

# Puun korjuun ja kuljetusten päästöjen nykytila ja vähennyskeinot

---

Metsätehon tuloskalvosarja 12/2019

Pirjo Venäläinen, Markus Strandström, Asko Poikela

Metsäteho Oy

# Tiivistelmä

- Selvityksen tavoitteena oli kartoittaa (raskaan) liikenteen ja työkoneiden päästövähennyksiä koskevia tavoitteita EU:ssa ja Suomessa, vähennyksiä tukevia keinoja sekä ko. keinojen nykytilaa ja vaikutuksia.
- Keskeiset tarkastellut päästövähennystavoitteet on kohdistettu vuosiin 2030 ja 2050. Nähtävissä on päästörajoitusten selvä tiukentuminen, joka vaatii uudenlaisten vaikuttamiskeinojen käyttöönottoa.
- Suomessa puunkorjuun arvioidaan aiheuttavan vuodessa noin 310 000 tonnia, kotimaisen puun kaukokuljetusten 310 000 tonnia ja puun lastinkäsittelyn tehtailla 25 000 tonnia CO<sub>2</sub>-ekv.-päästöjä.
  - 73 % puun junakuljetussuoritteesta vedetään sähkövetureilla. 43 % tuotantolaitosten vaununvetolaitteista ja 8 % puun vastaanoton työkoneista on sähkövoimaisia.
  - Suomessa on käytössä vasta ensimmäisiä hybridimetsäkoneita ja -puutavarayhdistelmiä. Kaasu- tai vetykäyttöisiä ajoneuvoja tai työkoneita ei vielä ole puuhuollossa käytössä.
- Sekä kuljetusten että työkoneiden käytön osalta keskeisiä keinoja päästötavoitteiden täyttämiseksi ovat biopolttoaineiden nykyistä suurempi hyödyntäminen, vaihtoehtoisten käyttövoimien käyttöönotto (kuljetuksissa hybridit, biokaasu, vety ja tehdasympäristössä täyssähkö), kuljetusten ja kaluston käytön tehostaminen sekä kuljettajatyön ohjauksjärjestelmät.
  - Keinojen laajempi hyödyntäminen Suomessa vaatii biopolttoaineiden ja vaihtoehtoisten käyttövoimien saatavuuden parantamista (tuotantomäärät, markkinat ja tankkausasemat).
- Selvityksen jatkotutkimustarpeena on puuhuollon kannalta potentiaalisimmiksi tunnistettujen keinojen yksityiskohtaisemmat tarkastelut (keinojen hyödynnettävyyden laajuus sekä päästö- ja kustannusvaikutukset puuhuollon kannalta tyypillisissä tilanteissa).



# Sisältö

1. Selvityksen tavoitteet ja toteutus
2. Päästöjä koskevat tavoitteet
3. Arvio puun korjuun ja kuljetusten päästöistä
4. Keinoja päästöjen vähentämiseksi
5. Johtopäätökset ja jatkotutkimustarpeet

Lähteet

Liitteet



# 1. Selvityksen tavoitteet ja toteutus

- Selvityksen tavoitteena oli
  - kartoittaa keskeiset raskaan liikenteen ja työkoneiden päästövähennyksiä koskevat tavoitteet EU:n ja Suomen tasolla
  - arvioida metsäteollisuuden korjuun ja puukuljetusten päästöt vuonna 2017
  - tunnistaa keskeisiä keinoja päästöjen vähentämiseksi lyhyellä ja pitkällä aikajänteellä sekä arvioida ko. keinojen hyödynnettävyyttä
  - tunnistaa keskeiset jatkotutkimustarpeet.
- Selvitys toteutettiin perustuen laatimishetkellä käytössä olleisiin tutkimuksiin, tilastoihin ja julkisesti esitettyihin tietoihin keinoista, joilla päästöjä voidaan vähentää. Lisäksi toteutettiin kysely tuotantolaitosten puun vastaanotossa käytettävistä työkoneista.
- Selvityksen tekijät kiittävät metsäyhtiöitä ja tehdasterminaalioperaattoreita terminaalikonekyselyyn vastaamisesta sekä Kari Mäkelää avusta päästölaskelmien osalta.



# Selvityksen rajaukset ja painotukset

- Korjuun osalta selvitys koskee hakkuukoneita ja kuormatraktoreita sekä niiden siirtoihin tarvittavia lavettikuljetuksia ja kuljettajien omia siirtymisiä.
- Kuljetusten osalta selvitys koskee kotimaisen ainespuun tie-, rautatie- ja vesikuljetuksia (ei sisällä energiapuun, metsäteollisuuden muiden raaka-aineiden tai tuotteiden kuljetuksia).
- Puun vastaanoton osalta selvitys koskee työkoneita tuotantolaitoksilla (ei puun lastausseurauksissa tai rautatieterminaaleissa).
- Tarkasteltavat päästöjen vähennyskeinot käsittävät teknisiä ja toiminnallisia keinoja, mutta ei puhtaasti verotukseen, tukiin tai hinnoitteluun liittyviä keinoja.
  - Eri käyttövoimien osalta on otettu huomioon vain niiden käytöstä syntyvät päästöt (jolloin osa käyttövoimista on laskennallisesti päästöttömiä). Ei ole siis otettu huomioon eri käyttövoimien elinkaari-vaikutuksia (käyttövoiman ja sitä käyttävän ajoneuvokaluston valmistuksen ja kuljetuksen aiheuttamat päästöt)
  - Ei otettu huomioon eri kuljetusmuotojen vaatiman infrastruktuurin rakentamiseen liittyviä päästöjä (esim. vesitiekuljetuksissa ko. päästöt ovat selvästi muita kuljetusmuotoja matalammat).
  - Ei ole arvioitu, miten eri tavoitteet (esim. biopolttoaineiden käytön kasvu) vaikuttaisivat kotimaan puun kuljetusvirtoihin Suomessa.



# 2. Päästöjä koskevat tavoitteet

---

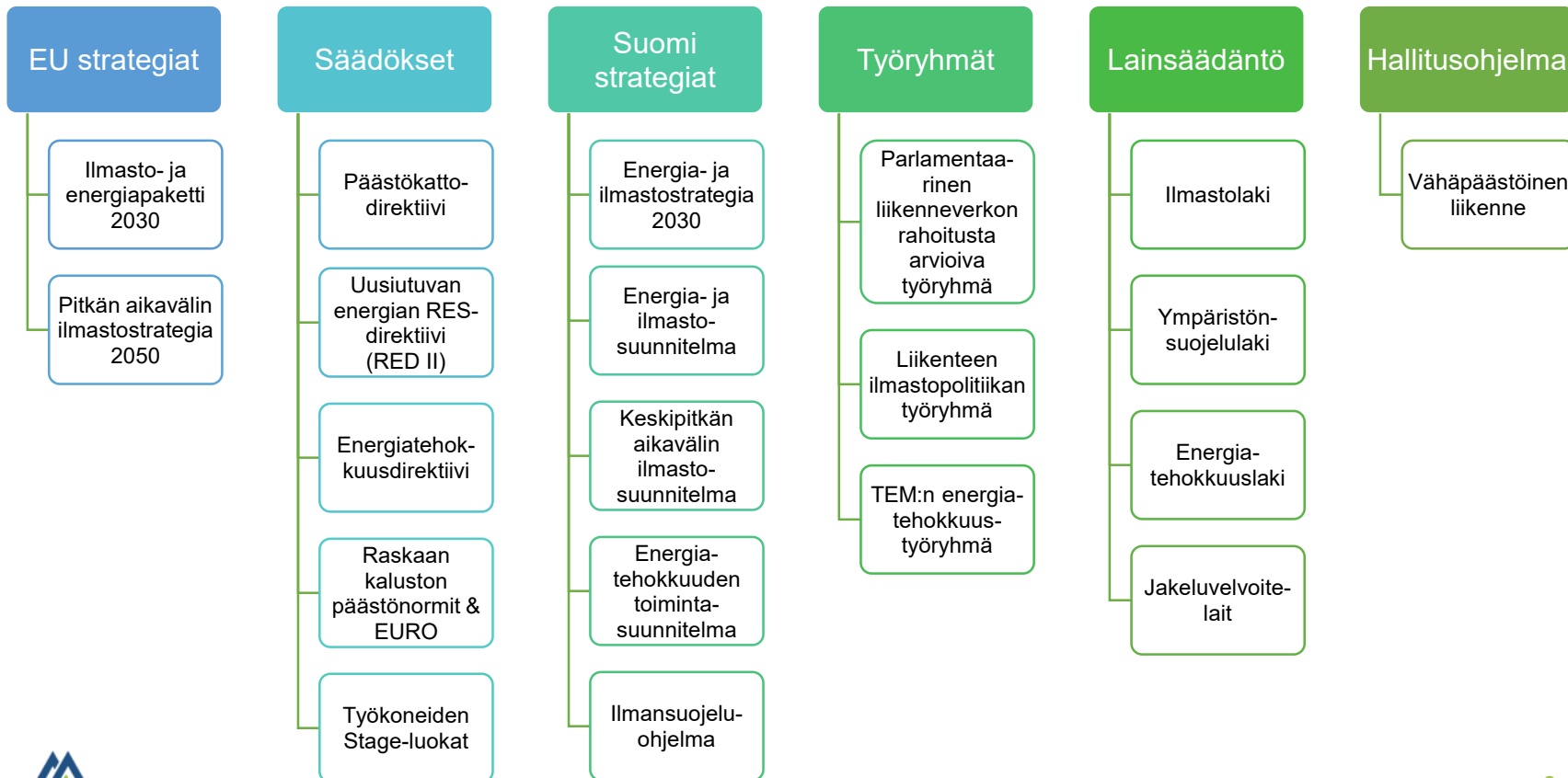


# Päästövähennystavoitteet

- Seuraavaan kalvoon (8) ja liitteeseen 1 on koottu Euroopan unionin ja Suomen esittämiä tavoitteita raskaan liikenteen ja työkoneiden päästöjen vähentämiseksi.
  - EU:n lisäksi kansainvälisiä päästötavoitteita ja -velvoitteita syntyy myös YK:n tasolla (esim. Pariisin ilmastonmuutossopimus).
  - Mikäli raskaan liikenteen osuutta tavoitteissa ei ole eritelty, esitetään tavoite koko liikenteen päästöjen vähentämiseksi.
  - Tavoitteet eivät välttämättä koske sellaisenaan esim. puukuljetuksia, vaan keinojen toteutus saatetaan kohdistaa esim. kaupunkiympäristöön, jossa asukkaiden altistus päästöille on suurempi.
- Tavoitteet vaihtelevat tavoiteajankohdan ja esitettyjen keinojen sitovuuden osalta.



# Päästöjä koskevia tavoitteita ja säädöksiä





# Keskeisiä tavoitteita ja niissä mainittuja keinoja

- EU-tason tavoitteet ja direktiivit koskevat osin sellaisenaan Suomea. Esimerkiksi:
  - Päästökattodirektiivi asettaa maakohtaiset päästökatot (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, PM<sub>2,5</sub> ja NMVOC) vuodesta 2020 lähtien.
  - EU:n ympäristöneuvoston yleisnäkemyksen mukaan uusien raskaiden ajoneuvojen CO<sub>2</sub>-päästöjä olisi vähennettävä keskimäärin 15 % vuoteen 2025 mennessä ja 30 % vuodesta 2030 lähtien (vuoden 2019 tasoon verrattuna). EU-parlamentti tavoittelee 35 %:n vähennystä. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2018b)
- Vuoteen 2050 mennessä EU:ssa tavoitellaan hyvin vähäpäästöistä tai nollapäästöistä liikennettä (mm. European Commission 2018, Liikenne- ja viestintäministeriö 2018b)
- Suomen omana tavoitteena on liikenteen kasvihuonepäästöjen puolittaminen vuoteen 2030 mennessä (verrattuna vuoden 2005 tilanteeseen) (mm. Huttunen 2017 ja Valtioneuvosto 2019).
  - Lisäksi tavoitellaan raskaan liikenteen kuljetusten energiatehokkuuden parantamista (Ministry of Economic Affairs and Employment 2018).
- Konkreettisimpia keinoja liikenteen ja työkoneiden päästöjen vähentämiseksi ovat mm. biopolttoaineiden jakeluvotteen kasvattaminen, kuorma-autojen EURO-normit ja työkoneiden Stage-päästöstandardit.
- Lisäksi sekä EU:ssa että Suomessa on asetettu tavoitteita mm. vaihtoehtoisten käyttövoimien käytön edistämiseksi, rautatie- ja vesiliikenteen osuuden kasvattamiseksi, liikenteen infrastruktuurin kehittämiseksi vähäpäästöisen liikenteen tueksi ja työkoneiden päästöjen vähentämispotentiaalin selvittämiseksi.



# Ilmasto- ja energiasstrategian 2030 skenaarit (Huttunen 2017)

- Skenaarit eivät ole ennusteita, vaan niillä arvioidaan jo päätettyjen ja mahdollisten lisätoimenpiteiden riittävyyttä suhteessa energia- ja ilmasto-tavoitteisiin



Liikenteen energiankäyttö						
TWh	Tilasto		Perusskenaario		Politiikkaskenaario	
	2010	2014	2020	2030	2020	2030
Moottoribensiini, fossiilinen	18	16	13	12	13	9
Dieselöljy, fossiilinen	27	24	24	23	23	16
Biopolttoaineet	1,7	5,8	6	5	5	11
Maakaasu	0	0	0	0,1	0,1	0,4
Biokaasu	0	0	0	0,1	0,1	0,4
Lentopetroli ja -bensiini	1,6	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3
Raskas polttoöljy	0,5	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2
Kevyt polttoöljy, fossiilinen	1,7	1,5	1,9	1,7	1,9	1,5
Polttoaineet yhteensä	50	48	46	44	45	40
<b>Sähkö</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>1,2</b>	<b>0,9</b>	<b>1,5</b>

Työkoneiden energiankäyttö						
TWh	Tilasto		Perusskenaario		Politiikkaskenaario	
	2010	2014	2020	2030	2020	2030
Kevyt polttoöljy, fossiilinen						
Maa- ja metsätalouskoneet	2,9	3,0	2,5	2,2	2,5	1,9
Muut	5,2	5,1	5,5	5,5	5,5	5,0
Bensiini, fossiilinen						
Maa- ja metsätalouskoneet	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Muut	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8
Bionesteet	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,8
<b>Yhteensä</b>	<b>9,4</b>	<b>9,2</b>	<b>9,0</b>	<b>8,6</b>	<b>9,0</b>	<b>8,6</b>

# 3. Arvio puun korjuun ja kuljetusten päästöistä

---



# Johdanto

- Puunkorjuun CO<sub>2</sub>-ekv.-päästöt vuonna 2017 olivat yhteensä 310 000 t (5,0 kg/m<sup>3</sup>) (ks. kalvo 14).
  - Päästöissä otettiin huomioon hakkuukoneiden ja kuormatraktoreiden omat päästöt sekä ko. koneiden siirtoihin tarvittavien lavettikuljetusten ja koneiden kuljettajien siirtymisten aiheuttamat päästöt.
- Kotimaisen ainespuun kaukokuljetusten CO<sub>2</sub>-ekv.-päästöt olivat yhteensä 310 000 t (4,9 kg/m<sup>3</sup>).
  - Päästöissä otettiin huomioon puun tie-, rautatie- ja vesikuljetukset.
  - Ko. kuljetusten vastaanottoon tarvittavien työkoneiden CO<sub>2</sub>-ekv.-päästöt tuotantolaitoksissa olivat karkean arvion mukaan 25 000 t. Arviota on tarpeen tarkentaa lisäselvityksillä.
- Ruotsin puuhuollon päästölaskelmaan on sisällytetty myös metsänhoidon ja tienpidon päästöt (kalvo 17).



# Päästöjen laskennan tietolähteitä

- Suoritteet vuonna 2017
  - Kotimaisen puun korjuu ja kuljetus
    - Teollisen puun korjuumäärä (Luonnonvarakeskus 2018)
    - Eri kuljetusmuotojen osuus ja kuljetusten keskimatkat (Strandström 2018)
  - Kotimaisen ja tuontipuun käsittely tuotantolaitoksissa/terminaaleissa (Metsätehon kysely metsäyhtiöille)
- Kalusto (päästöluokat) (ks. tarkemmin liite 2)
  - Metsäkoneet (LIPASTO: VTT Oy 2019a)
  - Lavettiautot (Traficom ajoneuvorekisteri: Traficom 2019)
  - Puutavarayhdistelmät
  - Raakapuujunat ja aluskuljetukset (proomu) (LIPASTO, VR Transpoint)
  - Tuotantolaitosten työkoneet (Metsätehon kysely metsäyhtiöille)
- Polttoaineen kulutus ja päästöt (ks. tarkemmin liite 2)
  - LIPASTO- ja TYKO-mallit (VTT Oy 2019b), DieselNet (2019a ja 2019b)
  - Metsätehon HCT-kulutus- ja päästölaskelma puutavara- ja hakeyhdistelmille (ks. tarkemmin Venäläinen & Poikela 2019)
  - Metsätehon kysely metsäyhtiöille työkoneista



# Puun korjuun ja kuljetusten päästöt 2017

	m <sup>3</sup>	Osuus, %	CO <sub>2</sub> , t	CO <sub>2</sub> eq, t	Osuus, %	CO <sub>2</sub> eq, g/t	CO <sub>2</sub> eq, g/tkm	CO <sub>2</sub> -eq, g/m <sup>3</sup>
<b>Puunkorjuu</b>	<b>62 923 000</b>	<b>100</b>	<b>311 678</b>	<b>313 664</b>	<b>100</b>	<b>5 899</b>		<b>4 985</b>
Ensiharvennus	4 882 786	8	39 342	39 590	13	9 595		8 108
Muu harvennus	20 181 164	32	126 534	127 335	41	7 467		6 310
Uudistushakkuu	37 859 050	60	145 802	146 739	47	4 587		3 876
<b>Puutavaran kaukokuljetus</b>	<b>62 923 000</b>	<b>100</b>	<b>307 254</b>	<b>310 491</b>	<b>100</b>	<b>5 840</b>	<b>53</b>	<b>4 934</b>
<b>Autokuljetus</b>	<b>50 844 503</b>	<b>81</b>	<b>247 520</b>	<b>250 232</b>	<b>81</b>	<b>5 824</b>	<b>55</b>	<b>4 922</b>
<b>Rautatiekuljetusketju - sähköjuna</b>			<b>20 430</b>	<b>20 654</b>	<b>7</b>			
Sähköjuna	8 058 817	13	0	0		0	0	0
Autolla asemalle			20 430	20 654		3 033	62	2 563
<b>Rautatiekuljetusketju - dieseljuna</b>			<b>32 120</b>	<b>32 355</b>	<b>10</b>	<b>13 065</b>	<b>41</b>	<b>11 040</b>
Dieseljuna	2 930 671	5	24 691	24 844		10 032	37	8 477
Autolla asemalle			7 430	7 511		3 033	62	2 563
<b>Aluskuljetusketju</b>			<b>5 713</b>	<b>5 773</b>	<b>2</b>	<b>8 752</b>	<b>31</b>	<b>7 396</b>
Aluskuljetus	780 581	1	3 765	3 804		5 767	24	4 873
Autolla alukseen			1 948	1 969		2 985	62	2 523
<b>Uittoketju</b>			<b>1 471</b>	<b>1 477</b>	<b>0</b>	<b>5 667</b>	<b>19</b>	<b>4 789</b>
Uitto	308 428	0	918	918		3 521	14	2 975
Autolla uittoon			553	559		2 146	62	1 814
<b>Yhteensä</b>	<b>62 923 000</b>		<b>618 932</b>	<b>624 155</b>		<b>11 739</b>		<b>9 919</b>

CO<sub>2</sub>eq. sis. CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O



# Puun korjuun ja kuljetusten energiankulutus 2017

	Polttoainetyyppi	Polttoainetta, kg	Kerroin, MJ/kg	Energiankulutus, MJ	Osuus, %
<b>Puunkorjuu</b>		<b>100 374 727</b>		<b>4 319 706 624</b>	100
Ensiharvennus	Polttoöljy mix v. 2016 / Diesel mix v. 2016	12 580 261	43,0 / 43,2	541 230 075	13
Muu harvennus	Polttoöljy mix v. 2016 / Diesel mix v. 2016	40 592 675	43,0 / 43,2	1 746 637 506	40
Uudistushakkuu	Polttoöljy mix v. 2016 / Diesel mix v. 2016	47 201 791	43,0 / 43,2	2 031 839 043	47
<b>Puutavaran kaukokuljetus</b>		<b>105 880 258</b>		<b>4 795 323 261</b>	100
Autokuljetus	Diesel mix v. 2016	87 180 863	43,2	3 766 213 279	79
Rautatiekuljetusketju				929 748 931	19
Sähköjunalla*	Sähkö			223 618 532	
Autolla asemalle	Diesel mix v. 2016	7 195 835	43,2	310 860 066	
Dieseljunalla	Fossiilinen moottoripolttoöljy	6 563 323	43,0	282 222 908	
Autolla asemalle	Diesel mix v. 2016	2 616 839	43,2	113 047 425	
Aluskuljetusketju				79 428 484	2
Aluskuljetus	Kevyt polttoöljy (LSFO)	1 171 580	42,5	49 792 142	
Autolla alukseen	Diesel mix v. 2016	686 026	43,2	29 636 342	
Uittoketju				19 932 567	0
Uitto	Kevyt polttoöljy (LSFO)	270 918	42,5	11 514 024	
Autolla uittoon	Diesel mix v. 2016	194 874	43,2	8 418 542	



# Suomen energian/polttoaineen kulutus yhteensä

- Vuonna 2017 liikenteen energiankulutus Suomessa oli noin 50 TWh eli 16 % Suomen energian loppukäytöstä (Tirkkonen 2019).
  - Tieliikenteen osuus kotimaan liikenteen kokonaisenergiankulutuksesta oli 94 %.
  - Raskaiden tiekuljetusten osuus tieliikenteen energiankulutuksesta oli 31 %.
  - Kalvon 14 laskelmasta muunnettuna kotimaisen puun kaukokuljetuksen energiankulutus oli 1,3 TWh.
- Työkoneiden yhteenlaskettu polttoaineen kulutus on noin 770 000 t/a. Tästä määrästä noin 90 % on dieselpolttoainetta (lähinnä moottoripolttoöljyä) ja noin 10 % bensiiniä. (Nylund ym. 2016)
  - Hakkuukoneet ja kuormatraktorit muodostavat yhdessä 12 % Suomen dieselkäyttöisten työkoneiden kokonais-CO<sub>2</sub>-päästöistä (Nylund ym. 2016).



# Ruotsin puunhuollon CO<sub>2</sub>-päästöt (Skogforsk 2019a)

## Skogsbrukets bränsleförbrukning 2014

Totalt		367 400 m <sup>3</sup> bränsle, dvs. åtgärd: ha, m <sup>3</sup>	4,71 l/m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> bränsle	%	969 936 tCO <sub>2</sub> /år
<b>Skogsvård totalt:</b>		<b>Summa</b>	<b>22 900</b>	<b>6,2</b>	<b>60 456</b>
Varav:	Planterad areal, ha	176 000	14 100	3,8	37 224
	Markberedning yta, ha	185 000	4 600	1,2	12 144
	Röjning, ha	392 000	3 900	1,1	10 296
	Gödning, ha	24 000	300	0,1	792
<b>Drivning totalt:</b>		<b>Summa</b>	<b>148 200</b>	<b>40,3</b>	<b>391 248</b>
Varav:	Avverkning m <sup>3</sup> fub	70 000 000	74 200	20,2	195 888
	Skotning rundvirke, m <sup>3</sup> fub	70 000 000	56 000	15,2	147 840
	Skotning skogsbränsle, m <sup>3</sup> f	8 000 000	8 000	2,2	21 120
	Flisning skogsbränsle, m <sup>3</sup> f	8 000 000	10 000	2,7	26 400
<b>Vidaretransport, totalt</b>		<b>Summa</b>	<b>196 300</b>	<b>53,4</b>	<b>518 232</b>
Varav:	Rundvirke, m <sup>3</sup> fub	70 000 000	161 000	43,8	425 040
	Skogsbränsle, m <sup>3</sup> f	8 000 000	9 500	2,6	25 080
	Väghållning, m <sup>3</sup> fub	78 000 000	25 800	6,8	68 112



# 4. Keinoja päästöjen vähentämiseksi

---



# Johdanto

- Keinoja raskaiden kuljetusten ja työkoneiden päästöjen vähentämiseksi tunnistettiin
  - a) luvussa 2 ja liitteessä 1 esitetyistä päästöjen vähentämistavoitteista koskevista dokumenteista
  - b) aihepiiriin tutkimuksista ja
  - c) muusta materiaalista (uutisartikkelit ja yritysten internetsivut).
- Yhteenveto tässä tarkasteltavista keinotyypeistä on esitetty seuraavassa kalvossa.
  - Verotuksellisia ja tukikeinoja ei tarkasteltu selvityksessä, mutta ko. keinot on mainittu useissa liitteen 1 tavoitedokumenteissa.
- Kalvoissa 21–23 on esitetty karkeatasoinen yhteenveto eri keinojen vaikutuksista työkoneiden ja ajoneuvojen **käytön** aikaisiin päästöihin.
  - Keinojen vaikutuksia ei ole välttämättä arvioitu juuri puun käsittelyn tai kuljetusten näkökulmasta, joten vaikutusten sekä hyödyntämisen laajuuden arvioimiseksi tarvitaan lisätarkasteluita.
  - Vaikutuksia on koottu eri tutkimuksista ja arvioista, eivätkä ne ole täysin vertailukelpoisia.
- Liitteessä 3 on esitetty kunkin keinon osalta
  - keinon hyödyntämisen nykytila (ensisijaisesti Suomen puuhuollossa, mutta tarvittaessa myös yleisemmin, jos keino on käytössä vasta muualla)
  - keinoa koskevat Suomen ja EU-tason tavoitteet
  - keinojen kehitysnäkymät
  - arvio keinon vaikutuksista päästöihin (tai polttoaineen kulutukseen).

# Keinot

pl. verotus,  
tuet ja  
hinnoittelu

## Poltonesteet

- Biopolttoaineet
- Uusiutuvat polttoaineet
- Synteettiset p2x-polttoaineet

## Muut käyttövoimat

- Hybridit
- Sähkö
- Kaasu
- Vety
- Etanoli

## Kalusto

- Kalustokoko (HCT, LHT)
- Polttomoottorit
- Voimansiirto
- Aerodynamiikka ja muu rakenne
- Hankintojen neuvonta

## Digitalisaatio

- Kuljettajien ohjausjärjestelmät
- Automaatio (ml. letka-ajo)
- Kuljetusten suunnittelu (mm. me-pa)

## Vesi- ja rautatieliikenne

- Tehokkuus
- Kilpailukyky

## Infrastruktuuuri

- Tiestön kunto
- Vesi- ja rautatieliikenteen infrastruktuuriverkko



# Yhteenveto keinojen vaikuttavuudesta 1

Yhteenvedossa on otettava huomioon, että vaikutuksia on esitetty myös muista tilanteista kuin puun kuljetuksista ja käsittelystä tai muualta kuin Suomesta. Vaikutukset perustuvat liitteessä 3 esitettyihin tutkimustuloksiin ja muihin arvioihin, eivätkä ne ole täysin keskenään vertailtavia.

Keino (Autokuljetukset/liikenne)	Arvioitu vaikutusjärjestys liitteen mukaan
Biodiesel Uusiutuva diesel	-16 % CO <sub>2</sub> -päästöt Jopa -90 % kasviuonekaasupäästöt
Synteettiset p2x-polttoaineet (bensiniin verrattuna)	Vety 90, sähköautot ja metanoli 50 ja metaani 40 (g elinkaaren CO <sub>2</sub> -ekv.-päästöjä / 1 MJ uusiutuvaa energiaa)
Täyssähkö	-100 % päästöt
Hybridi (polttoaine&sähkö)	-10 % polttoaineen kulutus
Maakaasu (raskas liikenne)	0 % CO <sub>2</sub> -päästöt (yli -20 % elinkaaren aikaiset kasviuonepäästöt)
Biokaasu (tieliikenne)	-85 % päästöt (elinkaaren aikaiset kasviuonepäästöt)
Vety Vetyhybridi (vety+sähkö)	-100 % päästöt -100 % päästöt
Bioetanolidiesel (RED95) (raskas liikenne)	Jopa -90 % CO <sub>2</sub> -päästöt ja jopa -80 % lähipäästöt



# Yhteenveto keinojen vaikuttavuudesta 2

Keino	Arvioitu vaikutus
Ajoneuvon aerodynaamikan kehittäminen	-4...-6 % (puutavarayhdistelmä), -3...-8 % (hakeyhdistelmä) polttoaineen kulutus
Kalustokoko (HCT)	-5...-20 % polttoaineen kulutus / tuoretonni (puutavara), sivutuotehakkeen laskelmat käynnissä
Taloudellinen ajotapa Letka-ajo	-5...-15 % polttoaineen kulutus -5... -15 % polttoaineen kulutus (päällystetyt tiet)
Rautatiekuljetusketju (kotimainen puu) - Autokuljetuksiin verrattuna	Diesel: -27 % CO <sub>2</sub> -ekv.-päästöt per tkm
Vesikuljetusketju (kotimainen puu) - Alus - Uitto	-44 % CO <sub>2</sub> -ekv.-päästöt/tkm 44 % -65 % CO <sub>2</sub> -ekv.-päästöt/tkm 44 %
Kuljetusinfrastruktuurin kehittäminen - Rataverkon sähköistäminen	Ka. -57 % CO <sub>2</sub> -päästöt per hanke



# Yhteenveto keinojen vaikuttavuudesta 3

Keino	Arvioitu vaikutus
<b>Työkoneet yleisesti</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Biopolttoöljy</li><li>• Moottorien energiatehokkuuden nosto</li><li>• Koneiden energiatehokkuuden nosto</li><li>• Koneiden käytön tehostaminen ja optimointi (automaatio)</li></ul>	-0,2 t CO <sub>2</sub> -ekv. vuonna 2030 -15 % CO <sub>2</sub> -päästöt Max -50 % CO <sub>2</sub> -päästöt Max -50 % CO <sub>2</sub> -päästöt
<b>Veturit</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sähkö</li><li>• LNG</li><li>• Vanhan dieselveturin korvaaminen StagelIIIA-dieselveturilla</li></ul>	-100 % päästöt -30 % CO <sub>2</sub> -päästöt, -70 % NO <sub>x</sub> -päästöt Noin -50 % polttoaineen kulutus
<b>Työkoneet (puunkorjuu ja vastaanotto)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Hybridi<ul style="list-style-type: none"><li>• Hakkuukone</li><li>• Materiaalinkäsittelykone</li><li>• Pyöräkuormaaja</li></ul></li><li>• Täyssähkö (esim. vaununsiirtolaite)</li><li>• Uusiutuva diesel (pyöräkuormaajassa)</li></ul>	Ei arviota -30 % polttoaineen kulutus Yli -50 % polttoaineen kulutus  -100 % päästöt -80 % CO <sub>2</sub> -päästöt, -10 % NO- ja pienhiukkaspäästöt



# 5. Johtopäätökset ja jatkotutkimustarpeet

---



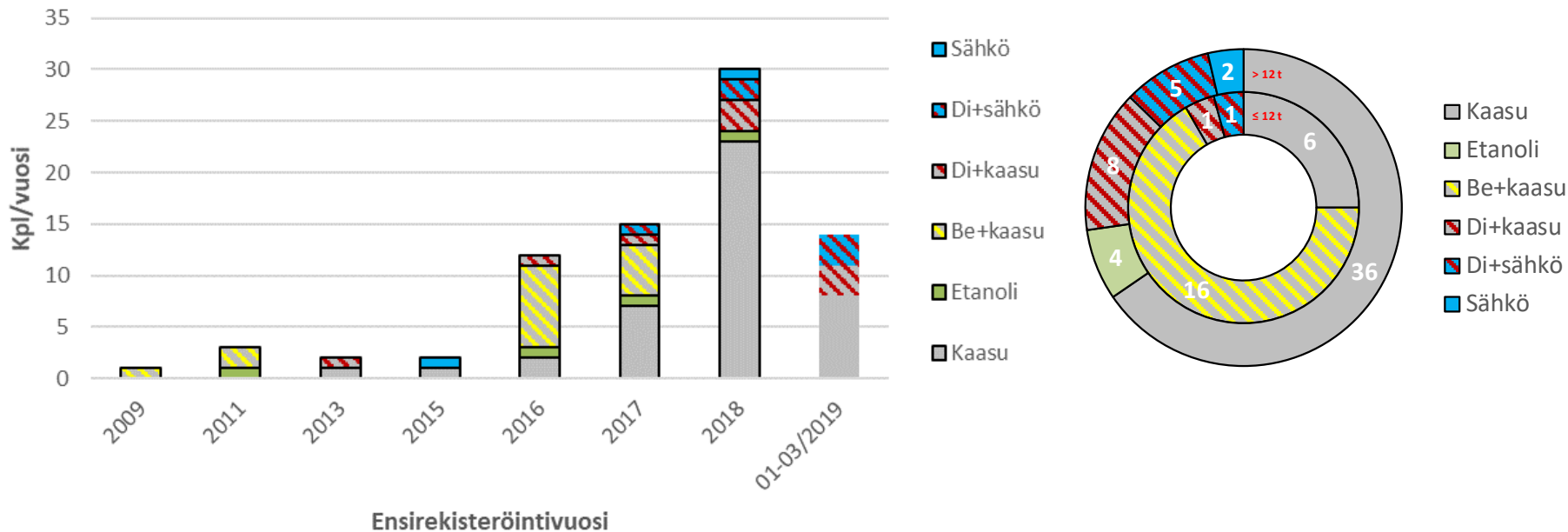


# Nykytila

- Kotimaisen puun korjuun, kaukokuljetusten ja puun tehdasvastaanoton arvioidaan tuottavan CO<sub>2</sub>-ekv.-päästöjä noin 645 000 tonnia vuodessa.
  - Tästä sekä puun korjuu että kaukokuljetus kattavat kummatkin 48 % ja puun tehdasvastaanotto 4 %.
  - Arvio on tehty vain käytön aikaisille päästöille. Eri käyttövoimien elinkaarivaikutusten vertailukelpoisia laskentaperusteita tulee kehittää.
- Tällä hetkellä käytössä olevia keinoja ko. päästöjen vähentämiseksi ovat:
  - Lain mukaiset biopolttoaineiden osuudet dieselissä ja polttoöljyssä.
  - Sähköiset puun vastaanotossa käytössä olevat työkoneet (8 % työkonekannasta).
  - Puu-, hake- ja tuotekuljetusten HCT-ajoneuvokokeilut.
  - Ensimmäiset hybridiratkaisut puun korjuussa ja kuljetuksissa. Vaihtoehtoisia käyttövoimia on alettu ottaa käyttöön kuorma-autokuljetuksissa yleisesti (ks. seuraava kalvo).
  - Rautatiekuljetusten osuus kotimaisen puun kuutioista on 23 % (39 % m<sup>3</sup>km), ja 73 % nettotonnikilometreistä kulkee sähköistetyllä rataverkolla. VR Transpoint on tilannut 60 uutta dieselveturia, jotka tulevat vähentämään dieselliikenteen päästöjä. Lisäksi yhtiöllä on ollut kesällä 2019 isojen puutavaravaunujen koeajoja.
  - Vesikuljetusten osuus kotimaisen puun kuutioista on 2,2 % (4 % m<sup>3</sup>km). Pienten kuljetusvolyymien takia alusten keski-ikä on korkea, joten niiden energiatehokkuus ei ole hyvällä tasolla.
- Keinojen vaikutuksista nimenomaan puun käsittelyssä ja kuljetuksissa on vain rajatusti tietoa, joten lisätarkastelut vaikuttavuudesta ovat tarpeen.



# Kuorma-autojen käyttövoimat (yht. 79 kpl)



31.3.2019 liikennekäytössä olleet kuorma-autot (ajoneuvoluokat 2N, 3N ja 3NG), joiden käyttövoimana muu kuin diesel, bensiini tai moottoripetrolia. Yksityiskäytössä ja myyntivarastossa olevat ajoneuvot rajattu pois.

Lähde: Traficom 2019



# Päästövähennystavoitteet

- Keskeisin maantiekuljetuksia koskeva tavoite EU-tasolla on uusien raskaiden autojen CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentäminen (vuoden 2019 tasoon verrattuna) keskimäärin 15 % vuoteen 2025 mennessä ja keskimäärin 30 % vuodesta 2030 lähtien
  - Suomessa tavoitellaan koko liikenteen osalta kasvihuonepäästöjen puolittamista vuoteen 2030 mennessä.
  - Myös työkoneiden energiatehokkuuden parantamista tavoitellaan.
- Tavoitteiden yhteydessä on tunnistettu useita keinoja päästövähennysten saavuttamiseksi.
  - Vaikka päästövähennystavoitteiden kohdentumisesta puuhuollon prosesseihin ei ole tarkkaa tietoa, myös puuhuollossa on tarpeen varautua uudenlaisten keinojen kehittämiseen ja käyttöönottoon.
  - Tietoa ja tutkimusta keinojen vaikuttavuudesta on lisättävä.



# Lyhyen aikajänteen (=> 2025) näkymiä 1/3

- Puunkorjuu
  - Päästöjen vähentämisessä keskeinen potentiaali on konekannan uusiutumisessa (=> uudet Stage-luokat) ja vetykäsiteltyjen biokomponenttien tuotantokapasiteetin kasvussa.
    - FAME-pohjaisten moottoripolttoöljyjen biopitoisuuksia ei todennäköisesti voida kasvattaa v. 2021–2028 asetetun jakeluvälvoitteen tasoa (3–10 %) korkeammaksi ilman ongelmia, ainakaan talviolosuhteissa.
    - Uusiutuvalla tai ”täyssynteettisellä” dieselillä voidaan saavuttaa välittömiä päästövähennyksiä ilman koneinvestointeja.
    - Koska metsäkoneympäristön keinovalikoima on huomattavasti kapeampi kuin tieliikenteessä ja vastaanottoiminnoissa, rajallinen biopolttoainetarjonta kannattaisi hyödyntää ensisijaisesti metsässä.
  - Hybriditekniikassa on potentiaalia, mutta tutkimusnäyttöä todellisista vaikutuksista ei vielä ole.
    - Voidaan vaikuttaa voimansiirron häviöihin ja kaventaa moottorin käyntialue optimialueelle.
    - Mahdollistaa potentiaalienergian ja liikkeiden jarrutusvoiman talteenoton.
    - Täyssähköinen voimansiirto leikkaisi tehohäviöt murto-osaan mutta tuo myös haasteita, esim. telin tasapainotus.
  - Korjuun työmalleilla sekä hakkuulaitteen huollolla (terät) ja säädöillä voidaan saavuttaa yli 10 prosentin säästöt polttoaineen kulutukseen tuottavuustasosta tinkimättä.
  - Useimmat tieliikenteestä tutut keinot (esim. aerodynamiikka ja kaasumaiset polttoaineet tai rakenteiden merkittävä keventäminen) eivät ole sellaisenaan siirrettävissä metsäympäristöön tai eivät tarjoa merkittäviä etuja.



# Lyhyen aikajänteen (=> 2025) näkymiä 2/3

- Puun autokuljetukset
  - Biopolttoaineen jakeluvelvoitteen nosto tulee vähentämään päästöjä jo lähivuosina. Biopolttoaineosuuden merkittävät lisänostot jo päätettyjen lisäksi voivat olla lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä tärkein keino nimenomaan raskaiden kuljetusten päästöjen vähentämisessä (Liimatainen & Viri 2017), koska muiden päästövähennyskeinojen käyttöönotto on paremmin toteutettavissa henkilöautoliikenteessä.
  - Myös bifuel- (diesel+kaasu), hybridi-, kaasu- ja vetyautot soveltuvat raskaisiin kuljetuksiin. Ko. ajoneuvoja on jo jonkin verran markkinoilla ja kaasun tankkausasemaverkko on laajentumassa. Kaasu- ja vetyajoneuvot soveltuisivat alussa helpommin säännöllisten reittien sivutuotehakekuljetuksiin ja metsäteollisuuden tuotekuljetuksiin, mikäli tuotantolaitosten lähettyvillä olisi tankkausasemia. Hybridi-, kaasu- ja vetyautojen nykyisiä hankinta- ja käyttökustannuksia sekä kustannusten kehittymisnäkymiä tulisi tarkastella erikseen.
  - Asetusmuutoksen myötä yli 25-metrisiä yhdistelmiä on alettu ottaa käyttöön hake- ja energiapuukuljetuksissa. Suuremmat hyödyt HCT-yhdistelmillä saavutettaisiin kokonaismassoja nostamalla.
  - Biopoltonesteiden, biokaasun ja vedyn tuotannossa voidaan hyödyntää myös kotimaista biomassaa. Biomassan tuotantomäärien rajoitteet on otettava huomioon ko. keinojen hyödynnettävyydessä.



# Lyhyen aikajänteen (=> 2025) näkymiä 3/3

- Puun autokuljetusten päästöjen vähentämisessä on potentiaalia monia eri keinoja hyödyntämällä (mm. taloudellisen ajotavan koulutus, kuljetusten ohjausjärjestelmät, meno-paluukuljetukset). Myös kuljetusyrittäjät ovat tunnistaneet nämä keskeisimpinä keinoina lisätä kuljetusten ympäristöystävällisyyttä (SKAL ry 2019). Ko. keinojen nykytilan ja kehitysnäkymien arviointi vaatisi erillisen tarkastelun.
- Puun raidekuljetusten osuuden kasvattamisessa keskeisessä roolissa on rataverkon välityskyvyn kehittäminen. Päästöjen vähentämisessä keinoja ovat myös rataverkon lisäsähköistäminen ja vaunukaluston suurentaminen.
- Puun aluskuljetusten haasteena on pieni volyymi, mikä heikentää mahdollisuuksia kaluston uusimiseen. Aluskuljetusten tehokkuutta pyritäänkin parantamaan mm. tiedonkulkua ja lastauspaikkaverkkoa kehittämällä.
- Puun vastaanotossa tuotantolaitoksilla on hyvät mahdollisuudet lisätä täyssähkö-, hybridi- ja kaasukäyttöisten työkoneneiden osuutta. Ko. ratkaisuiden kustannusvertailu tarvitsisi erillisen tarkastelun.
- Biopolttoöljyn osuuden nosto vähentää työkoneneiden päästöjä jo lähivuosina.



# Pitkän aikajänteen (2025=>) näkymiä 1/2

- Puunkorjuu

- Metsäkoneissa pidemmän aikavälin päästökehitys riippuu paljolti siitä, löydetäänkö toisen ja kolmannen sukupolven biodieselin/-polttoöljyjen raaka-ainetuotantoon ratkaisuja, joilla volyymit voisivat kasvaa merkittäviksi. Dieselmootorit pysyvät vielä pitkään ensisijaisena voimanlähteenä. Kehityslinjaan vaikuttaa myös maatalouskonekannan muutokset, jotka ovat puolestaan osittain riippuvaisia autoteollisuuden linjanvedoista. Esim. polttokennotekniikan läpimurto edellyttäisi autonvalmistajien merkittäviä satsauksia.
- Kaasumaisilla polttoaineilla, erityisesti biokaasulla, voidaan päästöjä vähentää merkittävästi mutta käyttö on erittäin haasteellista metsäkoneympäristössä.
  - Tankkaus onnistuu käytännössä vain tankkausasemilta, lisäksi nesteytetty kaasu edellyttää jatkuvaa käyttöä tai erittäin hyvin lämpöeristettyjä säiliöitä.
  - Vaaditaan rinnakkaiset polttoainejärjestelmät => tilaongelma.
  - Tarvitaan pieni osuus dieseliä sytytyksen avuksi tai ottomoottori.
- Pitkällä tähtäimellä automaatio ja etäohjaus mahdollistavat koneiden merkittävän keventämisen, mikä voi tuoda säästöä myös polttoaineen kulutukseen.



# Pitkän aikajänteen (2025=>) näkymiä 2/2

- Puun autokuljetukset
  - Täyssähkökuorma-autojen yleistymisen edellyttää merkittävää edistystä akkuteknologiassa (akkujen keventyminen ja halpeneminen). Aluksi täyssähköautot yleistyisivät todennäköisemmin metsäteollisuuden kevyissä tuotekuljetuksissa.
  - Vety-, kaasu- ja hybridiratkaisuja on jo muissa maissa käytössä vetureissa ja jopa lyhyen matkan aluskuljetuksissa. Kaluston hidas uusimisvauhti ja aluskuljetuksissa pienet volyymit hidastavat uusien teknologioiden käyttöönottoa Suomessa.
  - “Täyssynteettisten” polttoaineiden kehittäminen (mm. p2x-polttoaineiden käynnissä oleva kehitystyö Suomessa) voi tuoda uusia kilpailukykyisiä vaihtoehtoja.
  - Tehtaiden työkoneissa lisääntyvä automatisaatio voi tuoda merkittävää lisäpotentiaalia myös energiatehokkuuden parantamiseen.
  - EU tulee selvittämään työkoneiden CO<sub>2</sub>-päästöjen rajaamismahdollisuuksia.



# Lähteet

---



# Lähteet

Aro, K., Rautiainen, A., Talus, K., Pääkkönen, A., Aalto, P., Kojo, M. & Rönkkö, T. 2018. Voiko raskas tieliikenne siirtyä biokaasuun? EL-TRAN analyysi 6/2018. Saatavissa: <https://tt.eduuni.fi/sites/EL-TRAN/Julkiset%20tiedostot/Kalle%20Aro%20et%20al.,%20Voiko%20raskas%20tieliikenne%20siirty%C3%A4%20biokaasuun.pdf>. [Viitattu 6.3.2019].

Bionergia. 2019. Kehittyneiden biopolttoaineiden tuotanto kasvussa. Internetuutinen. Saatavissa: <http://www.bioenergia.fi/default.asp?sviuld=31639>. [Viitattu 6.3.2019].

Brunberg, T. & Lundström, H. (2013). Bränsleförbrukningen hos skogsmaskiner 2012. Arbetsrapport 789, Skogforsk. Uppsala.

DieselNet. 2019a. EU: Heavy-Duty Truck and Bus Engines. Internetsivusto. Saatavissa: <https://www.dieselnet.com/standards/eu/hd.php>. [Viitattu 13.4.2019].

Dieselnet. 2019b. EU: Nonroad Engines. Internetsivusto. Saatavissa: <https://www.dieselnet.com/standards/eu/nonroad.php>. [Viitattu 8.4.2019].

Euroopan komissio. 2016. Vähäpäästöistä liikkuvuutta koskeva eurooppalainen strategia. COM(2016) 501 final. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016DC0501&from=FI>. [Viitattu 13.4.2019].

European Commission. 2018. A Clean Planet for all - A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy. COM(2018) 773 final. Saatavissa: [https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/com\\_2018\\_733\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/com_2018_733_en.pdf). [Viitattu 6.4.2019].

FPIInnovations. 2018. FPIInnovations and partners make history in forestry truck platooning. Saatavissa: <http://blog.fpinnovations.ca/blog/2018/11/02/fpinnovations-and-partners-make-history-in-forestry-truck-platooning/>. [Viitattu 6.4.2019].

Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking. 2019. Hydrogen Roadmap Europe - A Sustainable Pathway for the European Energy Transition. Saatavissa: [https://fch.europa.eu/sites/default/files/Hydrogen%20Roadmap%20Europe\\_Report.pdf](https://fch.europa.eu/sites/default/files/Hydrogen%20Roadmap%20Europe_Report.pdf). [Viitattu 26.3.2019].

Gasum Oy. 2019a. Kaasu on ympäristöystävällisempi polttoainevaihtoehto raskaalle liikenteelle. Internetsivu. Saatavissa: <https://www.gasum.com/Yrityksille/puhdas-liikenne/kuljeta-kaasulla/>. [Viitattu 11.9.2019].

Gasum Oy. 2019b. Kaasutankkausasemien sijainnit. Verkkosivusto. Saatavissa: <https://www.gasum.com/yksityisille/tankkaa-kaasua/tankkausasemat/>. [Viitattu 28.8.2019].



Holm, P. 2019. Pohjoisen ja itäisen Suomen junaliikenteen vaikutukset alueen elinvoimaan ja matkailun kehittämiseen. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu Alueet 2019:19. Saatavissa: .

[http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161435/19\\_2019\\_Pohjoisen%20ja%20itaisten%20Suomen%20junaliikenteen%20vaikutukset\\_netti.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161435/19_2019_Pohjoisen%20ja%20itaisten%20Suomen%20junaliikenteen%20vaikutukset_netti.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Viitattu 14.4.2019].

Holm, P., Hietala J. & Härmälä, V. 2015. Liikenneverkko ja kansantalous – Suomi–Ruotsi vertailua. PTT raporteja 249. Saatavissa: <http://www.ptt.fi/julkaisut-ja-hankkeet/kaikki-julkaisut/liikenneverkko-ja-kansantalous-suomi-ruotsi-vertailua.html>. [Viitattu 15.4.2019].

Huttunen, R. (toim.). 2017. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 4/2017. Saatavissa: [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79189/TEMjul\\_4\\_2017\\_verkkojulkaisu.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79189/TEMjul_4_2017_verkkojulkaisu.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Viitattu 6.3.2019].

likkanen, P. & Haapala, S. 2018. Rautatieliikenteen käyttövoimat tavaraliikenteessä. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 16/2018. Saatavissa: [http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/152412/Its\\_2018-16\\_978-952-317-524-2.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/152412/Its_2018-16_978-952-317-524-2.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Viitattu 6.3.2019].

Juronen, M. 2017. Liiketoimintamallien kehitysmahdollisuudet raakapuun aluskuljetusten toimialalla. Pro gradu -tutkielma, Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Saatavissa: <http://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/133950/Pro%20Gradu%20Merilin%20Juronen.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. [Viitattu 6.3.2019].

Kauppinen, J. 2010. Puunkorjuuryitysten konesiirtojen toteutustavat, kustannukset ja ajanmenekit - Otos Pohjois-Savon puunkorjuuryityksistä. Opinnäytetyö, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, Metsätalouden koulutusohjelma, Joensuu.

Korpela, T. 2019. Tiedonkulun kehittäminen kotimaisen puun vesikuljetuksessa. Pro gradu, Lappeenranta-Lahden teknillinen yliopisto. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2019090326475>. [Viitattu 11.9.2019].

Kosonen, T. 2019. Rautatielogistiikan kehitysnäkymät. Kalvosarja 3.4.2019. Saatavissa: [http://www.teollisuudenmetsanhoitajat.fi/wp-content/uploads/2019/04/VRTranspoint\\_rautatielogistiikan\\_kehitysn%C3%A4kym%C3%A4t\\_TKosonen.pdf](http://www.teollisuudenmetsanhoitajat.fi/wp-content/uploads/2019/04/VRTranspoint_rautatielogistiikan_kehitysn%C3%A4kym%C3%A4t_TKosonen.pdf). [Viitattu 15.4.2019].

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2013a. Liikenteen ympäristöstrategia 2013–2020. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 43/2013. Saatavissa: <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/77942>. [Viitattu 7.4.2019].

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2013b. Tulevaisuuden käyttövoimat liikenteessä - Työryhmän loppuraportti. Saatavissa: [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/77976/Julkaisu\\_15-2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/77976/Julkaisu_15-2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Viitattu 7.4.2019].

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2017a. Liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkko - Suomen kansallinen ohjelma. Saatavissa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79530/Raportit%20ja%20selvitykset%204-2017.pdf?sequence=1>. [Viitattu 24.8.2019].



Liikenne- ja viestintäministeriö. 2017b. Parlamentaarinen liikenneverkon rahoitusta arvioiva työryhmä - Väliraportti liikenteen päästövähennyksiin liittyvistä esityksistä. Verkkodokumentti LVM/421/05/2017 30.8.2017. Saatavissa: [https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/7f574872-8fb8-4ab0-9a2f-235453593d73/dfb8fd1-2d34-457b-8e26-a0a646d8e869/RAPORTTI\\_20180208091000.PDF](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/7f574872-8fb8-4ab0-9a2f-235453593d73/dfb8fd1-2d34-457b-8e26-a0a646d8e869/RAPORTTI_20180208091000.PDF). [Viitattu 13.4.2019].

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2018a. EU:ssa päästiin sopuun uusien autojen hiilidioksidin päästörajoista. Internetuutinen 19.12.2018. Saatavissa: <https://www.lvm.fi/-/eu-ssa-paastiin-sopuun-uusien-autojen-hiilidioksidin-paastorajoista-990850>. [Viitattu 6.4.2019].

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2018b. EU:n ympäristöministerit sopivat ensimmäistä kertaa raskaiden ajoneuvojen päästövähennystavoitteista. Internettiedote 20.12.2018. Saatavissa: <https://www.lvm.fi/-/eu-n-ymparistoministerit-sopivat-ensimmaista-kertaa-raskaiden-ajoneuvojen-paastovahennystavoitteista-992501>. [Viitattu 6.4.2019].

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2018c. Parlamentaarisen liikenneverkon rahoitusta arvioivan työryhmän loppuraportti. Verkkodokumentti 28.2.2018. Saatavissa: [https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/7f574872-8fb8-4ab0-9a2f-235453593d73/942200a3-3e77-4ca9-91fa-74f558b47000/RAPORTTI\\_20180228105337.pdf](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/7f574872-8fb8-4ab0-9a2f-235453593d73/942200a3-3e77-4ca9-91fa-74f558b47000/RAPORTTI_20180228105337.pdf). [Viitattu 13.4.2019].

Liikennevirasto. 2018. Rataverkon kokonaiskuva - Lähtökohtia ja näkökulmia. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 37/2018. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts\\_2018-37\\_rataverkon\\_kokonaiskuva\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2018-37_rataverkon_kokonaiskuva_web.pdf). [Viitattu 19.8.2019].

Liimatainen, H. & Viri, R. 2017. Liikenteen päästötavoitteiden saavuttaminen 2030 – politiikkatoimenpiteiden tarkastelu. Suomen ilmastopaneeli Raportti 2/2017. Saatavissa: [https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2018/10/Ilmastopaneeli\\_Liikenne\\_2017.pdf](https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2018/10/Ilmastopaneeli_Liikenne_2017.pdf). [Viitattu 6.4.2019].

Lukkari, E. 2019. BioVerno-diesel vähensi lähipäästöjä. Internetartikkeli 27.3.2018 osto&logistiikka. Saatavissa: <http://www.ostologistiikka.fi/kategoriat/kuljetukset/bioverno-diesel-vahensi-lahipaastoja>. [Viitattu 6.4.2019].

Luonnonvarakeskus. 2018. Teollisuuspuun hakkuut ja työvoima. Tilestosivu. Saatavissa: <https://stat.luke.fi/teollisuuspuun-hakkuut-ja-tyovoima>. [Viitattu 28.8.2019]

Löfroth, C. & Gelin, O. 2015. ETTaero – En förstudie av aerodynamisk utformning av skogsfordon. Saatavissa: <https://www.skogforsk.se/contentassets/dd9d19187ead43cfb36a914417e5bffa/ettaero-en-forstudie-av-aerodynamisk-utformning-av-skogsfordon-arbetsrapport-870-2015.pdf>. [Viitattu 6.3.2019].



Ministry of Economic Affairs and Employment. 2018. Finland's integrated national energy and climate plan - Draft version submitted to the European Commission 20 December 2018, Unofficial translation. Saatavissa: <https://tem.fi/documents/1410877/2132096/Suomen+NECP-luonnos+20.12.2018/318af23e-ad07-a984-7fcf-c439966306b7/Suomen+NECP-luonnos+20.12.2018.pdf>. [Viitattu 6.3.2019].

Motiva Oy. 2011. Jäte-etanoli käy myös raskaaseen kalustoon. Tiedote. Saatavilla: [http://www.transec.fi/files/570/Jate-etanoli\\_kay\\_myos\\_raskaaseen\\_kalustoon.pdf](http://www.transec.fi/files/570/Jate-etanoli_kay_myos_raskaaseen_kalustoon.pdf). [Viitattu 12.8.2019].

MTV Uutiset. 2018. Maailman tehokkain kuormuri tulee Suomesta – hybridi-Sisussa on lähes 1 000 hevosvoimaa. Internetuutinen 3.4.2018. Saatavissa: <https://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/maailman-tehokkain-kuormuri-tulee-suomesta-hybridi-sisussa-on-lahes-1-000-hevosvoimaa/6843420#qs.xyf9z0>. [Viitattu 24.8.2019].

Nokka, J. 2018. Energy Efficiency Analyses of Hybrid Non-Road Mobile Machinery by Real-Time Virtual Prototyping. Acta Universitatis Lappeenrantaensis 785. Saatavissa: <http://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/147812/Jarkko%20Nokka%20A4%20ei%20artik.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. [Viitattu 13.4.2019].

Nylund, N-O., Söderena, P. & Rahkola, P. 2016. Työkoneiden CO<sub>2</sub>-päästöt ja niihin vaikuttaminen. Tutkimusraportti VTT-R-04745-16. Saatavissa: <https://www.ym.fi/download/noname/%7BEC3AFE90-B3FC-446B-90C3-4A8B253B4256%7D/125900>. [Viitattu 6.4.2019].

Pilli-Sihvola, E. 2016. Automaation hyödyntäminen ammattiliikenteessä – European Truck Platooning Challenge. Kalvosarja 10.5.2016. Saatavissa: [https://arkisto.trafi.fi/filebank/a/1462883900/fee3834791007e721bfc4878794407fc/20606-Eetu\\_Pilli-Sihvola\\_final.pdf](https://arkisto.trafi.fi/filebank/a/1462883900/fee3834791007e721bfc4878794407fc/20606-Eetu_Pilli-Sihvola_final.pdf). [Viitattu 12.8.2019].

Pääkkönen, A., Aro, K., Aalto, P., Konttinen, J & Kojo, M. 2019. The Potential of Biomethane in Replacing Fossil Fuels in Heavy Transport—A Case Study on Finland. Sustainability 2019, 11(17), 4750. Saatavissa: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/17/4750>. [Viitattu 11.9.2019].

Rahkola, P. 2019. Raskaan kaluston VECTO-simulointi Suomessa. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 13/2019. Saatavissa: [https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Vecto\\_2018\\_Traficom\\_tutkimuksia\\_13\\_2019%20%28002%29.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Vecto_2018_Traficom_tutkimuksia_13_2019%20%28002%29.pdf). [Viitattu 8.8.2019].

Seppälä, P. 2019. Puun kotimaan aluskuljetuksen lastauspaikat. Metsätehon tulosalvosarja 10/2019. Saatavissa: [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulosalvosarja\\_2019\\_10\\_Puun\\_kotimaan\\_aluskuljetuksen\\_lastauspaikat.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulosalvosarja_2019_10_Puun_kotimaan_aluskuljetuksen_lastauspaikat.pdf). [Viitattu 7.8.2019].

Siemens. 2019. eHighway – Electrification of road freight transport. Internetsivu. Saatavissa: <https://new.siemens.com/global/en/products/mobility/road-solutions/electromobility/ehighway.html>. [Viitattu 11.9.2019].

SKAL ry. 2019. Kuljetusbarometri 1/2019: Kuljetusalan odotukset kääntyivät laskuun – kuljettajan työ säilyy ja monipuolistuu. Internetuutinen 23.1.2019. Saatavissa: <https://www.skal.fi/fi/julkaisut/kuljetusbarometri-12019-kuljetusalan-odotukset-kaantyyvat-laskuun-kuljettajan-tyo-sailyy>. [Viitattu 26.3.2019].

Skogforsk. 2019a. Det svenska skogsbrukets klimatpåverkan — Upptag och utsläpp av växthusgasen koldioxid. Saatavissa: [https://www.skogforsk.se/cd\\_491a08/contentassets/4b4b423402784d658204a7784723637b/det-svenska-skogsbrukets-klimatpaverkan.pdf](https://www.skogforsk.se/cd_491a08/contentassets/4b4b423402784d658204a7784723637b/det-svenska-skogsbrukets-klimatpaverkan.pdf). [Viitattu 26.3.2019].



- Skogforsk. 2019b. Nytt projekt utvecklar fossilfria transporter. Uutiskirje 10.7.2019. Saatavissa: <https://www.skogforsk.se/nyheter/2019/nytt-projekt-ska-utveckla-fossilfria-transporter/>. [Viitattu 8.8.2019].
- St1 Nordic Oy. 2017. RED95 kuljettaa puhtaammin. Internetartikkeli 27.9.2017. Saatavissa: <https://www.st1.fi/yriyksille/red95-kuljettaa-puhtaammin>. [Viitattu 11.9.2019].
- Strandström, M. 2018. Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2017. Metsätehon tulosalvosarja 8a/2018. Saatavissa: <http://www.metsateho.fi/puunkorjuu-ja-kaukokuljetus-vuonna-2017/>. [Viitattu 6.3.2019].
- Suomen kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma NEEA-4. 2017. Energiatehokkuusdirektiivin (2012/27/EU) artiklan 24 (2) mukainen raportointi Euroopan komissiolle 28.4.2017. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/files/12745/Suomen\\_neljas\\_kansallinen\\_energiatehokkuuden\\_toimintasuunnitelma\\_NEEAP-4.pdf](https://www.motiva.fi/files/12745/Suomen_neljas_kansallinen_energiatehokkuuden_toimintasuunnitelma_NEEAP-4.pdf). [Viitattu 6.4.2019].
- Suomen tieyhdistys ry. 2019. Järjestöt ovat huolissaan yksityisteistä: Yksitystiet ovat yhteinen asia. Internetuutinen. Saatavissa: <https://www.tieyhdistys.fi/uutiset/jarjestot-ovat-huolissaan-yksitysteista-yksitystiet-ovat-yhteinen-asia/>. [Viitattu 6.4.2019].
- Särkijärvi, J., Jääskeläinen, S., & Lohko-Soner, K. (toim.). 2018. Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045 - Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmän loppuraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 13/2018. Saatavissa: <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161210>. [Viitattu 6.3.2019].
- Tekniikka&Talous. 2019a. Norge planerar grönare fartyg. Lehtiartikkeli 25.1.2019.
- Tekniikka&Talous. 2019b. Suomen ainoat sähkökuorma-autot löytyvät Vantaalta – ”teknologisesti vielä aika kaukana tavaraliikenteen käyttövoimaksi”. Internetartikkeli 19.2.2019. Saatavissa: [https://www.tekniikkatalous.fi/talous\\_uutiset/liikenne/suomen-ainoat-sahkokuorma-autot-loytyvat-vantaalta-teknologisesti-viela-aika-kaukana-tavaraliikenteen-kayttovoimaksi-6758534](https://www.tekniikkatalous.fi/talous_uutiset/liikenne/suomen-ainoat-sahkokuorma-autot-loytyvat-vantaalta-teknologisesti-viela-aika-kaukana-tavaraliikenteen-kayttovoimaksi-6758534). [Viitattu 26.3.2019].
- Tekniikka&Talous. 2019c. Vety tulee hitaasti liikenteeseen. Internetartikkeli 11.3.2019. Saatavissa: <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/autot/paljon-etuja-sahkoautoiluun-verattuna-mutta-vety-tulee-hitaasti-liikenteeseen-6760584>. [Viitattu 26.3.2019].
- Tirkkonen, J. 2019. Energiatehokkuustyöryhmän väliraportti. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2019:26. Saatavissa: [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161490/TEM\\_2019\\_26\\_Energiatehokkuustyoryhman\\_valiraportti.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161490/TEM_2019_26_Energiatehokkuustyoryhman_valiraportti.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Viitattu 29.3.2019].
- Traficom. 2019. Ajoneuvojen avoin data 5.6. Saatavissa: [http://trafiopendata.97.fi/.opendata/Tieliikenne\\_Avoim\\_Data\\_5.6.zip](http://trafiopendata.97.fi/.opendata/Tieliikenne_Avoim_Data_5.6.zip). [Viitattu 16.8.2019].
- Uusitalo, V., Väisänen, S., Inkeri, E. & Soukka, R. 2017. Potential for greenhouse gas emission reductions using surplus electricity in hydrogen, methane and methanol production via electrolysis. Energy Conversion and Management 134 (2017) 125–134.
- Valtioneuvosto. 2019. Pääministeri Antti Rinteen hallituksen ohjelma 6.6.2019 – Osallistava ja osallistuva Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Valtioneuvoston julkaisuja 2019: 23. Saatavissa: [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161662/Osallistava\\_ja\\_osaava\\_Suomi\\_2019\\_WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161662/Osallistava_ja_osaava_Suomi_2019_WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Viitattu 6.8.2019].

Venäläinen, P. & Pesonen, M. 2017. Hybridi- ja sähkökäyttöinen terminaalikalusto. Teoksessa: Venäläinen ym. 2017. Terminaalitoiminnot energiatehokkaassa puutavaralogistiikassa - T3 Uudet terminaalikonseptit ja -verkostot. Metsätehon raportti 242. Saatavissa: [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti\\_242\\_Terminaalitoiminnot\\_energiatehokkaassa\\_puutavaralogistiikassa\\_T3.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti_242_Terminaalitoiminnot_energiatehokkaassa_puutavaralogistiikassa_T3.pdf). [Viitattu 15.4.2019].

Venäläinen, P., Alanne, H., Ovaskainen, H., Poikela, A. & Strandström, M. 2017. Kausivaihtelun kustannukset ja vähentämiskeinot puun toimitusketjussa. Metsätehon tuloskalvosarja 8/2017. Saatavissa: <http://www.metsateho.fi/kausivaihtelun-kustannukset-ja-vahentamiskeinot/>. [Viitattu 11.9.2019].

Venäläinen, P. & Poikela, A. 2016. Energiapuun kuljetuskaluston ja meno-paluukuljetusten skenaariot. Metsätehon tuloskalvosarja 2a/2016. Saatavissa: <http://www.metsateho.fi/d-3-2-1-4-energiapuun-kuljetuskaluston-ja-meno-paluukuljetusten-skenaariot/>. [Viitattu 14.4.2019].

Venäläinen, P. 2019. Puutavaran ja hakkeen LHT-kuljetuspalvelus. Metsätehon raportti 250. Saatavissa: <http://www.metsateho.fi/puutavaran-ja-hakkeen-lht-kuljetuspalvelus/>. [Viitattu 11.9.2019].

Venäläinen, P. & Poikela, A. 2019. Puutavara- ja hakeajoneuvojen massojen noston vaikutukset. Metsätehon raportti 253. (Väliraportti 16.9.2019).

VR Transpoint. 2019a. Kotimaan raakapuu – kuljetusmäärät 2017. Julkaisematon Excel-taulukko.

VR Transpoint. 2019b. Uudet veturit leikkaavat dieselvedon päästöjä. Internet-uutinen 19.6.2019. Saatavissa: <https://www.vrtranspoint.fi/fi/vr-transpoint/linked/artikkeli/uudet-veturit-leikkaavat-dieselvedon-paastoja-190620190915/>. [Viitattu 28.8.2019].

VTT. 2013. Vetytiekartta – Vedyn mahdollisuudet Suomelle. Tutkimusraportti VTT-R-02257-13. Saatavissa: <https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/uu/2013/VTT-R-02257-13.pdf>. [Viitattu 26.3.2019].

VTT Oy. 2019a. LIPASTO – Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä. Internetsivusto. Saatavissa: <http://lipasto.vtt.fi/index.htm>. [Viitattu 27.8.2019].

VTT Oy. 2019b. TYKO 2018 - Suomen työkoneiden päästömalli. Internetsivusto. Saatavissa: <http://lipasto.vtt.fi/tyko/index.htm>. [Viitattu 11.9.2019].

YLE. 2018. EU-jäsenmaat vaativat rekkujen ja bussien päästövaihtoehtoksi 30 prosentin vähennystä. Internetuutinen 20.12.2018. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10566793>. [Viitattu 11.9.2019].

YLE. 2019. Mullistava teknologia saattaa tehdä pian läpimurron: Sellutehtaiden savukaasuista voisi valmistaa polttoainetta koko Suomen autoille. Internetuutinen 10.6.2019. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10818795>. [Viitattu 11.9.2019].

Ympäristöministeriö. 2017. Valtioneuvoston selonteko keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmasta vuoteen 2030 – Kohti ilmastoviisasta arkea. Ympäristöministeriön raportteja 21/2017. Saatavissa: [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80703/YMra\\_21\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80703/YMra_21_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Viitattu 14.1.2019].

Ympäristöministeriö. 2019. Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:7. Saatavissa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161467/Kansallinen%20ilmansuojeluohjelma%202030.pdf?sequence=4>. [Viitattu 6.4.2019].



# Liite 1

---

Päästöjen vähentämistä koskevia tavoitteita ja säädöksiä





## Ilmasto- ja energiapaketti 2021–2030

- Vuoteen 2020 asti sitoo ilmasto- ja energiapaketti 2020
- Sitovat maakohtaiset päästövähennysvelvoitteet päästökauppaan kuulumattomille sektoreille (EU:n taakanjakopäätös)
- Taakanjakoasetuksen mukaan Suomen on vähennettävä mm. liikennepäästöjään vähintään 39 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä.
- Uusiutuvan energian RES-direktiivissä (ks. kalvo 44) on sovittu 32 prosentin uusiutuvan energian tavoitteesta vuodelle 2030. Kansallisia tavoitteita ei ole määritetty, vaan kukin jäsenmaa antaa ehdotuksensa omasta tavoitteestaan kansallisessa ilmasto- ja energiasuunnitelmassa (kalvo 52).

### EU:n pitkän aikavälin ilmastostrategia (LTS) 2050 (Puhdas maapallo kaikille) (European Commission 2018)

- YK:n Pariisin sopimuksessa vaadittu strategia
- Ei aseta uusia tavoitteita, vaan luo vision tulevaisuudesta
  - EU ilmastoneutraali vuoteen 2050 mennessä
  - Puhdas, turvallinen ja verkotettu liikkuvuus
    - Vähä- ja nollapäästöiset ajoneuvot kaikissa kuljetusmuodoissa
    - Tehokkaammat akut ja sähköiset voimansiirtolinjat
    - Liikenteen automaatio
    - Lähimerenkulun ja sisävesiliikenteen sähköistäminen
    - Vaihtoehtoiset polttoaineet, kunnes sähköistämisessä tulee tarjolle uusia teknologioita.
    - Vetyperusteiset teknologiat (sähkö- ja polttokennoajoneuvot) saattavat tulla kilpailukykyisiksi keskipitkällä tai pitkällä aikajänteellä.
    - Nesteytetty maakaasu, jossa on korkeat osuudet biometaania, voisi olla lyhyen aikajänteen ratkaisu pitkän matkan kuljetuksiin.
- *Useat EU-ministerit pitävät tärkeänä, että ko. strategia tähtäisi nollapäästöihin vuoteen 2050 mennessä (Liikenne- ja viestintäministeriö 2018b).*

## Vähäpäästöistä liikkuvuutta koskeva eurooppalainen strategia (COM(2016) 501 lopullinen) (Euroopan komissio 2016)

- Liikennejärjestelmän optimointi ja sen tehokkuuden lisääminen
  - Digitaaliset liikkuvuusratkaisut: Yleissuunnitelma yhteentoimivista vuorovaikutteisista älykkäistä liikennejärjestelmistä
  - Oikeudenmukainen ja tehokas hinnoittelu liikenteessä
  - Multimodaalisuuden edistäminen
    - Intermodaalisuuden edistämiseksi komissio aikoo nykyaikaistaa yhdistettyjen kuljetusten kannustimia ja valmistelee toimenpiteitä, joilla parannetaan rautateiden tavaraliikenteen liikennekäytävien käytön valmiuksia ja tehokkuutta
- Vähäpäästöisen vaihtoehdoisen energian käytön moninkertaistaminen liikenteessä
  - Raskaita hyötyajoneuvoja koskevat toimet:
    - Ehdotus raskaiden hyötyajoneuvojen hiilidioksidipäästöjen sertifiointimenettelyksi (VECTO-simulointityökalu, ks. Rahkola 2019)
    - Ehdotus raskaiden hyötyajoneuvojen seuranta- ja raportointijärjestelmäksi (kuorma- ja linja-autot)
    - Ehdotus raskaiden hyötyajoneuvojen polttoainetehokkuutta koskevien normien asettamiseksi (ks. kalvo 47)
    - Puhtaiden ja energiatehokkaiden tieliikenteen moottoriajoneuvojen edistämisestä annetun direktiivin 2009/33/EY uudelleentarkastelu
  - Rautateiden sähköistäminen
  - Kehittyneet biopolttoaineet ovat keskipitkällä aikavälillä tärkeitä mm. kuorma-autoille. Maakaasua odotetaan käytettävän entistä enemmän vaihtoehtona meriliikenteen polttoaineille ja kuorma-autoissa käytettävälle dieselille. Sen potentiaalia voidaan parantaa huomattavasti käyttämällä biometaania ja synteettistä metaania (sähkö-kaasu-muuntaminen).
  - Vaihtoehdoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta annetussa direktiivissä
    - Jäsenvaltioiden toimintapoliittiset kehykset julkisesti saatavilla olevien latauspisteiden ja maakaasun tankkausasemien sekä vaihtoehdoisesti vedyn tankkausasemien käyttöönottoa varten
  - Tämän vuosisadan puoleenväliin mennessä liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen on oltava vähintään 60 % pienemmät kuin vuonna 1990 ja vakaalla uralla kohti nollatasoa

### Uusi päästökattodirektiivi (2016/2284) (Ympäristöministeriö 2019)

- Maakohtaiset päästöjen vähentämisvelvoitteet rikkidioksidille (SO<sub>2</sub>), typen oksideille (NO<sub>x</sub>), pienhiukkasille (PM<sub>2,5</sub>), haihtuville orgaanisille yhdisteille (VOC) ja ammoniakille (NH<sub>3</sub>) vuodesta 2020 lähtien.
- Suomen ympäristökeskus vastaa päästökattodirektiivin kansallisista päästöinventaarioraportista ja päästöennusteista sekä inventaarioraporteista. Inventaarioraportissa seurataan erikseen tieliikennettä sekä työkoneita ja muuta liikennettä (ks. seuraava kalvo).
  - [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Ilman\\_epapuhtauksien\\_paastot](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ilman_epapuhtauksien_paastot)
- Kansallinen ilmansuojeluohjelma (kalvo 54) esittää direktiivin velvoitteita täydentäviä kansallisia lisätoimenpiteitä.

### Uudistettu uusiutuvan energian RES-direktiivi (RED II) (2018/2001)

- Sovittu 32 %:n uusiutuvan energian tavoitteesta vuodelle 2030.
- Kansallisia tavoitteita ei ole määritetty, vaan kukin jäsenmaa antaa ehdotuksensa omasta tavoitteestaan kansallisessa ilmasto- ja energiasuunnitelmassaan (kalvo 52).
- Uusiutuvien osuus liikennebiopolttoaineista nousee EU:ssa vähintään 14 %:iin vuoteen 2030 mennessä. Ensimmäisen sukupolven biopolttoaineille on asetettu kattoprosentti, 7 %. Kuten jo nykyinen voimassaoleva direktiivi (2009/28/EY), myös RED II sisältää kestävyyskriteerit, jotka liikennebiopolttoaineen tulee täyttää, jotta se luokiteltaisiin kestäväksi. Jäsenmaiden tulee saattaa voimaan direktiivin mukaiset kansalliset säädökset viimeistään 30.6.2021 mennessä (ks. kalvo 58 Suomen lainsäädäntömuutoksista). TEM on asettanut kansallisen Kestävyyskriteerit-työryhmän keväällä 2019.

# Suomen päästöinventaarior ja -mallinnus (Ympäristöministeriö 2019)

kt/v	TIELIIKENNE						TYÖKONEET JA MUU LIIKENNE					
Vuosi	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2005	2010	2015	2020	2025	2030
SO <sub>2</sub>	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	1,3	0,2	0,2	0,1	0,1
NO <sub>x</sub>	74,7	49,7	35,8	26,3	17,8	13,1	41,7	35,2	24,9	20,0	15,7	13,0
PM2.5	3,0	1,8	1,1	0,6	0,5	0,4	3,2	2,2	1,5	1,1	0,7	0,6
NMVO C	25,1	12,9	7,1	3,0	2,0	1,8	30,5	16,6	11,7	8,2	7,0	6,2
NH3	2,0	1,6	1,1	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BC	1,6	0,9	0,6	0,3	0,2	0,1	1,3	0,9	0,6	0,3	0,2	0,1

SO<sub>2</sub> = rikkidioksidi, NO<sub>x</sub> = typen oksidit, PM2.5 = pienhiukkaset

NMVO C = haihtuvat organiset yhdisteet pl. metaani

NH3 = metaani, BC = musta hiili



### **Polttoaineiden laatudirektiivi (98/70/EY)**

- Lisäksi erillinen direktiivi sisävesialusten käyttämien polttoaineiden laatuvaatimusten osalta

### **Energiatehokkuusdirektiivin (2012/27/EU, EED) muutos (EU)2018/2002**

- Direktiivi edellyttää kansallisen energiatehokkuustavoitteen asettamista vuodelle 2030 (ks. kalvo 49 energia- ja ilmastostrategiasta) ja toimenpiteiden esittämistä kansallisessa energia- ja ilmastosuunnitelmassa (ks. kalvo 52).
- TEM:n asettama Energiatehokkuustyöryhmä tekee esitykset toimenpiteistä, joilla direktiivin vaatimukset saavutetaan Suomessa (ks. kalvo 56).

### **Vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta annettu direktiivi (jakeluinfradirektiivi) (2014/94/EU)**

- Direktiivin edellyttämä Suomen kansallinen toimintakehys (ks. kalvo 54).

### **Rengasmerkintäasetus (ehdotus COM(2018) 296 final)**

- Renkaista ja niiden myyntimateriaalista tulee tulla ilmi tiedot mm. renkaiden polttoaine-taloudellisuusluokasta.

## Raskaiden ajoneuvojen EURO-päästöluokat (DieselNet 2019a)

- Ensimmäinen raskaan liikenteen päästöluokka (EURO I) otettiin käyttöön 1992 ja viimeisin (EURO VI) 2013. EURO VI:n D-vaihe tulee voimaan 2019 ja E vuonna 2020.
- EURO VI -luokan ajoneuvoissa CO-päästöt ovat noin kolmanneksen, HC-päästöt noin kymmenyksen ja NO<sub>x</sub>- ja PM-päästöt muutaman prosentin pienemmät kuin EURO I -luokan ajoneuvoissa. Luokitus ei koske CO<sub>2</sub>-päästöjä (ks. seuraava kohta).

## Euroopan komission asetus hiilidioksidipäästöjen ja polttoaineen kulutuksen ilmoittamisesta osana päästöjen tyyppihyväksyntää ((EU) 2017/2400)

- 1.7.2019 voimaan tullut säädös koskee lähinnä yli 16 tonnin kuorma-autoja, joissa on enintään 3 akselia. Säädöksen soveltaminen laajenee vuoden 2020 aikana koskemaan myös osaa tätä suurempiakin raskaita kuorma-autoja.
- CO<sub>2</sub>-päästöjen määrittämiseen käytetään VECTO-simulointia (ks. tarkemmin Rahkola 2019).

## Euroopan parlamentin ja neuvoston asetusehdotus päästönormien asettamisesta uusille raskaan kaluston hyötyajoneuvoille (Liikenne- ja viestintäministeriö 2018a ja b, YLE 2018)

- EU:n ympäristöneuvosto on saavuttanut ehdotuksesta yleisnäkemyksen. Tavoitteena on sopia raja-arvoista syksyn 2019 aikana.
- Päästörajat asetetaan uusille EU:ssa myytävälle raskaille kuorma-autoille vuodesta 2025 alkaen.
- Yleisnäkemyksen mukaan uusien raskaiden ajoneuvojen CO<sub>2</sub>-päästöjä olisi vähennettävä (vuoteen 2019 verrattuna) keskimäärin 15 % vuoteen 2025 mennessä ja 30 % vuodesta 2030 lähtien.
- EU:n parlamentti tavoittelee 35 %:n päästövähennystä.
- Suomi pitää tärkeänä, että asetuksessa otetaan huomioon suurien yhdistelmien tuomat ympäristöhyödyt.

## Stage-päästöstandardit (DieselNet 2019b)

- Stage-päästöstandardit koskevat tässä selvityksessä tarkasteltavien metsäkoneiden, tehtaiden työkoneiden, vetureiden ja vaunusiirtolaitteiden sekä laivojen ja sisävesialusten moottoreita.
- Uusin päästönormiluokka on Stage V, jota tulee noudattaa uusissa koneissa vuodesta 2019 tai 2020 lähtien moottorin koosta riippuen.
- Euroopan komissio laatii vuoden 2020 loppuun mennessä arvioinnin päästöjen vähentämisen lisämahdollisuuksista. Konekannan moninaisuuden takia ei ole näkyvissä CO<sub>2</sub>-rajoitusten sääntelyyn lisääntymistä (Nylund ym. 2016).

Teholuokka (kW)	Päästörajat per kategoria (g/kWh)	CO	HC	NO <sub>x</sub>	PM	HC+NO <sub>x</sub>	PN (1/kWh)
<b>130 ≤ P ≤ 560</b>	I:A	5,0	1,3	9,2	0,54	-	-
	II:E	3,5	1,0	6,0	0,2	-	-
	III A:H*	3,5	-	-	0,2	4,0	-
	III B:L**	3,5	0,19	2,0	0,025	-	-
	IV:Q**/**	3,5	0,19	0,4	0,025	-	-
	V:NRE-v/c-6*	3,5	0,19	0,4	0,015	-	1x10 <sup>12</sup>
<b>75 ≤ P ≤ 130</b>	I:B	5,0	1,3	9,2	0,70	-	-
	II:F	5,0	1,0	6,0	0,3	-	-
	III A:I*	5,0	-	-	0,3	4,0	-
	III B:M**	5,0	0,19	3,3	0,025	-	-
	IV:R**/**	5,0	0,19	0,4	0,025	-	-
	V:NRE-v/c-5*	5,0	0,19	0,40	0,015	-	1x10 <sup>12</sup>



\*sisävesialuksille ja/tai vetureille erilliset standarditaulukot

\*\* ei koske sisävesialuksia

\*\*\*ei koske vetureita



## Kansallinen energia- ja ilmastostrategia 2030 (Huttunen toim. 2017)

- **Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen 50 %:lla** vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2005 tilanteeseen (12,8 Mt).
- **Fossiilisten öljypohjaisten polttoaineiden korvaamiseen uusiutuvilla ja/tai vähäpäästöisillä vaihtoehdoilla (-1...-2 Mt)**
  - Liikenteen **biopolttoaineiden energiasisällön fyysinen osuuden nostaminen 30 %:iin** kaikesta tieliikenteeseen myydystä polttoaineesta vuoteen 2030 mennessä (laskennallisesti 53 %:iin). Työkoneissa käytettävään **kevyeen polttoöljyyn** otetaan käyttöön 10 %:n bionesteen sekoitusvelvoite. (ks. kalvo 58).
  - **Uusiutuvan energian investointitukia** kohdennetaan esim. liikenteen kehittyneitä biopolttoaineita tuottaviin laitoksiin ja liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien yleistymiseen.
  - Edistetään **biokaasun** tuotantoa ja käyttöä nykyisten tukien lisäksi (mm. kansallisten säännösten kehittäminen, biokaasuinvestointien lupamenettelyiden sujuvoittaminen).
- **Liikennejärjestelmän** energiatehokkuuden kehittäminen (-1 Mt) (esim. kuljetustapoihin vaikuttaminen, tavaraliikenteen digitalisaatio, automaatio, ajoneuvojen suurempien mittojen ja massojen hyödyntäminen)
- **Ajoneuvojen** energiatehokkuuden parantaminen (-0,6 Mt) (mm. moottoreiden kehittäminen, painon keventäminen, raskaan kaluston päästöjen raja-arvot: kalvo 47)
- Keinoja täsmennetään keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmassa (kalvo 50).

## Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma KAISU 2030 (Ympäristöministeriö 2017)

- Perustuu ilmastolakiin (609/2015).
- Komission ehdotuksen mukaan Suomen kasvihuonekaasujen päästövähennystavoite taakanjakosektorille vuodelle 2030 on 39 % verrattuna vuoden 2005 tasoon.
- Suunnitelma täsmentää ja täydentää energia- ja ilmastostrategiassa määritellyjä toimia päästöjen vähentämiseksi.
- Perusskenaarion nykyiset toimet eivät riitä tavoitteen saavuttamiseen. Keskipitkän aikavälin suunnitelmassa arvioidaan, millä toimilla ero saadaan kurottua umpeen.

### Liikenteen lisätoimet

- Huomioitava näiden toimien aiheuttama mahdollinen kustannusten nousu erityisesti ammattiliikenteessä, sekä otettava käyttöön keinoja, joiden kautta tätä kustannusten nousua voidaan tarvittaessa kompensoida.

### 1. Fossiilisten polttoaineiden korvaaminen uusiutuvilla ja vähäpäästöisillä vaihtoehdoilla

- Varataan valtion vuoden 2018 talousarvioon määräraha 3 milj. € sähköisen liikenteen ja **biokaasun liikennekäytön infrastruktuurin edistämiseen** sekä 1,5 milj. € asuinrakennusten sähköisen liikenteen infrastruktuurin edistämiseen.
- Tiivistetään **Pohjoismaista yhteistyötä** liikenteen päästöjen vähentämiseksi. Kehitetään Pohjoismaihin yhteinen tavoitemittaristo liikenteen erilaisiin päästövähennyskeinoihin liittyen.

**Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma KAISU 2030** (Ympäristöministeriö 2017) (jatkuu)

## 2. Ajoneuvojen energiatehokkuuden parantaminen

*Ei relevantteja keinoja tämän selvityksen kannalta*

## 3. Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen

- Selvitetään päästöporrastettujen ruuhkamaksujen käyttöönottoa.

### Työkoneet

- Otetaan käyttöön bionesteen sekoitevelvoite työkoneissa käytettävään kevyeen polttoöljyyn. Sekoitesuhde lisääntyy etupainotteisesti vuoden 2030 10 %:n osuutta kohti (ks. kalvo 58).
- Edistetään biokaasun käyttöä työkoneissa.
- Osallistutaan EU-tasolla työkoneiden CO<sub>2</sub>-säätelyn kehittämiseen (työkonedirektiivin kehittäminen).
- Edistetään työkoneiden energiatehokasta käyttöä informaatio-ohjauksen keinoin.
  - Työkoneiden kuljettajien koulutuksella ja muulla informaatio-ohjauksella mm. Motivan energianeuvonnan kautta voidaan edistää energiatehokkuutta. Energiatehokkaasta kalustosta koituu energiansäästön lisäksi myös kustannussäästöjä. Hyvien käytäntöjen kokoaminen ja niistä viestiminen nähdään järkevänä keinona myös sidosryhmien piirissä.
- Vahvistetaan työkoneiden CO<sub>2</sub>-päästövähennyksiin liittyvää tietopohjaa.
  - Käynnistetään selvitystyötä kansallisen työkoneiden kasvihuonekaasujen inventaarion ja skenaariotyön kehittämisen ja EU-vaikuttamisen tueksi ja varmistetaan työkoneiden asiantuntija- ja toimijaverkon toiminta.

### Kansallinen energia- ja ilmastosuunnitelma (Ministry of Economic Affairs and Employment 2018)

- Luonnos toimitettu EU:lle 12/2018, lopullinen suunnitelma laadittava 31.12.2019 mennessä.
- Suunnitelma toteuttaa vuoden 2030 energia- ja ilmastotavoitteiden (kalvo 49) seuranta. Tuorein suunnitelma perustuu myös mm. keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmaan (kalvo 50) ja liikenteen osalta Parlamentaarisen liikenneverkon rahoitusta arvioivan työryhmän loppuraporttiin (Liikenne- ja viestintäministeriö 2018c).
- Em. työryhmän liikenteen päästöjen vähentämisestä koskevia tavoitteita vuoteen 2030 mennessä ovat mm. (ml. työryhmän väliraportti (Liikenne- ja viestintäministeriö 2017b)):
  - Biopolttoaineiden osuus kasvatetaan 30 %:iin aikaisempien päätösten mukaisesti.
  - Rahoitusta käytetään lataus- ja jakeluinfran rakentamiseen.
  - Kansallista sääntelyä kehitetään jatkamalla raskaan liikenteen kuljetusten energiatehokkuuden parantamista.
  - Verotusta kehitetään nykyistä voimakkaammin päästöperusteiseksi.

### Suomen kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma (NEEAP) (2017)

- Energiatehokkuusdirektiivin (ks. kalvo 46) mukaan kunkin EU-jäsenvaltion on asetettava viitteellinen kansallinen energiatehokkuustavoite ja laadittava kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma joka kolmas vuosi.
- Lisäksi EED-vuosiraporteissa raportoidaan sitovan kansallisen energiansäästötavoitteen toteutuminen.
  - Kaudelle 2014–2020 Suomen kumulatiivinen säästötavoite on 48,99 TWh.
- Liikennesektorin energiatehokkuustoimia ovat (tavaraliikennettä koskien) mitta- ja massamuutokset, tieliikenteen kuljetusyriytysten vastuullisuusmalli, taloudellisen ajotavan koulutus, renkaiden energiamerkinnät, energiatehokkaiden liikenteen hankintojen tueksi kehitetyt verkkopalvelut ja liikenteen energiaverotus.
- Sektorikohtainen erillistavoite on laadittu vain liikenteelle: Liikenteen ympäristöstrategia (Liikenne- ja viestintäministeriö 2013a)
  - Tavaraliikennettä koskevia keinoja (edellä mainittujen lisäksi): älyliikenne, liikenteen hinnoittelu, vaihtoehtoisten käyttövoimien edistäminen (ks. Liikenne- ja viestintäministeriö 2013b), liikenteen energiatehokkuussopimukset ja nopeusrajoitusten alentaminen.

## Kansallinen ilmansuojeluohjelma (Ympäristöministeriö 2019)

- Ohjelma ehdottaa kansallisia toimenpiteitä EU:n päästökattodirektiivin (2016/2284) mukaisten päästöjen vähentämisvelvoitteiden lisäksi.
- Ohjelman ehdottamat toimenpiteet on pääosin jo esitetty muissa liikennettä koskevissa linjauksissa, mutta ohjelma halua tukea niiden toteutumista.
- Ohjelman valittuja toimenpiteitä liikenteen päästöjen vähentämiseksi: Tuetaan toimenpiteitä ja ehdotuksia, jotka koskevat autokannan uudistumisen nopeuttamista ja nolla- ja vähäpäästöisten ajoneuvojen osuuden lisäämistä liikenteessä.
  - Raskaalle liikenteelle asetettavat nykyistä tiukemmat raja-arvot
  - Vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfran rakentamisen tuet
  - Liikenteen verotuksen kehittäminen
  - Toimeenpannaan Pölyävät maantiet -hankkeen suositukset (mm. maankäytön ja liikenteen yhteissuunnittelu: nopeudet, raskas liikenne)
  - Lisätään informaatio-ohjausta ilmanlaadun ja turvallisuuden kannalta parhaista rengasvalinnoista.

## Liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkko - Suomen kansallinen ohjelma (Liikenne- ja viestintäministeriö 2017a)

- Vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfrastruktuuria koskevat kansalliset tavoitteet vuosille 2020 ja 2030
- Vaihtoehtoisia käyttövoimia (sähkö, kaasu, vety, nestemäiset biopolttoaineet korkeina pitoisuuksina) käyttävien uusien kuorma-autojen osuus (2020: 40 %, 2025: 60 %, 2030: 100 %).



## Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmä: Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045 (Särkijärvi ym. 2018)

- **Kestävä liikkuminen**
  - Edistetään liikenteen päästöjä vähentäviä investointeja liikenneverkkoon.
- **Tehokkaat tavarakuljetukset**
  - 1) Digitalisaatio (esim. meno-paluukuljetukset), 2) HCT-kuljetukset, 3) Letka-ajo 4) Selvitetään mahdollisia esteitä kuljetusten siirtämisessä tieliikenteestä rautateille ja vesiliikenteeseen.
- **Nolla- ja vähäpäästöiset liikennevälineet**
  - 1) EU:n raskaan liikenteen päästöjen raja-arvoihin vaikuttaminen, 2) Raskaassa kalustossa tavoitteet ovat noin 7 000 sähkö- ja noin 6 000 kaasuautoa vuonna 2030 ja noin 42 000 sähkö- ja 22 000 kaasuautoa vuonna 2045. 3) Ajoneuvohankintojen neuvonta
- **Uusiutuvat polttoaineet**
  - 1) Nestemäisten biopolttoaineiden osuus kaikista polttoaineista on 30 % vuonna 2030 ja 100 % vuonna 2045 kotimaisessa liikenteessä.
  - 2) Nestemäisten biopolttoaineiden absoluuttinen määrä tieliikenteessä ei nouse enää vuoden 2030 jälkeen.
  - 3) Kasvatetaan voimakkaasti kotimaassa tuotetun biokaasun käyttömääriä liikenteessä.
  - 4) Fossiilisten liikennepolttoaineiden myyntikielto 2045.

## TEM:in energiatehokkuustyöryhmän väliraportti (Tirkkonen 2019)

- Työryhmä tekee esitykset toimista, joilla Suomi saavuttaa EU:n uudistuvan energiatehokkuusdirektiivin artikla 7:n mukaiset sitovat tavoitteet kaudelle 2021–2030. Loppuraportti valmistuu 30.9.2019 mennessä.
- Tavaraliikenteen osalta tunnistetut toimenpidekokonaisuudet:
  - Raskaan kaluston energiatehokkuuden parantaminen
    - EU:n raskaan kaluston valmistajia koskevat CO<sub>2</sub>-raja-arvot (ks. kalvo 47)
    - Kuljetusyriytysten hankintojen kansallinen ohjaus (esim. verotusta ja/tai hankintatukia kehittämällä)
  - Tavaraliikenteen energiatehokkuuden parantaminen ja kuljetusmuotojakaumaan vaikuttaminen
    - Esimerkiksi kuljetusten koon kasvattaminen, kaluston koon optimointi, digitalisaatioon perustuvalla reittioptimointi, tiestön kunnon parantaminen, polttoaineverotuksen ratkaisut, tiemaksut ja kuljetuspalveluiden energia-tehokkuuden edellyttäminen osana muiden alojen energiatehokkuussopimuksia.
    - Siirtymistä vesi- ja rautatiekuljetuksiin voitaisiin edistää mm. niihin kohdentuvilla investoinneilla, uusia palvelukonsepteja kehittämällä ja kuljetusten yhdistelyä edistämällä.
  - Vesi- ja raideliikenteen energiatehokkuuden parantaminen (liikennevälineiden energiatehokkuuden parantaminen ja niiden käytön tehostaminen)
  - Työkoneiden energiatehokkuuden parantaminen (mm. moottori- ja muun teknologian kehitystyö, työkoneiden CO<sub>2</sub>-säätelyn kehittäminen EU-tasolla ja informaatio-ohjaus).



## Rinteen hallituksen ohjelma (Valtioneuvosto 2019): Vähäpäästöinen liikenne

- Liikenteen päästövähennystavoitteiden tulee vasta Suomen hiilineutraaliustavoitteeseen.
- Suomi vähintään puolittaa liikenteen päästöt vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2005 tasoon.
- Raskaan liikenteen ja lentoliikenteen siirtymää kestävien biopolttoaineiden käyttöön edistetään.
- Käynnistetään kestävä liikenteen vero- ja maksu-uudistus, joka vähentää päästöjä.
  - Jos liikenteen ja erityisesti dieselin verotusta uudistetaan, ammattibiodieselin käyttöönoton mahdollisuuksia selvitetään.
- Valmistellaan raskaan liikenteen vinjettimaksu ottaen huomioon vaikutukset kuljetusalan kustannusrakenteeseen ja suhde EU:n lainsäädännön valmisteluun (charging of heavy good vehicles).
- Luodaan tiekartta fossiilittomaan liikenteeseen.
  - Mahdollistetaan ajoneuvojen käyttövoimien uudistamista ja ajoneuvokannan asteittaista nollapäästöistymistä.
  - Ohjataan kestävästi tuotettuja nestemäisiä biopolttoaineita erityisesti raskaan liikenteen ja lentoliikenteen käyttöön.
  - Arvioidaan kestävästi tuotettujen biopolttoaineiden riittävyys maantieliikenteessä.
  - Käynnistetään yhteistyöverkosto, jonka tehtävänä on kehittää päästömittaristoja verotuksen pohjaksi.
- Nopeat toimet päästöjen vähentämiseksi:
  - Mahdollistetaan henkilö- ja tavaraliikenne vähän liikennöidyillä ja käytöstä poistetuilla rataosuuksilla.
  - Kestävästi tuotettu biokaasu biopolttoaineiden jakeluvelvoitteen piiriin.
  - Hiilineutraalien synteettisten polttoaineiden pilotointia ja tuotannon käynnistämistä Suomessa edistetään.
  - Hallitus edistää liikenteen ja logistiikan digitalisoitumista ja automatisaatiota kohdentamalla rahoitusta kokeiluille ja vaikuttamalla alan EU- ja kansainväliseen säätelyyn.
  - Tuetaan latausinfra ja biokaasun jakeluverkon laajennuksia.
  - Laaditaan sisävesiliikenteen kehittämisohjelma ja edistetään sisävesiliikennettä (esim. pidentämällä Saimaan kanavan sulut).

## **Uusi laki biopolttoöljyn käytön edistämisestä (418/2019)**

- Mm. työkoneisiin tarkoitettu kevyestä polttoöljystä on osa korvattava vuodesta 2021 alkaen biopolttoöljyllä. Velvoite on alussa 3 % ja kasvaa niin, että vuonna 2028 jakelovelvoite on 10 %.

## **Lisäykset lakiin biopolttoaineiden käytön edistämisessä liikenteessä (446/2007) (jakelovelvoitelaki)**

- Liikenteessä käytettävien biopolttoaineiden jakelovelvoite kasvaa vuodesta 2019 lähtien 18 %:sta 30 %:iin vuonna 2029.
- Kehittyneiden biopolttoaineiden lisävelvoitetta tiukennetaan vuodesta 2021 (2 %-yksikköä) alkaen niin, että se olisi 10 %-yksikköä vuonna 2030.

## **Biopolttoaineista ja bionesteistä annettu laki (393/2013) (kestävyyslaki)**

- Bionesteiden kestävyyskriteerit
- Perustuu RES-direktiiviin (kalvo 44)

## **Valtioneuvoston asetus moottoribensiinin, dieselöljyn ja eräiden muiden nestemäisten polttoaineiden laatuvaatimuksista (1206/2010) (polttoaineiden laatuasetus)**

- Säädetään moottorikäyttöisissä ajoneuvoissa, liikkuvissa työkoneissa, maa- ja metsätaloustraktoreissa sekä sisävesillä kulkevissa sisävesialuksissa ja huviveneissä käytettävän moottoribensiinin, dieselöljyn ja moottorikäyttöön tarkoitetun kevyen polttoöljyn terveys- ja ympäristöperusteisista laatuvaatimuksista.
- Asetuksella on pantu täytäntöön polttoaineiden laatudirektiivissä (kalvo 46) säädetyt polttoaineiden laatua koskevat säännökset.

## **Ympäristönsuojelulaki- ja asetus**

- Mm. uuden päästökattodirektiivin (kalvo 44) kansallinen toimeenpano

# Liite 2

---

Päästölaskelmien oletuksia



# Laskelmien kalusto – puunkorjuu

	Kulutustiedon tietolähde	Kalustotarkenne	Päästökertoimien tietolähde	Kalustotarkenne
Hakkuukone	Brunberg & Lundström 2013, Metsäteho		LIPASTO	Hakkuukone 149 kW*
Kuormatraktori	Brunberg & Lundström 2013, Metsäteho		LIPASTO	Kuormatraktori 105 kW*
Lavettiauto	Kauppinen 2010, Metsäteho	Lavettiauto 40 t, omapaino 15 t	LIPASTO	Maansiirtoauto 32 t, EURO IV (2006–2008), täysi kuorma 19 t
Auto (työmatkat)	LIPASTO	Diesel pakettiauto 2,7 t, EURO 5 (2012–2015), täysi kuorma 1,2 t	LIPASTO	Diesel pakettiauto 2,7 t, EURO 5 (2012–2015), täysi kuorma 1,2 t

\*Tehotasot matalia nykyiseen konekantaan nähden. Vaikuttaa vain päästökertoimiin, ei kulutustasoon.



# Laskelmien kalusto – kaukokuljetus

	Kulutustiedon tietolähde	Kalustotarkenne	Päästökertoimien tietolähde	Kalustotarkenne
Puutavara-auto	Metsäteho		LIPASTO	Täysperävaunuyhdistelmä 76 t, EURO VI (2015-)
Sähköjuna	LIPASTO	1 099 t*, nettolasti 780 t	LIPASTO	1 099 t*, nettolasti 780 t
Dieseljuna	LIPASTO	1 099 t*, nettolasti 780 t	LIPASTO	1 099 t*, nettolasti 780 t
Alus	LIPASTO	Puskuproomu, lasti 3 000 t	LIPASTO	Puskuproomu, lasti 3 000 t
Uitto	Järvi-Suomen Uittoyhdistys			

*\*Puun junakuljetuksissa käytetään paljolti junia, joiden kokonaispaino on yli 2 000 t.*



# Kuljetuskaluston polttoaineen kulutus, l/m<sup>3</sup>/km

	Kulutus, l/m <sup>3</sup> km	Tietolähde
Puutavara-auto - Autolla asemalle, alukseen, uittoon	0,0198 0,0223	Metsäteho
Sähköjuna		
Dieseljuna	0,0097	LIPASTO
Alus	0,0066	LIPASTO
Uitto	0,0041	Järvi-Suomen Uittoyhdistys

# Liite 3

---

## Päästöjen vähentämiskeinoja



# Huomautus liitteestä

- Keinokorteissa on käsitelty ko. keinoa pääosin kuorma-autokuljetusten ja työkoneiden näkökulmasta.
  - Juna- ja aluskuljetuksia koskevat keinot on esitetty osin omina kortteinaan.
- Liitteessä on esitetty erilaisten ratkaisuiden potentiaalisia vaikutuksia päästöihin.
  - Vaikutusarvioissa on otettava huomioon, että ne on pääosin tehty muulle kuin puun käsittelyyn ja kuljettamiseen suunnatulle kalustolle (jollei tätä ole erikseen mainittu). Tällöin esimerkiksi kaluston kokonaispainot, käyttöasteet, toimintaympäristö ja keskikuljetusmatkat voivat poiketa paljonkin puuhuollon tilanteisiin verrattuna.



## NYKYTILANNE SUOMESSA

**Työkoneet:** Biopolttoöljyn jakeluvolite (=>10%) vuoteen 2028 mennessä<sup>1</sup>

**Auto:** Jakelun osalta ks. seuraava kalvo. Biopolttoaineen jakeluvolite nousee vähitellen 18 %:sta ja on 30,0 % vuodesta 2029 lähtien, kehittyneiden biopolttoaineiden lisävolite 10,0 % vuodesta 2030 lähtien<sup>2</sup>

## KEHITYSNÄKYMÄT

**Yleisesti:** Biopolttoaineiden käyttöä raskaassa liikenteessä halutaan edistää usein keinoin<sup>3</sup>

**Auto:** Investoinnit biopolttoaineiden tuotantoon parantavat saatavuutta.<sup>4</sup> SKALin barometrin<sup>5</sup> mukaan vuosina 2030–2045 kuorma-autoista 95 % kulkee edelleen dieselillä.

## Biodiesel, biopolttoöljy

### TAVOITTEET

- Uusiutuvan energian investointitukia kohdennetaan esim. liikenteen kehittyneitä biopolttoaineita tuottaviin laitoksiin<sup>6</sup>
- Vuonna 2045 nestemäisten biopolttoaineiden osuus kaikista polttoaineista on 100 % vuonna 2045 kotimaisessa liikenteessä (fossiilisten liikennepolttoaineiden myyntikielto 2045)<sup>7</sup>

### POTENTIAALINEN VAIKUTUS

- Biopolttoöljy työkoneissa: päästövähennys 0,2 CO<sub>2</sub><sub>ekvt</sub> vuonna 2030<sup>2</sup>
- Biopolttoaineen jakeluvoliteen nosto 18 %:sta 30 %:iin vähentää 16 % CO<sub>2</sub>-päästöjä<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Laki biopolttoöljyn käytön edistämisestä <sup>2</sup>Laki biopolttoaineiden käytön edistämisessä liikenteessä 2019 <sup>3</sup>Valtioneuvosto 2019

<sup>4</sup>Bionergia 2019 <sup>5</sup>SKAL ry 2019 <sup>6</sup>Huttunen 2017 (toim.) <sup>7</sup>Särkijärvi ym. 2018 <sup>8</sup>Laskelma lähteestä VTT Oy 2019a



## Tiedot poimittu jakeluketjujen sivuilta 11.4.2019

Tukkuri	Ketju	Polttoainekategoria	Ketjun käyttämä	Markkinanointinimike	Lisämäärä	Tuotetiedoissa mainitut "tyypilliset arvot" (tyhjä = ei ilmoitettu)								
						FAME, %	Muu bio, %	Tiheys	Setaaniluku	Rikki	Larvo (MJ/l)	Samepiste	Suodat.	Voitelevuus
NESTE	Neste	Diesel	Diesel	Neste Futura Diesel	-5/-15	0		825	54	5		-5	-15	300
		Diesel	Diesel	Neste Futura Diesel	-15/-25	0		806	55	3		-15	-26	350
		Diesel	Diesel	Neste Futura Diesel	-29/-34	0		806	55	6		-29	-38	356
		Diesel	Diesel	Neste Futura Diesel	-40/-44	0		810	52	5		-40	-44	380
		Diesel	Diesel	Neste Pro Diesel	Kesälaatu -12/-22	0	15	826	60	3		-14	-26	380
		Diesel	Diesel	Neste Pro Diesel	-32/-37	0	15	805	60	4		-33	-40	390
		Uusiutuva diesel	Uusiutuva diesel	Neste My	Kesälaatu	0	100	779	80	<1	34,4	-10	-10	<460
		Uusiutuva diesel	Uusiutuva diesel	Neste My	Talvilaatu		100	Tuotetietoja ei saatavilla				-34	-34	
		Moottoripolttoöljy	Kevyt polttoöljy	Neste Pro Moottoripolttoöljy	Kesälaatu	0		835	52	6	36	-5	-15	300
Moottoripolttoöljy	Kevyt polttoöljy	Neste Pro Moottoripolttoöljy	Talvilaatu	0		820	52	6	35,3	-29	-38	356		
NEOT GROUP	ST1	Diesel	Diesel	Diesel Plus	-20	5	>0	801	63	5		-12	-22	350
		Diesel	Diesel	Diesel Plus	-35	3	>0	805	63	5		-25	-36	350
		Diesel	Diesel	Diesel Plus	-38	3	>0	805	63	5		-30	-38	350
		Uusiutuva diesel	Etanolidiesel	Red95	Ei soveltu tavanomaiseen dieselmoottoriin, tuotetietoja ei saatavilla (bio-osuus 95% ?)									
		Moottoripolttoöljy	Moottoripolttoöljy	MPO Plus	Kesä	0		835	52	6	36	-5	-15	300
		Moottoripolttoöljy	Moottoripolttoöljy	MP0 Plus	Talvi	0		820	52	6		-29	-34	356
		Moottoripolttoöljy	(Moottori)poltoöljy	ST1 Opti	Kesä			840	54	5	36	-5	-15	360
	Moottoripolttoöljy	(Moottori)poltoöljy	ST1 Opti	Talvi			830	51	5	35,4	-29	-34	380	
	Moottoripolttoöljy	Moottoripolttoöljy	ST1 Opti	Talvi arkinen			830	52	15		-41	-45	450	
	Shell	Diesel	Diesel	Shell Diesel	Kesä	5	>0	801	63	5		-12	-22	350
		Diesel	Diesel	Shell Diesel	-35	3	>0	805	63	5		-25	-36	350
		Diesel	Diesel	Shell Diesel	-38	3	>0	805	63	5		-30	-38	350
		Moottoripolttoöljy	Kevyt polttoöljy	Shell Thermo City	Kesälaatu			840	53	8	36	-5	<-15	360
Moottoripolttoöljy		Kevyt polttoöljy	Shell Thermo City	15/25			835	52	8	35,7	-15	<-25	350	
Moottoripolttoöljy		Kevyt polttoöljy	Shell Thermo City	Talvilaatu			830	51	8	35,4	<-29	<-34	380	
ABC		Diesel	Diesel	NEOT Diesel -10/-20 Premium	Smart Diesel	5	>0	801	63	5		-12	-22	350
	Diesel	Diesel	NEOT Diesel -25/-35 Premium	Smart Diesel	3	>0	805	63	5		-25	-36	350	
	Diesel	Diesel	NEOT Diesel -30/-38 Premium	Smart Diesel	3	>0	805	63	5		-30	-38	350	
	Diesel	Diesel	Diesel Polttoöljy	Kesälaatu	0		835	52	6	36	-5	-15	300	
	Diesel	Diesel	Diesel Polttoöljy	Talvilaatu	0		820	52	6	35,3	-29	-34	356	
	Moottoripolttoöljy	Polttoöljy	Rikitön kevyt polttoöljy	Kesälaatu	0		835	54	6	36	-5	-15	300	
	Moottoripolttoöljy	Polttoöljy	Rikitön kevyt polttoöljy	Talvilaatu	0		820	52	6	35,3	-29	-34	356	
LUXOIL	Teboil	Diesel	Dieselöljy	Teboil Diesel	Kesälaatu			840	53	6		-6	<-15	320
		Diesel	Dieselöljy	Teboil Diesel	Välilaatu			830	51	6		-15	-25	330
		Diesel	Dieselöljy	Teboil Diesel	Talvilaatu			806	55	6		-29	-38	356
		Uusiutuva diesel	Uusiutuva diesel	Teboil Green+	-10/-10	0	100	779	80	<1		-10	-10	350
		Uusiutuva diesel	Uusiutuva diesel	Teboil Green+	-34/-34	0	100	780	80	<1		-34	-34	350
		Moottoripolttoöljy	Kevyt polttoöljy	Teboil Motor/Lämmitys	Kesälaatu			840	53	6	36	-6	<-15	320
		Moottoripolttoöljy	Kevyt polttoöljy	Teboil Motor/Lämmitys	Talvilaatu			820	52	6	35,3	-29	-38	356

## NYKYTILANNE SUOMESSA

- Sekoitussuhde polttoaineessa kuorma-autosta riippuen 30–100 %. Soveltuu myös dieselvetureihin ja osaan työkoneista<sup>1</sup>
- 100-prosenttista uusiutuvaa dieseliä myynnissä

## KEHITYSNÄKYMÄT

- Käyttö lisääntynee, koska vuonna 2016 voimaan tulleen direktiivin myötä autonvalmistajien on helpompi antaa hyväksyntä ja takuu uusiutuvan dieselin käytölle<sup>1</sup>

## Uusiutuva diesel

## TAVOITTEET

- Korkeapitoisesti uusiutuvaa dieseliä sisältävät polttoaineet lasketaan mukaan kuorma-autojen vaihtoehtoisten käyttövoimien tavoitteisiin<sup>1</sup>

## POTENTIALINEN VAIKUTUS

- Jopa –90 % kasvihuonekaasupäästöt, merkittävä vähennys myös typen oksideissa ja hiukkaspäästöissä<sup>1</sup>
- BioVerne- uusiutuva diesel vähensi sataman pyöräkuormaajan CO<sub>2</sub>-päästöjä 80 %:lla ja typenoksiidi- ja pienhiukkaspäästöjä 10 %:lla.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Liikenne- ja viestintäministeriö 2017a <sup>2</sup>Lukkari 2019

## TILANNE SUOMESSA

Ei saatavilla Suomessa

## KEHITYSNÄKYMÄ

- T&K-työtä käynnissä kansainvälisesti ja Suomessa mm. LUT:ssa ja Wärtsilässä, teolliseen tuotantotasoon 10–20 vuotta
- Esim. teollisuuslaitosten päästöt ja toimistojen ilmanvaihto potentiaalinen CO<sub>2</sub>-lähde polttoaineiden valmistukseen<sup>1</sup>

Synteettiset ptx-  
polttoaineet  
(power-to-x, p2x, ptx)

## TAVOITTEITA

Ei tavoitteita

## POTENTIAALISIA VAIKUTUKSIA

Ptx-tuotteet vähentävät bensiiniin nähden elinkaaren CO<sub>2eq</sub>-päästöjä vedyn osalta 90 g, sähköautojen ja metanolin osalta 50 g ja metaanin osalta 40 g per 1 MJ uusiutuvaa energiaa.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>YLE 2019 <sup>2</sup>Uusitalo ym. 2017

## TILANNE SUOMESSA

4 etanolikuorma-autoa (>5 t)<sup>1</sup>

## KEHITYSNÄKYMIÄ

Jakelu Suomessa rajoittunut vielä  
pääkaupunkiseudulle

## Bioetanoli

## TAVOITTEITA

Etanoli tuotu esille vaihtoehtoisten käyttövoimien  
kansallisessa ohjelmassa<sup>2</sup>

## POTENTIAALISIA VAIKUTUKSIA

RED95-bioetanoli vähentää raskaan liikenteen  
CO<sub>2</sub>-päästöjä jopa 90 %, lähipäästöjä jopa 80 % ja  
hiukkaspäästöjä jopa 70 %.<sup>2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Traficom 2019 <sup>2</sup>Liikenne- ja viestintäministeriö 2017a <sup>3</sup>St1 Nordic Oy 2017 <sup>4</sup>Motiva Oy 2011

## NYKYTILANNE SUOMESSA

**Työkoneet:** 1. hybridihakkuukone (Logset 8H GTE Hybrid) tulossa käyttöön 10/2019, hybridihakkurista prototyyppi. Useilla valmistajilla on puun vastaanottoon soveltuvia hybridityökoneita<sup>1</sup>, mutta niitä ei ole tietävästi käytössä Suomessa.

**Auto:** 4 hybridikuorma-autoa<sup>2</sup>, joista 2 puutavarayhdistelmiä (Sisu Polar Timber Hybrid)

## KEHITYSNÄKYMÄT

**Työkoneet:** Metsäkoneet, harvesterit ja terminaalikoneet ovat kustannustehokkaasti hybridisoitavissa<sup>3</sup>

eHighway-kokeilut Ruotsissa ja Saksassa ("sähköteiden" ajojohtimet hybridikuorma-autoille): 60-tonnisella kuorma-autolla 75 000 litran säästö 200 000 km:n ajomatalla<sup>4</sup>

Hybridi  
(polttoaine&sähkö)

## TAVOITTEET

Ei asetettuja tavoitteita

## POTENTIAALINEN VAIKUTUS

(polttoaineen kulutuksen säästö)

**Työkoneet:** pyöräkuormaaja yli 50 %<sup>5</sup>,  
materiaalinkäsittelykone 30 %, hakkuri 6–26 %<sup>1</sup>

**Auto:** –10 % polttoaineen kulutus<sup>6</sup>, opinnäytetyö hybridipuutavarayhdistelmästä käynnistynyt

<sup>1</sup>Venäläinen & Pesonen 2017 <sup>2</sup>Traficom 2019 <sup>3</sup>Nylund ym. 2016 <sup>4</sup>Siemens 2019 <sup>5</sup>Nokka 2018 <sup>6</sup>MTV Uutiset 2018

## NYKYTILANNE SUOMESSA

**Työkoneet:** 8 % puun vastaanoton konekannasta tuotantolaitoksilla sähköisiä<sup>1</sup>

**Auto:** Ensimmäisten täyssähkökuorma-autojen kokonaispainot 16 ja 18 t<sup>2</sup>, Ruotsissa tutkitaan sähköistä ja automaattista puutavarayhdistelmää<sup>3</sup>

## KEHITYSNÄKYMÄT

**Työkoneet:** Metsäkoneet, harvesterit ja terminaalikoneet ovat kustannustehokkaasti sähköistettävissä<sup>4</sup>

**Auto:** Ei lähitulevaisuudessa näkyvissä käyttöön puu- tai hakekuljetuksissa, vaatisi merkittävää akkuteknologian kehittämistä

**Alus:** Ensimmäisiä täyssähköaluksia tulossa käyttöön muissa maissa

## Täyssähkö

## TAVOITTEET

**Yleinen:** Akkuteknologian kehittäminen<sup>5</sup>

**Työkoneet:** Ei tavoitteita

**Auto:** 7 000 raskasta sähköajoneuvoa vuoteen 2030 mennessä ja 42 000 vuoteen 2045 mennessä<sup>6</sup>

**Alus:** Lähimeren kulun ja sisävesiliikenteen sähköistäminen<sup>5</sup>

## POTENTIAALINEN VAIKUTUS

-100 % (käytön aikaiset päästöt)

<sup>1</sup>Metsätehon kysely metsäyhtiöille <sup>2</sup>Traficom 2019 <sup>3</sup>Skogforsk 2019b <sup>4</sup>Nylund ym. 2016 <sup>5</sup>European Commission 2018 <sup>6</sup>Särkijärvi ym. 2018

*Junakuljetukset on käsitelty omassa keinokortissaan*



## NYKYTILANNE SUOMESSA

- **Auto:** Käytössä 68 kaasu- ja 8 yli 12 tonnin bifuel-kuorma-autoa.<sup>1</sup> Volvolla 460 hv:n kaasukuorma-autoja, Ivecolla tulossa myyntiin yli 500 hv:n auto.
- 45 liikennekaasun tankkausasemaa, joista 4 suunniteltu raskaan liikenteen käyttöön. Gasum on kasvattamassa tankkausasemien määrää 35:llä.<sup>2</sup>
- **Työkoneet:** Rekisterissä muutamia yli 10 tonnin kaasutrukkeja<sup>1</sup>

## KEHITYSNÄKYMÄT

- Maakaasu ja biokaasu kiinnostavat kuljetusautoilijoita sähköä enemmän.<sup>3</sup>
- Sopisi parhaiten sivutuotehakkeen kuljetuksiin (yhdistelmän kokonaispaino ei liian suuri, tankkausasema kuljetusreitillä todennäköisemmin)
- Kaasumarkkinoiden avautuminen 2020

Kaasu,  
bifuel (kaasu&polttoaine),  
kaasuhybridi (kaasu&sähkö)

## TAVOITTEET

- 6 000 raskasta kaasuajoneuvoa vuonna 2030 ja 22 000 vuonna 2045<sup>4</sup>
- Kaasuajoneuvot on tunnistettu yhtenä keinona korvata fossiilisia polttoaineita raskaassa liikenteessä<sup>5,6</sup>

## POTENTIAALINEN VAIKUTUS

Ks. kaasutyypikohtaiset kortit

<sup>1</sup>Traficom 2019 <sup>2</sup>Gasum Oy 2019b <sup>3</sup>SKAL ry 2019 <sup>4</sup>Särkijärvi ym. 2018 <sup>5</sup>Huttunen (toim.) 2017 <sup>6</sup>European Commission 2018



## NYKYTILANNE SUOMESSA

- Iveco, Volvo ja Scania toimittaneet raskaita LNG- ja CNG-kuorma-autoja ja Mercedes-Benz vain CNG-kuorma-autoja<sup>1</sup>
- Raskaan liikenteen maakaasun tankkausasemia 7 (uusia suunnitteilla)<sup>2</sup>

**Työkoneet:** Kaasukäyttöisiä trukkeja on, mutta ei puun vastaanotossa käytettäviä työkoneita

## KEHITYSNÄKYMÄT

- LNG sopii raskaisiin kuljetuksiin, koska energiatiheys ja siten toimintasäde on suurempi kuin CNG:illä.<sup>3</sup>
- LNG on yleistymässä alusten polttoaineena ja käyttöä junakuljetuksissa kehitetään.<sup>3</sup> Nestekaasualuksia on tulossa liikenteeseen<sup>4</sup>.
- Uudet terminaalit parantavat LNG:n saatavuutta Suomessa, mutta jakeluverkostoa on silti tarpeen kasvattaa<sup>5</sup>. Baltic Connector -maakaasuputken valmistuminen lisää tarjontaa

## Maakaasu (LNG&CNG)

## TAVOITTEET

- Dieselin käytön korvaaminen mm. maakaasulla<sup>6</sup>
- LNG:n/LBG:n bunkrausmahdollisuus rannikolla vuoteen 2025 ja Saimaan syväväylillä vuoteen 2030 mennessä<sup>7</sup>

## POTENTIALINEN VAIKUTUS

- Maakaasun CO<sub>2</sub>-päästöt samaa luokkaa dieselin kanssa<sup>7</sup>. LNG-kuorma-auton elinkaaren aikaiset kasvihuonepäästöt ovat yli 20 % pienemmät kuin dieselkuorma-auton.<sup>8</sup>
- Yhdysvalloissa LNG-veturin CO<sub>2</sub>-päästöt 30 % ja typpipäästöt 70 % pienemmät kuin dieselveturilla<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tekniikka&Talous 2019b <sup>2</sup>Gasum Oy 2019b <sup>3</sup>Ikkanen& Haapala 2018 <sup>4</sup>Tekniikka&Talous 2019a <sup>5</sup>Huttunen (toim.) 2017

<sup>6</sup>European Commission 2016 <sup>7</sup>Liikenne- ja viestintäministeriö 2017a <sup>8</sup>Gasum Oy 2019a

## NYKYTILA SUOMESSA

- Ks. kaasu yleisesti (kalvo 72)
- Raskaan liikenteen biokaasun tankkausasemia 7 (lisää suunnitteilla)<sup>1</sup>

## KEHITYSNÄKYMIÄ

- Noin puolet Suomen raskaan tieliikenteen energiankulutuksesta voisi olla katettavissa kotimaisella biokaasulla<sup>2</sup>
- Potentiaalia LBG:llä myös aluskuljetuksissa
- Kaasutankkausverkoston laajentaminen (ml. kevyet jakeluasemat)<sup>3</sup> ja biokaasuekosysteemien luominen<sup>4</sup> tarpeen

## Biokaasu (CBG, LBG)

## TAVOITTEET

- Kestävästi tuotettu biokaasu biopolttoaineiden jakeluvaiheen piiriin, biokaasun jakeluverkon laajentaminen<sup>5</sup>
- Biokaasun tuotannon ja käytön edistäminen Suomessa<sup>3,6</sup>
- Biokaasun käytön edistäminen työkoneissa<sup>3,7</sup>

## POTENTIAALINEN VAIKUTUS

Tieliikenteessä LBG vähentää elinkaaren aikaisia kasviuonepäästöjä jopa 85 % fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Gasum Oy 2019b, <sup>2</sup>Pääkkönen ym. 2019 <sup>3</sup>Huttunen (toim.) 2017 <sup>4</sup>Aro ym. 2018 <sup>5</sup>Valtioneuvosto 2019 <sup>6</sup>Särkijärvi ym. 2018  
<sup>7</sup>Ympäristöministeriö 2017 <sup>8</sup>Gasum Oy 2019a

## NYKYTILANNE SUOMESSA

**Auto:** 1 ajoneuvo<sup>1</sup>, ei tankkausasemia, vety- ja vetyhybridikuorma-autoja on markkinoilla

**Juna (veturi) & alus:** Ei käytössä, mutta vety on potentiaalinen ratkaisu

## KEHITYSNÄKYMÄT

- Etuja tavallisiin sähköautoihin nähden: suuri energiatiheys => suuri ajoneuvojen hyötykuorman osuus, ajoneuvon pitkä tankkausväli, nopeampi ja vähemmän tilaa vievä tankkaaminen<sup>2, 3</sup>. Vetyhybridin hyöty pieni pitkissä ja raskaissa kuljetuksissa.<sup>3</sup>
- Jakeluinfrasustruktuurin rakentamisen kalleus hidaste<sup>4</sup>
- Yritysten varikkotankkausasemat nopeuttaisivat käyttöönottoa

## Vety & Vetyhybridi

## TAVOITTEET

Vetyasemia 20 kpl vuonna 2030<sup>5</sup>

## POTENTIAALINEN VAIKUTUS

Hiiletön energiankantaja, mikäli vedyn tuotantoon ei ole käytetty fossiilista energiaa<sup>5, 6</sup>

<sup>1</sup>Traficom 2019 <sup>2</sup>Tekniikka&Talous 2019c, <sup>3</sup>Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking 2019, <sup>4</sup>VTT 2013 <sup>5</sup>Liikenne- ja viestintäministeriö 2017a <sup>6</sup>Huttunen (toim.) 2017

## NYKYTILANNE SUOMESSA

- EURO-päästöluokat
- Uusi EU-sääntely: kuorma-autojen CO<sub>2</sub>-päästörajat 2025 alkaen, CO<sub>2</sub>-päästöt ja polttoaineen kulutus osana ajoneuvon tyyppihyväksyntää, rengasasetus

## KEHITYSNÄKYMÄ

- Lujien rakenneteräksien hyödyntäminen kuorma-autojen rungoissa, perävaunuissa ja niiden komponenteissa (LUT:n käynnissä oleva tutkimus)
- Z-nosturit lisäävät puukuorman osuutta 4–5 m<sup>3</sup>, mutta vaikutus polttoaineen kulutukseen pitäisi tutkia
- Muu T&K-työ

## Kuorma-autokalusto

## TAVOITTEITA

- Energiatehokkuuden parantaminen (mm. moottoreiden kehittäminen, painon keventäminen, raskaan kaluston päästörajat<sup>1,2</sup>) (-0,6 Mt)<sup>3</sup>
  - Renkaiden energiamerkinnät<sup>4</sup>
  - Ajoneuvohankintojen neuvonta<sup>5</sup>

## POTENTIAALINEN VAIKUTUS

- Aerodynamiikan kehittäminen: 4–6 %:n säästö puutavaran ja 3–8 %:n hakekuljetuksen polttoaineen kulutuksessa<sup>6</sup> kuorma-autoissa yleisemmin jopa 10–40 %<sup>7</sup>
- Muiden keinojen vaikutusten arviointi vaatii jatkotutkimusta

<sup>1</sup>Ympäristöministeriö 2019 <sup>2</sup>Tirkkonen 2019 <sup>3</sup>Huttunen (toim.) 2017 <sup>4</sup>Suomen kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma 2017 <sup>5</sup>Särkijärvi ym. 2018 <sup>6</sup>Löfroth & Gelin 2015 <sup>7</sup>Rahkola 2019

## TILANNE SUOMESSA

- Ajoneuvoyhdistelmien enimmäispituus 34,50 m (1/2019 lähtien) ja -paino 76 t
- Yli 76-tonnisten yhdistelmien kokeiluita käynnissä aines- ja sivutuotehakekuljetuksissa<sup>1</sup>

## KEHITYSNÄKYMIÄ

Massojen noston käsittelyn tilanne on auki

## Kalustokoko (HCT)

## TAVOITTEITA

Ajoneuvojen suuremmat mitat ja massat on mainittu päästövähennyskeinoina<sup>2, 3, 4, 5</sup>

## POTENTIAALINEN VAIKUTUS

- Ainespuukuljetuksissa polttoaineen kulutus vähenee noin 5–20 % per tuoretonni (min. 100 km:n ajomatka)<sup>1</sup>
- Vaikutuslaskelmat hakekuljetusten osalta valmistuvat syksyllä 2019

<sup>1</sup>Venäläinen & Poikela 2019 <sup>2</sup>Huttunen (toim.) 2017 <sup>3</sup>Tirkkonen 2019 <sup>4</sup>Suomen kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma 2017 <sup>5</sup>Särkijärvi ym. 2018

## NYKYTILANNE SUOMESSA

- **Autot:** Taloudellinen ajotapa osa kuljettajien peruskoulutusta ja lakisääteistä täydentävää koulutusta, letka-ajokokeiluita käynnissä (Kanadassa letka-ajoa on testattu myös metsäteillä<sup>1</sup>)
- Tyhjänä ajon osuus on korkea metsäsektorin kuljetuksissa<sup>2</sup> (yli 80 %:ssa aines- ja energiapuukuljetuksissa tyhjä paluu<sup>3</sup>)

## KEHITYSNÄKYMÄT

- Kuljettajia eri olosuhteissa ohjaavat ja osin automatisoidut järjestelmät tulevat parantamaan puun käsittelyn ja kuljetusten energiatehokkuutta
- LogForce-kuljetussuunnittelujärjestelmän käytön laajentuminen puukuljetuksissa
- Automaation hyödyntämistä puun korjuussa ja kaukokuljetuksissa tutkitaan parhaillaan Metsäteholla
- Letka-ajo sopinee parhaiten metsäsektorin tuotekuljetuksiin tierasitusvaikutusten takia

Ajotapa,  
ohjausjärjestelmät,  
automaatio, digitalisaatio

## TAVOITTEET

- Liikenteen ja logistiikan digitalisoitumisen ja automatisaation edistäminen osana vähäpäästöisen liikenteen tavoitetta<sup>4, 5</sup>
- Tavarakuljetusten tehostaminen (digitalisaatio: esim. menopaluu- ja reittioptimointi<sup>6</sup>, letka-ajo<sup>7</sup>, kuljetusten yhdistely<sup>8</sup>)
- Taloudellisen ajotavan koulutus ja älyliikenne on tunnistettu eräiksi keinoiksi parantaa kuljetusten energiatehokkuutta<sup>2, 9</sup>
- Tieliikenteen kuljetusyritysten vastuullisuusmalli<sup>9</sup>, energiatehokkuussopimukset<sup>6</sup>

## POTENTIAALINEN VAIKUTUS

- Taloudellisella ajotavalla voidaan saavuttaa 5–15 %:n säästö polttoaineen kulutuksessa<sup>2</sup>
- Letka-ajolla on arvioitu saavutettavan 5–15 % polttoaineen kulutussäästö (päälystetyillä teillä)<sup>10</sup>
- Muiden vaikutusten arviointi vaatii lisätutkimusta

<sup>1</sup>FPIInnovations 2018 <sup>2</sup>Liikenne- ja viestintäministeriö 2013a <sup>3</sup>Venäläinen & Poikela 2016 <sup>4</sup>Valtioneuvosto 2019 <sup>5</sup>European Commission 2018 <sup>6</sup>Tirkkonen 2019 <sup>7</sup>Särkijärvi ym. 2018 <sup>8</sup>Huttunen (toim.) 2017 <sup>9</sup>Suomen kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma 2017 <sup>10</sup>Pilli-Sihvola 2016

## NYKYTILANNE SUOMESSA

- Osuus kotimaisen puun kuljetuksista: 22,6 % kuutioista ja 39 % kuutiokilometreistä<sup>1</sup>
- 73 % puun rautatiekuljetussuoritteesta hoidetaan sähkövetureilla<sup>2</sup>. VR tilasi 60 uutta dieselveturia pääosin tavaraliikenteeseen (2025 mennessä)<sup>3</sup>
- Tehtaiden junakuljetuspuun vastaanoton vaunusiirtolaitteista 43 % on sähköisiä<sup>4</sup>
- Kaasukäyttöisiä vetureita ja vaunusiirtolaitteita on (koe)käytössä muissa maissa

## KEHITYSNÄKYMÄT

- Stage IIIB -päästöstandardi vähentää merkittävästi uusien vetureiden hiukkas-, typen oksidien ja hiilivetypäästöjä.<sup>5</sup>
- Junien dieselvetureiden uusimisella saavutetaan noin 60 % radan sähköistämisen saavutettavista päästöhyödyistä.<sup>5</sup>
  - LHT (Larger and Heavier Trains) -junien käyttöönotto<sup>6</sup>
  - Kaasuveturit ovat tulevaisuudessa potentiaalisia kaasun saatavuuden kehittyminen myötä<sup>5</sup>

## Rautatiekuljetukset, veturit ja vaunusiirtolaitteet

## TAVOITTEET

- Rautatieliikenteen energiatehokkuuden parantaminen<sup>7</sup>
- Mahdollistetaan tavaraliikenne vähän liikennöidyillä ja käytöstä poistetuilla rataosuuksilla<sup>8</sup>
- 2050: Rautatieliikenteen sähköistäminen lähes sataprosenttisesti<sup>9</sup>

## POTENTIAALINEN VAIKUTUS

- Puun dieseljunakuljetusketjun CO<sub>2eq</sub>-päästöt/tkm 27 % pienemmät kuin autokuljetusketjulla.<sup>10</sup> Sähköjuna ja sähköinen vaunusiirtolaite käytön aikana päästöttömiä.
- Vanhan dieselveturin korvaaminen StagellIA-dieselveturilla (Dr18) vähentää polttoaineen kulutusta noin puolella.<sup>5</sup> Nesteytettyä maakaasua käyttävässä veturissa vähenevät CO<sub>2</sub>-päästöt noin 25 %, typpipäästöt noin 90 % ja hiukkaspäästöt 100 %.<sup>5</sup> Dieselkäyttöisten vaunusiirtolaitteiden korvaaminen hybrideillä vähentäisi dieselin kulutusta 36–70 %.<sup>11</sup>

<sup>1</sup>Strandström 2018 <sup>2</sup>VR Transpoint 2019a <sup>3</sup>VR Transpoint 2019b <sup>4</sup>Metsäteho Oy:n kysely metsäyhtiöille <sup>5</sup>likkanen & Haapala 2018 <sup>6</sup>Venäläinen 2019 <sup>7</sup>Tirkkonen 2019 <sup>8</sup>Valtioneuvosto 2019 <sup>9</sup>Liikenne- ja viestintäministeriö 2013b <sup>10</sup>Kalvon 14 laskelmat <sup>11</sup>Venäläinen & Pesonen 2017

## NYKYTILANNE SUOMESSA

- Vesikuljetusten osuus puun kotimaan kuljetuksissa: 2,2 % kuutioista ja 4 % kuutiokilometreistä<sup>1</sup>
- Vesikuljetusten infrastruktuurivaikutukset ovat pienet muihin kuljetusmuotoihin verrattuna
- Alusten keski-ikä on korkea (15 v)<sup>2</sup>, joten ne eivät ole Stage-standardien mukaisia

## KEHITYSNÄKYMÄ

- Vesikuljetusten osuuden kasvattaminen edellyttää niiden tehostamista (mm. tiedonkulussa<sup>3</sup> ja lastauspaikkojen käytössä<sup>4</sup>)
- Puun vesikuljetukset ovat autokuljetuksiin nähden kilpailukykyisiä vain pitkillä kuljetusmatkoilla.<sup>1</sup>
- Vaihtoehtoiset käyttövoimat yleistyvät aluskuljetuksissa tiukentuvien rikki- ja typpirajoitusten myötä (esim. maakaasu ja nesteytetty metaani)<sup>8, 10</sup>

## Vesikuljetukset & alukset

## TAVOITTEET

- Sisävesiliikenteen edistäminen ja kehittämissuunnitelma osana vähäpäästöisen liikenteen tavoitetta<sup>5</sup>
  - Vesiliikenteen energiatehokkuuden parantaminen<sup>6</sup>
  - Maakaasun hyödyntäminen vesiliikenteessä<sup>7</sup>
- Vuoteen 2050 mennessä biopolttoaineiden käytön ja muiden toimenpiteiden myötä merenkulun khk-päästöt vähenevät EU-tavoitteen mukaisesti 40 % (erillisen LNG-toimenpideohjelman tuella ja energiatehokkuutta parantamalla)<sup>8</sup>

## POTENTIAALINEN VAIKUTUS

- Puun aluskuljetusketjun CO<sub>2eq</sub>-päästöt/tkm 44 % ja uittokuljetusketjun 65 % autokuljetusketjua pienemmät (kuljetusmuotokohtaisilla keskikuljetusmatkoilla)<sup>9</sup>

<sup>1</sup>Strandström 2018 <sup>2</sup>Juronen 2017 <sup>3</sup>Korpela 2019 <sup>4</sup>Seppälä 2019 <sup>5</sup>Valtioneuvosto 2019 <sup>6</sup>Tirkkonen 2019 <sup>7</sup>Euroopan komissio 2016 <sup>8</sup>Liikenne- ja viestintäministeriö 2013b <sup>9</sup>Kalvon 14 päästölaskelmat <sup>10</sup>Huttunen 2017 (toim.)



## NYKYTILANNE SUOMESSA

- Suomen rataverkosta on sähköistetty 56 %
- Puun lastauspaikkoja ja -satamia 68 kpl ja aktiivisia uiton pudotuspaikkoja 24 kpl<sup>1</sup>
- Yksityistieverkon korjausvelan on arvioitu olevan noin miljardi €<sup>2</sup>
  - Kausivaihtelut (ml. teiden kuljetuskelpoisuuden vaihtelut) aiheuttavat puuhuollolle vuosittain 70 milj. €:n lisäkustannukset<sup>3</sup>

## KEHITYSNÄKYMÄ

- Radan välityskyvyn parantaminen (mm. lisäraiteet) lisää kapasiteettia myös puukuljetuksiin (tarpeen varsinkin mahdollisten uusien biotuotetehtaiden myötä)<sup>4, 5, 6</sup>
- Puun lastauspaikkojen infrastruktuurin (mm. varastointialueet) kehittäminen parantaisi aluskuljetusten tehokkuutta<sup>7</sup>

## Kuljetus- infrastruktuurin kehittäminen

## TAVOITTEET

- Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden kehittäminen (-1 Mt)<sup>8</sup>
  - Infrastruktuurin kehittäminen tunnistettu keinona vähentää liikenteen päästöjä<sup>9, 10, 11</sup>
- Edistetään kuljetusten siirtämistä tieliikenteestä rautateille ja vesiliikenteeseen<sup>10, 11</sup>
  - Vuonna 2050 raideliikennesuorite tuotetaan lähes sataprosenttisesti sähköllä<sup>12</sup>

## POTENTIAALINEN VAIKUTUS

- Väyläviraston selvitys vaikutuksista käynnissä
- Rataverkon sähköistyshankkeet vähentävät liikenteen CO<sub>2</sub>-päästöjä keskimäärin 57 % (yhteensä 15 700 t/v)<sup>13</sup>
  - Alemman tieverkon kunnan parantaminen vähentäisi metsäteollisuuden kuljetuskustannuksia 50 milj. €/v<sup>14</sup> (kuljetusmatkojen lyhentyminen vähentäisi myös päästöjä).

<sup>1</sup> Seppälä 2019 <sup>2</sup> Suomen Tieyhdistys 2019 <sup>3</sup> Venäläinen ym. 2017 <sup>4</sup> Kosonen 2019 <sup>5</sup> Holm 2019 <sup>6</sup> Liikennevirasto 2018 <sup>7</sup> Juronen 2017 <sup>8</sup> Huttunen (toim.) 2017 <sup>9</sup> Valtioneuvosto 2019 <sup>10</sup> Särkijärvi ym. 2018 <sup>11</sup> Tirkkonen 2019 <sup>12</sup> Liikenne- ja viestintäministeriö 2013a <sup>13</sup> Ikkonen & Haapala 2018 <sup>14</sup> Holm ym. 2015



## NYKYTILANNE SUOMESSA

- Sähköisten työkoneiden osuus puun vastaanotossa tuotantolaitoksilla 8 %<sup>1</sup>
- Ensimmäinen hybridihakkuukone tulossa käyttöön 10/2019
- Metsäkoneisiin on integroitu palautejärjestelmiä, jotka ohjaavat taloudellisiin käyttötapoihin
  - Biopolttoöljyn osuuden nosto
- Uusin Stage-luokka voimaan 2019–2020

## KEHITYSNÄKYMÄ

- Metsäkoneissa biopolttoaineet realistisimmin hyödynnettävä keino
- Koneiden ja niiden moottorien energiatehokkuuden kehittäminen<sup>2</sup>
  - Koneiden käytön optimointi, automatisaatio<sup>2</sup>
- Euroopan komissio laatii vuoden 2020 loppuun mennessä arvioinnin työkoneiden päästöjen vähentämisen lisämahdollisuuksista. Konekannan moninaisuuden takia ei ole näkyvissä CO<sub>2</sub>-rajoitusten sääntelyn lisääntymistä.<sup>2</sup>

## Työkoneiden kehitys

## TAVOITTEET

- Työkoneiden energiatehokkuuden parantaminen (mm. moottori- ja muu kehitystyö)<sup>3</sup>
  - Edistetään biokaasun käyttöä työkoneissa<sup>4</sup>
  - Osallistutaan EU-tasolla työkoneiden CO<sub>2</sub>-sääntelyn kehittämiseen<sup>3, 4</sup>
- Edistetään työkoneiden energiatehokasta käyttöä informaatio-ohjauksen keinoin (mm. kuljettajien koulutus)<sup>3, 4</sup>
- Vahvistetaan työkoneiden CO<sub>2</sub>-päästövähennyksiin liittyvää tietopohjaa<sup>4</sup>

## POTENTIAALINEN VAIKUTUS (CO<sub>2</sub>-päästöt)

- Moottorien energiatehokkuus: -15 %,
- Koneiden energiatehokkuus max -50 %,
- Koneiden käytön tehostaminen ja
- Optimointi (automaatio) max -35 %<sup>2</sup>
- Hakkuulaitteen terien teroituksella ja oikealla säädöllä voidaan saavuttaa yli 10 %:n säästö polttoaineen kulutuksessa, työmallin vaikutus vähintään samaa luokkaa

<sup>1</sup>Metsätehon kysely metsäyhtiöille <sup>2</sup>Nylund ym. 2016 <sup>3</sup>Tirkkonen 2019 <sup>4</sup>Ympäristöministeriö 2017