa 30 vuoden jaksolta

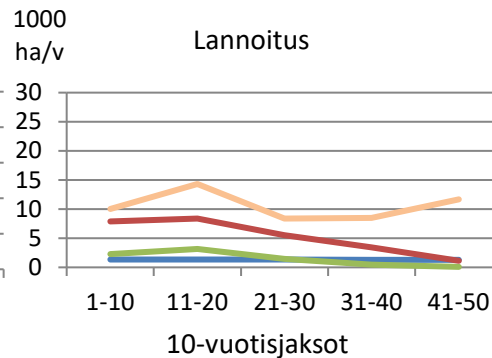
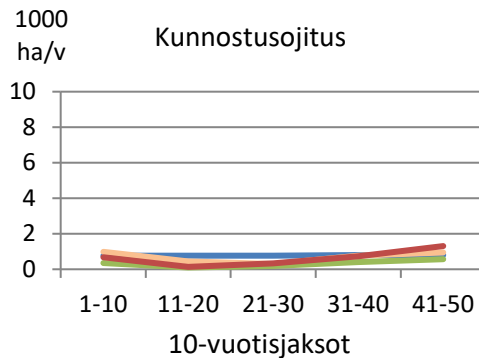
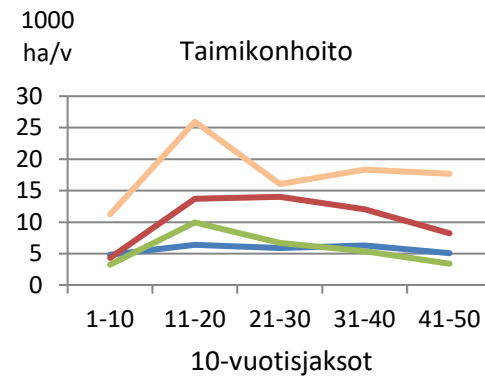
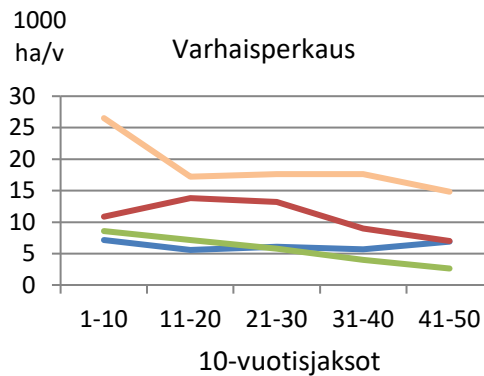
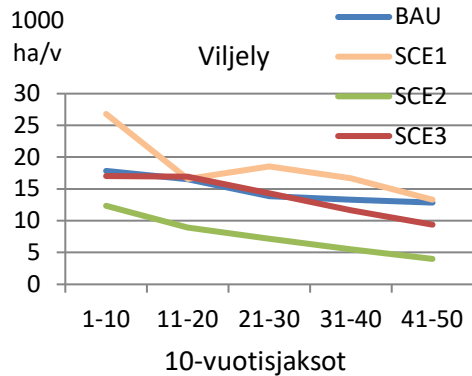


Huom.  
Y-akselin  
skaala eri  
energiapuu-  
kuvassa



# 3.3 Tulokset

## Metsänhoidon ja hakkuiden toimenpidepinta-alat



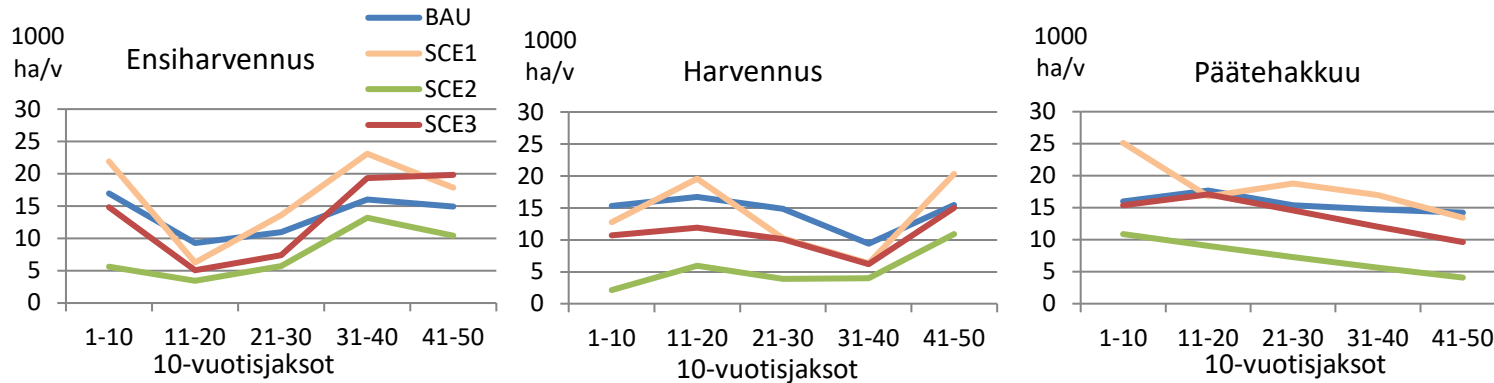
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



# 3.3 Tulokset

## Metsänhoidon ja hakkuiden toimenpidepinta-alat



**Toimenpidepinta-alat skenaarioissa, ero BAU-tasoon verrattuna 30 v. jaksolla, %**

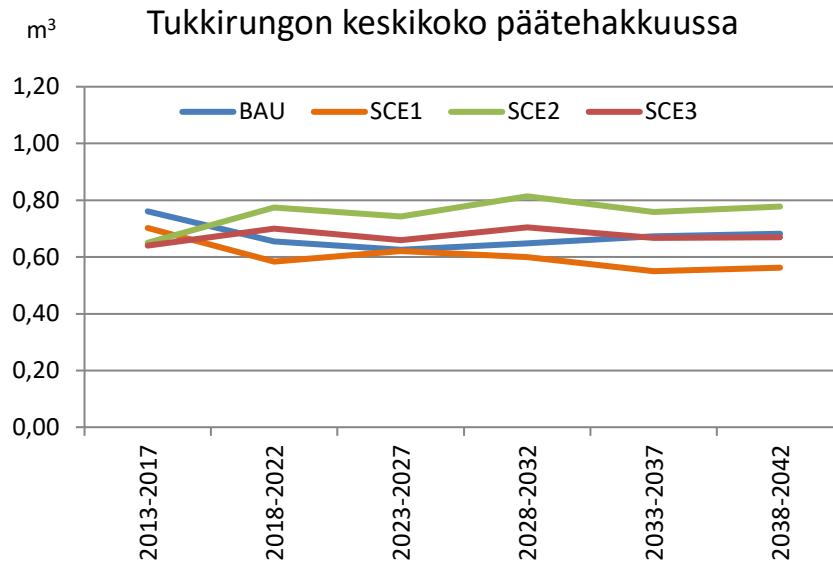
	Ensiharvennus	Muu harvennus	Päätehakuu
SCE1	12	-9	24
SCE2	-60	-75	-45
SCE3	-27	-30	-4
	Viljely	Varhaisperkaus	Taimikonhoito
SCE1	28	225	212
SCE2	-41	14	16
SCE3	0	101	88
	Lannoitus	Kunnostusojitus	
SCE1	693	-25	
SCE2	67	-72	
SCE3	428	-50	

ja ja työtä -ohjelma



# 3.3 Tulokset

## Tukkijäreys päätehakkuissa

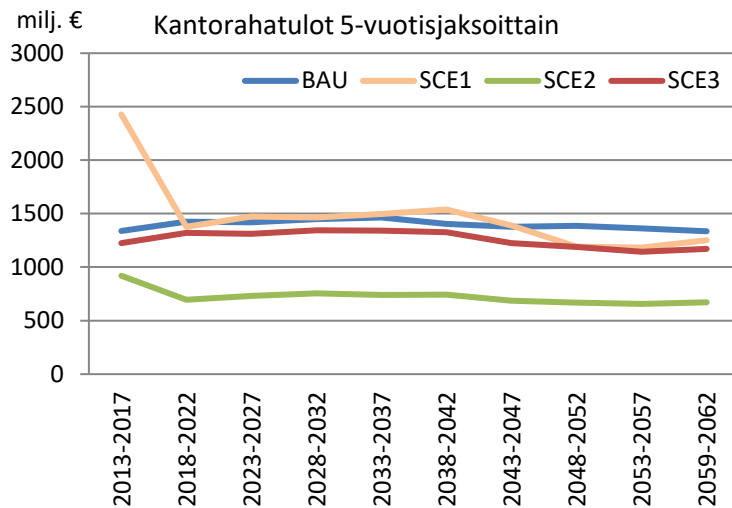
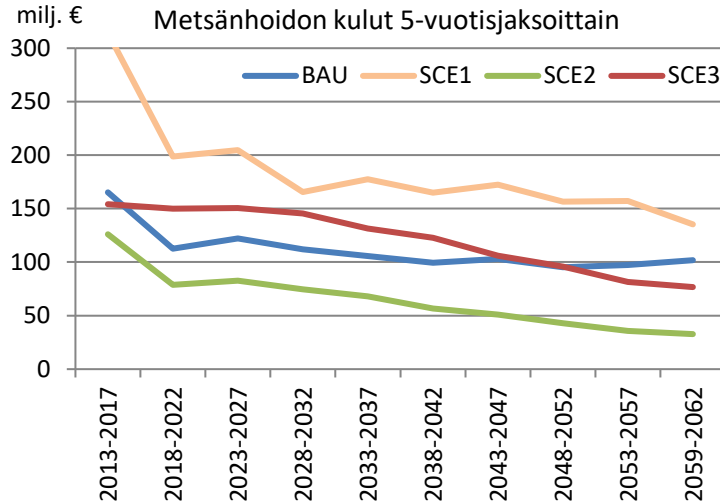


- Tukkirunkojen suurempi koko SCE3 ja etenkin SCE2 skenaarioissa BAU skenaarioon verrattuna kertoo niissä sovelletuista pidemmistä kiertoajoista.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

# 3.3 Tulokset

## Hakkuutulot ja metsänhoidon kulut

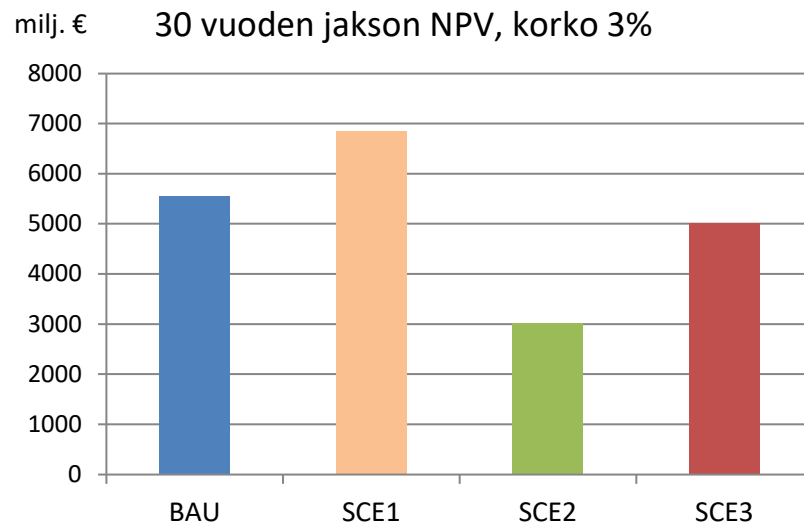


- *Huomaa eri skaalat y-akseleilla*

- Metsänhoitoon ja puuntuotannon lisäämiseen käytetään eniten varoja SCE1:ssä.
  - 30 v jaksolla n. 15 milj.€/v (70 %) enemmän kuin BAU:ssa
- Vastaavasti SCE2:ssa kulut ovat pienemmät.
  - 30 v jaksolla n. 7 milj.€/v (30 %) vähemmän kuin BAU:ssa
- Keskimäärin kantorahatulot ovat suurimmat SCE1:ssä, mutta niistä huomattava osa saadaan jo tarkastelujakson alussa.
  - 30 v jaksolla n. 38 milj.€/v (15 %) enemmän kuin BAU:ssa
- SCE2:ssa sekä hakkuut että tulot ovat muita skenaarioita selvästi pienemmät.
- SCE3:n hakkuutulot jäävät n. 45 % BAU:sta.

## 3.3 Tulokset

Nettotulojen nykyarvo eri skenaarioissa 30 vuoden jaksolta



- Nettotulojen nykyarvojen skenaarioiden väliset erot noudattelevat niissä toteutettujen hakuiden määriä.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

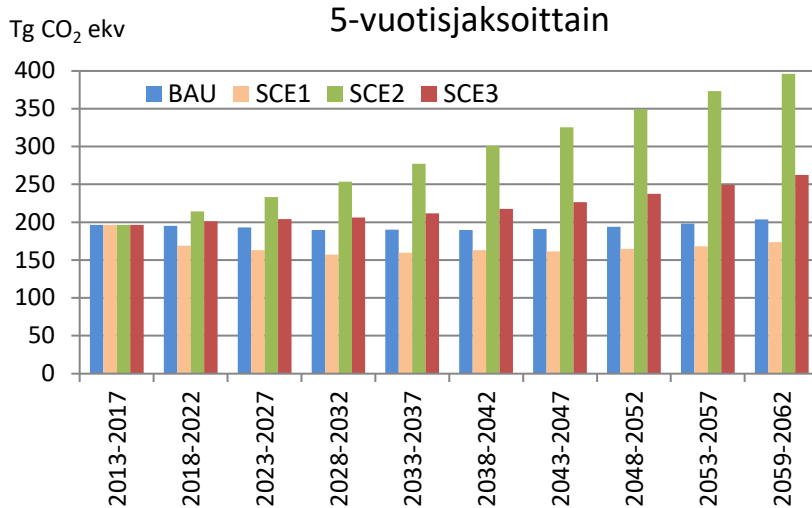


Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

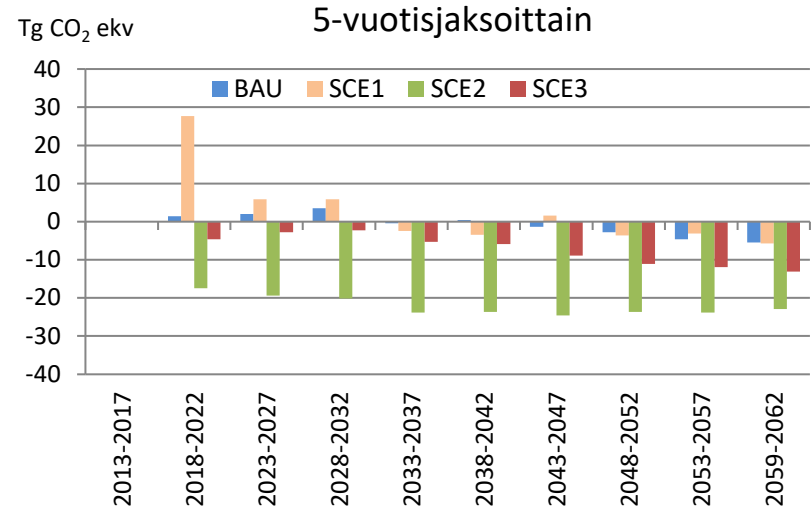
# 3.3 Tulokset

## Puuston muodostaman hiilivaraston kehitys

Elävään puustoon sitoutuvan hiilivaraston suuruus



Elävään puustoon sitoutuvan hiilivaraston muutos



Kasvava hiilivarasto = hiilinielu

Negatiivinen arvo = hiilinielu

- BAU: hiilivarasto pienenee aluksi, mutta kääntyy tarkastelujakson lopulla kasvuun.
- SCE1: alussa hakkuita paljon, jolloin hiilivarasto pienenee voimakkaasti.
- SCE2: puolta pienemmät hakkuut verrattuna BAU-tasoon kasvattavat hiilivarastoa.
- SCE3: hiilivaraston kasvu hieman BAU-tasoa pienemmällä hakkuilla.

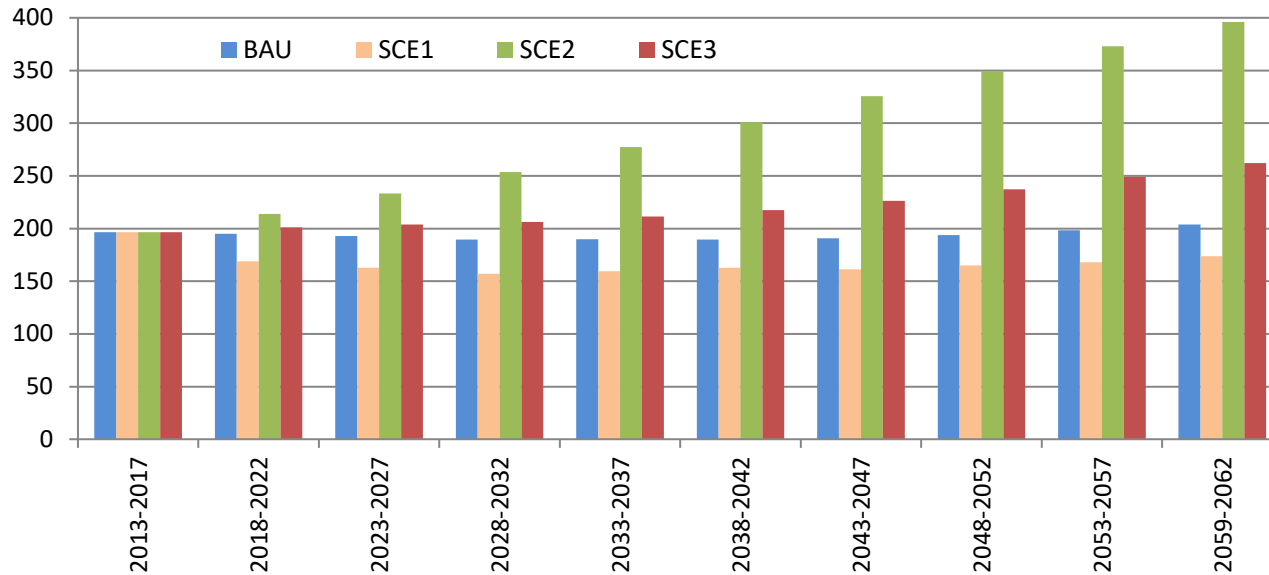
$$10 \text{ Tg}_{\text{CO}_2 \text{ ekv.}} = 10\,000 \text{ kt}_{\text{CO}_2 \text{ ekv.}}$$

# 3.3 Tulokset

## Puuston muodostaman hiilivaraston kehitys

Elävään puustoon sitoutuvan hiilivaraston suuruus  
5-vuotisjaksoittain

Tg CO<sub>2</sub> ekv



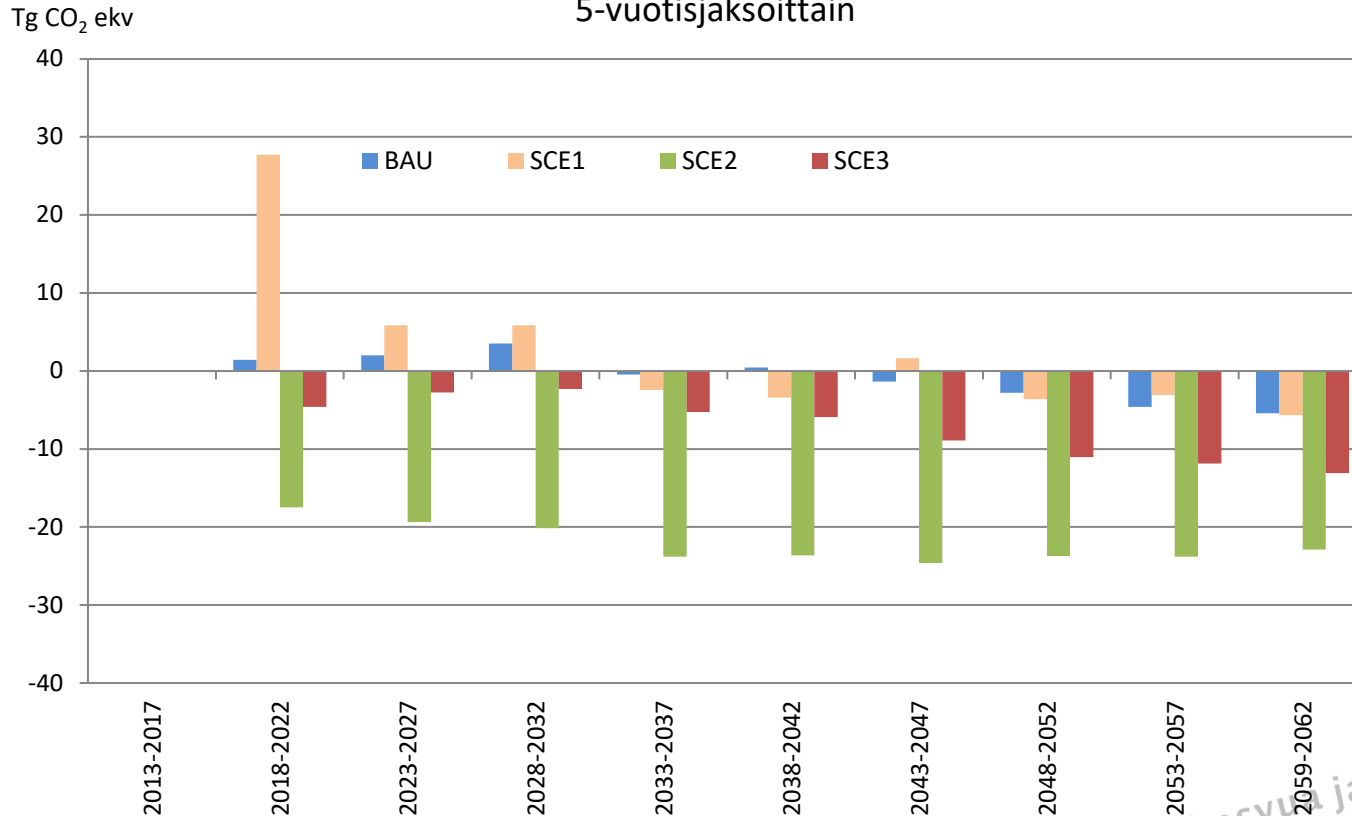
- BAU: hiilivarasto pienenee aluksi, mutta kääntyy tarkastelujakson lopulla kasvuun.
- SCE1: alussa hakkuita paljon, jolloin hiilivarasto pienenee voimakkaasti.
- SCE2: puolta pienemmät hakkuut verrattuna BAU-tasoon kasvattavat hiilivarastoa.
- SCE3: hiilivaraston kasvu hieman BAU-tasoa pienemmillä hakkuilla.

10 Tg<sub>CO2 ekv.</sub> = 10 000 kt<sub>CO2 ekv.</sub>

# 3.3 Tulokset

## Puuston muodostaman hiilivaraston kehitys

Elävään puustoon sitoutuvan hiilivaraston muutos  
5-vuotisjaksoittain



Negatiivinen arvo = hiilinielu

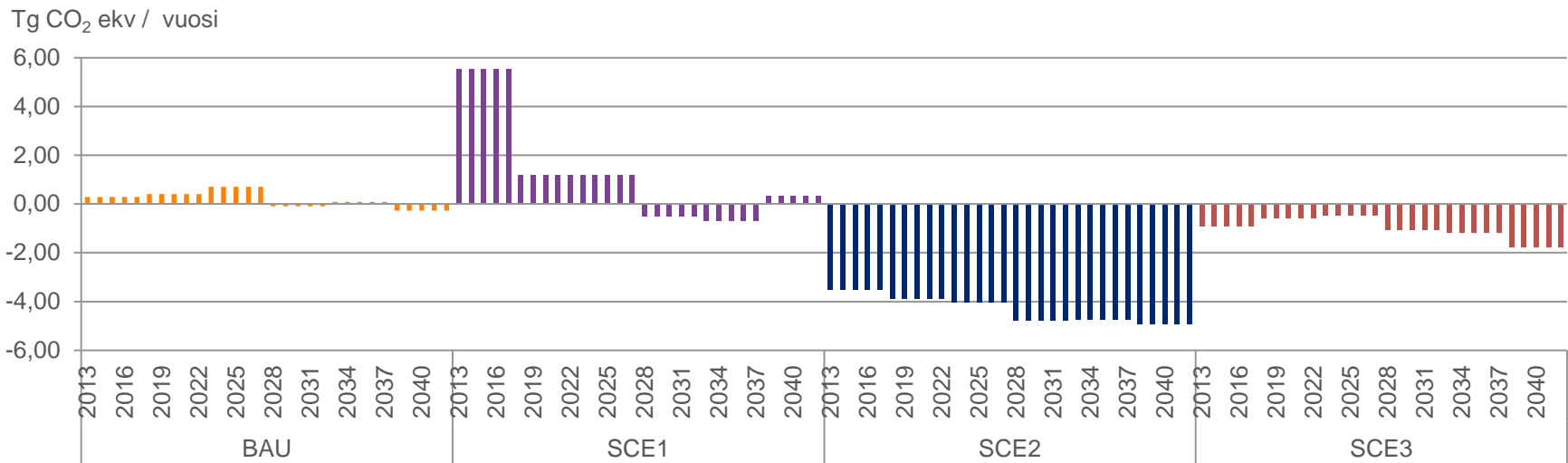
$$10 \text{ Tg}_{\text{CO}_2 \text{ ekv.}} = 10\,000 \text{ kt}_{\text{CO}_2 \text{ ekv.}}$$

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

# 3.3 Tulokset

## Puuston muodostaman hiilivaraston kehitys

Elävään puustoon sitoutuvan hiilivaraston muutos keskimäärin vuodessa



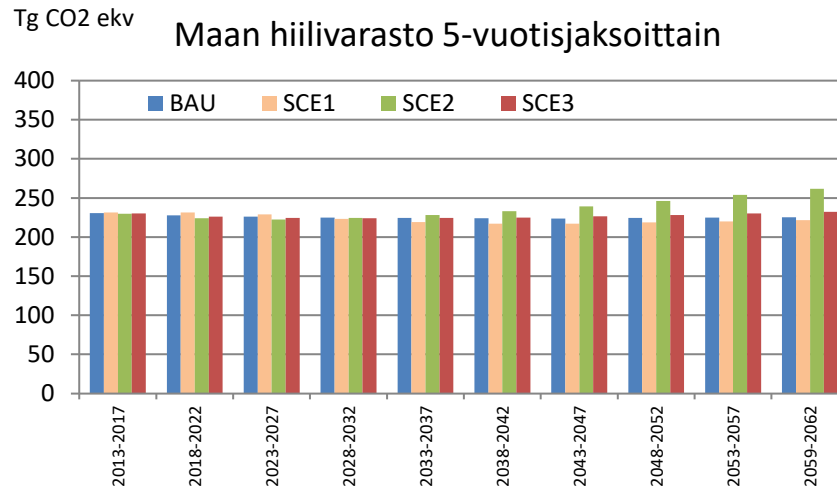
Negatiivinen arvo = hiilinielu

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

$$10 \text{ Tg}_{\text{CO}_2 \text{ ekv.}} = 10\,000 \text{ kt}_{\text{CO}_2 \text{ ekv.}}$$

# 3.3 Tulokset

## Metsämaan hiilivarasto



- Metsämaan hiilivarastoon vaikuttaa puustosta tuleva karikesyöte, luonnonpoistuma ja hakkuissa metsään jäävä hakkuutähde -> skenaarioiden väliset erot.

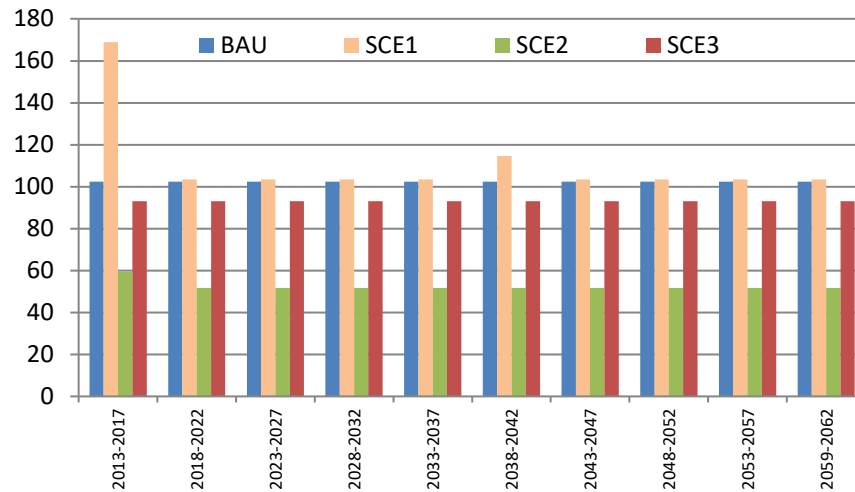
10 Tg<sub>CO2 ekv.</sub> = 10 000 kt<sub>CO2 ekv.</sub>



# 3.3 Tulokset

## Metsämaan hiilivarasto

Tg CO2 ekv Hakkukertymässä metsästä pois viety hiili



- Hakuukertymässä hiiltä vietään pois metsästä.
- Hukkapuu ja hakkuutähde (= hakkuupoistuman ja hakkuukertymän erotus) jää metsään. Sen laskennallinen osuus poistumasta on pari prosenttia.

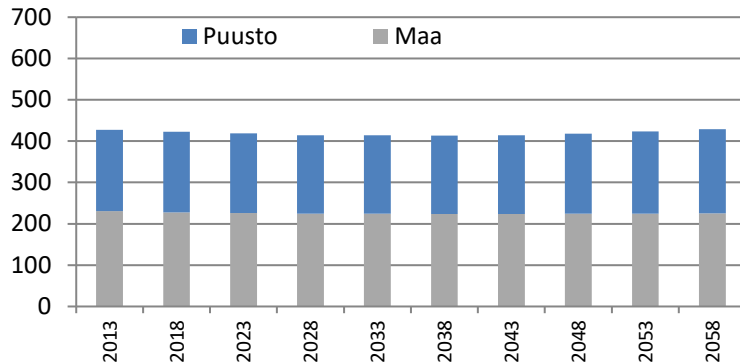
10 Tg<sub>CO2 ekv.</sub> = 10 000 kt<sub>CO2 ekv.</sub>

# 3.3 Tulokset

## Puuston ja metsämaan hiilivarasto

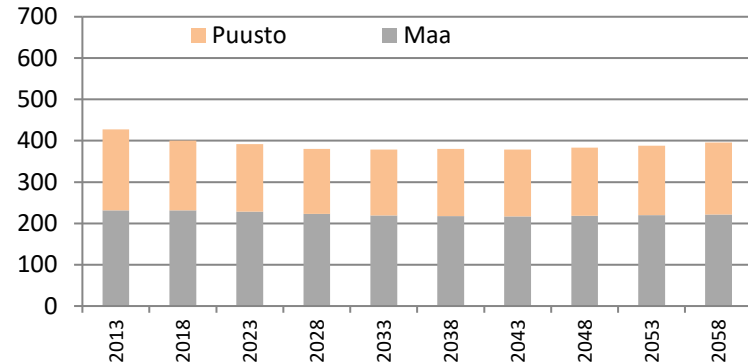
Tg CO<sub>2</sub> ekv

Puuston ja maan hiili, BAU



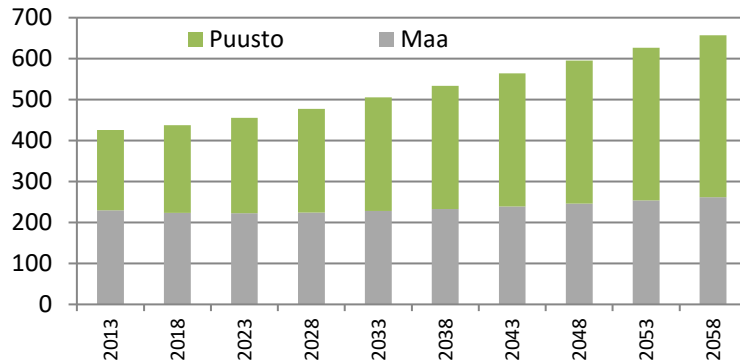
Tg CO<sub>2</sub> ekv

Puuston ja maan hiili, SCE1



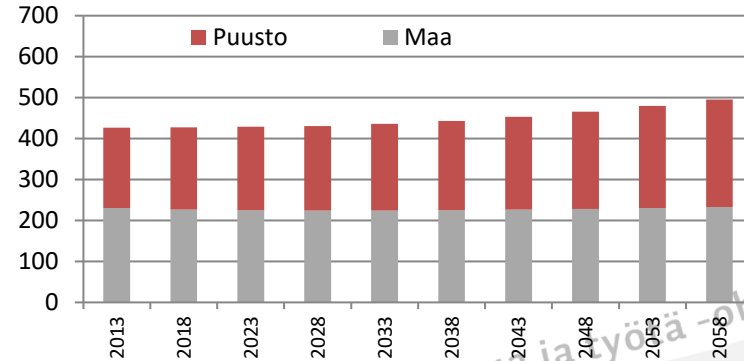
Tg CO<sub>2</sub> ekv

Puuston ja maan hiili, SCE2



Tg CO<sub>2</sub> ekv

Puuston ja maan hiili, SCE3



- Metsämaan hiilivaraston skenaarioidenväliset erot ja ajan myötä tapahtuvat muutokset ovat pieniä verrattuna puuston määrän muutoksiin.

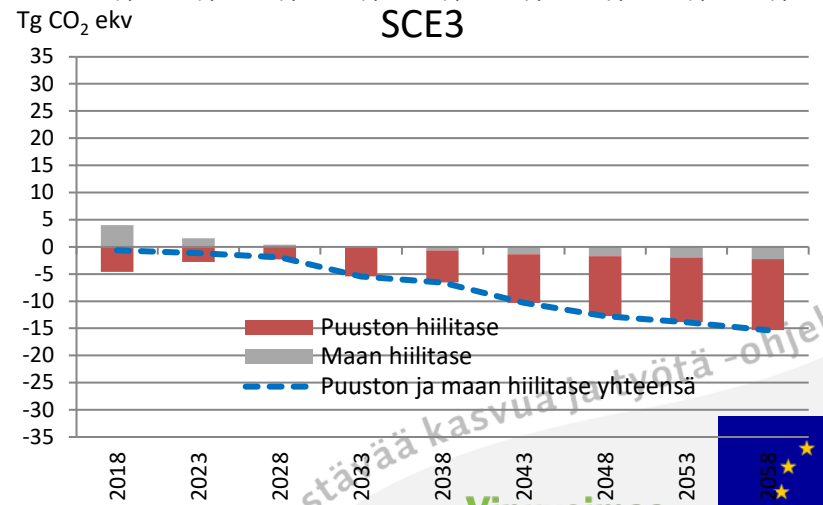
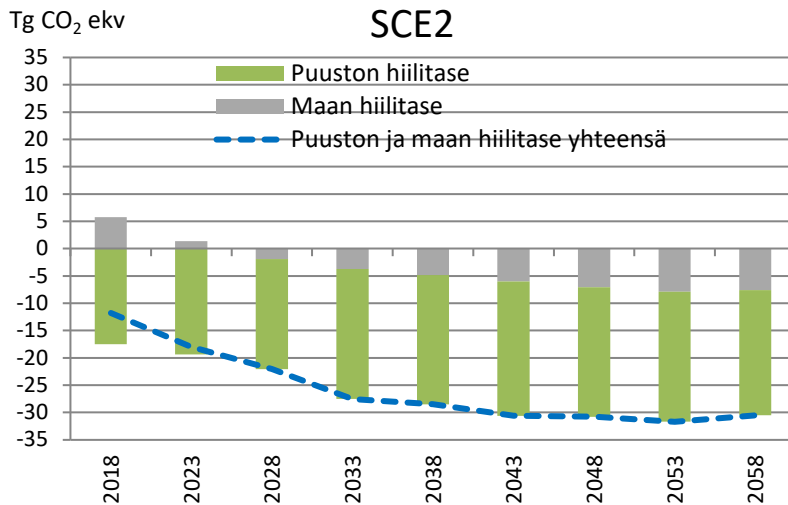
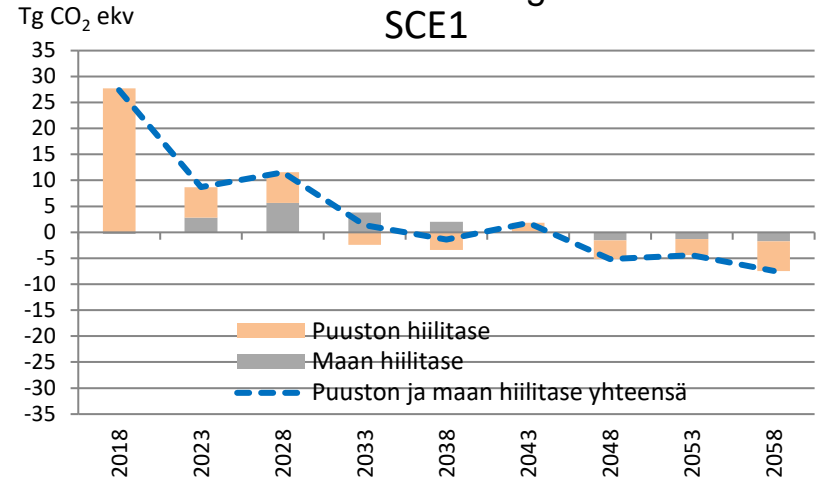
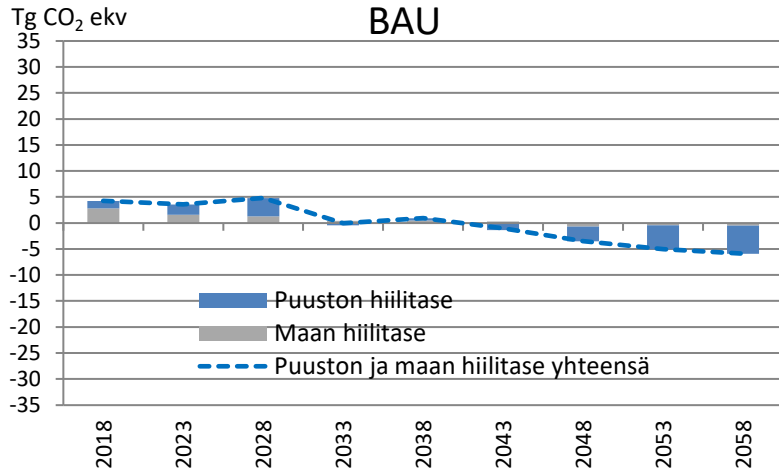
$$10 \text{ Tg}_{\text{CO}_2 \text{ ekv.}} = 10\,000 \text{ kt}_{\text{CO}_2 \text{ ekv.}}$$



# 3.3 Tulokset

## Puuston ja metsämaan hiilivarastojen muutokset

Negatiivinen arvo = hiilinielu



Kestävä kasvua ja työtä -ohjelma

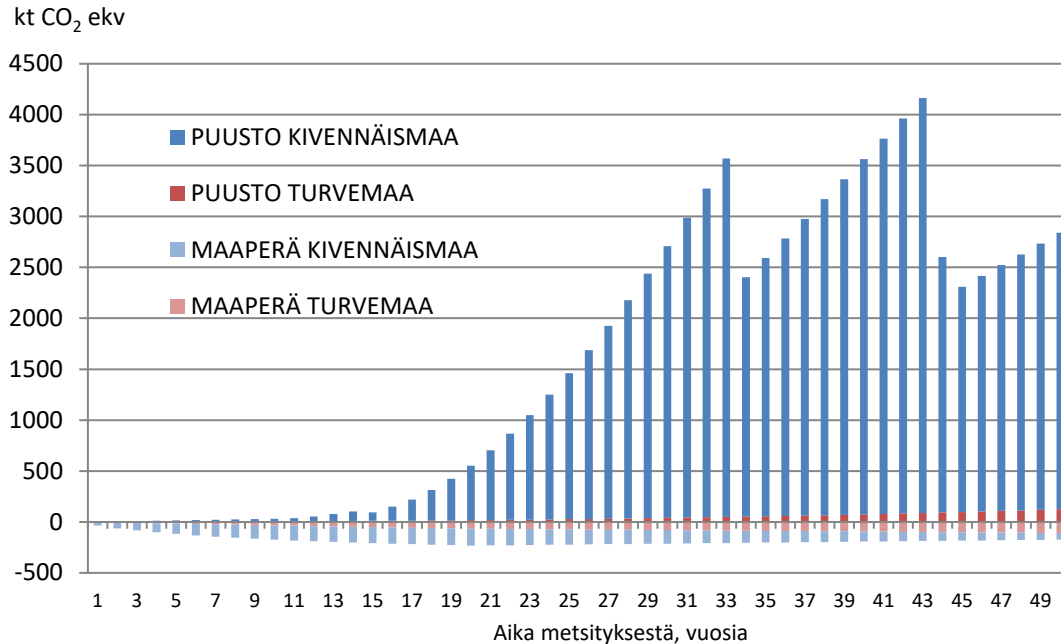
Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



# 3.3 Tulokset

## Metsitettävät alueet

CO<sub>2</sub> ekv varaston kehitys metsitettävällä pinta-alalla, kt CO<sub>2</sub> ekv.  
(kivennäismaat 7 666 ha, turvemaat 442 ha)

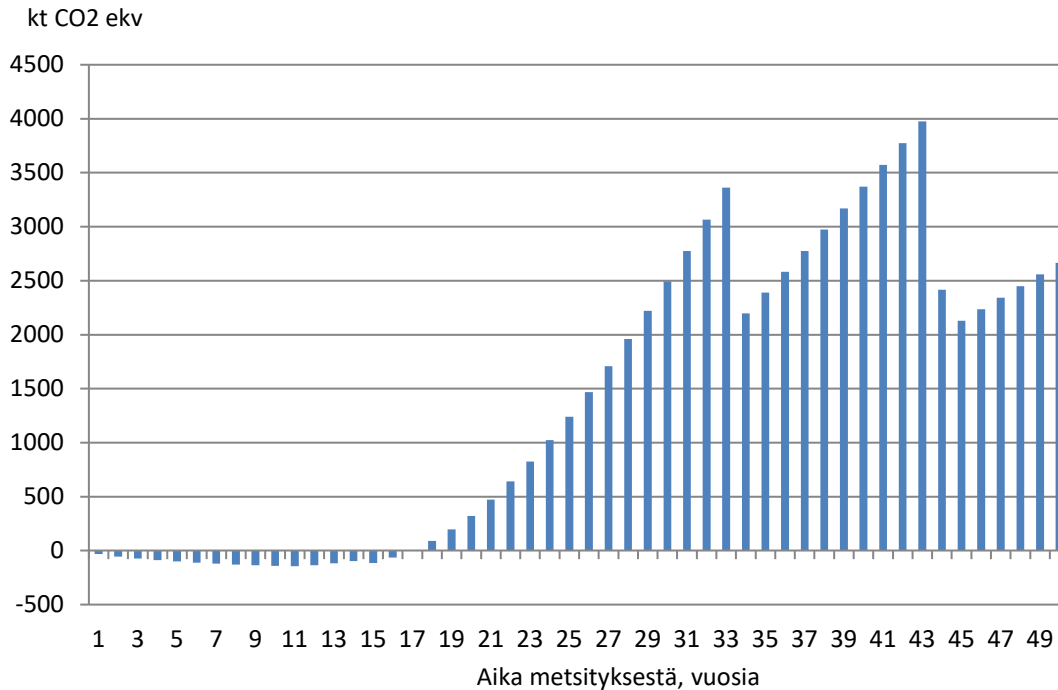


- Kivennäismaiden kuusikot ovat lievä CO<sub>2</sub> päästölähde ensimmäiset 16 vuotta metsityksestä, minkä jälkeen kasvavan puuston sitoma hiili ylittää maaperän orgaanisen aineksen hajoamisesta vapautuvan hiilen määrän ja maaperäkin muuttuu hiilinieluksi puuston karikesyötteen ansiosta.
- Turvemaat pysyvät päästölähteenä aina puuston 45 ikävuoteen saakka, joskin turvemaan CO<sub>2</sub>-päästö pienenee merkittävästi puuston varttuessa. Turvemaat on myös pieni metaanin ja typpioksiduulin lähde.

# 3.3 Tulokset

## Metsitettävät alueet

CO<sub>2</sub> ekv varaston kehitys metsitettävällä pinta-alalla, kt CO<sub>2</sub> ekv.  
(kivennäismaat 7 666 ha, turvemaat 442 ha)



- Keskimäärin metsitettävä pinta-ala muuttuu hiilinieluksi 16 vuotta metsityksestä, turvemailla kuitenkin huomattavasti myöhemmin.
- Turvemailla metsittämisen vaikutus päästön vähentäjänä on suurempi kuin kivennäismailla pinta-alayksikköä kohti.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 3.3 Tulokset

### Metsitettävät alueet

Metsitettyjen peltojen sitoma hiilidioksidi 30 ja 50 vuotta metsityksestä pinta-alayksikköä kohti hiilenä (t C/ha) ja metsityspinta-alaa kohti hiilidioksidiekvivalenttina (kt CO<sub>2</sub> ekv) ilmaistuna. Negatiivinen luku merkitsee hiilipäästöä.

	30 v	50 v	30 v	50 v
	t CO <sub>2</sub> ekv/ha		kt CO <sub>2</sub> ekv	
<b>Kivennäismaa</b>	330	345	2 534	2 649
<b>Turvemaa</b>	-88	-40	-38	17

## 3.4 Yhteenveto

### Metsänkäytön skenaariot

- Tarkastelussa rajoittamattoman puuntuotannon metsämaan metsät Etelä-Savon maakunnassa (n. 1.1 milj. ha).
- Menetelmänä puuston kehityssimulointeihin perustuva skenaarioanalyysi + oheislaskelmat.
- Vertailtavina skenaariot **BAU** (perusmetsänhoito), **SCE1** (metsänhoidon aktivoivointi), **SCE2** (hiilensidonnan aktivoivointi) ja **SCE3** (puuntarjonta+hiili).
- SCE1 ja SCE2 edustavat ääripäitä ja SCE3 niiden yhdistelmää.
  
- Mahdollisesti metsitettävien peltojen merkitystä tarkasteltiin erillisenä kokonaisuutena.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 3.4 Yhteenveto

### Metsänkäytön skenaariot

- Lisäämällä metsien käytön intensiteettiä (**SCE1**) hakkuumäärät nousisivat keskimäärin 13 % (30 v), alkuvaiheessa huomattavasti enemmän, tasaantuen sitten lähelle nykytasoa. Hakkuutulot kasvaisivat 15 % (38 milj.€/v 30 v), mutta myös kustannukset nousisivat. Puustopääoma olisi 30 vuoden kuluttua 16 % pienempi kuin BAU:ssa.
- Keskittymällä hiilivaraston kasvattamiseen (**SCE2**) ja vähentämällä hakkuita noin puoleen nykytasosta, hakkuutulot alenisivat 46 % (117 milj.€/v 30 v), ja kustannukset 32 % (7 milj.€/v). Puustopääoma olisi 30 vuoden kuluttua 61 % suurempi kuin BAU:ssa.
- Kompromissiskenaariossa **SCE3** hakkuumäärät jäisivät noin 9 % nykytasoa pienemmäksi, jolloin hakkuutulot alenisivat 7 % (19 milj.€/v 30 v) ja kustannukset kasvaisivat 19 % (4 milj.€/v). Puustopääoma olisi 30 vuoden kuluttua 15 % suurempi kuin BAU:ssa.
- Kaikissa skenaarioissa **SCE1**, **SCE2**, **SCE3** erityisesti varhaisperkauksen, taimikonhoidon ja lannoitusten toimenpidepinta-alat ovat suuremmat nykytasoon verrattuna.
- Nettotulojen nykyarvoina (30 v, 3 %) skenaarioiden erot BAU:un verrattuna olisivat **SCE1** +23 %, **SCE2** -46 %, **SCE3** -10 %.

Kestävää kasvua ja työtä maailma



## 3.4 Yhteenveto

### Metsänkäytön skenaariot

- **SCE1**:ssä puuston hiilivarasto pienenee alussa voimakkaasti, minkä jälkeen palataan vähitellen hiiltä kerryttävälle tasolle.
- **SCE2**:ssa, koska hakkuut ovat huomattavasti nykyisiä pienemmät, hiilivarasto kasvaa 30 vuoden ajan, säilyen senkin jälkeen suurena.
- Kompromissiskenaariossa **SCE3** hiilivarasto pysyy koko tarkastelujakson hiiltä kerryttävänä.
- 30 vuoden kuluttua puuston hiilivarastot olisivat BAU:ssa 4 % ja **SCE1**:ssä 17 % pienemmät kuin alussa, ja **SCE2**:ssa 53 % ja **SCE3**:ssa 11 % suuremmat kuin alussa.
- Puustojen hiilivarastojen suuruudet olisivat 30 vuoden kohdalla:
- BAU 190 Tg CO<sub>2</sub> ekv, **SCE1** 163 Tg CO<sub>2</sub> ekv, **SCE2** 301 Tg CO<sub>2</sub> ekv, **SCE3** 217 Tg CO<sub>2</sub> ekv.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 3.4 Yhteenveto

### Metsänkäytön skenaariot

- Metsämaan hiilivaraston muutokset ovat suhteellisen pieniä, ja skenaarioiden väliset erot säilyvät samantasoisina koko tarkastelujakson ajan. Keskimäärin metsämaan maahiilen varasto on **SCE1**:ssä 1 % pienempi, **SCE2**:ssa 5 % suurempi ja **SCE3**:ssa 1 % suurempi kuin BAU:ssa.
- Yhteenlaskettuna metsämaan maahiilen ja puuston sitoutuneen hiilen määrät 30 vuoden kuluttua olisivat: BAU 414 Tg CO<sub>2</sub> ekv, **SCE1** 382 Tg CO<sub>2</sub> ekv, **SCE2** 529 Tg CO<sub>2</sub> ekv, **SCE3** 442 Tg CO<sub>2</sub> ekv.
- Metsitettävät pellot muuttuvat hiilinieluiksi kasvavaan puustoon sitoutuvan hiilen ja puuston maaperään tuottaman karikesyötteen vaikutuksesta. Tämä tapahtui kivennäismailla noin 16 vuoden ja turvemailla noin 45 vuoden kuluttua metsityksestä.
- Vaikka turvemaapelto kääntyy nieluksi myöhemmin kuin kivennäismaapelto, metsittämisen vaikutus päästön vähentäjänä pinta-alayksikköä kohti on turvemailla suurempi kuin kivennäismailla.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 4. Aluetaloudellinen tarkastelu, HY Ruralia

- Hiilivapaa Etelä-Savo -hankkeen tavoitteiden saavuttaminen vaatii sekä energiantuotannon ja -käytön päästöjen muutoksia että hiilensidonnan eli hiilinielujen vaikutusten arviointia. Muutoksen aikaansaamiseksi tarvitaan aluepoliittista sitoutumista.
- Osatoteuttajan tavoitteena on koota hiilitaseen kehityssennusteet osaksi RegFinDyn aluetalousmallia, jolloin voidaan vertailla sekä päästöjen että talouden kehitystä aluetasolla.
- Määrällinen arviointitutkimus auttaa hahmottamaan muutosten vaikutusta muun muassa alueen työllisyyteen, elintasoon, ostovoimaan ja väestöön.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



# HIILINEUTRAALIUTEEN TÄHTÄÄVIEN TULEVAISUUDEN SKENAARIOIDEN ALUETALOUDELLISET VAIKUTUKSET

SUSANNA KUJALA, OUTI HAKALA JA JOUKO KINNUNEN  
30.6.2020

HIILIVAPAA ETELÄ-SAVO -HANKE

RURAL SOLUTIONS FOR SUSTAINABLE FUTURE

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

# 4.1 Tausta ja lähtökohdat

## Hankkeen aluetaloudellisten vaikutusten arviointi

- Toteuttaja: Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti
- Tavoite: ”Osatoteuttajan tavoitteena oli koota hiilitaseen kehitysennusteet osaksi RegFinDyn-aluealousmallia, jolloin voidaan vertailla sekä päästöjen että talouden kehitystä aluetasolla.”
- Hankkeiden ja suunnitelmien määrällinen arviointitutkimus auttaa hahmottamaan muutosten vaikutusta muun muassa alueen työllisyyteen, elintasoon, ostovoimaan ja väestöön
- Aluetaloudellisten vaikutusten hahmottaminen antaa mahdollisuuden parantaa päätöksenteon laatua

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

# 4.1 Tausta ja lähtökohdat

## Vaikutusarviointien metodina yleisen tasapainon REGFINDYN-malli

- Ruralia-instituutissa kehitetyt RegFin-aluemallit kuvaavat aluetalouden riippuvuussuhteita kattavasti ja sopivat joustavuutensa takia moninaisiin tutkimustehtäviin
- Yleisen tasapainon mallien keskeinen periaate on, että aluetaloudessa ”kaikki vaikuttaa kaikkeen”
  - Huomioi vuodot ja virrat alueiden välillä
  - Huomioi suorien vaikutusten lisäksi myös kerrannaisvaikutukset
  - Ottavat huomioon myös esim. resurssirajoitteet
- RegFin-malleja on käytetty jo yli 70 sovelluksessa
- Lisätietoa mallista: <https://www.helsinki.fi/fi/ruralia-instituutti/aluetaloudelliset-arvioinnit>

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

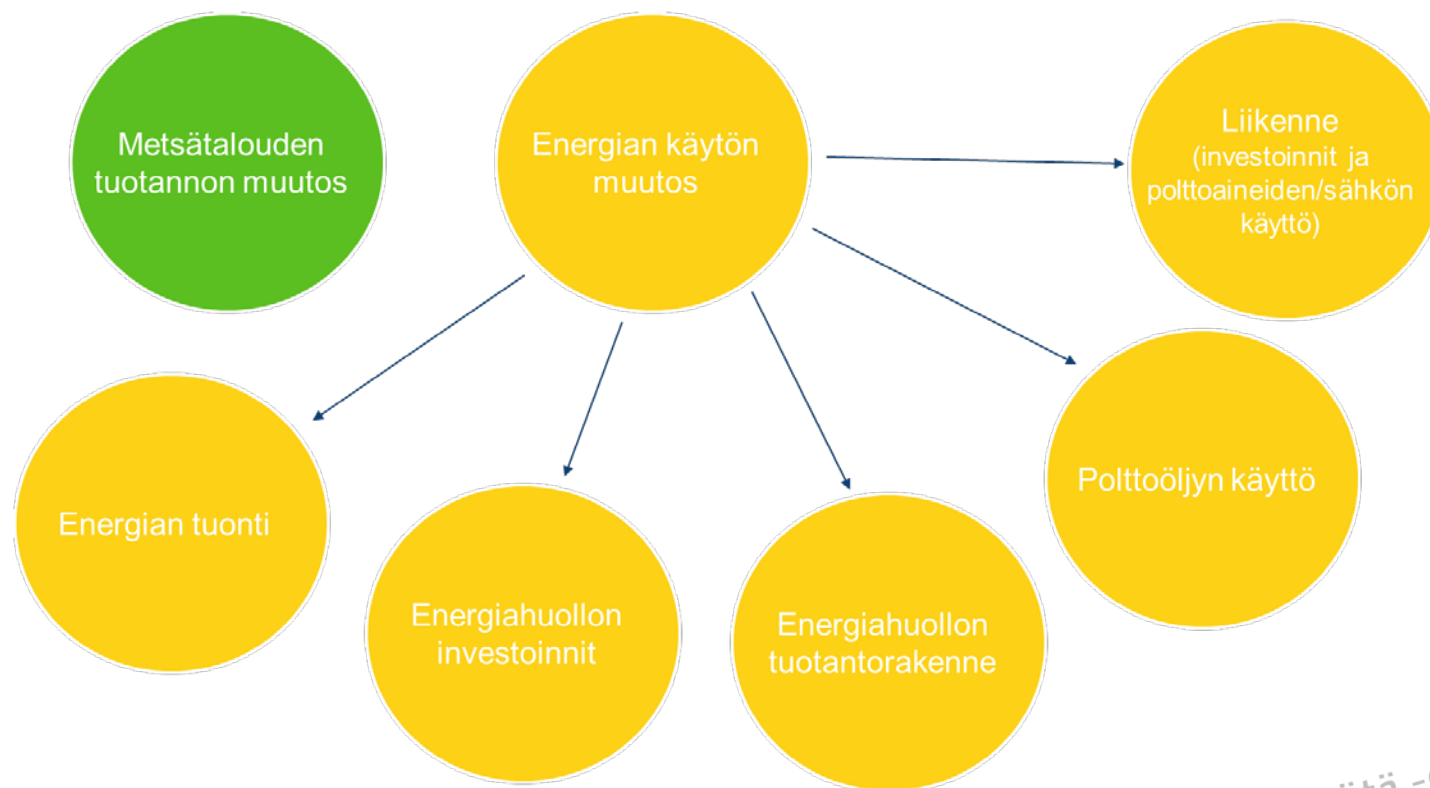
# 4.1 Tausta ja lähtökohdat

Tarkastelun keskeisimmät osiot ja niiden tietolähteet

1. Metsätalouden kehityssuunnitteet (Luke +tilastot)
  
2. Energiasektorin muutos (LUT +tilastot ja kirjallisuus)
  - a) Tuontisähkön käytön lasku
  - b) Energiasektorin investoinnit ja alueellisen tuotannon kehitys
  - c) Tuotantorakenteen muutos
  - d) Polttoöljyn käytön korvaaminen
  
3. Liikenteen muutos (LUT +tilastot ja kirjallisuus)
  - a) Autokannan muutoksen edellyttämät hankinnat/investoinnit
  - b) Polttoaineiden käytön lasku ja sähkön kysynnän lisäys

Kestäväää kaava ja työtä -ohjelma

# 4.1 Tausta ja lähtökohdat



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



## 4.1 Tausta ja lähtökohdat

### Metsätalouden tuotannon muutos

- **Metsätalouden kehitys Luke:n skenaarioiden mukaisesti**
  - Oletetaan, että puunkorjuu- ja lähikuljetuspalvelut muuttuvat samassa suhteessa kuin hakkuutulot

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 4.1 Tausta ja lähtökohdat

Energian tuonti

- **LUT:in skenaarioiden mukainen tuontisähkön käytön kehitys**
  - Tuontisähkön vähenemistä korvataan alueella tuotetulla mm. puupolttoaineilla tuotetulla sähköllä sekä paikallisella tuuli- ja aurinkosähköllä

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

# 4.1 Tausta ja lähtökohdat



## Energiahuollon investoinnit

- **Suurimmat energiasektorin investoinnit tapahtuvat jo perusuralla LUTin skenaarioiden mukaisesti**
  - Perusurasta poikkeavia investointeja tarvitaan ainoastaan puupolttoaineiden käytön lisäämiseksi (mm. kun siirrytään turpeesta puupolttoaineisiin)
    - investoinnit tehdään energiasektorilla, jonka tuotannon on kasvettava kysynnän kasvuun vastaamiseksi
    - perusuralla on huomioitu investoinnit biokaasuun, tuuli- ja aurinkosähköön, jolloin paikallinen tuotanto lisääntyy

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

# 4.1 Tausta ja lähtökohdat

Energiahuollon  
tuotanto-  
rakenne

- **Energiasektorilla tuotantorakenne muuttuu hieman, kun fossiilisia energialähteitä korvataan paikallisilla uusiutuvilla energialähteillä**

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 4.1 Tausta ja lähtökohdat



### Polttoöljyn käyttö

- **Polttoöljyn käytön kehitys LUTin skenaarioiden mukaisesti**
  - Polttoöljyjen käytön vähentäminen korvataan energiahuollon tuotteilla, joihin siirtyminen kasvattaa tuotannon kustannuksia

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

# 4.1 Tausta ja lähtökohdat



Liikenne

## **AUTOKANNAN MUUTOS EDELLYTTÄÄ INVESTOINTEJA:**

- Henkilöautokannan kehitys LUTin skenaarioiden perusteella
  - Sähköautojen hinta aluksi hieman suurempi kuin polttomoottoriautojen, mutta sähköautojen hinnan oletetaan laskevan polttomoottoriautojen hinnan tasolle vuoteen 2026 mennessä (investoinnit kotilatauspisteiden rakentamiseksi huomioitu)

## **AUTOKANNAN MUUTOS MUUTTAA ENERGIANKÄYTTÖÄ:**

- Henkilöautokannan kehityksen perusteella laskettiin energiakäytön muutos (nestemäisistä polttoaineista siirrytään enemmän sähkön käyttöön)
  - Muiden kuin henkilöautojen energiakäytön muutos ei aiheuta olennaisia muutoksia alueella
  - Henkilöautojen energiakäytön oletetaan Etelä-Savossa vastavan maan keskimääräistä ajosuoritetta ja laskennallista keskikulutusta

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

# 4.1 Tausta ja lähtökohdat

## Skenaariot tiivistetysti

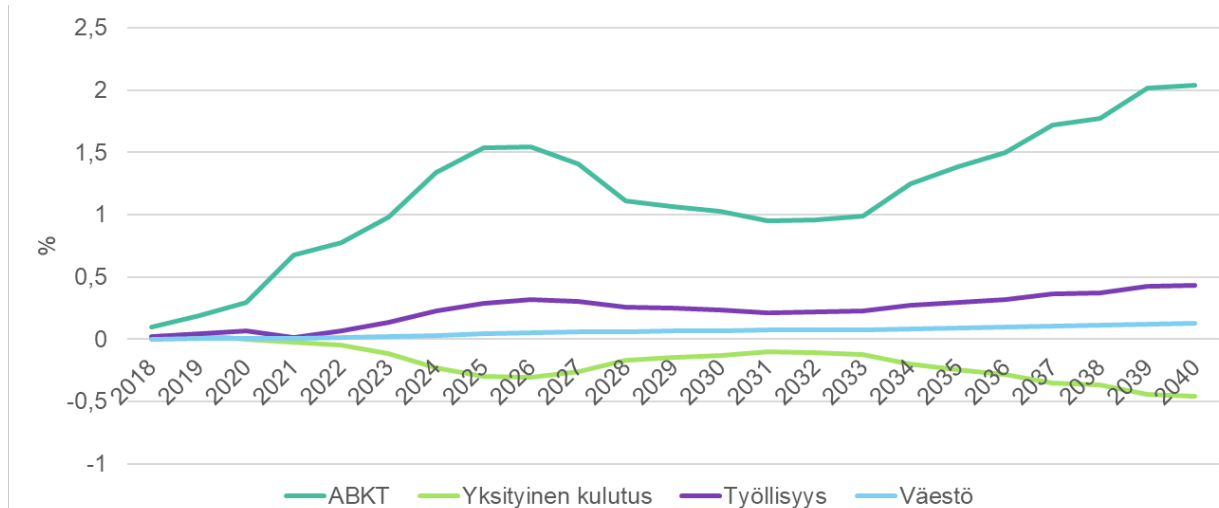
Skenaariot		Kuvaus
<b>SKE 1</b>	Talous ensin	Intensiivinen metsätalous Päästötavoitteiden saavuttaminen vuonna 2050
<b>SKE 2</b>	Ilmasto ensin	Hiilinielun korostuminen Päästötavoitteiden saavuttaminen vuonna 2030
<b>SKE 3</b>	Kompromissi	Metsätaloudessa edellisten kompromissi Päästötavoitteiden saavuttaminen vuonna 2040

- **Skenaarioiden vertailun ja talouden pitkän ajan ennustamisen haasteista/puuttumisesta johtuen skenaario 1 laskettiin myös ainoastaan vuoteen 2040 saakka**
- Kaikki tulokset esitetään suhteessa perusuraan eli BAU:hun päästötarkastelua lukuun ottamatta
- Skenaarioiden sisällöistä löytyy lisää tietoa LUTin ja Luken osuuksista
  - LUT:n osuudessa on esitelty hiilidioksidipäästöjen lähtötilanne ja hiilineutraaliuden tavoitetaso

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 4.2 Tuloksia: SKE1 – Talous ensin

### Vaikutukset suhteessa perusuraan



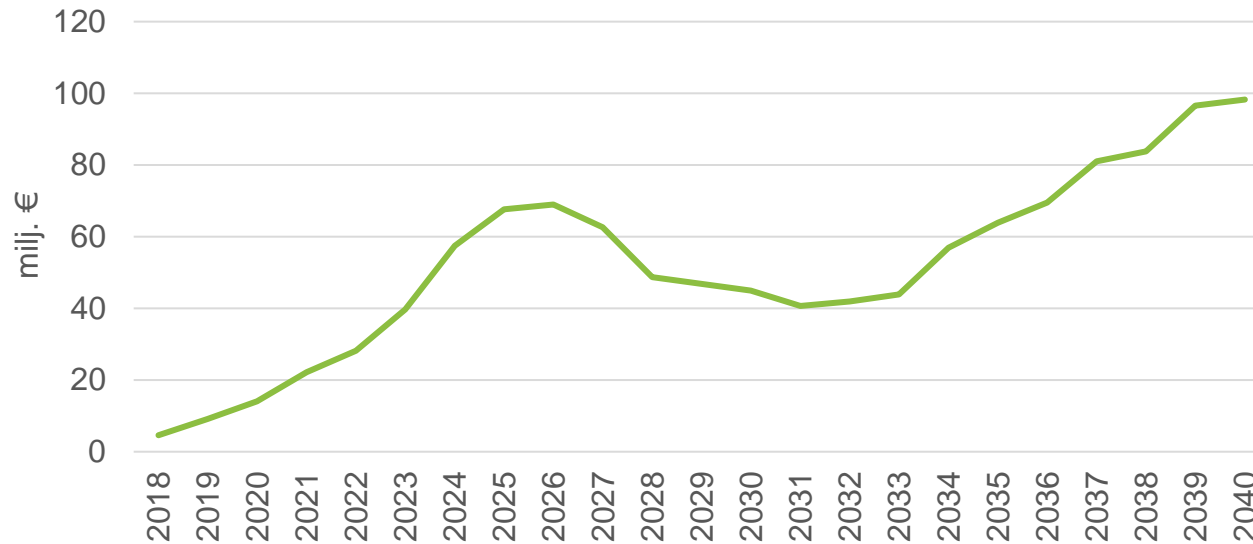
- Prosentteina tarkasteluna talous ensin -skenaario voisi kasvattaa alueellista BKT:tä (ABKT) suurimmillaan noin kahdella prosentilla, työllisyyttä vajaalla puolella prosentilla ja väestöäkin hieman, mitkä saattaisivat kasvaa vieläkin enemmän skenaarion loppuun vuoteen 2050 mennessä
- Yksityinen kulutus puolestaan vähenisi alueella suhteessa perusuraan johtuen skenaariossa oletetusta sähköautohankintojen kasvusta, koska suurien hankintojen oletetaan vähentävän muuta kulutusta
  - Yksityinen kulutus kuitenkin hieman kasvaisi, mutta perusuraa hitaammin

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



## 4.2 Tuloksia: SKE1 – Talous ensin

Vaikutukset alueelliseen BKT:hen suhteessa perusuraan

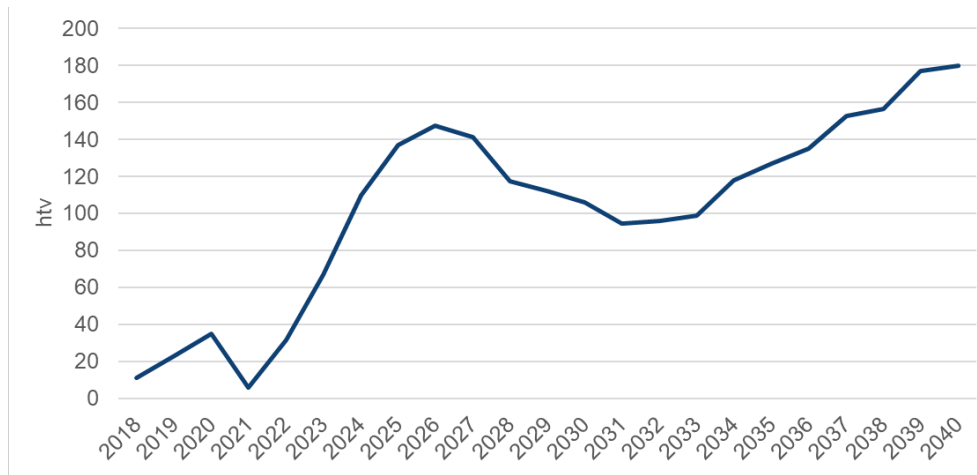


- Miljoonissa euroissa tarkasteltaessa skenaarion vaikutukset vaihtelevat vuosittain ja ovat suuruudeltaan alun muutamasta miljoonasta lähes sataan miljoonaan euroon

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 4.2 Tuloksia: SKE1 – Talous ensin

### Vaikutukset työllisyyteen suhteessa perusuraan

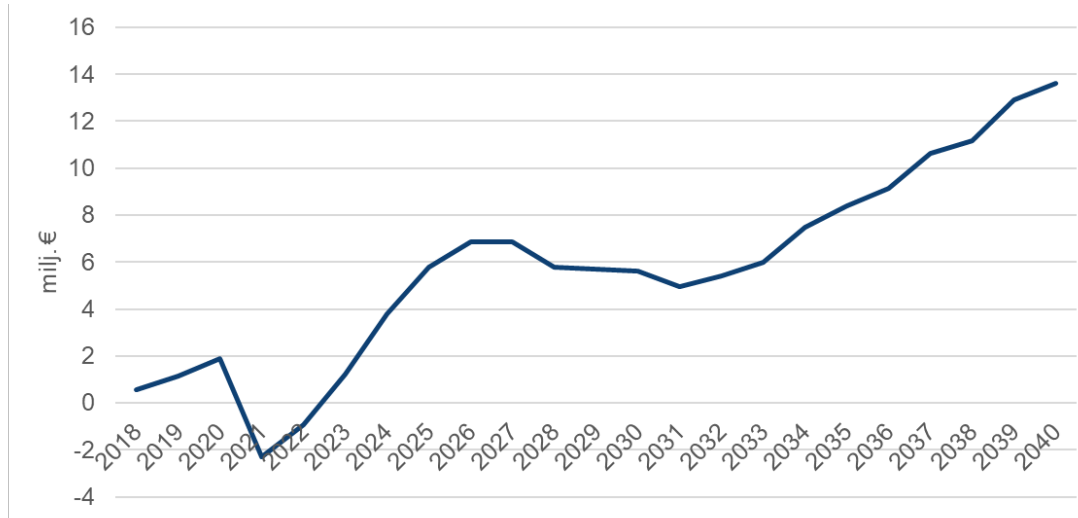


- Tulosten perusteella skenaario vaikuttaisi positiivisesti myös Etelä-Savon työllisyyteen
  - Positiivinen työllisyysvaikutus kohdistuisi ennen kaikkea metsätalouteen ja energiahuoltoon
- Vuonna 2021 näkyy oletettujen sähköautohankintojen alkamisen vaikutus muuhun kulutukseen ja sitä kautta työllisyyteen

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 4.2 Tuloksia: SKE1 – Talous ensin

### Vaikutukset työtuloihin suhteessa perusuraan

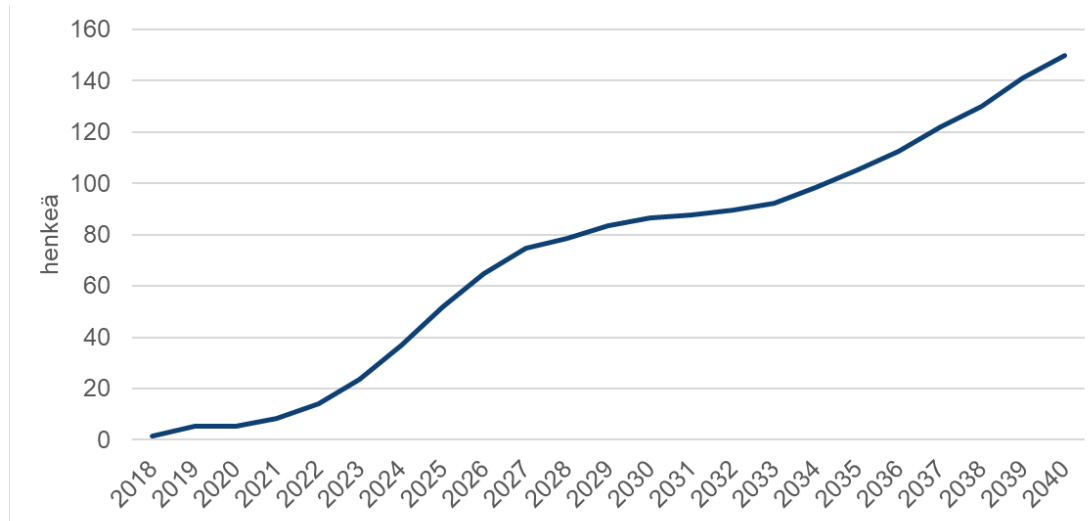


- Työllisyyden kasvaessa myös työtulot kasvaisivat
  - Työtulot kasvaisivat suurimmillaan noin 14 miljoonalla eurolla perusuraan nähden

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 4.2 Tuloksia: SKE1 – Talous ensin

### Vaikutukset väestöön suhteessa perusuraan



- Skenaarion toteutuminen vaikuttaisi positiivisesti myös Etelä-Savon väkilukuun suhteessa perusuraan, mutta ei nostaisi maakunnan väestön kehityssennustetta kuitenkaan kasvusuuntaiseksi

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 4.2 Tuloksia: SKE1 – Talous ensin

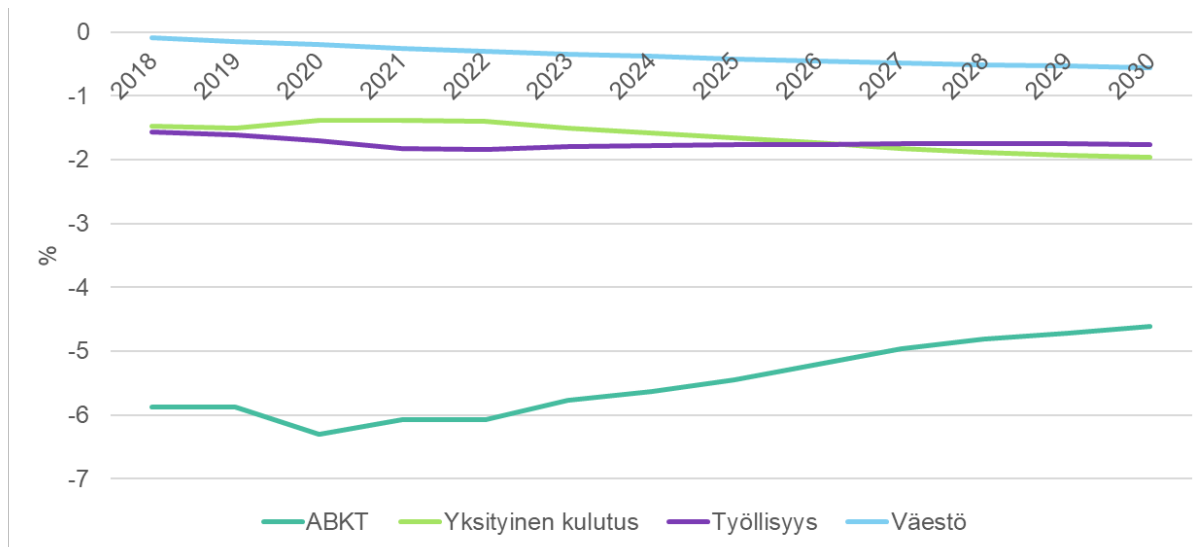
- Talous ensin -skenaariossa aluetalous hyötyisi oletetuista muutoksista metsätalouden kasvaessa ja paikallisen energiantuotannon korvatussa tuontienergiaa
- Autonkannan muutos sähköautojen lisäämiseksi edellyttää autohankintojen kasvua, mikä puolestaan vähentää muuta kulutusta Etelä-Savossa, kun tulotaso ei merkittävästi kasva
- Päästövähennystoimenpiteet jatkuisivat kuitenkin vielä vuoteen 2050 saakka

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



## 4.2 Tuloksia: SKE2 – Ilmasto ensin

### Vaikutukset suhteessa perusuraan

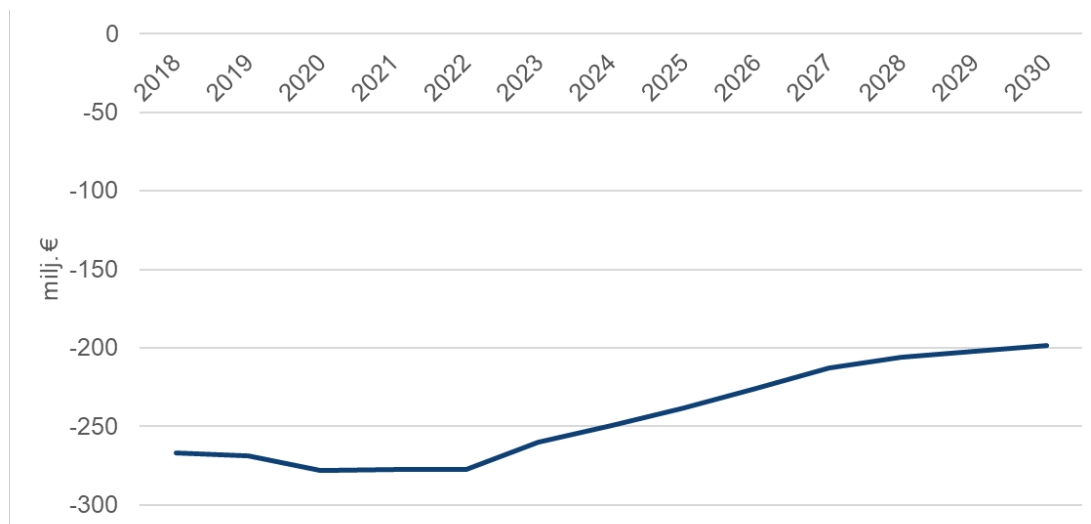


- Prosentteina tarkasteltuna ilmasto ensin -skenaario voisi tarkoittaa jopa kuusi prosenttia perusuraa pienempää alueellista BKT:tä
- Skenaarion toteutuminen vaikuttaisi myös työllisyyteen, yksityiseen kulutukseen sekä väkilukuun laskusuuntaisesti perusuraan nähden

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 4.2 Tuloksia: SKE2 – Ilmasto ensin

Vaikutukset alueelliseen BKT:hen suhteessa perusuraan

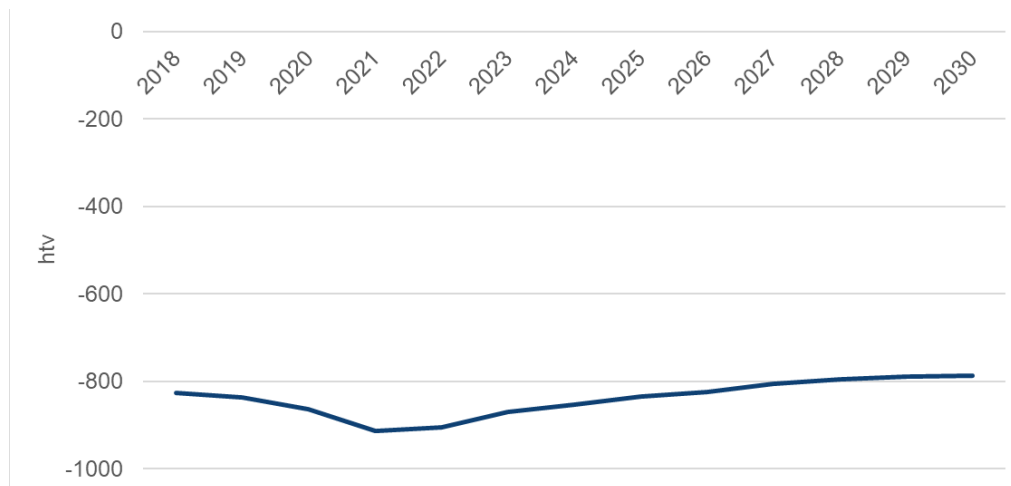


- Skenaarion toteutuminen laskisi alueen BKT:tä alkuvuosina yli 250 miljoonalla eurolla, mutta loppuvuosina ero perusuraan olisi hieman pienempi

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 4.2 Tuloksia: SKE2 – Ilmasto ensin

### Vaikutukset työllisyyteen suhteessa perusuraan



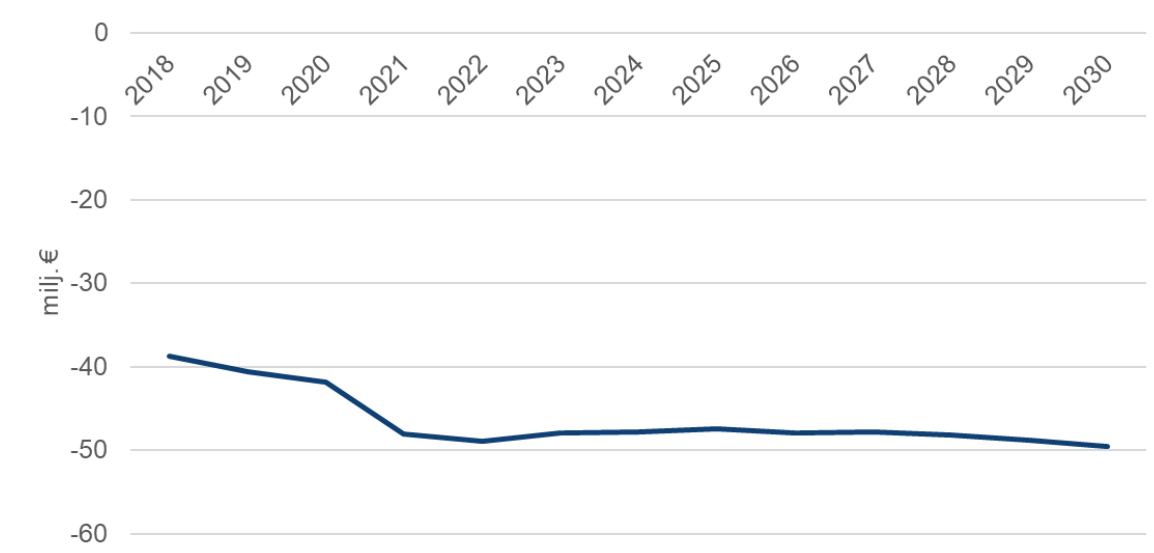
- Tulosten perusteella skenaario vaikuttaisi negatiivisesti Etelä-Savon työllisyyteen, noin 800-900 henkilötyövuoden verran vuodesta riippuen
  - Työllisyyden menetys kohdistuisi etenkin metsätalouteen, mutta myös esim. palvelualoille

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



## 4.2 Tuloksia: SKE2 – Ilmasto ensin

### Vaikutukset työtuloihin suhteessa perusuraan

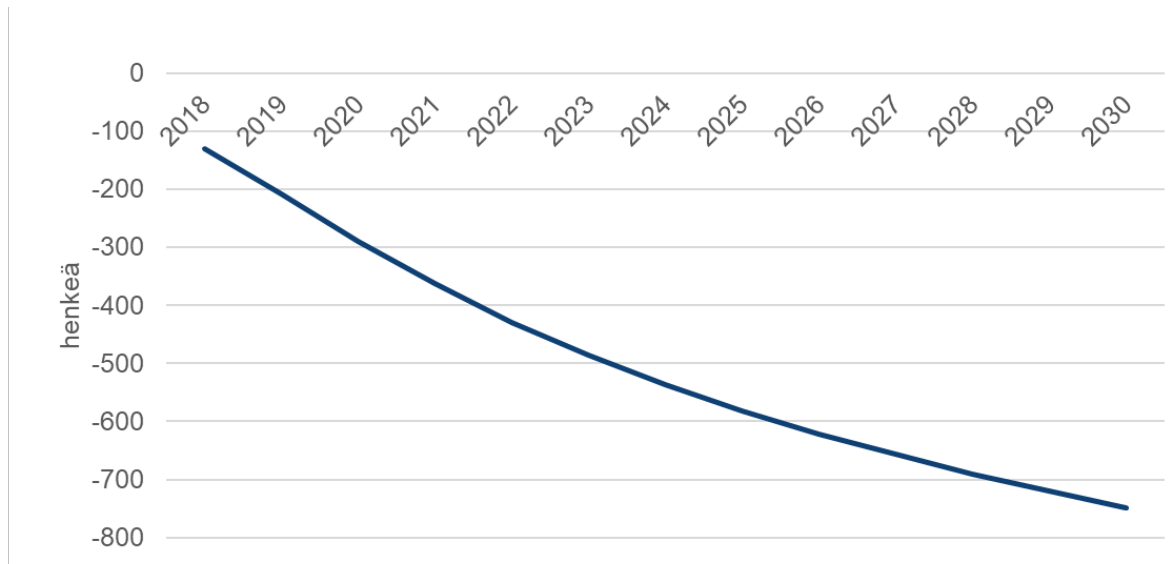


- Työllisyyden laskiessa myös työtulot vähenisivät

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 4.2 Tuloksia: SKE2 – Ilmasto ensin

### Vaikutukset väestöön suhteessa perusuraan



- Talouden ja työllisyyden menetykset heijastuisivat myös väestöön
- Etelä-Savon väkiluku laskisi perusuraan nähden satojen henkilöiden verran vuoteen 2030 mennessä

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

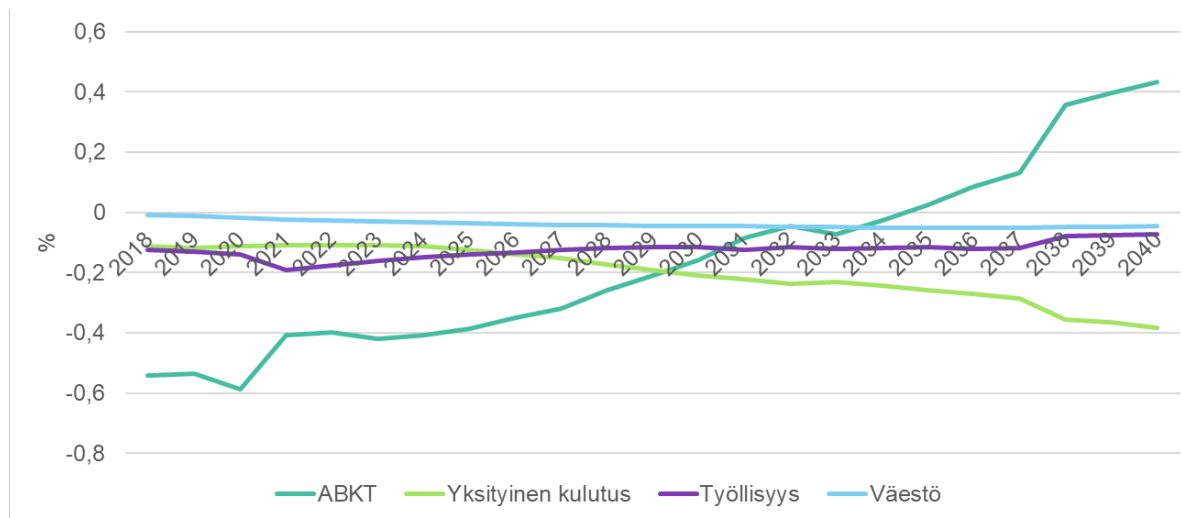
## 4.2 Tuloksia: SKE2 – Ilmasto ensin

- Ilmasto ensin -skenaariossa hiilinielujen korostamisesta johtuva metsätalouden merkittävä supistuminen laskisi huomattavasti alueellista BKT:ta ja työllisyyttä
- Hiilineutraalisuuteen pyrkiminen tiiviimmässä aikataulussa kasvattaisi nopeasti paikallista energiantuotantoa ja siten alueen taloutta kompensoiden hieman metsätalouden supistumisen vaikutuksia
  - Toisaalta skenaarion mukainen muutosvauhti energiasektorilla saattaa olla turhan nopea toteutuakseen käytännössä, etenkin autokannan muutoksen osalta

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 4.2 Tuloksia: SKE3 - Kompromissi

### Vaikutukset suhteessa perusuraan

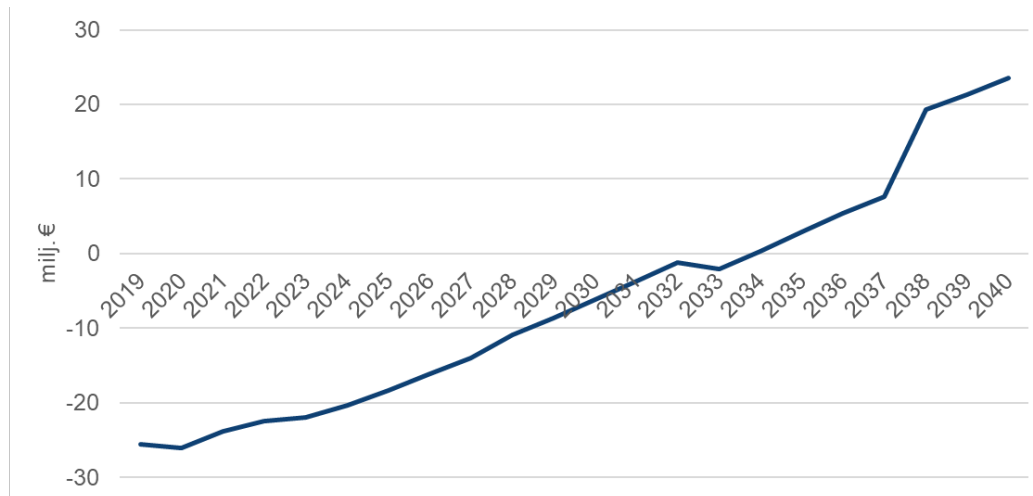


- Prosentteina tarkasteltuna kompromissi -skenaario laskisi alueellista BKT:tä hieman tarkastelujakson alkuvuosina johtuen metsätalouden hienoisesta supistamisesta ja autokannan nopeasta sähköistämisestä, mutta talouskehitys kääntyisi vuoden 2034 aikoihin positiiviseksi
- Yksityinen kulutus pysyisi koko tarkastelujakson hieman laskusuuntaisena perusuraan nähden, sillä sähköautojen hankinnat vähentäisivät muuta kulutusta

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 4.2 Tuloksia: SKE3 - Kompromissi

Vaikutukset alueelliseen BKT:hen suhteessa perusuraan

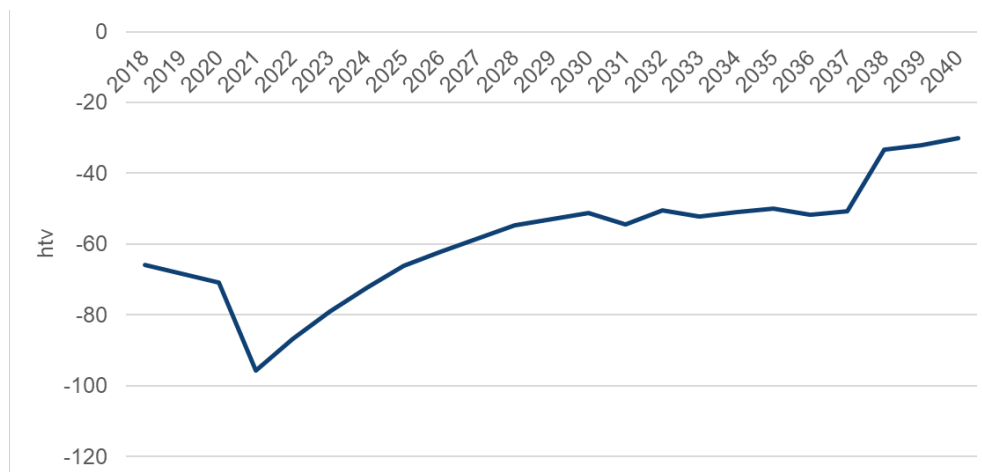


- Skenaarion toteutuminen laskisi alueen BKT:tä aluksi reilun parinkymmenen miljoonan euron verran, mutta loppuvuosia kohden muuttuisi kasvusuuntaiseksi

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 4.2 Tuloksia: SKE3 - Kompromissi

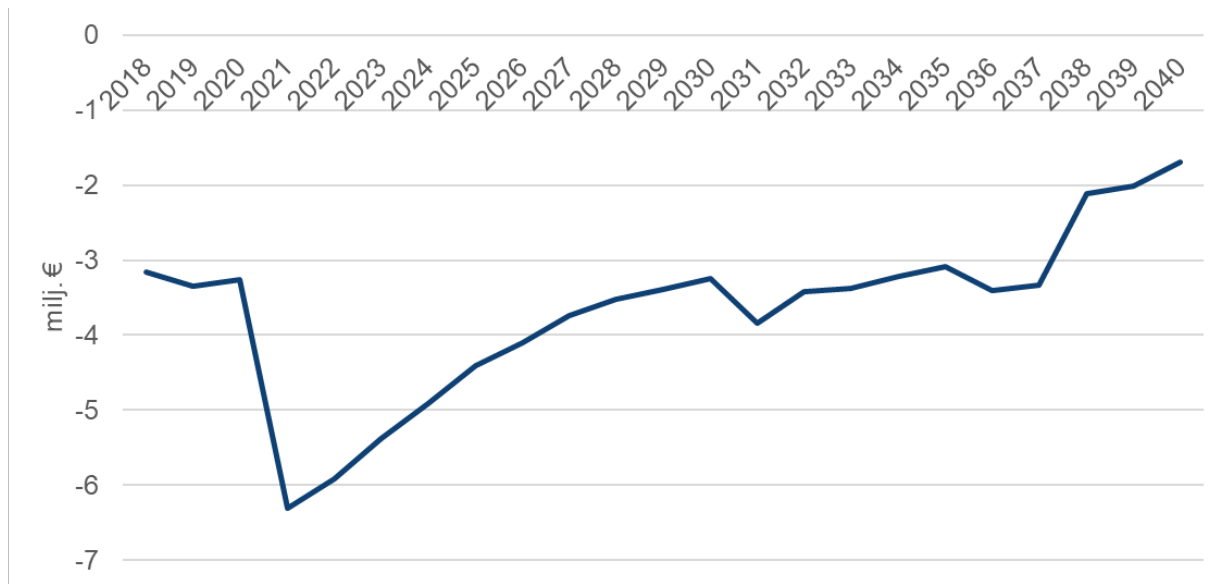
### Vaikutukset työllisyyteen suhteessa perusuraan



- Skenaario laskisi hieman työllisyyttä, etenkin alkuvuosina
- Työllisyyden menetykset kohdistuisivat etenkin metsätalouteen, mutta myös esimerkiksi palvelualoille yksityisen kulutuksen vähentyessä

## 4.2 Tuloksia: SKE3 - Kompromissi

### Vaikutukset työtuloihin suhteessa perusuraan

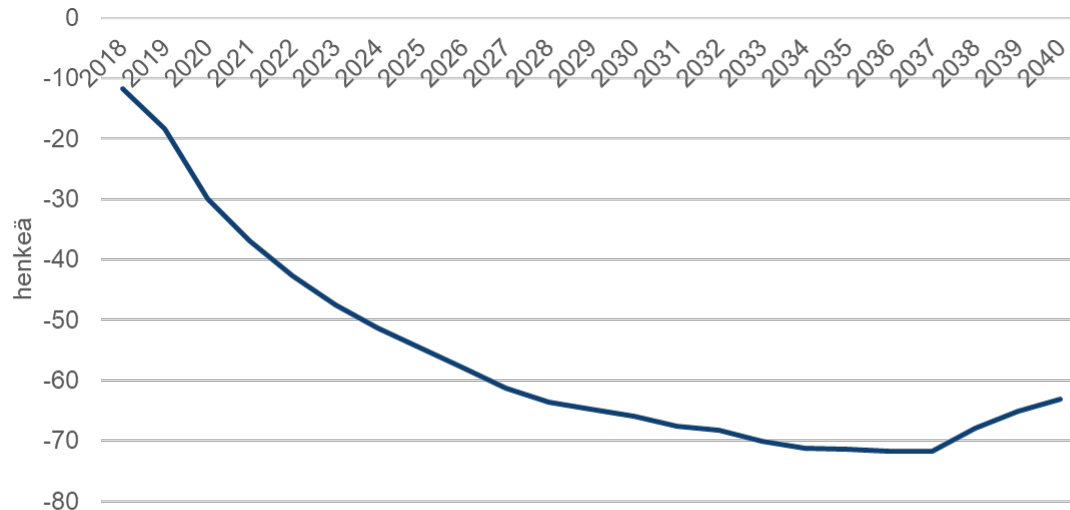


- Työllisyyden lasku aiheuttaisi myös työtulojen laskun muutamien miljoonien eurojen verran

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 4.2 Tuloksia: SKE3 - Kompromissi

### Vaikutukset väestöön suhteessa perusuraan



- Väestömäärä laskisi hieman muun muassa työllisyyden heiketessä
- Loppuvuosit kohden väestömäärän lasku pienenisi hieman

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



## 4.2 Tuloksia: SKE3 - Kompromissi

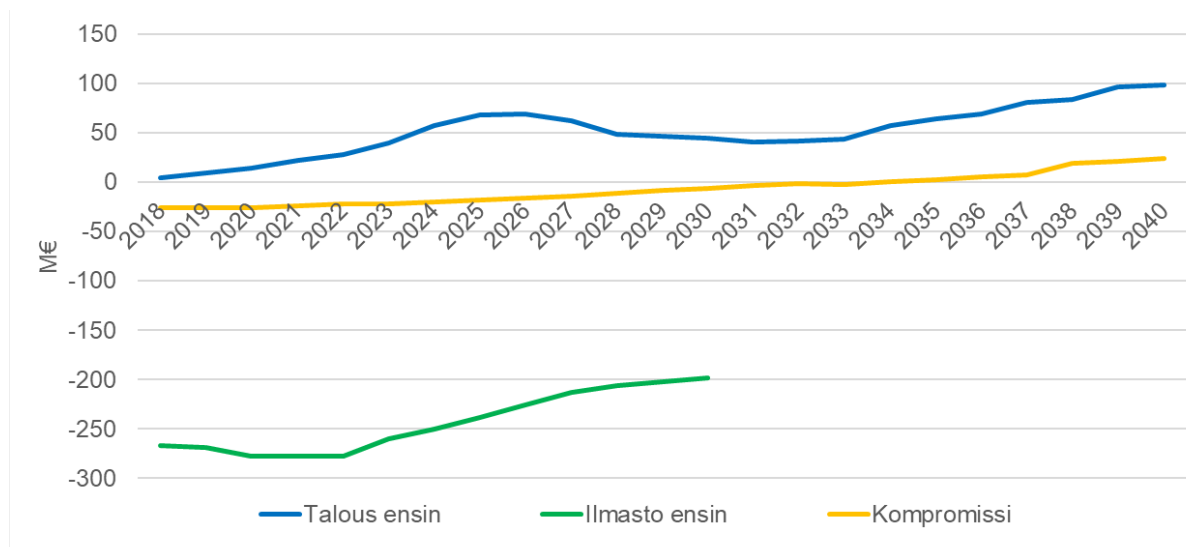
- Kompromissi-skenaariossa talousvaikutukset olisivat edellisiin skenaarioihin nähden maltillisemmat
  - Aluksi alueen BKT hieman laskisi, mutta tarkastelujakson loppupuolella vaikutus kääntyisi positiiviseksi muun muassa oman energiantuotannon korvatesa tuontienergiaa
- Työllisyysvaikutuksissa nousee esiin se, että kotitalouksien hankkiessa sähköautoja muun kulutuksen on hetkellisesti supistuttava, kun kotitalouksien tulot pysyvät lähes ennallaan
  - Tästä johtuen paikallisten palveluiden kysyntä ja siten niiden työllisyys saattavat pienentyä siihen saakka, kunnes sähköautojen käytöstä aiheutuvat kulut laskevat polttomoottoriautojen kuluja pienemmiksi

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



## 4.2 Tuloksia: Skenaarioiden vertailua

### Vaikutukset alueelliseen BKT:hen suhteessa perusuraan

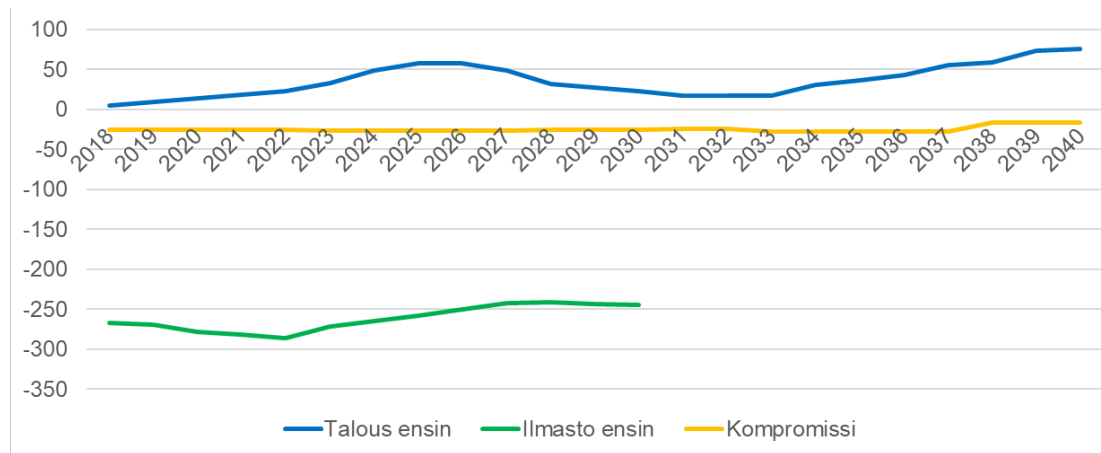


- Tulosten perusteella skenaarioilla olisi hyvin eri suuriset vaikutukset alueen BKT:hen
- Yksi yhdistävä piirre kaikkien skenaarioiden vaikutuksissa on vaikutusten suunta hieman positiivisempaan päin tarkasteluvuosien loppupuolella

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 4.2 Tuloksia: Skenaarioiden vertailua

Metsätalouden muutosten vaikutukset alueelliseen BKT:hen suhteessa perusuraan



- Jotta metsätalouden muutosten vaikutus tuloksiin ei jäisi epäselväksi, tarkasteltiin metsätalouden vaikutukset alueen BKT:hen myös erikseen
- Tulosten perusteella metsätalouden muutokset muodostavat suurimman osan vaikutuksista, mutta energiasektorin muutokset vaikuttavat tuloksiin (positiivisesti) etenkin tarkasteluvuosien loppupäässä

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 4.2 Tuloksia

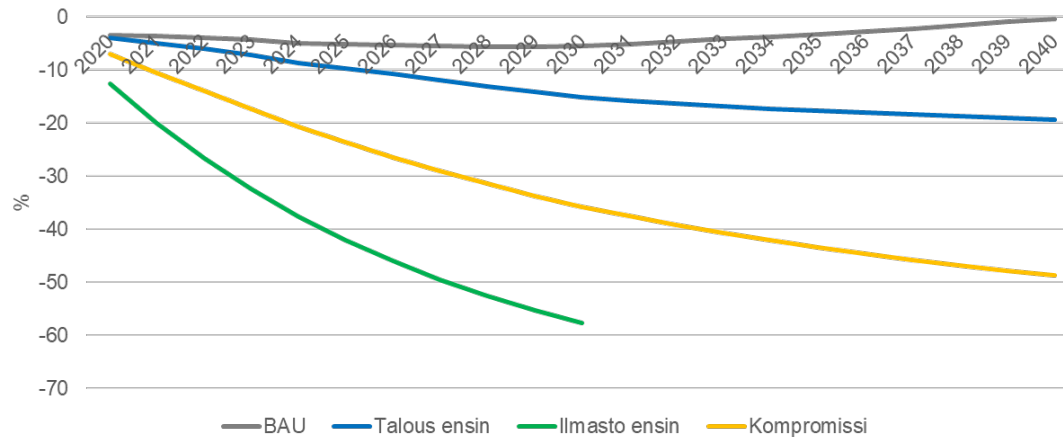
### Vaikutukset päästöihin vuoteen 2017 verrattuna

- Toteutetulla päästötarkastelulla arvioitiin Etelä-Savon mahdolliset tuotannon ja kotitalouksien kulutuksen kokonaispäästöt siinä tilanteessa, jos päästövähennykseen tähtääviä toimenpiteitä toteutetaan vain energia- ja liikennesektorilla määriteltyjen skenaarioiden mukaisesti
  - Tarkastelu eroaa LUT yliopiston toteuttamasta päästötarkastelusta mm. seuraavien osa-alueiden osalta esim. mallin toimiala- ja aluejaon vuoksi:
    - Tarkastelussa alueen kokonaispäästöt pelkän energiasektorin päästöjen sijaan
    - Tuontisähköä ei huomioida alueen päästönä skenaarioista poiketen
    - Toimialoittaiset alueelliset päästötilastot eroavat hieman kasvihuonekaasutilastoista

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 4.2 Tuloksia

### Vaikutukset Etelä-Savon kokonaispäästöihin vuoteen 2017 verrattuna



- Kaikissa skenaarioissa kotitalouksien päästöt laskisivat selvästi johtuen autokannan sähköistymisestä
- Kokonaispäästökehitys puolestaan muuttuisi skenaarioissa vähemmän
- Esimerkiksi BAU:ssa kokonaispäästöt laskisivat aluksi energiasektorin muutosten ansiosta, mutta viimeisinä tarkasteluvuosina kokonaispäästöt olisivat lähes yhtä suuret kuin vuonna 2017, mikä selittyi oletetulla aluetalouden kasvulla, jolloin useimmilla aloilla päästöt kasvaisivat tuotannonkin kasvaessa

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

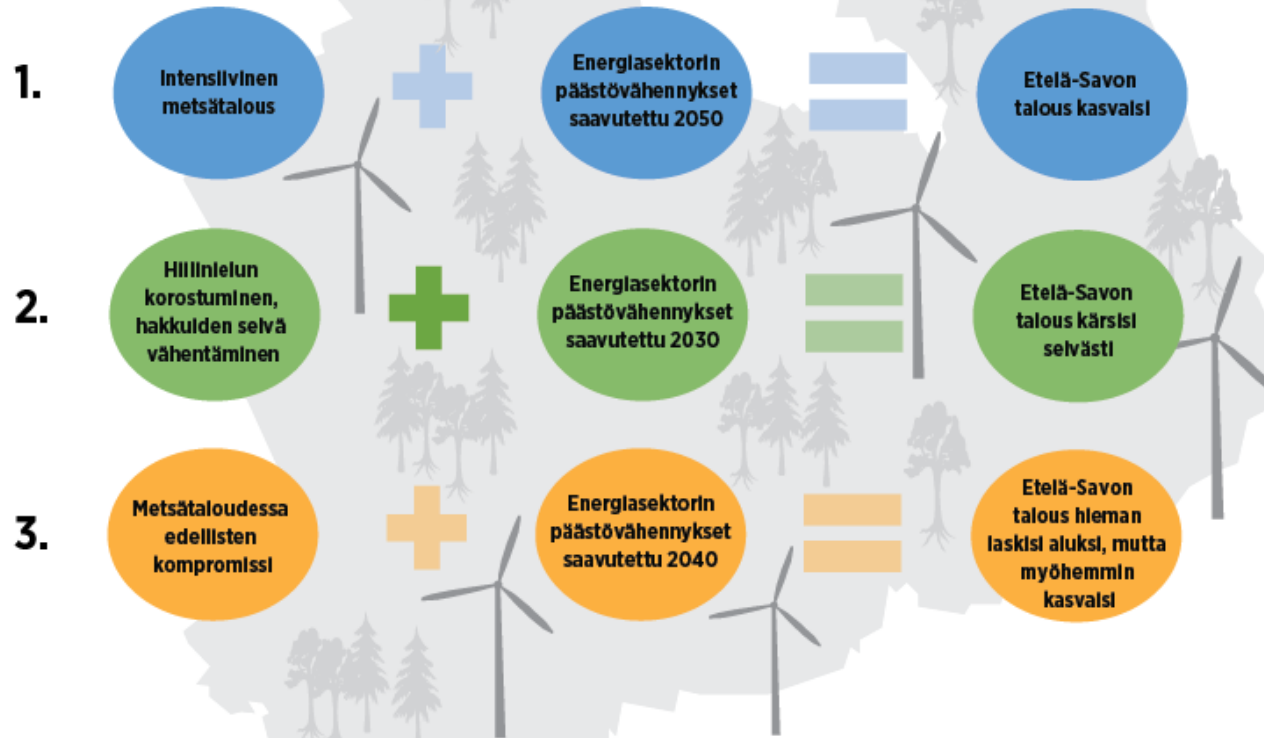
## 4.2 Tuloksia

### Haasteet ja epävarmuustekijät

- Laskelmien toteutuksessa tehtiin useita erilaisia oletuksia, jotka vaikuttanevat jonkin verran tuloksiin
    - Oletukset tehtiin pohjautuen parhaimpaan saatavilla olevaan tietoon, mutta tulevaisuuden muutoksia arvioitaessa oletuksissa on väistämättä epävarmuutta
  - Tarkasteltavan ilmiön lukuisat ulottuvuudet ja niiden väliset suhteet edellyttivät joitain yksinkertaistuksia mallinnuksessa, mikä saattaa hieman vaikuttaa tuloksiin
  - Päästöjen osalta haasteena oli muun muassa tarpeeksi yksityiskohtaisten päästötilastojen puute
    - Täytyy myös ottaa huomioon se, että LUTin ja Ruralian päästötarkastelut eroavat muun muassa huomioitavien päästöjen, tuontisähkön ja tilastoinnin osalta
- **KAIKESTA HUOLIMATTA TARKASTELUT ANTAVAT TARPEELLISTA TIETOA JA SUUNTAA TULEVAISUUDEN SKENAARIOIDEN MAHDOLLISEN TOTEUTUMISEN ALUETALOUDELLISISTA VAIKUTUKSISTA**

# 4.2 Tuloksia

## Hiilineutraali Etelä-Savo - Entä aluetalous?



→ Hiilineutraalius saavutettavissa ilman merkittäviä taloudellisia menetyksiä

Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti/Susanna Kujala ja Outi Hakala/Infografiikka Jaana Huhtala/2020

a työtä -ohjelma

Kestäv

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014-2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

## 4.3 Johtopäätökset

- Tulosten perusteella hitaampi energiasektorin muutosvauhti kohti vähäpäästöisempiä vaihtoehtoja (hiilineutraalius 2050) ja metsätalouden tehostaminen voisivat edistää Etelä-Savon taloutta ja työllisyyttä kymmenillä miljoonilla euroilla ja sadoilla henkilötyövuosilla (**Talous ensin -skenaario**)
- Hyvin nopea energiasektorin muutosvauhti (hiilineutraalius 2030) sekä metsätalouden merkittävä supistaminen hiilinieluja korostaen puolestaan laskisi päästöjä tehokkaasti, mutta aluetalous kärsisi selvästi (**Ilmasto ensin -skenaario**)
- Hiilineutraaliustavoitteeseen pyrkiminen vuoteen 2040 mennessä ja metsätalouden pieni supistaminen muodostavat todennäköisesti sen realistisimman skenaarion (**Kompromissi -skenaario**), missä tasapainoillaan päästötavoitteiden ja talouden välillä
  - Päästöt laskisivat ja aluetalouteen kohdistuisi pientä laskua tarkastelujakson alkuvuosina, mutta talousvaikutus kääntyisi pidemmällä aikavälillä hieman positiiviseksi

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



## 4.3 Johtopäätökset

- Metsätalouden muutoksilla on suuri rooli, kun tarkastellaan hiilineutraaliuteen tähtäävien kehityskulkujen aluetaloudellisia vaikutuksia Etelä-Savossa
  - Metsien hakkuumäärissä tapahtuvat muutokset vaikuttavat niin kantorahatuloihin kuin metsänhoidon, puunkorjuun ja kuljetusten tuotantoon sekä edelleen muualle talouteen kerrannaisvaikutusten kautta
  - Näiden lisäksi hakkuumäärien muutokset vaikuttavat metsäomaisuuden arvon kehitykseen ja tuleviin puun myyntituloihin myös tarkasteluajanjaksojen jälkeisinä vuosikymmeninä
- Energia- ja liikennesektorin muutoksilla on puolestaan mahdollisuus edistää aluetaloutta, jos tuontienergiaa sähkön tai liikennepolttoaineiden muodossa korvataan alueella tuotetulla sähköllä
  - Samalla energiaomavaisuus kasvaisi
- Päästötarkastelujen perusteella voidaan todeta, että pelkillä energia- ja liikennesektorin muutoksilla kokonaispäästöjä ei välttämättä saada laskemaan tarpeeksi, jos muu taloudellinen toiminta ja sitä myöten myös niiden päästöt kasvavat
  - Energiasektori on päästöjen näkökulmasta keskeisessä roolissa, mutta ei ole syytä unohtaa muitakaan aloja eikä talouden kehityksen mukanaan tuomaa muutosta

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

# Yhteenveto keskeisimmistä tuloksista

## Hiilivapaa Etelä-Savo

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

# 5. Yhteenveto

- Etelä-Savon maakunnan energian tuotannossa paikallisilla polttoaineilla (puu ja turve) on ollut vahva rooli jo pitkään.
- Tulevaisuudessa päästövaatimusten ja –tavoitteiden johdosta turpeen käyttö tulee vähenemään. Tähän voidaan vaikuttaa paikallisessa päätöksenteossa. Tämä lisännee paikallisen puun ja muiden uusiutuvien energialähteiden käyttöä.
- Vuonna 2017 Etelä-Savon maakunnan energian käyttö oli 7 131 GWh ja tästä aiheutui kasvihuonekaasupäästöjä 925 kt<sub>CO2,ekv.</sub>
- Skenaarioissa kasvihuonekaasupäästöt laskivat tavoitetasoon (200 kt<sub>CO2,ekv.</sub>).
- Liikennesektorilla päästövähennykset ovat kaikkein haastavimmat ja toteutuminen vaatii todennäköisesti enemmän aikaa kuin skenaarioissa on arvioitu.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

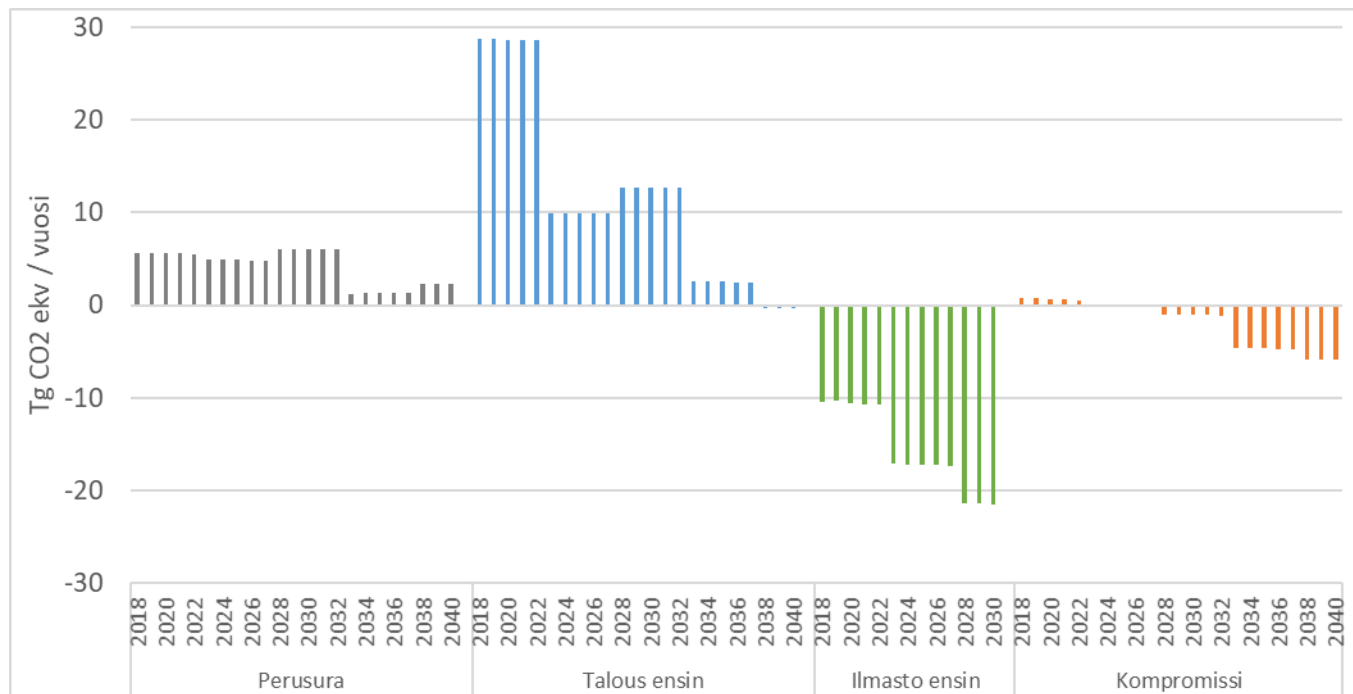


# 5. Yhteenveto

- Etelä-Savon metsien hiilivaraston muutoksia tarkasteltiin erilaisissa metsien käytön vaihtoehtoissa.
- Vertailutasona nykytasoa vastaava metsien käyttö (BAU) 30 v. ajanjaksolla:
  - Metsien käytön intensiteetin lisääminen (SCE1) lisäisi vuotuisia hakkuutuloja 38 milj. €. Metsänhoitokustannukset kasvaisivat 15 milj. €. Nettotulojen nykyarvo (30 v, korko 3 %) olisi 23 % suurempi. Metsien hiilivarasto pienenisi varsinkin alussa voimakkaasti, mutta palautuisi vähitellen hiiltä kerryttävälle tasolle. Metsämaan maahiilen ja puustoon sitoutuneen hiilen määrä olisi 30 vuoden kuluttua 382 Tg CO<sub>2</sub> ekv, eli noin 8 % pienempi.
  - Keskittymällä hiilivaraston kasvattamiseen (SCE2) nykyistä pienemmillä hakkuutasoilla, vuotuiset hakkuutulot alensivat 117 milj. € ja nettotulojen nykyarvo olisi 46 % pienempi. Metsiin sitoutuneen hiilen määrä olisi 30 vuoden kuluttua 529 Tg CO<sub>2</sub> ekv, eli 28 % suurempi.
  - Kompromissiskenaariossa (SCE3) hakkuumäärät alenisivat noin 9 % ja vuotuiset hakkuutulot alenisivat 19 milj. €. Nettotulojen nykyarvo olisi 10 % pienempi. Metsiin sitoutuneen hiilen määrä olisi 30 vuoden kuluttua 442 Tg CO<sub>2</sub> ekv, eli noin 7 % suurempi.

# 5. Yhteenveto

- Seuraavassa kuvassa on hiilipäästöjen ja -nielujen nettovaikutus eri skenaarioissa (10 Tg<sub>CO2,ekv.</sub> = 10 000 kt<sub>CO2,ekv.</sub>)



Negatiivinen arvo = hiilinielu

Kestävä kasvua ja työtä -ohjelma

# 5. Yhteenveto

- Aluetalouden näkökulmasta hiilineutraaliustavoitteeseen pyrkiminen vuoteen 2040 mennessä ja metsätalouden pieni supistaminen muodostavat todennäköisesti sen realistisimman skenaarion (Kompromissi -skenaario), missä tasapainoillaan päästötavoitteiden ja talouden välillä
  - Päästöt laskisivat ja aluetalouteen kohdistuisi pientä laskua tarkastelujakson alkuvuosina, mutta talousvaikutus kääntyisi pidemmällä aikavälillä hieman positiiviseksi
- Metsätalouden muutoksilla on suuri rooli, kun tarkastellaan hiilineutraaliuteen tähtäävien kehityskulkujen aluetaloudellisia vaikutuksia Etelä-Savossa
- Energiasektori on päästöjen näkökulmasta keskeisessä roolissa, mutta ei ole syytä unohtaa muitakaan aloja eikä talouden kehityksen mukanaan tuomaa muutosta
- Hiilivapaa Etelä-Savo –hankkeen tulosten jalkauttamista paikalliselle tasolle jatkaa hankkeen aikana perustettu Etelä-Savon ilmastotyöryhmä.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## 6. MUITA TUTKIMUKSIA JA HANKKEITA

- Muita tutkimuksia ja ajankohtaisia tietolähteitä aihepiiristä Etelä-Savon maakunnan alueelta:
  - Kujala, S., Hakala, O. ja Kinnunen, J. Energian käytön hiilipäästöt ja metsien hiilinielut Etelä-Savossa – Tulevaisuuden skenaarioiden aluetaloudelliset vaikutukset. Raportteja 204. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti. 2020.  
<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/318552/Raportteja204.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  - Mikkelin seudun kuntailmasto 2050 –hanke (mm. kuntakohtaiset CO<sub>2</sub>-raportit seitsemästä Etelä-Savon kunnasta):  
<https://www.mikkeli.fi/sisalto/palvelut/ymparisto/ilmasto/ilmasto-hanke>
  - Päästötön liikenne Mikkelin seudulla 2040: <http://www.plimix2040.fi/>
  - HiilineutraaliSuomi-verkkopalvelu, tietoa ja tutkimuksia hiilidioksidipäästöistä (mm. Hinku-verkosto yms.):  
[www.hiilineutraalisuomi.fi](http://www.hiilineutraalisuomi.fi)
  - Kohti hiilineutraaleja kuntia ja maakuntia (CANEMURE). Hanke edistää ilmastonmuutoksen hillinnän käytännön toimia vuosina 2018-2024: <https://www.syke.fi/hankkeet/canemure>

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



# Maailma muuttuu. Kiitokset mielenkiinnosta!



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma