



# UUSIUTUVAN ENERGIAN VAIKUTTAVUUSARVIOINTI 2010–2022

Elina Leinonen, Emma Liljeström & Suvi Monni, SITOWISE OY

**SITOWISE**

# SISÄLLYSLUETTELO

1. Poliittikatoimien vaikuttavuus	3
2. Arvioinnin laajuus	4
2.1. Metsähake	5
2.2. Tuulivoima ja aurinkovoima	8
2.3. Biokaasu	10
2.4. Liikenteen uusiutuvat nestemäiset polttoaineet	13
2.5. Biopolttoöljy sekä öljy- ja kaasulämmityksestä luopuminen	16
3. Päästövähennysten kohdistuminen	22
3.1. Päästövähennykset energialajeittain	23
3.2. Päästövähennysten kohdentuminen päästökauppa- ja taakanjakosektoreille	24
4. Valtiolle kohdistuvat kustannukset	25
5. Lähtötiedot	27



# 1. POLITIIKKATOIMIEN VAIKUTTAVUUS

Uusiutuvan energian politiikkatoimenpiteiden vaikutuksia seurataan vuosittain. Työssä käytetään vuonna 2012 kehitettyä ja vuosien aikana päivitettyä IMPAKTI-työkalua. Työkalun viimeisin, laajempi kehitystyö toteutettiin vuosien 2021–2023 aikana. Työn on rahoittanut Energiavirasto.

Uusiutuvan energian politiikkatoimia arvioitaessa tarkastellaan uusiutuvien energiamuotojen käytön muutoksia, arvioidaan käytön muutosten vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin sekä vaikutuksia julkiseen talouteen, eli valtiolle kohdistuvia kustannuksia. Valtiolle kohdistuvat kustannukset sisältävät maksetut tuet, arvioidut verotulojen menetykset sekä syöttötariffimaksut. Lainoja ja niistä mahdollisesti aiheutuvia tukivaikutuksia ei ole työssä tarkasteltu.

Politiikkatoimien vaikuttavuutta uusiutuvan energian käytön lisäämiseen on tarkasteltu vuosilta 2010–2022.



## 2. ARVIOINNIN LAAJUUS

Vuosittain toteutettavassa arvioinnissa tarkastellaan valtiolle kohdistuvia kustannuksia sekä uusiutuvien energialähteiden edistämisen päästövähennysvaikutuksia.

Tarkastelussa ovat mukana:

- Metsähake
- Tuulivoima
- Aurinkovoima
- Biokaasu sähkön ja lämmön tuotannossa
- Biokaasu liikennekäytössä
- Liikenteen uusiutuvat nestemäiset polttoaineet
- Biopolttoöljy lämmityksessä
- Biopolttoöljy muussa käytössä
- Öljy- ja kaasulämmityksestä luopuminen.

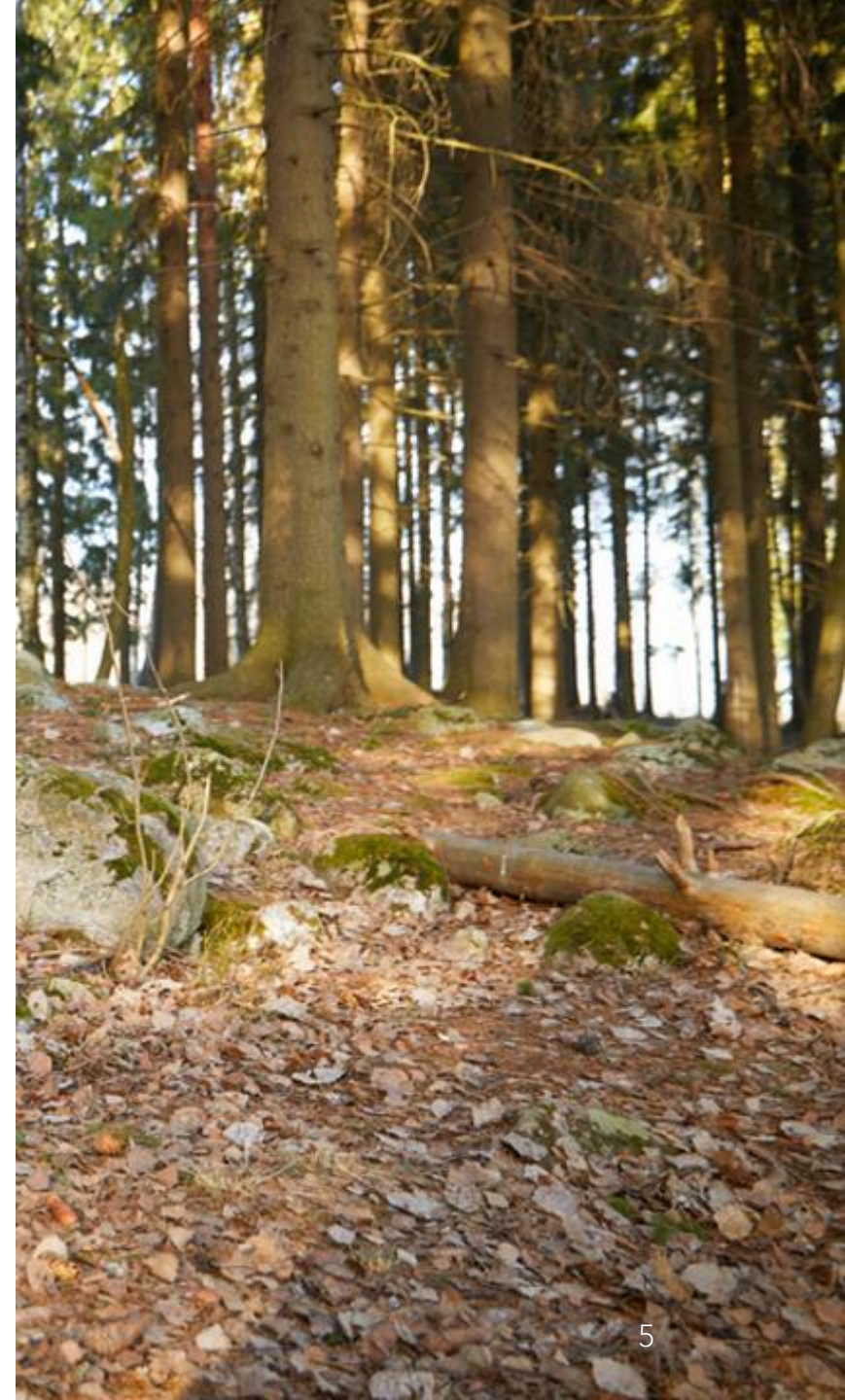


## 2.1. METSÄHAKE

Metsähakkeen käyttöä on tarkasteltu maataloilla sekä lämpö- ja voimalaitoksissa. Lämpö- ja voimalaitosten metsähakkeen energiakäyttöä on lisäksi tarkasteltu puupolttoaineittain. Tarkastellut puupolttoaineet ovat:

- Pienpuu
- Hakkuutähteet
- Kannot ja juurakot
- Järeä runkopuu

Lisäksi on tarkasteltu metsähakkeen käytöllä saavutettua päästövähennemää, kun hakkeen käytön lämpö- ja voimalaitoksissa on oletettu korvaavan pääosin turvetta mutta osittain myös muita polttoaineita. Hakkeen käytön maataloilla on oletettu korvaavan kevyen polttoöljyn käyttöä.

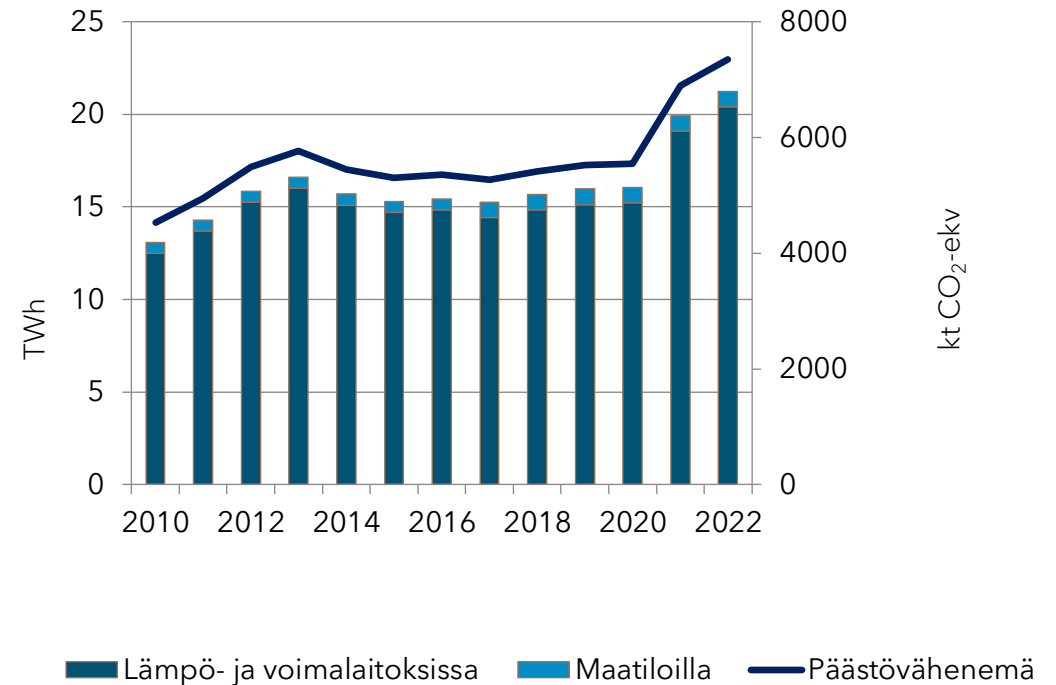


## 2.1.1 METSÄHAKKEEN KÄYTTÖ JA SAAVUTETTU PÄÄSTÖVÄHENEMÄ

Metsähakkeen käyttöä lämpö- ja voimalaitoksissa sekä maataloilla on tarkasteltu vuosina 2010–2022. Vuonna 2022 metsähaketta käytettiin lämpö- ja voimalaitoksissa 20,4 TWh ja maataloilla 0,8 TWh.

Metsähakkeen käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa kasvoi 7 prosenttia vuodesta 2021 vuoteen 2022.

Metsähakkeen käytöllä saavutettu päästövähennys vuonna 2022 oli 7355 kt CO<sub>2</sub>-ekv, kun vastaava lukema vuonna 2021 oli 6895 kt CO<sub>2</sub>-ekv.

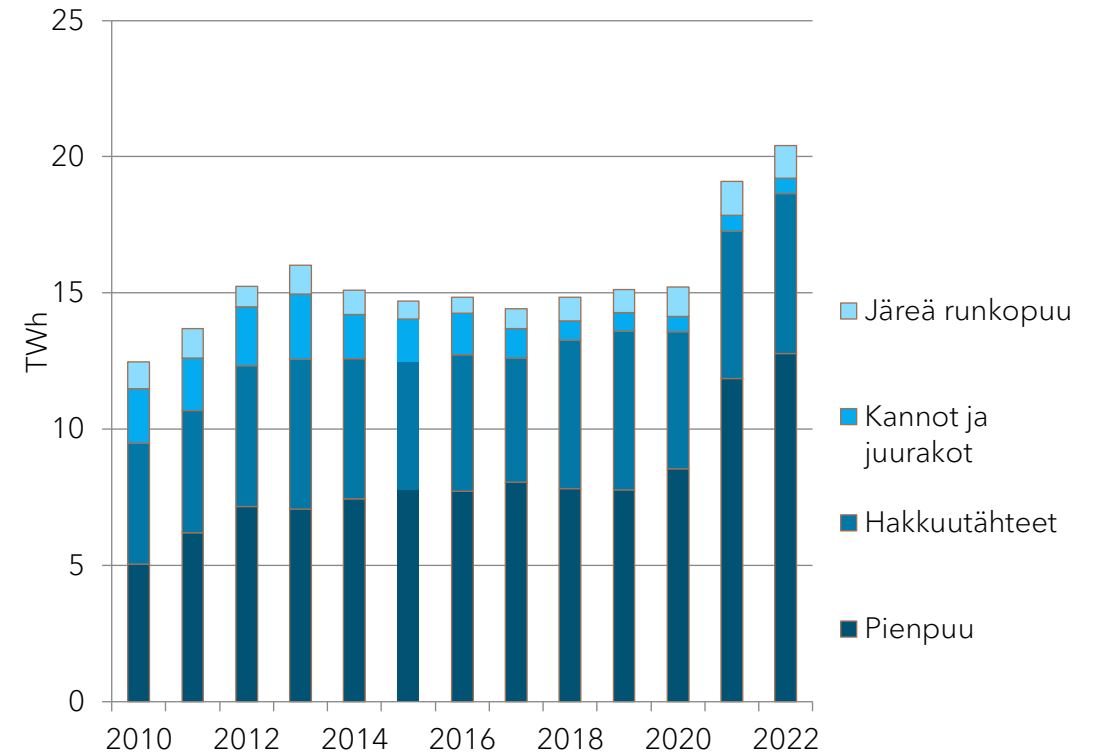


Kuva 1. Metsähakkeen käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa sekä maataloilla ja päästövähennykset vuosina 2010–2022.

## 2.1.2 METSÄHAKKEEN KÄYTTÖ LÄMPÖ- JA VOIMALAITOKSISSA

Järeän runkopuun energiakäyttö lämpö- ja voimalaitoksissa pysyi samalla tasolla vuodesta 2021 vuoteen 2022 (1,2 TWh). Kantojen ja juurakoiden energiakäyttö pysyi niin ikään lähes samalla tasolla kuin vuonna 2021 (0,6 TWh).

Hakkuutähteen ja pienpuun energiakäytöt puolestaan kasvoivat vuodesta 2021 vuoteen 2022. Hakkuutähteen 9 prosenttia ja pienpuun 8 prosenttia.



Kuva 2. Järeän runkopuun, kantojen ja juurakoiden, hakkuutähteen ja pienpuun käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa vuosina 2010-2022.



## 2.2. TUULIVOIMA JA AURINKOVOIMA

Vaikuttavuusarvioinnissa on tarkasteltu viime vuosina yleistyneiden tuulivoiman ja aurinkovoiman tuotantomäärien kehitystä.

Tuulivoiman ja aurinkovoiman päästövähennysvaikutusta on arvioitu olettaen, että tuuli- ja aurinkovoimalla korvataan pääasiassa Suomen keskimääräistä lauhdetuotantoa fossiilisilla polttoaineilla ja turpeella.



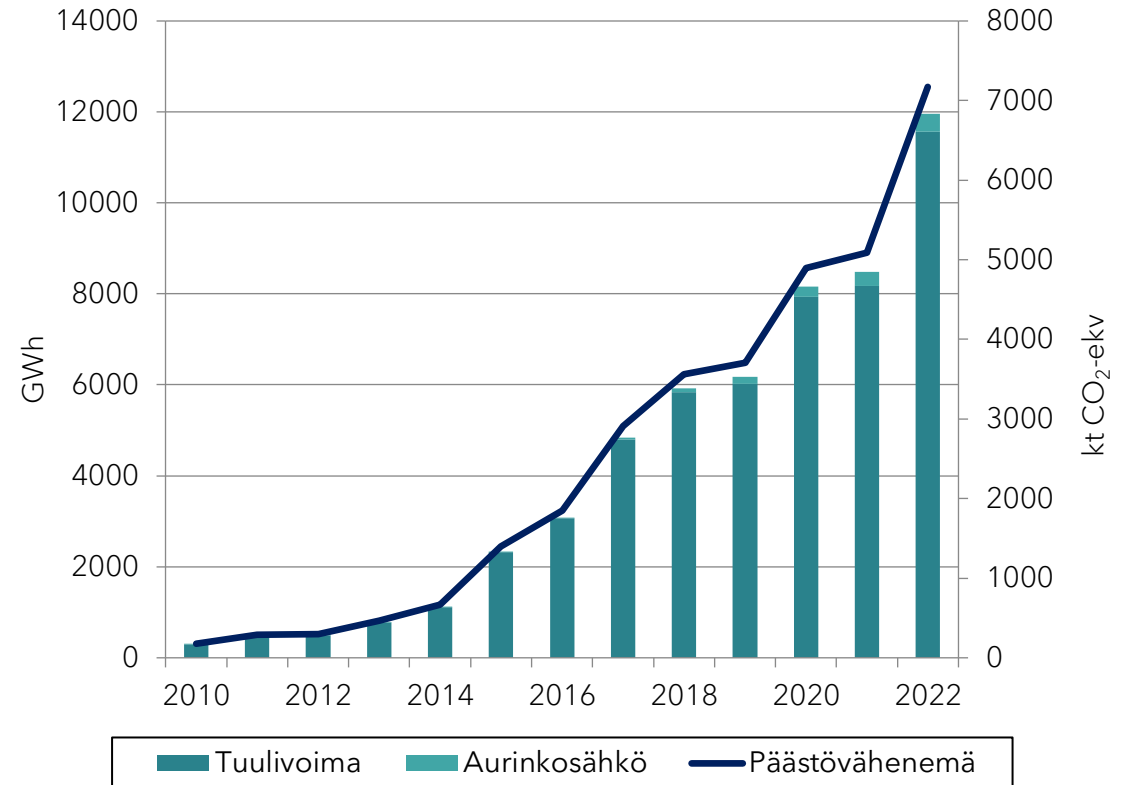
## 2.2.1 TUULI- JA AURINKOSÄHKÖN TUOTANTO JA SAAVUTETTU PÄÄSTÖVÄHENEMÄ

Tuulisähkön tuotantomäärä vuonna 2022 oli 11560 GWh ja aurinkosähkön tuotantomäärä 392 GWh.

Tuulisähkön tuotanto kasvoi 41 prosenttia vuodesta 2021 vuoteen 2022. Tuotannon kasvu vuodesta 2020 vuoteen 2021 oli 3 prosenttia.

Aurinkosähkön tuotanto kasvoi 32 prosenttia vuodesta 2021 vuoteen 2022. Tuotannon kasvu vuodesta 2020 vuoteen 2021 oli 37 prosenttia. Tuotanto on kasvanut nopeasti viime vuosina, sillä vuonna 2015 aurinkosähköä tuotettiin vain 10 GWh.

Vuonna 2022 tuuli- ja aurinkosähkön käytöllä saavutettu päästövähennys oli 7171 kt CO<sub>2</sub>-ekv. Vastaava lukema oli 5087 vuonna 2021.



Kuva 3. Tuulivoiman ja aurinkosähkön tuotanto sekä päästövähennemät vuosina 2010-2022.

## 2.3. BIOKAASU

Biokaasun käyttöä on tarkasteltu sähkön ja lämmön tuotannossa sekä liikenteessä.

Päästövähennysvaikutukset on esitetty kaikelle biokaasun käytölle yhteensä.

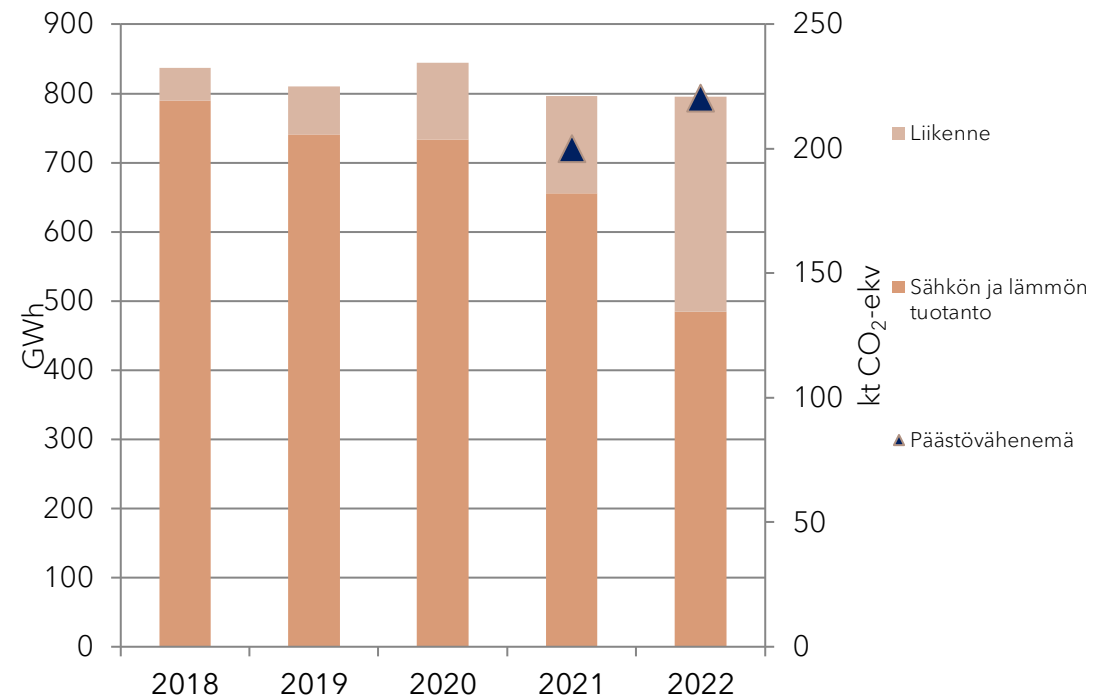
Päästövähennysvaikutus energiayksikköä kohden on arvioitu Energiaviraston tietoihin perustuen.



## 2.3.1 BIOKAASUN KULUTUS JA SAAVUTETTU PÄÄSTÖVÄHENEMÄ

Biokaasua käytettiin vuonna 2022 sähkön ja lämmön tuotannossa yhteensä 484 GWh ja liikennekäytössä 311 GWh.

Biokaasun kulutuksella saavutettuja päästövähennyksiä on tarkasteltu vuodesta 2021 alkaen. Vuonna 2022 saavutettu päästövähennys oli 220 kt CO<sub>2</sub>-ekv. Arvioitu päästövähennys oli 10 prosenttia suurempi kuin vuonna 2021, jolloin saavutetun päästövähennyksen arvioitiin olleen 200 kt CO<sub>2</sub>-ekv.



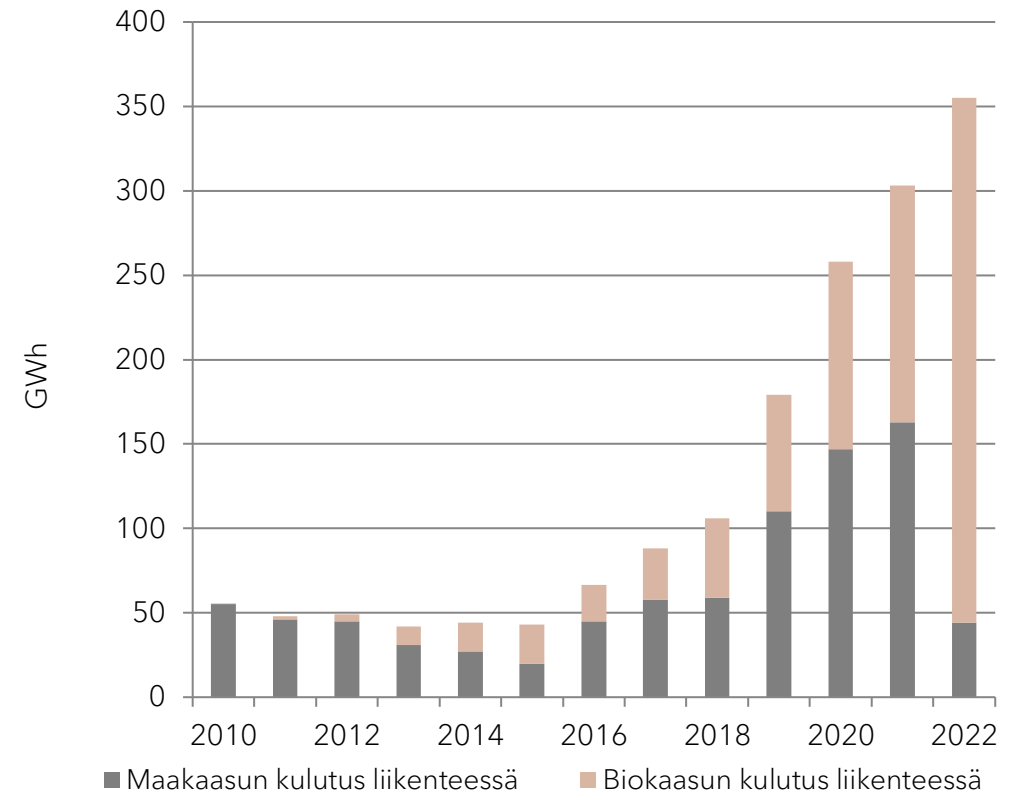
Kuva 4. Biokaasun käyttö sähkön ja lämmön tuotannossa ja liikenteessä vuosina 2018–2022 sekä päästövähennykset vuosina 2021–2022.

## 2.3.2 BIO- JA MAAKAASUN KULUTUS LIIKENTEESSÄ

Biokaasun liikennekäyttö vuonna 2022 oli 311 GWh ja maakaasun 44 GWh.

Biokaasun liikennekäyttö yli kaksinkertaistui vuodesta 2021 vuoteen 2022.

Maakaasun liikennekäyttö laski ensimmäistä kertaa vuoden 2015 jälkeen. Vuoteen 2021 verrattuna kulutus laski 73 prosenttia.



Kuva 5. Biokaasun ja maakaasun liikennekäyttö vuosina 2010–2022.



## 2.4. LIIKENTEEN UUSIUTUVAT NESTEMÄISET POLTTOAINEET

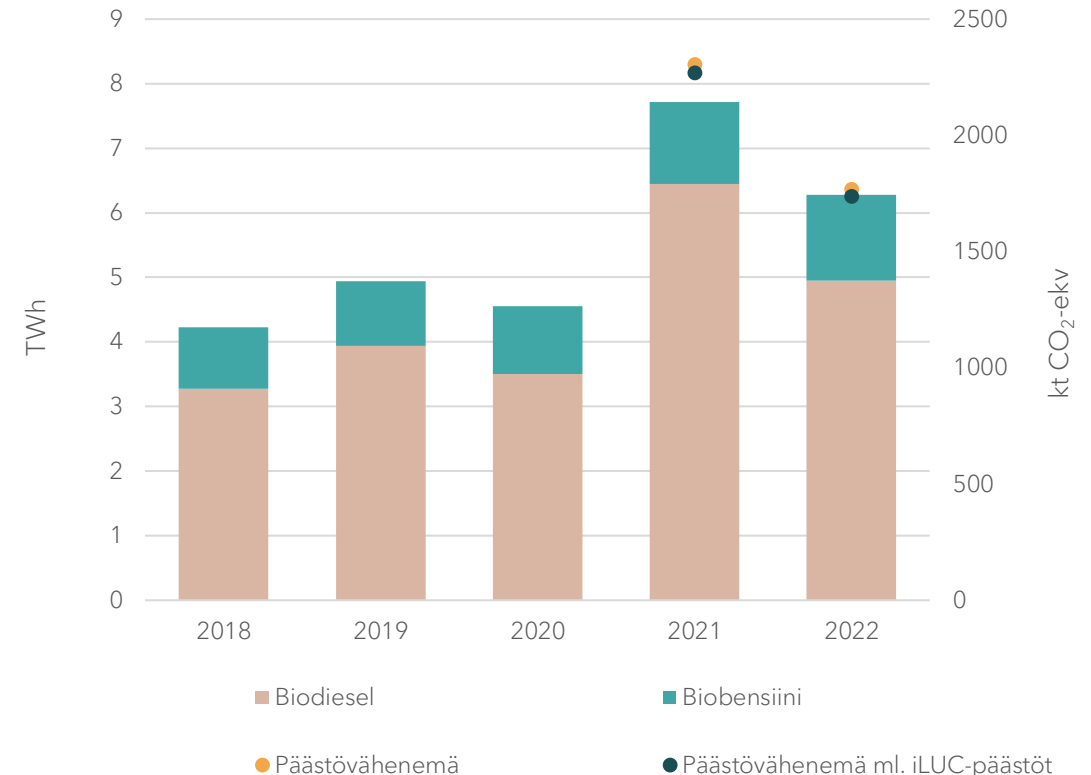
Liikenteen uusiutuvat nestemäiset polttoaineet korvaavat fossiilista bensiiniä ja dieseliä.

Uusiutuvien nestemäistä polttoaineiden käytöllä saavutettavia päästövähennyksiä on tarkasteltu vuotta 2021 koskevasta laskennasta lähtien hyödyntäen Energiaviraston tietoja.

## 2.4.1 TIELIIKENTEEN UUSIUTUVIEN NESTEMÄISTEN POLTTOAINEIDEN KULUTUS JA SAAVUTETTU PÄÄSTÖVÄHENEMÄ

Vuonna 2022 tieliikenteen uusiutuvien nestemäisten polttoaineiden käyttö oli 6,3 TWh Tilastokeskuksen mukaan. Energiaviraston tiedoista laskettu tieliikenteen nestemäisten polttoaineiden käytöllä saavutettu päästövähennys oli 1768 kt CO<sub>2</sub>-ekv.

Tieliikenteen uusiutuvien nestemäisten polttoaineiden iLUC-päästöt vuonna 2022 olivat 30 kt CO<sub>2</sub>-ekv, joten nämä päästöt mukaan lukien saavutettu päästövähennys oli 1738 kt CO<sub>2</sub>-ekv vuonna 2022. ILUC-päästöt tarkoittavat biopolttoaineiden, bionesteiden ja biomassapolttoaineiden tuotantoon liittyvästä epäsuorasta maankäytön muutoksesta (indirect land use change) johtuvia päästöjä. ILUC-päästöjä voi syntyä, kun aiemmin ravinto- ja rehu kasvien tuotantoon käytettyä laidun- tai maatalousmaata aletaan käyttää polttoaineiden tuotantoon biomassasta.

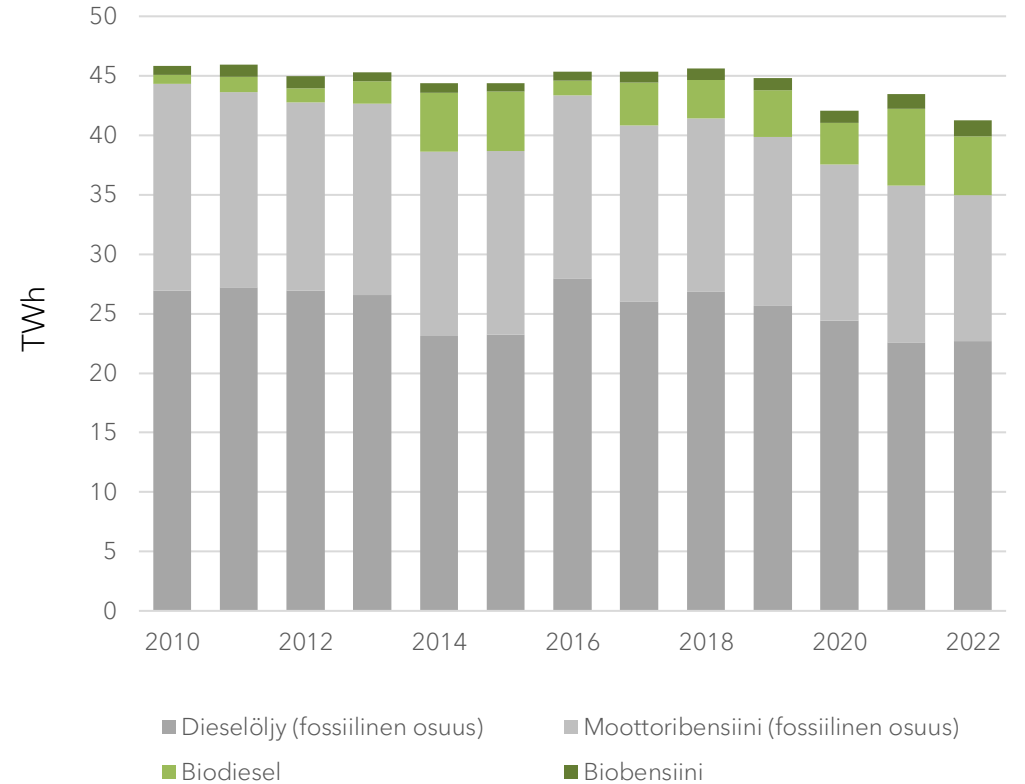


Kuva 6. Tieliikenteen uusiutuvien nestemäisten polttoaineiden käyttö vuosina 2018–2022 sekä päästövähennys ml. iLUC-päästöt vuosina 2021–2022.

## 2.4.2 NESTEMÄISTEN POLTTOAINEIDEN KULUTUS TIELIIKENTEESSÄ

Vuonna 2022 tieliikenteen nestemäisten polttoaineiden käyttö oli 41,3 TWh. Käyttö laski 5 prosenttia vuodesta 2021.

Biopolttoaineiden osuus kulutuksesta oli 15 prosenttia vuonna 2022. Suurimman osan liikenteen energiakulutuksesta muodostivat dieselöljy (55 prosenttia) ja moottoribensiini (30 prosenttia).



Kuva 7. Tielikenteen nestemäisten polttoaineiden käyttö vuosina 2010-2022.

## 2.5. BIOPOLTTOÖLJY SEKÄ ÖLJY- JA KAASULÄMMITYKSESTÄ LUOPUMINEN

Biopolttoöljyjen käytöllä saavutettavia päästövähennyksiä on tarkasteltu vuotta 2021 koskevasta laskennasta lähtien. Laskennassa hyödynnetään Energiaviraston tietoja, jotka kattavat sekä käyttömäärät että päästövähennykset.

Öljylämmityksestä luopumista ja lämmitystapamuutoksilla saavutettua päästövähennyksiä on arvioitu vuoden 2020 laskennasta lähtien ja kaasulämmityksestä luopumista vuoden 2022 laskennasta lähtien.

Osana öljy- ja kaasulämmityksestä luopumisen tarkastelua on selvitetty öljy- ja kaasulämmitystä korvaavat lämmitysmuodot. Korvaavien lämmitysmuotojen tiedot perustuvat ELY-keskuksen pientaloja koskeviin tietoihin.

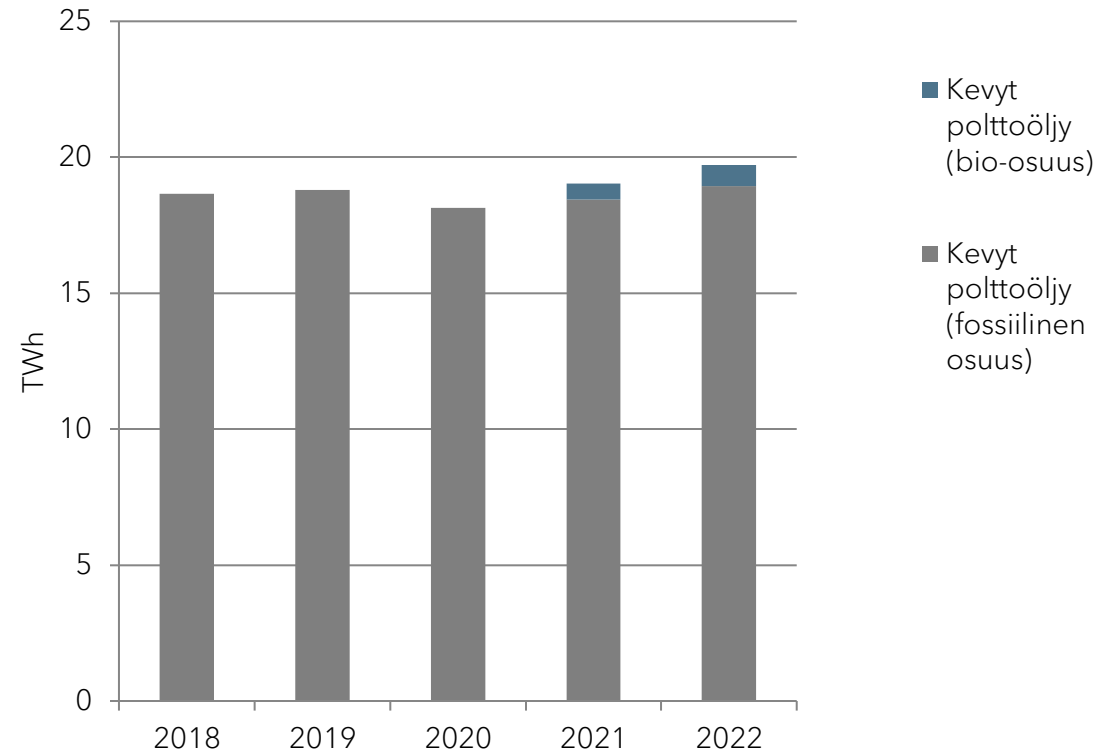




## 2.5.1 BIOPOLTTOÖLJYN JA KEVYEN POLTTOÖLJYN KULUTUKSEN KEHITYS

Biopolttoöljyn jakeluvuorot astui voimaan vuodesta 2021 alkaen. Vuosina 2018-2020 biopolttoöljyä ei Tilastokeskuksen tietojen mukaan käytetty.

Vuonna 2022 biopolttoöljyä käytettiin 0,77 TWh. Määrä oli noin 4 prosenttia kevyen polttoöljyn käyttömäärästä yhteensä.

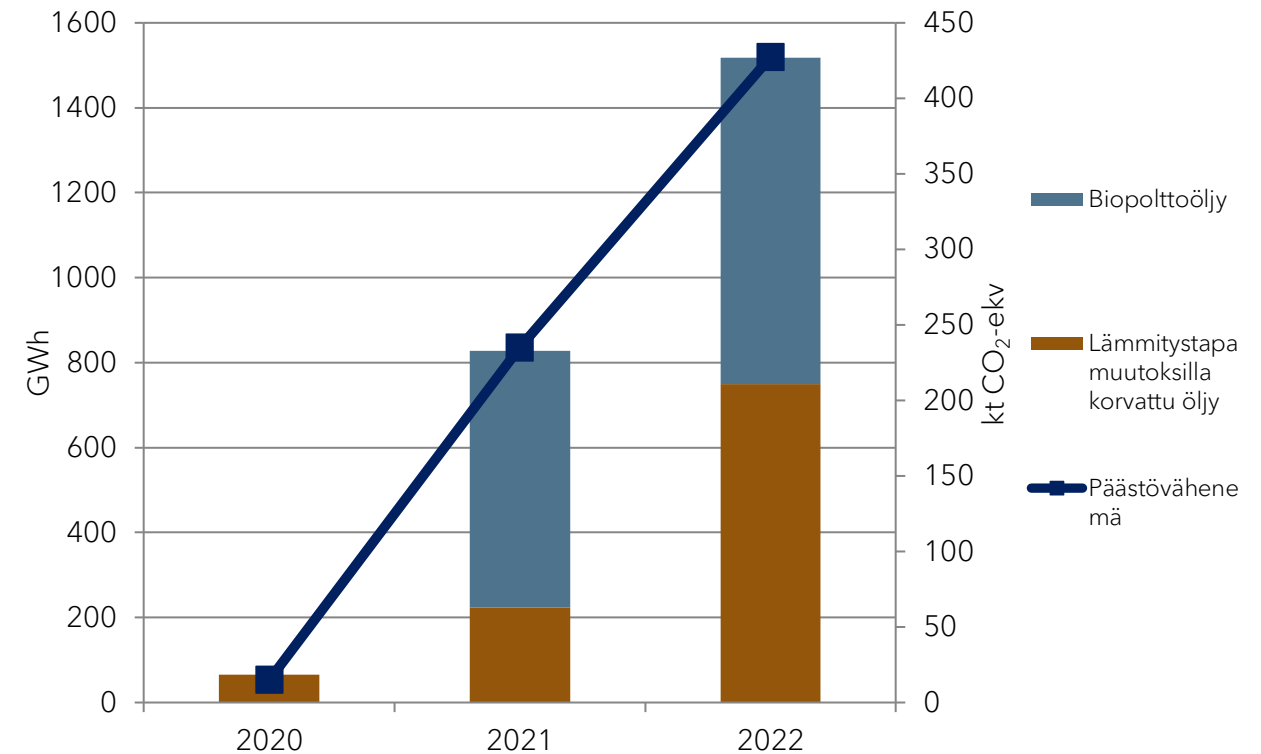


Kuva 8. Kevyt polttoöljyn käyttö (bio-osuus ja fossiilinen osuus) vuosina 2018–2022.

## 2.5.2 BIOPOLTTOÖLJYLLÄ JA LÄMMITYSTAPAMUUTOKSILLA KORVATTU ÖLJY JA SAAVUTETTU PÄÄSTÖVÄHENEMÄ

Öljylämmityksestä luopumisen tukemisen avulla saavutettiin vuonna 2022 laskennallisesti 750 GWh:n öljyn säästö, kun mukana ovat vuosina 2020–2022 toteutetut lämmitystapamuutokset pientaloissa, taloyhtiöissä ja kuntien kiinteistöissä. Biopolttoöljyn käytöllä säästettiin 767 GWh fossiilista kevyttä polttoöljyä vuonna 2022.

Öljylämmityksestä luopumisen päästövähennemä vuonna 2022 oli 168 kt CO<sub>2</sub>-ekv ja biopolttoöljyn käytöllä saavutettu päästövähennemä 260 kt CO<sub>2</sub>-ekv.

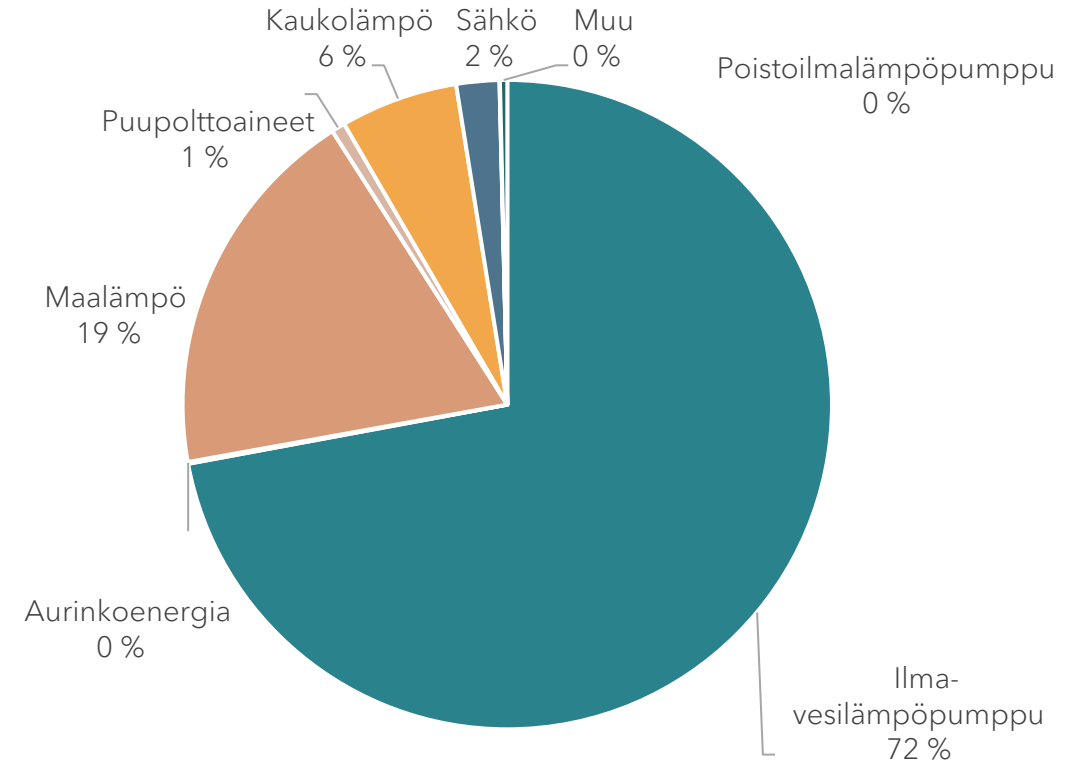


Kuva 9. Fossiilisen öljyn säästö lämmitystapamuutoksilla ja päästövähennemät vuosina 2020–2022 sekä fossiilisen öljyn säästö biopolttoöljyn käytöllä ja päästövähennemät vuosina 2021–2022.

## 2.5.3 ÖLJYLÄMMITYSTÄ KORVAAVAT LÄMMITYSMUODOT

Vuonna 2022 öljylämmitystä korvattiin pääasiassa ilma- ja vesilämpöpumpuilla (72 prosenttia) sekä maalämpöpumpuilla (19 prosenttia). Korvaavien lämmitysmuotojen tiedot perustuvat ELY-keskuksen pientaloja koskeviin tietoihin.

Yhteensä muilla lämmitysmuodoilla korvattiin yli 23 000 öljykattilaa.

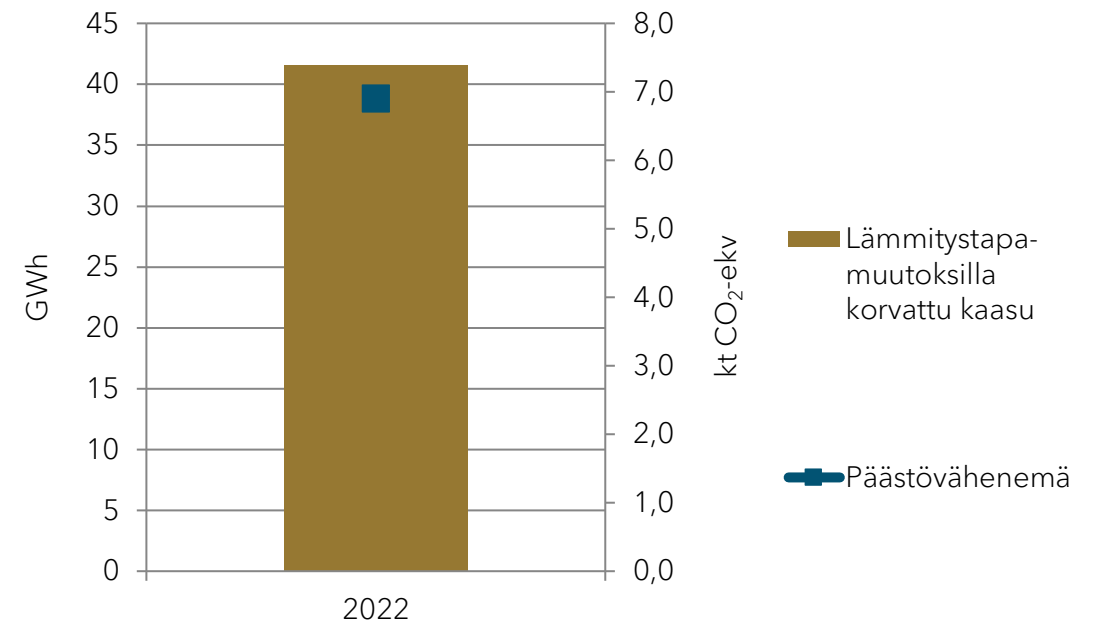


Kuva 10. Öljylämmitystä korvaavat lämmitysmuodot vuonna 2022.

## 2.5.4 LÄMMITYSTAPAMUUTOKSILLA KORVATTU KAASU JA SAAVUTETTU PÄÄSTÖVÄHENEMÄ

Kaasulämmityksestä luopumisen tukemisen avulla saavutettiin vuonna 2022 laskennallisesti 42 GWh:n maakaasun säästö, kun mukana ovat vuonna 2022 toteutetut lämmitystapamuutokset pientaloissa, taloyhtiöissä ja kuntien kiinteistöissä.

Kaasulämmityksestä luopumisella saavutettu päästövähennys vuonna 2022 oli 7 kt CO<sub>2</sub>-ekv.

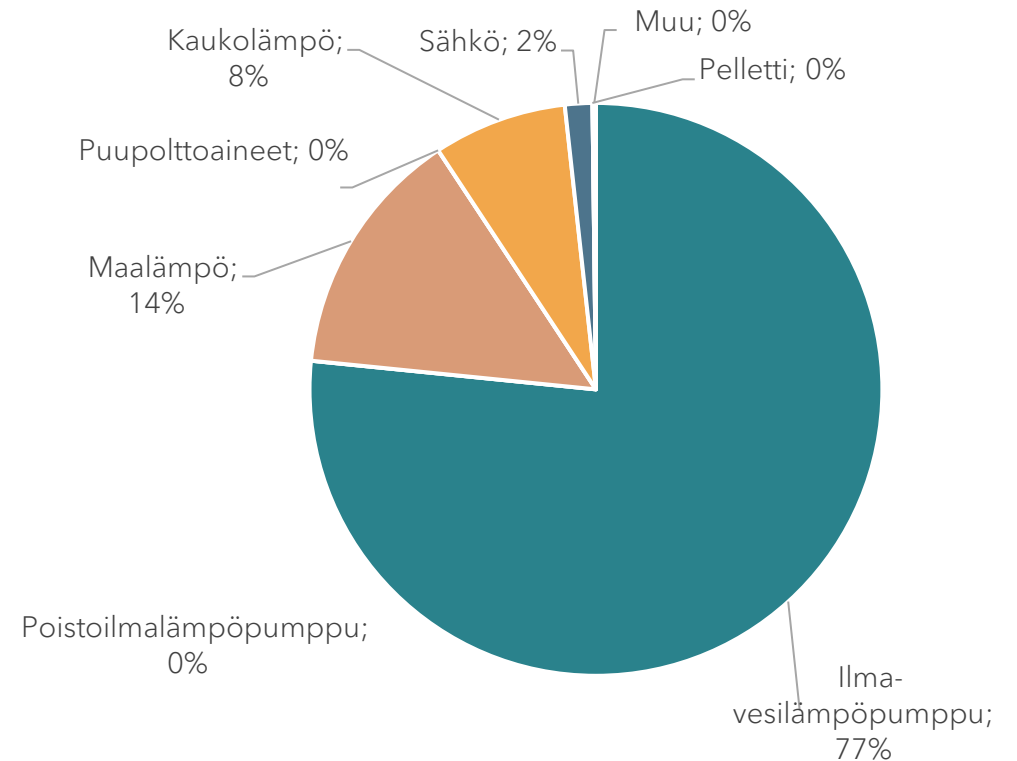


Kuva 11. Lämmitystapamuutoksilla korvattu maakaasu sekä saavutettu päästövähennys vuonna 2022.

## 2.5.5 KAASULÄMMITYSTÄ KORVAAVAT LÄMMITYSMUODOT

Vuonna 2022 kaasulämmitystä korvattiin pääasiassa ilma- ja vesilämpöpumpuilla (77 prosenttia) sekä maalämpöpumpuilla (14 prosenttia). Korvaavien lämmitysmuotojen tiedot perustuvat ELY-keskuksen pientaloja koskeviin tietoihin.

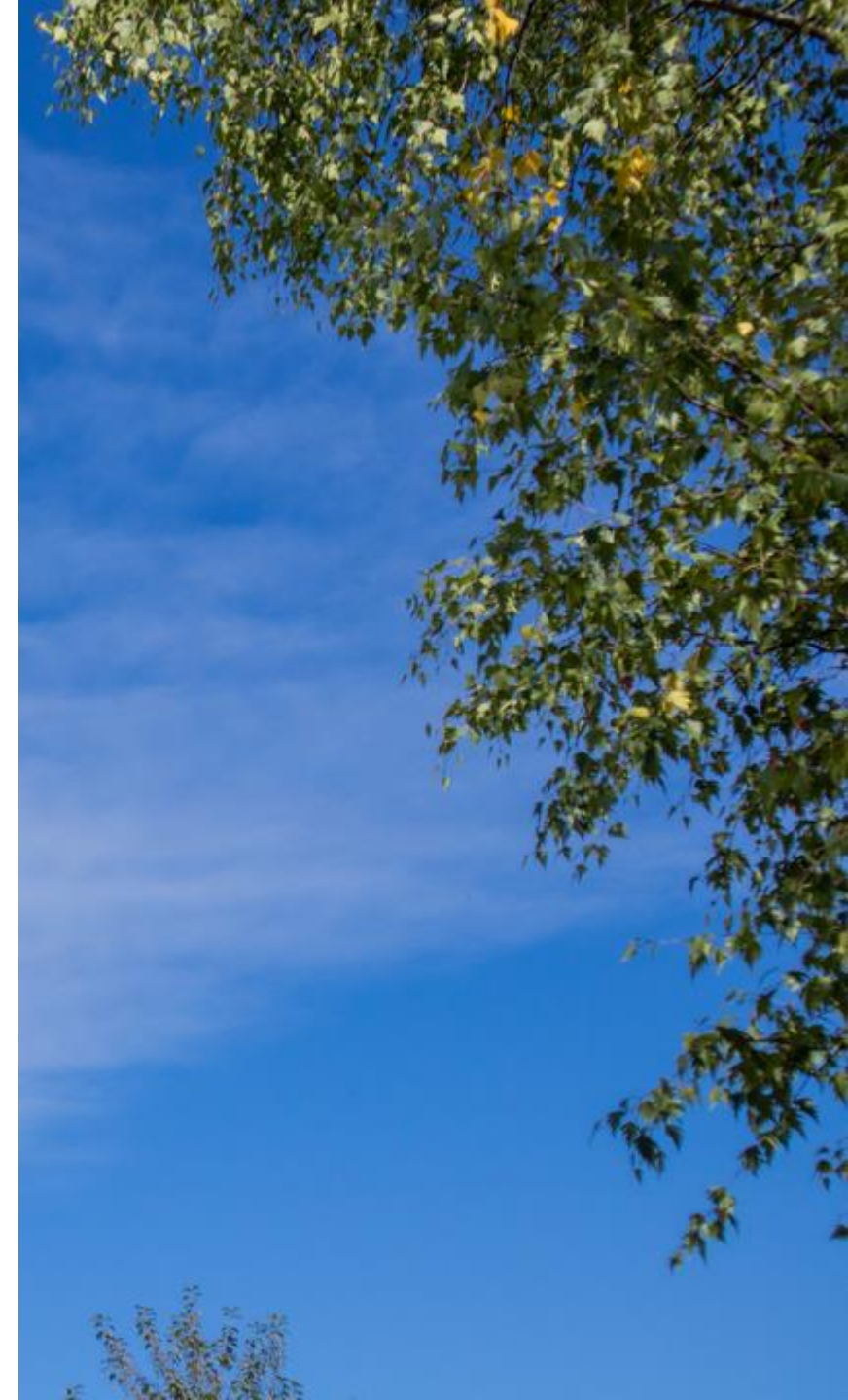
Yhteensä muilla lämmitysmuodoilla korvattiin yli 500 kaasukattilaa.



Kuva 12. Kaasulämmitystä korvaavat lämmitysmuodot vuonna 2022.

# 3. PÄÄSTÖVÄHENNYSTEN KOHDISTUMIEN

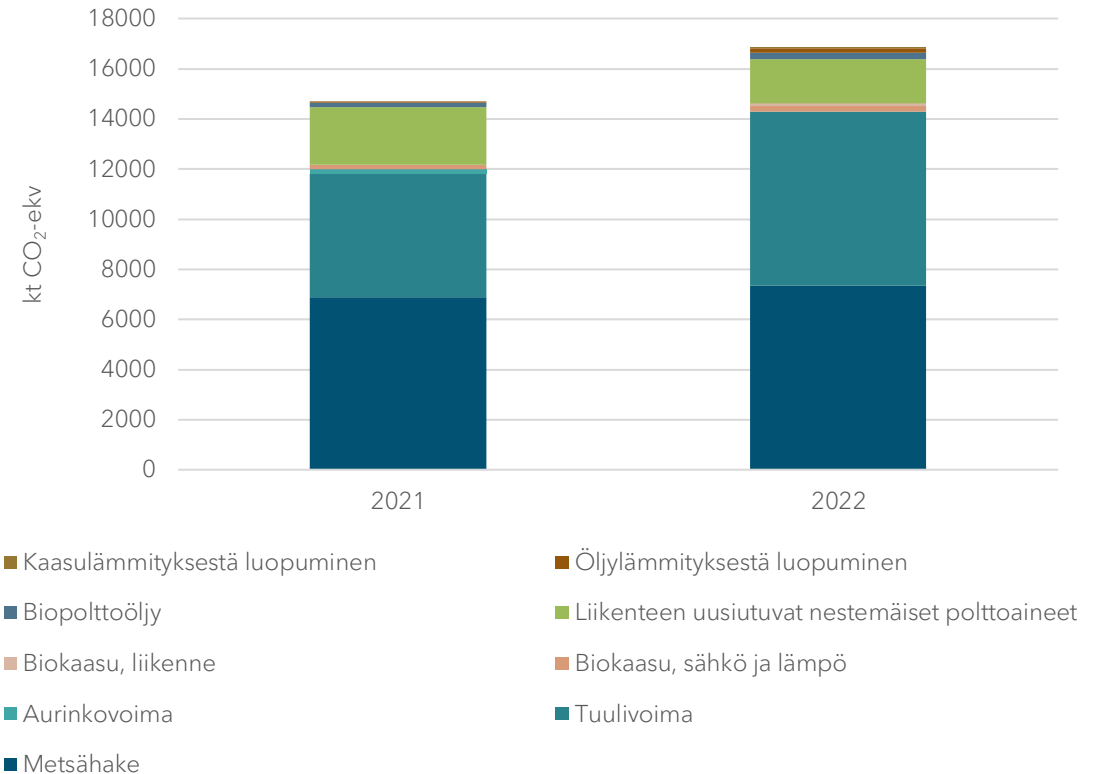
Uusiutuvan energian politiikkatoimia arvioitaessa tarkastellaan uusiutuvien energiamuotojen käytön muutoksia ja arvioidaan käytön muutosten vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin. Saavutettujen päästövähennysten kohdistumista on arvioitu energialajeittain. Lisäksi on arvioitu päästövähennysten kohdistumista päästökauppa- ja taakanjakosektoreille.



# 3.1. PÄÄSTÖVÄHENNYKSET ENERGIALAJEITTAIN

Uusiutuvaa energiaa tukevilla politiikkatoimilla saavutetut päästövähennykset vuonna 2022 olivat yhteensä 16,9 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. Vastaava lukema vuonna 2021 oli 14,7 Mt CO<sub>2</sub>-ekv.

Tarkastelluista päästövähennyksistä metsähakkeen osuus oli 43 prosenttia, tuulivoiman 41 prosenttia ja liikenteen uusiutuvien nestemäisten polttoaineiden 10 prosenttia.

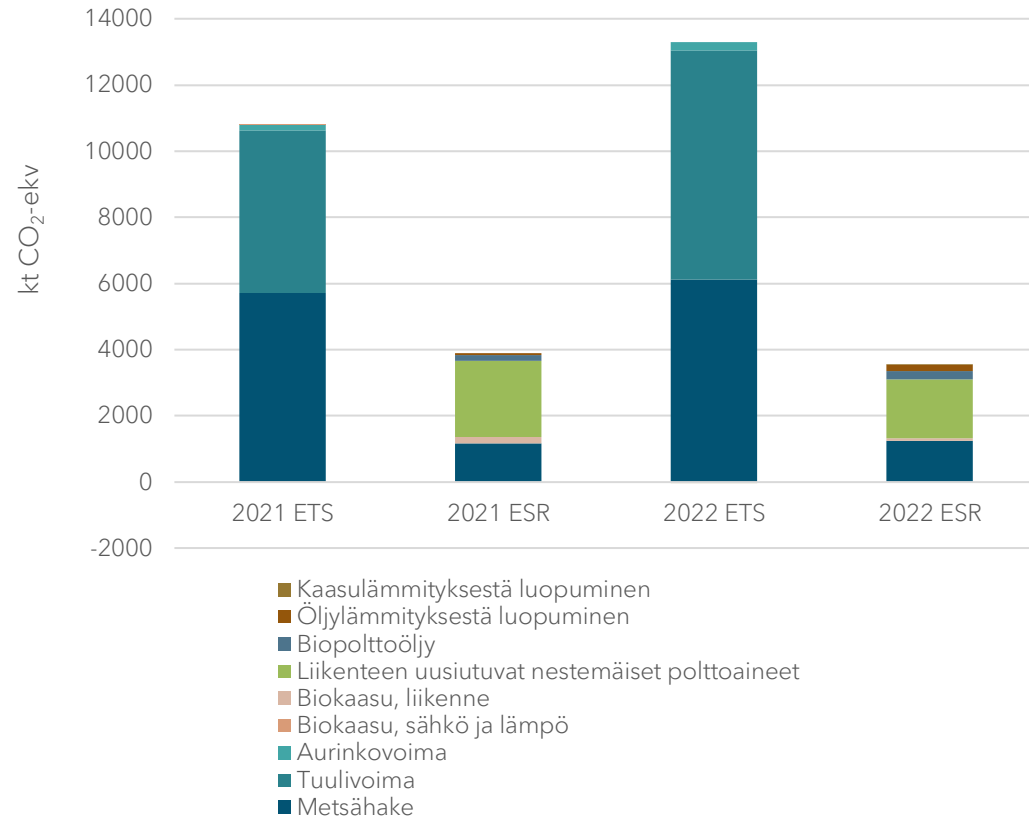


Kuva 13. Uusiutuvaa energiaa tukevilla politiikkatoimilla saavutetut päästövähennykset energialajeittain vuosina 2021–2022.

## 3.2. PÄÄSTÖVÄHENNYSTEN KOHDENTUMINEN PÄÄSTÖKAUPPA- JA TAAKANJAKOSEKTORILLE

Saavutetuista päästövähennyksistä 78 prosenttia kohdistui päästökauppasektorille vuonna 2022. Kaavion ETS kuvaa päästökauppasektoria ja ESR taakanjakosektoria.

Päästökauppasektorilla merkittävimmät päästövähennykset saavutettiin tuulivoimalla (6,9 Mt CO<sub>2</sub>-ekv) ja metsähakkeella (6,1 Mt CO<sub>2</sub>-ekv). Taakanjakosektorilla merkittävimmät päästövähennykset saavutettiin liikenteen uusiutuvilla nestemäisillä polttoaineilla (1,8 Mt CO<sub>2</sub>-ekv) ja metsähakkeella (1,2 Mt CO<sub>2</sub>-ekv).



Kuva 14. Päästövähennykset päästökauppa- (ETS)- ja taakanjakosektoreilla (ESR) energialajeittain vuosina 2021–2022.



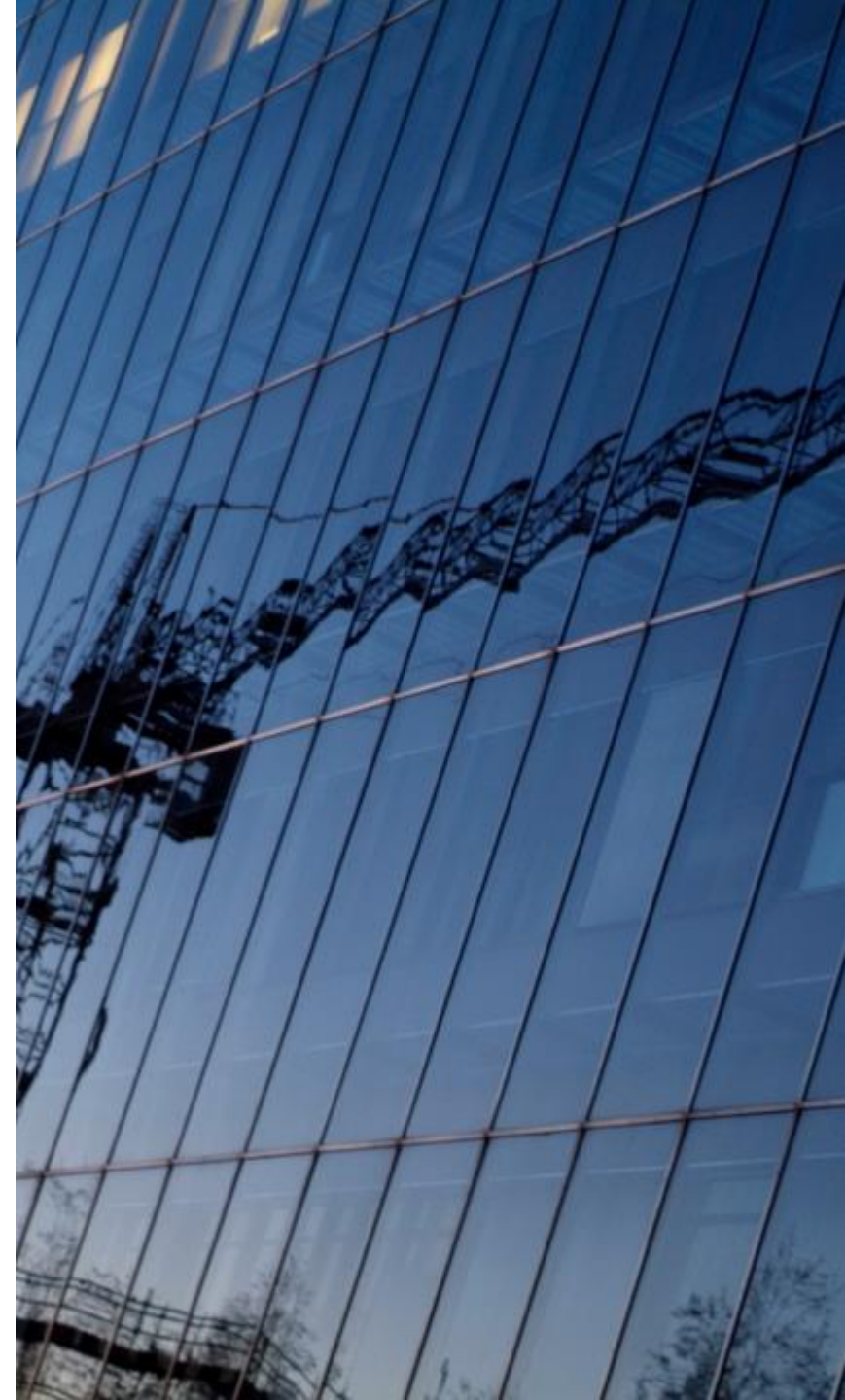
# 4. VALTIOLLE KOHDISTUVAT KUSTANNUKSET

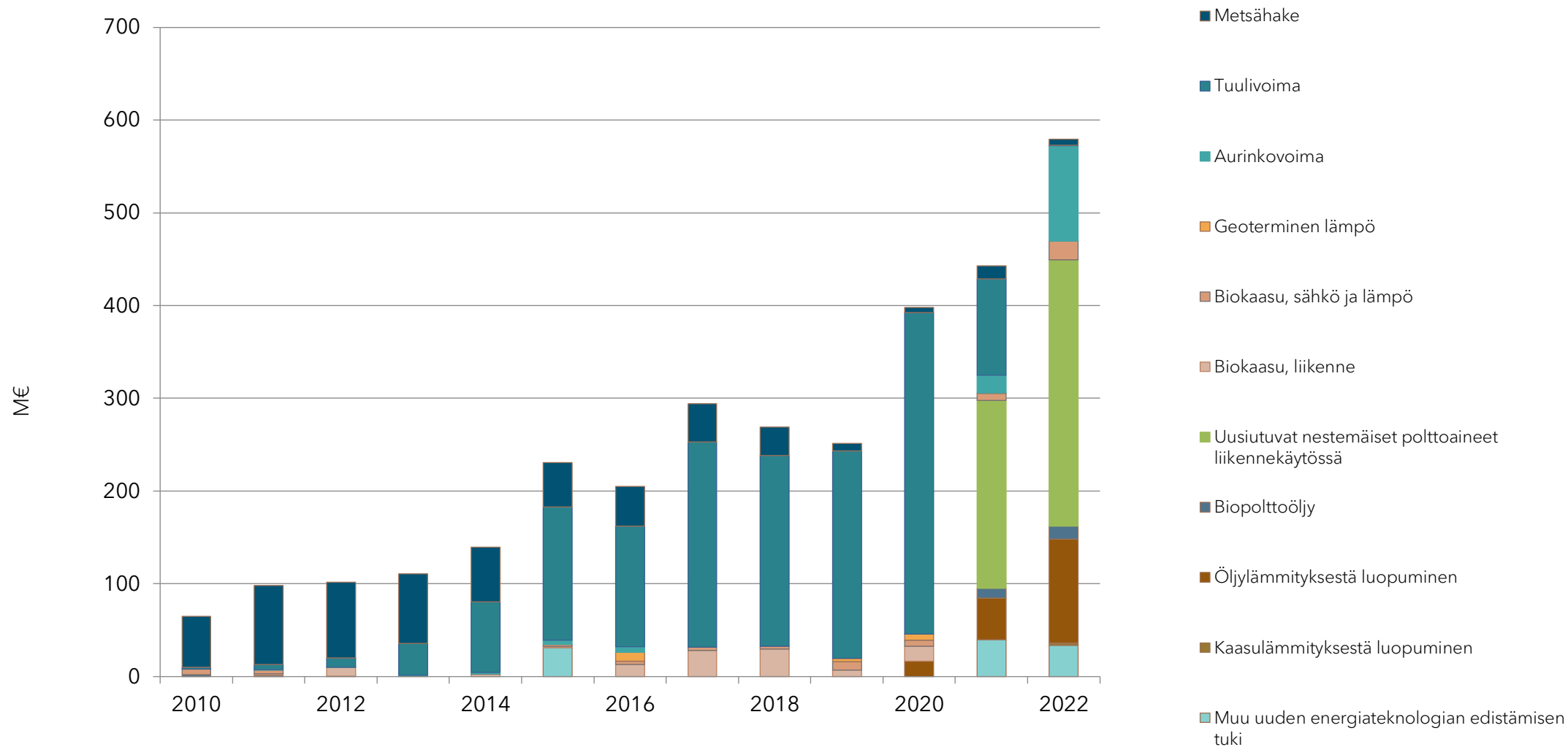
Valtiolle kohdistuvat uusiutuvan energian edistämisen kustannukset olivat yhteensä 579 M€ vuonna 2022.

Kustannukset vuosina 2010-2022 on esitetty kuvassa 15.

Tuulivoiman tuet laskivat 104 M€ vuodesta 2021 vuoteen 2022. Suomen elpymis- ja palautumissuunnitelman mukaiset puhtaan energian hankkeet (RRF) -rahastosta aurinkovoimaa edistäville hankkeille myönnettiin 66 M€ ja liikenteen uusiutuvien nestemäisten polttoaineiden hankkeille 93 M€. Öljylämmityksestä luopumisen kustannukset valtiolle olivat yhteensä 112 M€.

Muu uuden energiateknologian edistämisen tuki (34 M€) kohdentui vuonna 2022 pääasiassa vetyinvestointeihin.





Kuva 15. Valtiolle kohdistuvat uusiutuvan energian edistämisen kustannukset vuosina 2010-2022.

# 5. LÄHTÖTIEDOT

Taulukko 1. Pääasialliset lähtötiedot energialähteittäin.

Energiamuoto	Kapasiteettitiedot	Kustannustiedot
Metsähake	Luonnonvarakeskus	Työ- ja elinkeinoministeriö, Energiavirasto, Ruokavirasto, maa- ja metsätalousministeriö
Tuulivoima	Tilastokeskus	Työ- ja elinkeinoministeriö, Energiavirasto, ympäristöministeriö
Aurinkovoima	Tilastokeskus	Työ- ja elinkeinoministeriö, Ruokavirasto, Vero, Fingrid, asiantuntija-arviot
Geoterminen lämpö	Ei toistaiseksi tietoja	Työ- ja elinkeinoministeriö
Biokaasu	Energiavirasto (jakeluvelvoitelain ja KHK-lain mukaiset selvitykset), Tilastokeskus	Työ- ja elinkeinoministeriö, Energiavirasto, Ruokavirasto, maa- ja metsätalousministeriö
Liikenteen uusiutuvat nestemäiset polttoaineet	Energiavirasto (jakeluvelvoitelain ja KHK-lain mukaiset selvitykset), Tilastokeskus	Työ- ja elinkeinoministeriö, Nestemäisten polttoaineiden valmisteveroa koskeva laki, Energiavirasto
Biopolttoöljy	Tilastokeskus/Suomen NIR-raportti, Energiavirasto (jakeluvelvoitelain mukaiset selvitykset)	Nestemäisten polttoaineiden valmisteveroa koskeva laki, Energiavirasto
Öljylämmityksestä luopuminen	ELY, ARA	ELY, ARA, Vero
Kaasulämmityksestä luopuminen	ELY	ELY
Muut	Ei toistaiseksi tietoja	Työ- ja elinkeinoministeriö



# KIITOS MIELENKIINNOSTA!

Elina Leinonen,  
[elina.leinonen@sitowise.com](mailto:elina.leinonen@sitowise.com)

Emma Liljeström,  
[emma.liljstrom@sitowise.com](mailto:emma.liljstrom@sitowise.com)

Suvi Monni,  
[suvi.monni@sitowise.com](mailto:suvi.monni@sitowise.com)

2023

**SITOWISE**

