



EUROOPAN  
TILINTARKASTUS  
TUOMIOISTUIN

FI

2019

# Energian varastointia koskeva EU:n tuki

## Aihekohtainen katsaus

Huhtikuu 2019



# Sisällys

	Kohta
<b>Tiivistelmä</b>	I–IX
<b>Johdanto</b>	01–22
<b>Energian varastoinnin merkitys</b>	01–09
<b>Energian varastointiteknologiat</b>	10–16
<b>Aihekohtaisen katsauksen tavoite ja lähestymistapa</b>	17–22
<b>Energian varastointia koskevan EU:n tuen arviointi</b>	23–81
<b>Energian varastointia koskeva strategiakehys</b>	23–41
Euroopan strateginen energiateknologiasuunnitelma	24–26
EU:n akkualan yhteenliittymä	27–37
Sidosryhmien tuki	38–41
<b>Energian varastointiin liittyvä tutkimus ja innovointi</b>	42–56
Hallinnolliset menettelyt	47–48
Tuetut energian varastointiteknologiat	49–51
Teknologian käyttöönotto	52–56
<b>Energian varastointia koskeva EU:n lainsäädäntökehys</b>	57–81
Energian varastointi verkossa	57–73
Energian varastointi liikenteen tarpeisiin	74–78
Verkon ja liikenteen väliset yhteydet	79–81
<b>Johtopäätökset</b>	82
<b>Liite I</b>	
<b>Liite II</b>	
<b>Sanasto</b>	
<b>Lyhenteet</b>	
<b>Tilintarkastustuomioistuimen työryhmä</b>	

## Tiivistelmä

I Tämä aihekohtainen katsaus ei ole tarkastuskertomus, vaan katsauksessa käsitellään erityishaasteita, jotka EU kohtaa pyrkiessään varmistamaan, että energian varastointia koskevalla EU:n tuella edistetään vaikuttavalla tavalla EU:n energia- ja ilmastotavoitteita.

II Ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi EU on asettanut itselleen tavoitteita, jotka koskevat kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä. Energia- ja ilmastotavoitteet liittyvät tiiviisti toisiinsa: energian tuotannon ja käytön osuus EU:n kasvihuonekaasupäästöistä on 79 prosenttia ja suurin osuus päästöistä on peräisin energiahuollosta ja liikenteestä. Ilmastonmuutokseen liittyvän uhkan torjuminen edellyttää perustavanlaatuista siirtymistä nykyisestä fossiilisiin polttoaineisiin perustuvasta energiajärjestelmästä vähähiiliseen, enimmäkseen uusiutuviin energialähteisiin perustuvaan energiajärjestelmään. Tätä kutsutaan energiakäänteeksi.

III Energian varastointitekniikat tarjoavat joustavan vastauksen epätasapainoihin, jotka johtuvat vaihtelevien uusiutuvien energialähteiden, kuten aurinko- ja tuulienergian, osuuden kasvusta sähköverkossa. Uusiutuvista lähteistä tuotetut polttoaineet, kuten uusiutuvista energialähteistä tuotettu sähkö tai vety, voivat auttaa vähentämään liikenteen päästöjä, kun taas energian varastointitekniikan parantaminen voi tukea kyseisiä polttoaineita käyttävän ajoneuvokannan laajentamista.

IV Saatavilla tai kehitteillä on useita energian varastointitekniologioita. Tällaisia ovat esimerkiksi pumppuvoimalaitokset, erityyppiset akut, vedyn varastointi, paineilmaparastointi, lämmönvarastointijärjestelmät ja erityyppiset kaasun varastointitavat. Energian varastointiin liittyvä EU:n toimintapoliittinen kehys perustuu strategiaan aloitteisiin, kuten EU:n akkualan yhteenliittymään, energian varastointitekniologioihin liittyvän tutkimuksen ja innovoinnin tukemiseen sekä sähkömarkkinat ja vähähiilisen liikenteen kattavaan lainsäädäntöön. Energian varastoinnilla on merkittävä rooli vähähiilisen, enimmäkseen uusiutuviin energialähteisiin perustuvan energiajärjestelmän saavuttamisessa. Siksi tässä aihekohtaisessa katsauksessa esitellään päähaasteet, jotka liittyvät energian varastoinnin kehittämiseen ja käyttöönottoon EU:ssa.

## **Energian varastointia koskevan strategian laatiminen**

**V** EU on toteuttanut toimia energian varastointia koskevan strategiakehyksen laatimiseksi, jotta voidaan vauhdittaa EU:n energiajärjestelmän muutosta ja tuoda markkinoille lupaavia uusia vähähiilisiä teknologioita. Tähän mennessä toteutetut toimet eivät kuitenkaan välttämättä riitä puhdasta energiaa koskevien EU:n strategisten tavoitteiden saavuttamiseen.

**VI** Innovatiivisten akkuteknologioiden kehittämiseen kohdistuvaa tutkimusta koskevan SET-suunnitelman tavoitteena on saavuttaa yhteisymmärrys tarvittavista toimista. EU:n akkualan yhteenliittymä keskittyy pääasiassa jo käytössä olevaan teknologiaan läpimurtoteknologioiden sijaan, eikä yhteenliittymä välttämättä saavuta kunnianhimoisia tavoitteitaan. EU on kilpailijoitaan jäljessä akkukennojen valmistuskapasiteetissa. Vaarana on, ettei EU:n nykyinen strategiakehys riitä vastaamaan energiakäänteen haasteisiin.

## **Tutkimuksen ja innovoinnin tehokas hyödyntäminen**

**VII** Komissio ottaa huomioon tehokkaan tutkimuksen ja innovoinnin merkityksen EU:n energiajärjestelmän muutoksen vauhdittamisessa ja lupaavien uusien vähähiilisten teknologioiden markkinoille tuomisessa. Vuoden 2014 ja lokakuun 2018 välillä komission tärkeimmistä tutkimusohjelmasta eli Horisontti 2020 -puiteohjelmasta myönnettiin 1,34 miljardia euroa hankkeisiin, joiden aiheena ovat sähkövarastot tai vähähiilinen liikenne. Komissio on yksinkertaistanut Horisontti 2020 -puiteohjelmaa, mutta edelleen voitaisiin vähentää EU:n tutkimusrahoituksen monimutkaisuutta ja lisätä innovatiivisten yritysten osallistumista. Vaarana on myös, ettei EU ole tukenut riittävästi innovatiivisten energian varastointiratkaisujen saattamista markkinoille.

## **Kannustavan lainsäädäntökehyksen laatiminen**

**VIII** Vuoteen 2019 saakka sijoittajat kohtasivat esteitä investoidessaan sähköverkkoon liittyviin energian varastointiratkaisuihin. EU:n uuden lainsäädännön pitäisi auttaa poistamaan nämä esteet. Komissio käsitteli useimpia ongelmia sähkön sisämarkkinoita koskevista yhteisistä säännöistä annettavassa direktiivissä ja sähkön sisämarkkinoista annettavassa asetuksessa. Kyseiset säädökset on määrä hyväksyä vuoden 2019 alussa. Sähköisen liikkumisen alalla latausinfrastruktuurin käyttöönoton viivästyminen ja epä johdonmukaisuus saattavat viivästyttää sähköajoneuvojen laajamittaista käyttöönottoa.

**IX** Tässä aihekohtaisessa katsauksessa havaittiin seitsemän päähaastetta, jotka liittyvät energian varastointiteknologioiden kehittämistä ja käyttöönottoa koskevaan EU:n tukeen:

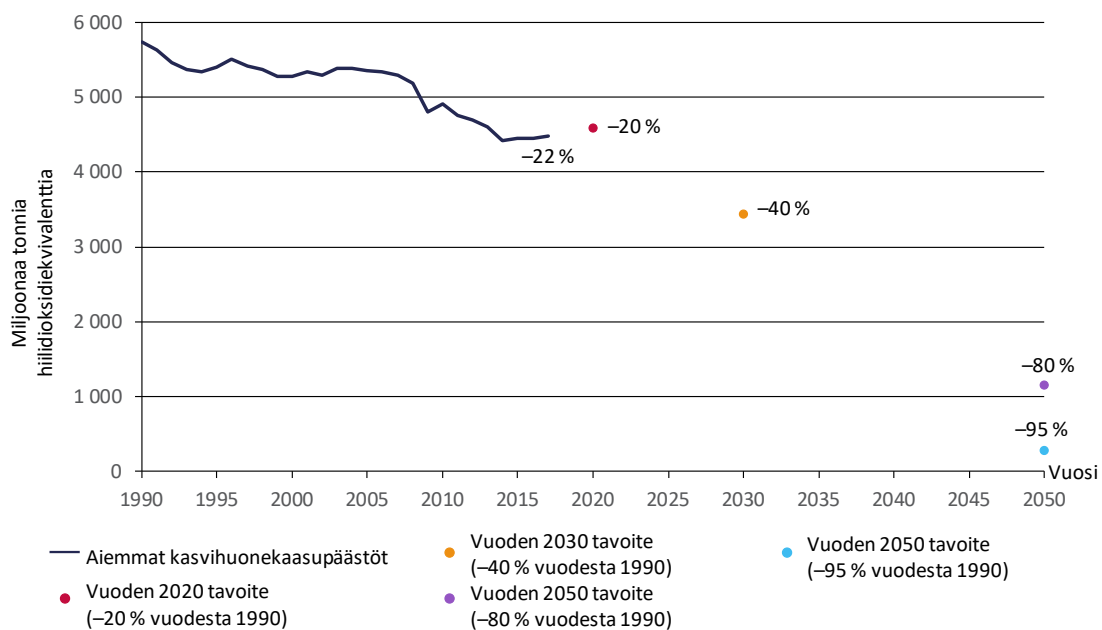
- 1) johdonmukaisen EU:n strategian varmistaminen
- 2) sidosryhmien tuen lisääminen
- 3) EU:n tutkimusrahoituksen monimutkaisuuden vähentäminen
- 4) energian varastointiteknologioihin liittyvän tutkimuksen ja innovoinnin tukeminen
- 5) energian varastointiteknologioiden käyttöönotto
- 6) sijoittajien kohtaamien esteiden poistaminen
- 7) vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin kehittäminen.

# Johdanto

## Energian varastoinnin merkitys

**01** Vuonna 2015 Pariisin sopimuksen allekirjoitti 195 valtiota, joiden osuus maailman kasvihuonekaasupäästöistä on 99,75 prosenttia. Valtiot sitoutuivat pitämään maapallon keskilämpötilan nousun tällä vuosisadalla ”selvästi alle” kahdessa celsiusasteessa suhteessa esiteolliseen aikaan pyrkien rajoittaman sen 1,5 celsiusasteeseen<sup>1</sup>. EU on asettanut itselleen tavoitteita kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi (ks. *kaavio 1*).

### Kaavio 1 – EU:n kasvihuonekaasupäästöjen kehitys ja niitä koskevat tavoitteet



Lähde: Trends and projections in Europe 2018, Euroopan ympäristökeskus, 2018.

**02** Energia- ja ilmastotavoitteet liittyvät tiiviisti toisiinsa: ilmastomuutosta koskevan uhkan torjuminen edellyttää perustavanlaatuista siirtymistä pois nykyisestä fossiilisista polttoaineista riippuvaisesta energiajärjestelmästä. Energian tuotannon ja käytön osuus EU:n kasvihuonekaasupäästöistä on 79 prosenttia, ja suurimmat alakohtaiset päästöt ovat peräisin energiahuollosta ja liikenteestä. Näiden alojen on käytettävä yhä

<sup>1</sup> Pariisin sopimus, UNFCCC, 2015 (2 ja 4 artikla).

enemmän uusiutuvia energialähteitä ja uusia teknologioita, jotta ne saavuttavat kasvihuonekaasupäästöjä koskevat tavoitteet.

**03** EU on jo ainakin kahden vuosikymmenen ajan käyttänyt monenlaisia välineitä kehittääkseen vähähiilistä energiaa. EU on esimerkiksi vuodesta 2005 alkaen asettanut päästökauppajärjestelmällään katon tiettyjen energiahuollon alojen ja energiaintensiivisen teollisuuden kokonaispäästöille sekä vuodesta 2012 alkaen Euroopan talousalueen<sup>2</sup> sisäisten lentojen kokonaispäästöille ja luonut päästöoikeuksien markkinat. Järjestelmän tavoitteena oli muun muassa kannustaa energia-alaa käyttämään enemmän vähähiilistä energiaa.

**04** Euroopan parlamentti ja neuvosto ovat vuodesta 2009 alkaen määrittäneet taakanjaon puitteissa sitovia kansallisia tavoitteita kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi aloilla, jotka eivät kuulu päästökauppajärjestelmään. Näihin aloihin kuuluu muun muassa liikenne.

**05** Jotta voidaan tukea siirtymistä vähähiiliseen energiahuoltoalaan, EU on myös asettanut tavoitteeksi, että uusiutuvan energian osuus energian loppukulutuksesta on **20 prosenttia vuoteen 2020 mennessä<sup>3</sup> ja 32 prosenttia vuoteen 2030 mennessä<sup>4</sup>**. Tämä sisältää uusiutuvan energian, jota käytetään sähkön tuottamiseen lämmitystä ja jäähdytystä sekä liikennealaa varten. Lisäksi vuonna 2009 annetussa [uusiutuvista lähteistä peräisin olevaa energiaa koskevassa EU:n direktiivissä](#) edellytetään, että jäsenvaltiot kehittävät varastointilaitoksia, jotta voidaan vakauttaa sähköjärjestelmää samalla kun siihen liitetään enemmän uusiutuvaa energiaa.

**06** Uusiutuvista lähteistä tuotetun EU:n sähkön kokonaisloppukulutuksen osuus kasvoi vuosien 2004 ja 2017 välillä 14 prosentista 31 prosenttiin<sup>5</sup>. Osuus oli jopa

---

<sup>2</sup> Euroopan talousalueeseen kuuluvat kaikki EU:n jäsenvaltiot sekä Islanti, Liechtenstein ja Norja.

<sup>3</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/28/EY, annettu 23 päivänä huhtikuuta 2009, uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä sekä direktiivien 2001/77/EY ja 2003/30/EY muuttamisesta ja myöhemmästä kumoamisesta (EUVL L 140, 5.6.2009, s. 16).

<sup>4</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/2001, annettu 11 päivänä joulukuuta 2018, uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä (uudelleenlaadittu) (EUVL L 328/82, 21.12.2018).

<sup>5</sup> Share of electricity from renewable sources in gross electricity consumption 2004–2017, SHARES, Eurostat, helmikuu 2019.

72 prosenttia Itävallassa mutta alle 15 prosenttia seitsemässä jäsenvaltiossa<sup>6</sup>. Yli kaksi kolmannesta EU:n uusiutuvista energialähteistä tuotetusta sähköstä on peräisin vesivoimasta (35 prosenttia) ja tuulivoimasta (34 prosenttia)<sup>7</sup>.

**07** Uusiutuvista lähteistä tuotetun sähkön lisätuotanto saadaan todennäköisesti vaihtelevista aurinko- ja tuulienergiälähteistä, joten tämä tavoite lisää energian varastoinnin kysyntää.

**08** EU:n asettamien erityistavoitteiden mukaan **liikennealalla** käytetyn uusiutuvan energian osuuden pitäisi olla **10 prosenttia vuoteen 2020 mennessä<sup>3</sup> ja 14 prosenttia vuoteen 2030 mennessä<sup>4</sup>**. Liikennealalla uudet uusiutuvat energialähteet tuovat mukanaan myös uusia energian varastointiin liittyviä haasteita. Siksi energian varastointia tarvitaan yhä enemmän sekä verkkoa että liikennettä varten<sup>8</sup>.

**09** Noin kolme neljännestä EU:n liikenteen kasvihuonekaasupäästöistä on peräisin maantiiliikenteestä, pääasiassa henkilöautoista (ks. [kaavio 2](#)). Liikenteen päästöt laskivat vuosien 2007 ja 2013 välillä, mutta ne kasvoivat jälleen vuosien 2014 ja 2016 välillä (ks. [kaavio 3](#)).

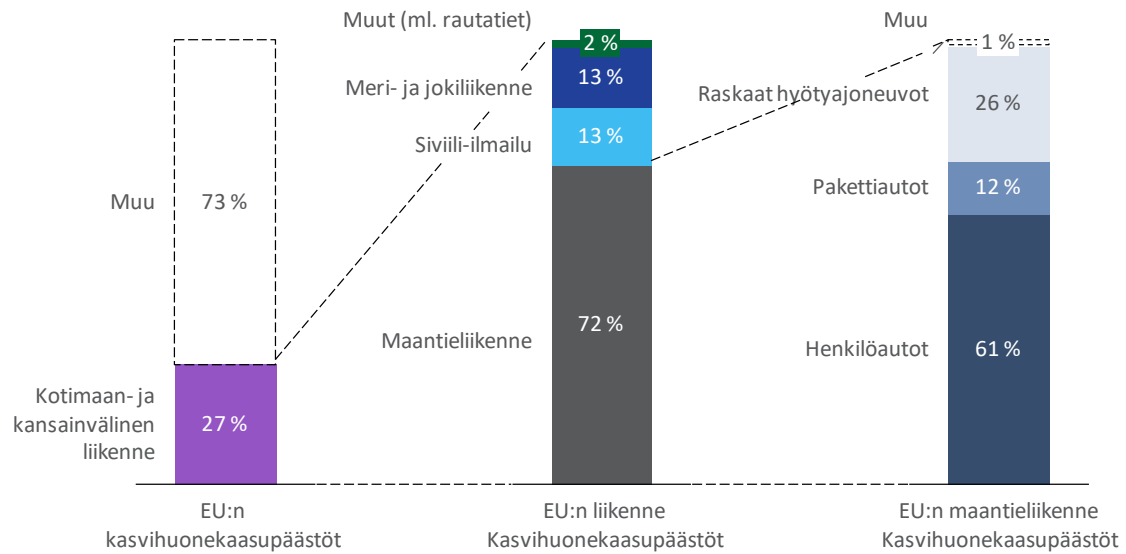
---

<sup>6</sup> Tšekki, Kypros, Unkari, Luxemburg, Alankomaat, Malta ja Puola (Lähde: Eurostat).

<sup>7</sup> [SHARES 2017 Summary Results](#), Eurostat, helmikuu 2019. Tilintarkastustuomioistuin aikoo julkaista tänä vuonna erityiskertomuksen tuuli- ja aurinkoenergialla tuotetusta sähköstä.

<sup>8</sup> [Yleiskatsaus – EU:n energia- ja ilmastotoimet](#), Euroopan tilintarkastustuomioistuin 2017, kohta 214.

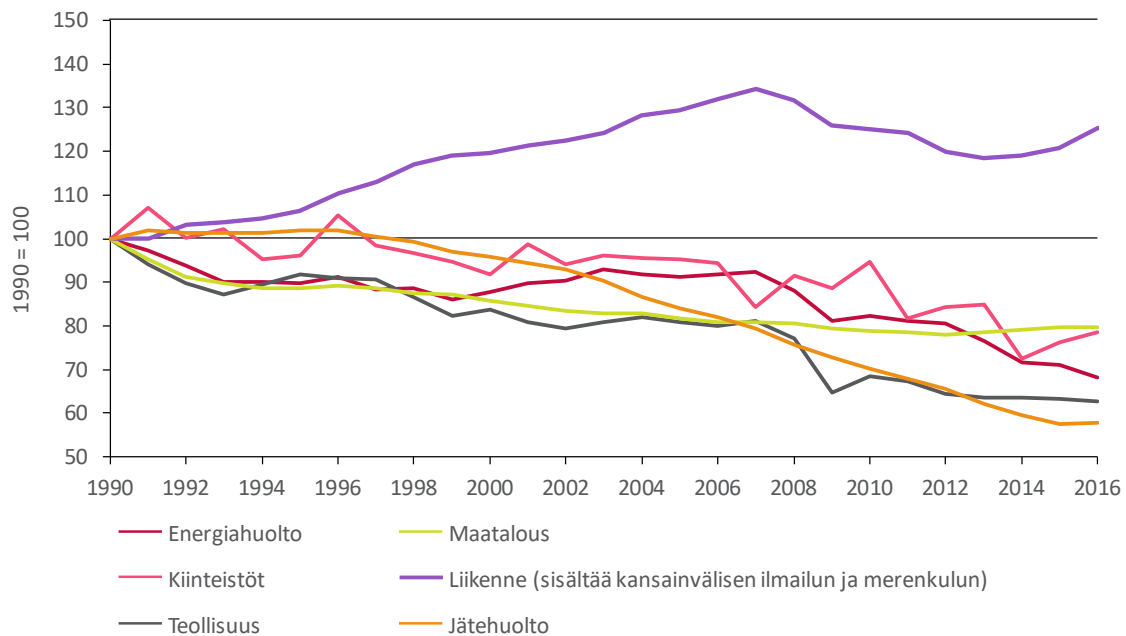
## Kaavio 2 – EU:n liikennealan kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2016



*Huomautus:* sisältää kansainvälisen ilmailun ja merenkulun.

*Lähde:* Euroopan ympäristökeskus, *EEA greenhouse gas – data viewer*, 2018; Euroopan tilintarkastustuomioistuimen analyysi.

## Kaavio 3 – EU:n kasvihuonekaasupäästöjen suuntaukset aloittain vuosina 1990–2016



*Lähde:* Euroopan ympäristökeskus, *EEA greenhouse gas – data viewer*, 2018; Euroopan tilintarkastustuomioistuimen analyysi.

## Energian varastointiteknologiat

**10** Kaavio 4 sisältää yleiskatsauksen tärkeimmistä energian varastointiteknologioista verkon ja liikenteen käyttökohteissa.

### Kaavio 4 – Yleiskatsaus tärkeimmistä energian varastointiteknologioista ja niiden käyttötavoista<sup>9</sup>

Varastointiteknologia, jota tarvitaan...	Akut									
...verkossa käyttötarkoitukseen...	Vesi-pumppu	Litiumioni	Lyijy	Redoksi-virtaus	Natrium-rikki	Super-konden-saattori	Vety/poltto-kenno	Vauhti-pyörä	Paine- tai nesteilma	Lämpö-varasto
<b>Kausivarastointi</b> Tarve: suuri varastointikapasiteetti, hidas purkaus	✓						✓			
<b>Päivittäinen varastointi (huippukuormituksen siirto)</b> Tarve: tunteja	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓
<b>Verkkotukipalvelut (esim. taajuusvaste)</b> Tarve: nopea vasteaika, tarjonta sekunneista tunteihin	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
<b>Kotitaloudet</b> Tarve: pieni kokoluokka, pitkä elinikä		✓	✓	✓			✓			
...liikenteessä käyttötarkoitukseen...										
<b>Maantieliikenne</b> Tarve: suuri teho, kevyt, pieni koko		✓				✓	✓			
<b>Ilmailu/merenkulku</b> Tarve: suuri teho, suuri energiatiheys						✓	✓			

Lähde: Euroopan tilintarkastustuomioistuin seuraavan asiakirjan perusteella: [Electrical energy storage for mitigating climate change](#), Imperial College London.

## Verkossa

**11** Energiajärjestelmän muuttaminen aiheuttaa merkittäviä haasteita, jotka liittyvät vaihtelevien uusiutuvien energialähteiden sähköjärjestelmään liittämiseen sekä tarjonnan ja kysynnän tasapainottamiseen. Käyttöön olisi otettava kolme päämenetelmää:

- o Ensinnäkin **verkkojen yhteenliittännät** lisäävät todennäköisyyttä, että koko verkon tarjonta vastaa kysyntään. Tilintarkastustuomioistuin havaitsi kuitenkin vuoden 2015 tarkastuksessa, että EU:n energainfrastruktuuri ei ole

<sup>9</sup> Ks. liite II, jossa on kuvaus näistä teknologioista.

jäsenvaltioiden sisällä ja välillä yleisesti ottaen vielä valmis markkinoiden täysimääräiseen yhdentymiseen<sup>10</sup>.

- o Toiseksi **kysyntää voidaan hallita**: tehtaot voivat mukauttaa tuotantoaan ja samalla energiankäyttöään siten, että se ajoittuu aikoihin, joina sähköä on saatavilla enemmän ja halvemmalla. Vastaavasti sähkön toimittaja voi etäkytkä joidenkin kotitalouksien kuumavesisäiliöt päälle ja pois päältä hallitakseen kysynnän ajoitusta. Kulutusta voidaan kuitenkin tavallisesti lykätä vain muutamia tunteja, ei päiviä. Asunto- ja palvelusektorin kysynnän hallinnassa on myös sääntelyyn ja markkinoiden rakenteeseen liittyviä esteitä<sup>11</sup>.
- o Kolmanneksi **sähköä voidaan varastoida** myöhempää käyttöä varten. Varastointiratkaisut voivat tarjota myös muita verkkotukipalveluja<sup>12</sup>. Komission arvion mukaan EU voi joutua kuusinkertaistamaan energian varastoinnin saavuttaakseen vuoden 2050 ilmastotavoitteensa<sup>13</sup>.

**12** EU:n sähköverkossa yleisin energian varastointiteknologia on **vesipumppuvoimalaitos**. Vesipumppuvoimalaitosten osuus käytössä olevasta varastointikapasiteetista on 88 prosenttia<sup>14</sup>. Niitä käytetään sekä päivittäiseen että kausittaiseen varastointiin. Uusien suuren kokoluokan vesipumppuvoimalaitosten rakentamisessa haasteena ovat maantieteelliset rajoitukset, ympäristön kestävyys ja yleisön hyväksyntä<sup>15</sup>.

---

<sup>10</sup> Erityiskertomus nro 16/2015, [Energian toimitusvarmuuden parantaminen energian sisämarkkinoita kehittämällä: lisätoimet tarpeen](#), Euroopan tilintarkastustuomioistuin, 2015. Havainto vahvistettiin myös seuraavassa komission asiakirjassa: [Energiaunionin toinen tilannekatsaus](#), COM(2017) 53 final, 2017.

<sup>11</sup> [The potential of electricity demand response](#), Euroopan parlamentti, 2017.

<sup>12</sup> Esimerkiksi sähkön tuotannon ja kysynnän välinen epätasapaino voi aiheuttaa vaihtelua taajuudessa. Joidenkin varastointiteknologioiden avulla taajuus voidaan palauttaa asianmukaiselle tasolle. Tätä kutsutaan taajuusvasteeksi.

<sup>13</sup> [Puhdas maapallo kaikille](#), Euroopan komissio, COM(2018) 773 final, 28.11.2018, s. 7. Komissio on laatinut toimintaväyliä kasvihuonekaasupäästöttömään talouteen siirtymiseksi. Komission arvio varastointitarpeista perustuu toimintaväyliin, jotka keskittyvät loppukäyttösektoreiden voimakkaaseen sähköistämiseen.

<sup>14</sup> Lähde: [Pumped Hydro Storage](#), European Association for Storage of Energy; [Energy Storage: Which Market Designs and Regulatory Incentives Are Needed?](#), politiikkayksikkö A: talous-, tiede- ja elämänlaatuasiat. Euroopan parlamentti, 2015.

<sup>15</sup> [Assessment of the European potential for pumped hydropower energy storage](#), JRC, 2013.

**13 Akut** varastoivat sähköenergian kemialliseen muotoon ja muuttavat kyseisen energian sähköksi. Akussa on tavallisesti kolme osaa: kaksi elektrodia ja niiden välinen elektrolyytti. Kun ladattu akku liitetään virtapiiriin, varautuneet ionit liikkuvat elektrodien välillä elektrolyytin kautta. Tämä varausten siirto tuottaa sähköä virtapiirissä. Akkuja voidaan käyttää lyhytaikaiseen energian varastointiin tuntien ja päivien aikana, jotta voidaan esimerkiksi siirtää päivittäistä huippukuormitusta. Ladattujen akkujen varausta ei kuitenkaan ole mahdollista säilyttää viikkoja tai kuukausia ilman merkittäviä menetyksiä. Kaupallisessa käytössä on useita akkutyyppejä, kuten lyijyakut ja litiumioniakut. Uusia versioita näistä teknologioista kehitetään jatkuvasti. Tutkijat kehittävät vaihtoehtoja, kuten solid-state-litiumakkuja.

### Liikennealalla

**14** Liikennealan kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää biopolttoaineiden lisäksi uusiutuvilla polttoaineilla, kuten **uusiutuvista lähteistä tuotetulla sähköllä ja vedyllä sekä synteettisellä maakaasulla**. Tällaisia polttoaineita käyttävän ajoneuvokannan laajentamista rajoittavat tällä hetkellä esimerkiksi kyseisten ajoneuvojen käyttöetäisyys, hinta ja tankkausinfrastruktuurin puute.

**15** Sähkö- ja hybridiajoneuvoissa energia varastoidaan yleensä litiumioniakkuihin. Sähkö- ja hybridiajoneuvojen osuus EU:n kaikista tieliikenteen ajoneuvoista oli 0,4 prosenttia vuoden 2018 lopussa<sup>16</sup>. Sähköajoneuvojen osuus kaikista ajoneuvoista on maailmanlaajuisesti noin yksi prosentti, ja yksityisten yritysten ennusteiden mukaan osuus voi kasvaa 20 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä<sup>17</sup>.

**16** Uusiutuvista lähteistä tuotettu vety voi myös toimia autojen ja muiden ajoneuvojen polttonähteenä. Tällaiset ajoneuvot on mahdollista tankata muutamassa minuutissa. Vety voidaan muuntaa synteettiseksi maakaasuksi, joka voisi toimia myös lentokoneiden ja laivojen voimanlähteenä. Vedyn tuotantoon liittyy kuitenkin vielä kustannushaasteita.

---

<sup>16</sup> Euroopan tilintarkastustuomioistuimen arvio perustuu [Euroopan vaihtoehtoisten polttoaineiden seurantakeskuksen \(European Alternative Fuels Observatory, EAFO\)](#), [Euroopan autonvalmistajien yhdistyksen](#) ja Eurostatin tietoihin.

<sup>17</sup> Ks. esimerkiksi [How battery storage can help charge the electric-vehicle market](#), McKinsey&Company, 2018.

## Aihekohtaisen katsauksen tavoite ja lähestymistapa

**17** Tilintarkastustuomioistuin julkaisi syyskuussa 2017 EU:n energia- ja ilmastotoimia koskevan yleiskatsauksen, jossa tuotiin esiin seitsemän merkittävää haastetta energian ja ilmastomuutoksen alalla. Haasteisiin kuuluivat energia-alan muutos sekä tutkimuksen ja innovoinnin tehokas hyödyntäminen.

**18** Kun otetaan huomioon nämä haasteet ja energian varastoinnin merkittävä rooli vähähiilisen, enimmäkseen uusiutuviin energialähteisiin perustuvan energiajärjestelmän saavuttamisessa, tässä aihekohtaisessa katsauksessa käsitellään toimia, joilla EU on tukenut energian varastointia vuodesta 2014 alkaen. Painopisteinä ovat

- o energian varastointiteknologioita koskeva **strategiakehys** vuonna 2015 toteutetun SET-suunnitelman tarkistuksen jälkeen
- o **tutkimukseen ja innovointiin liittyvät EU:n** rahoitusvälineet, joista rahoitetaan energian varastointiteknologioita nykyisellä ohjelmakaudella (2014–2020)<sup>18</sup>;
- o **EU:n lainsäädäntökehys**, jolla on tuettu energian varastointiteknologioiden käyttöönottoa vuodesta 2014 alkaen.

**19** Tämä aihekohtainen katsaus ei ole tarkastuskertomus, vaan katsauksessa käsitellään erityishaasteita, jotka EU kohtaa pyrkiessään varmistamaan, että energian varastointia koskevalla EU:n tuella edistetään vaikuttavalla tavalla EU:n energia- ja ilmastotavoitteita.

**20** Katsauksessa esitettävät tosiseikat perustuvat seuraaviin lähteisiin:

- o asiakirjoihin perehtyminen ja haastattelut Euroopan komission kahdeksan pääosaston<sup>19</sup> ja viiden muun EU:n elimen<sup>20</sup> henkilöstön kanssa

---

<sup>18</sup> Osa tilintarkastustuomioistuimen tutkimista tutkimushankkeista oli käynnistetty edellisellä ohjelmakaudella (2007–2013).

<sup>19</sup> Tutkimuksen ja innovoinnin, ilmastotoimien, ympäristöasioiden, energian, liikenteen ja liikkumisen, viestintäverkkojen, sisältöjen ja teknologian sekä sisämarkkinoiden, teollisuuden, yrittäjyyden ja pk-yritystoiminnan pääosastot ja yhteinen tutkimuskeskus (JRC).

<sup>20</sup> Innovoinnin ja verkkojen toimeenpanovirasto (INEA), polttokenno- ja vety-yhteisyrittäjä (FCH-yhteisyrittäjä), vähäpäästöisiä autoja koskeva eurooppalainen aloite sekä Euroopan

- o yhteensä 452:n asiaan liittyvän Horisontti 2020 -puiteohjelman tutkimushankkeen arviointi, mukaan lukien 57 hanketta sisältävän otoksen perusteellinen analyysi
- o tarkastuskäynnit 17:ään energian varastointiin liittyvään tutkimushankkeeseen: yhteensä 13 hankkeista osarahoitettiin Horisontti 2020 -puiteohjelman avustuksilla, kahta hanketta tuettiin Euroopan investointipankin (EIP) lainoilla ja kaksi hanketta rahoitettiin kansallisilla ja/tai yksityisillä varoilla
- o 40 aktiivisen sidosryhmän haastattelut; sidosryhmiin kuului tutkimuslaitoksia, kansainvälisiä organisaatioita, energiajärjestöjä, energia-alan sääntelyviranomaisia sekä energia-, auto- ja akkualojen yrityksiä<sup>21</sup>; näistä sidosryhmistä 28 vastasi kyselyyn<sup>22</sup> ja 14 oli osallistunut EU:n rahoittamiin tutkimushankkeisiin, jotka liittyivät energian varastointiin
- o tilintarkastustuomioistuimen aiemmat tarkastukset ja katsaukset
- o kirjallisuuskatsaus ja energian varastointiin liittyvien teknologioiden ja markkinoiden asiantuntijan kuuleminen.

**21** Tämä aihekohtainen katsaus kattaa EU:n tuen, joka liittyy sähkön varastointiin niin sähköverkon kuin ajoneuvojen tarpeisiin sekä synteettisen kaasun tuotantoon. Katsaukseen ei sisällytetty fossiilisten polttoaineiden varastointia.

**22** Katsauksessa otetaan huomioon EU:n energian varastointialan kehitys tammikuun 2019 loppuun saakka.

---

innovaatio- ja teknologiainstituutin (EIT) osaamis- ja innovaatioyhteisöt InnoEnergy ja RawMaterials.

<sup>21</sup> Akkukennojen tuotanto, akkuyksiköiden kokoaminen sekä verkon ja sähköisen liikkumisen käyttökohteet.

<sup>22</sup> Sidoryhmät vastasivat oman organisaationsa kannalta olennaisiin kyselylomakkeen osiin. Esimerkiksi energia-alan sääntelyviranomaiset vastasivat EU:n strategiaa ja lainsäädäntöä koskeviin osiin mutta eivät tutkimusta ja innovointia koskeviin kysymyksiin.

# Energian varastointia koskevan EU:n tuen arviointi

## Energian varastointia koskeva strategiakehys

**23** *Liite I* sisältää yhteenvedon kiinteän varastoinnin, liikkuvan varastoinnin ja energian varastointiteknologioihin liittyvään tutkimukseen ja innovointiin myönnetyn EU:n tuen päävaiheista vuodesta 2007 alkaen.

## Euroopan strateginen energiateknologiasuunnitelma

**24** Komissio esitteli *integroidun strategisen energiateknologiasuunnitelman (SET-suunnitelma)* vuonna 2007 ja tarkisti sitä vuonna 2015<sup>23</sup>. Suunnitelma tuki energian tutkimukseen ja innovointiin liittyvää EU:n lähestymistapaa, jonka tarkoituksena on vauhdittaa EU:n energijärjestelmän muutosta ja tuoda markkinoille uusia lupaavia vähähiilisiä teknologioita. Suunnitelman tavoitteena on koordinoita tutkimus- ja innovaatiotoimintaa jäsenvaltioissa ja muissa assosioituneissa maissa (Islanti, Norja, Sveitsi ja Turkki). Suunnitelman mukaan energian varastointiteknologioiden kustannustehokkuudessa on saavutettava läpimurto, jotta hiilipäästöistä päästään kokonaan eroon vuoteen 2050 mennessä<sup>24</sup>.

**25** SET-suunnitelma sisältää kymmenen keskeistä toimea, joista neljä liittyy energian varastointiin:

- o Toimi 4: sellaisten kriisinsietokykyisten, luotettavien ja tehokkaiden energijärjestelmien kehittäminen ja toiminta, joihin on mahdollista liittää vaihtelevia uusiutuvia energialähteitä.
- o Toimi 6: sellaisten toimien jatkaminen, joilla vähennetään EU:n teollisuuden energiaintensiivisyyttä ja lisätään sen kilpailukykyä esimerkiksi kehittämällä lämpöenergian varastointiteknologioita.
- o Toimi 7: sähköiseen liikkumiseen ja kiinteään energian varastointiin tarkoitetut akut.

<sup>23</sup> Towards an Integrated Strategic Energy Technology (SET) Plan: Accelerating the European Energy System Transformation, Euroopan komissio, C(2015) 6317 final, 2015.

<sup>24</sup> Euroopan strateginen energiateknologiasuunnitelma (SET-suunnitelma). Euroopan komissio, KOM(2007) 723 lopullinen, 2007.

- o Toimi 8: bioenergia ja uusiutuvat polttoaineet kestäväää liikennettä varten<sup>25</sup>.

**26** Komissio, useat jäsenvaltiot sekä tutkimuksen ja teollisuuden sidosryhmät sopivat vuonna 2016 toimen 7 puitteissa akkujen suorituskykyä, kustannuksia ja valmistusta koskevista tavoitteista, jotka olisi saavutettava vuosiin 2020 ja 2030 mennessä<sup>26</sup>. Osapuolet esittelivät marraskuussa 2017 vuosia 2018–2030 koskevan täytäntöönpanosuunnitelman, jossa vahvistetaan tavoitteena olevat teknologian valmiustasot<sup>27</sup>, odotetut määräajat ja tarvittavat määrärahat.

## EU:n akkualan yhteenliittymä

**27** Akut ovat sähköajoneuvojen kriittinen osa: niiden kustannukset ovat noin puolet ajoneuvon kustannuksista<sup>28</sup>. Johtava kansainvälinen konsulttiyritys katsoo, että mitä lähempänä akkujen toimittajat sijaitsevat autonvalmistajia, sitä lyhyempi, halvempi, turvallisempi<sup>29</sup> ja joustavampi toimitusketju on ja sitä helpompaa on innovoida testaamalla akkujen komponentteja. Jotta EU:n sähköautoteollisuuden kehittämistä voidaan tehostaa, komissio pitää tärkeänä, että EU:lla on oma akkujen valmistuskapasiteetti<sup>30</sup>.

**28** Sähköajoneuvojen tuotannon kasvu lisää litiumin ja koboltin kysyntää, sillä ne ovat keskeisiä raaka-aineita litiumioniakun tuotannossa. Osaamis- ja innovaatioyhteisö InnoEnergy:n mukaan Kiina omistaa noin puolet litiumin ja koboltin kaivostoiminnasta. Komissio pitää tärkeänä, että turvataan raaka-aineiden saatavuus sellaisista EU:n

---

<sup>25</sup> Toimessa 8 vetyä ei otettu huomioon energian varastoinnin yhteydessä ennen kuin vuonna 2014, jolloin toisen polttokenno- ja vety-yhteisyrityksen nimenomaiseksi tavoitteeksi asetettiin vetyenergian varastoinnin toteutettavuuden demonstrointi.

<sup>26</sup> [Become competitive in the global battery sector to drive e-mobility forward](#), 2016.

<sup>27</sup> Mitta-asteikko tietyn teknologian kypsyymisen arvioimiseksi. Asteikolla 1–9 taso TRL 1 vastaa suunnilleen perustutkimusta, tasot TRL 2–4 soveltavaa tutkimusta, tasot TRL 5–6 soveltavaa tutkimusta / kehittämistä, tasot TRL 7–8 demonstrointia ja taso TRL 9 täysimittaista käyttöönottoa.

<sup>28</sup> Bloomberg New Energy Finance, huhtikuu 2017, s. 6.

<sup>29</sup> Koska akut ovat vaarallisia tavaroita, niiden kuljetukseen sovelletaan erityisiä käsittelyjärjestelyjä. Akkukennojen valmistamiseen tarvittaviin raaka-aineisiin ei kuitenkaan sovelleta tällaisia järjestelyjä.

<sup>30</sup> [Varapuheenjohtaja Maroš Šefčovič:n puhe EU:n akkualan yhteenliittymästä](#), Industry Days Forum, Bryssel, 23.2.2018.

ulkopuolisista maista, joissa on runsaasti luonnonvaroja, ja helpotetaan eurooppalaisten raaka-ainelähteiden ja uusiuraaka-aineiden saatavuutta akkujen kiertotaloudessa tehtävällä kierrätyksellä<sup>31</sup>.

**29** Vuoteen 2018 mennessä EU:n osuus maailman akkukennojen valmistuskapasiteetista oli noin kolme prosenttia. Vastaavasti Aasian ja Tyynenmeren alueen (APAC) kapasiteetti oli 84 prosenttia<sup>32</sup> ja Pohjois-Amerikan 12 prosenttia<sup>33</sup>. Varsinkin Kiina on edistänyt hybridi- tai sähköajoneuvojen kehittämistä useilla toimilla (ks. *laatikko 1*).

### Laatikko 1 – Kiinan aloitteet hybridi- ja sähköajoneuvojen edistämiseksi

Kiina on ottanut käyttöön pisteytysjärjestelmän uusille vähähiilisille henkilöautoille. Kustakin hybridi-, polttokenno- tai täyssähköajoneuvosta myönnetään 2–6 pistettä. Jos autoyrityksen vuosituotanto- tai tuontimäärä on vähintään 30 000 autoa, yrityksen on vuonna 2019 ansaittava pisteitä vähintään 10 prosenttia automyyntinsä kokonaismäärästä. Osuus kasvaa 20 prosenttiin vuonna 2025<sup>34</sup>. Lisäksi Kiina tarjoaa kannustimia sähkölinja-autojen tuotantoon, myöntää tukia sähköajoneuvoja ostaville kuluttajille ja antaa etuoikeuden ajoneuvojen rekisteröintiin sähköajoneuvojen omistajille suurissa kaupungeissa.

**30** EU:n vähäisen akkukennojen valmistuskapasiteetin vuoksi komissio ilmoitti lokakuussa 2017 käynnistävänsä *EU:n akkualan yhteenliittymän*. Sen tavoitteena on luoda Eurooppaan kilpailukykyinen ja kestävä akkujen valmistuksen arvoketju. Yhteenliittymä kattaa komission toimet EU:n teollisuuskumppanien, tutkimus- ja innovaatiokumppanien sekä jäsenvaltioiden tuomiseksi yhteen, jotta ”*Eurooppa saavuttaisi johtoaseman kestävän akkujen valmistuksen ja käytön alalla*”.

**31** Asiaan liittyvässä vuoden 2018 *akkuja koskevassa strategisessa toimintasuunnitelmassa* esitellään toimenpiteitä, joilla helpotetaan akkujen raaka-aineiden saatavuutta, tuetaan laajamittaista akkukennojen valmistusta, lisätään alan tutkimusta ja innovointia, kehitetään erittäin ammattitaitoista työvoimaa ja varmistetaan johdonmukaisuus EU:n sääntelykehykseen nähden. Toimintasuunnitelma

<sup>31</sup> Akkuja koskeva strateginen toimintasuunnitelma, COM(2018) 293 final.

<sup>32</sup> Kiinassa, Etelä-Koreassa ja Japanissa.

<sup>33</sup> Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications, JRC, marraskuu 2018, s. 24.

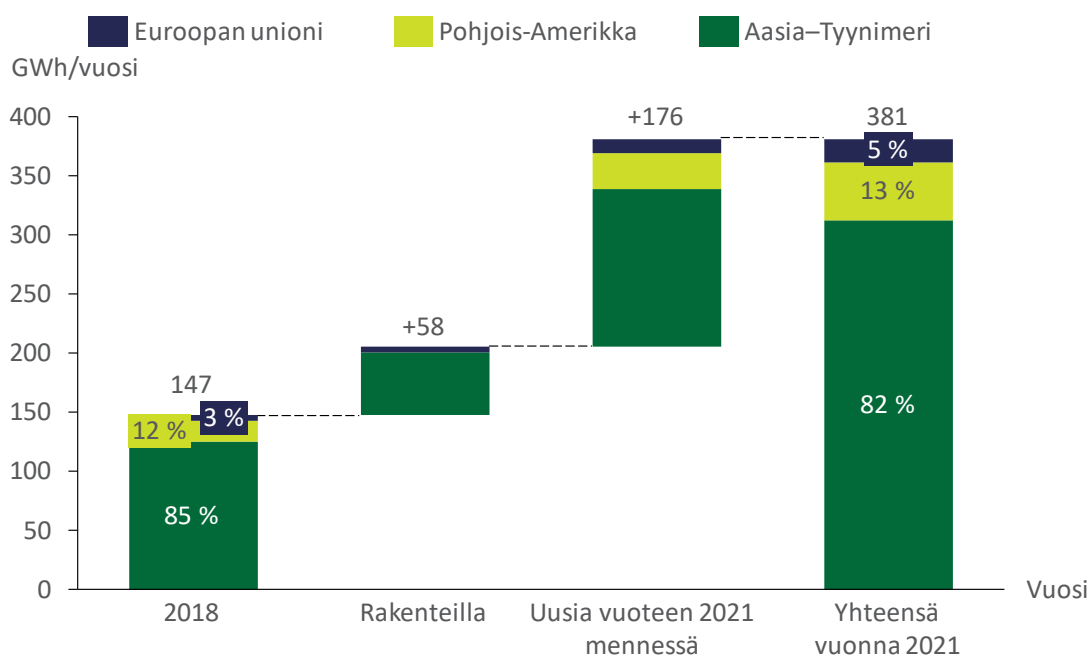
<sup>34</sup> China’s new energy vehicle mandate policy, ICCT, tammikuu 2018.

sisältää 37 keskeistä toimea, jotka keskittyvät pääasiassa käytössä olevien sääntely- ja rahoitusvälineiden käytön lisäämiseen ja yhtenäistämiseen.

**32** EU:n akkumarkkinoiden arvo voisi olla arvioiden mukaan jopa 250 miljardia euroa vuodessa vuoteen 2025 mennessä. Komissio katsoo, että pelkästään tähän EU:n akkukysyntään vastaamiseksi tarvitaan vähintään 10–20 suuren kokoluokan akkukenttien tuotantolaitosta eli massatuotantolaitosta, jotka tuottavat litiumioniakkuja noin 200 GWh vuodessa<sup>35</sup>. Komissio arvioi, että investointeja tarvitaan yhteensä noin 20 miljardia euroa.

**33** Vuosina 2018–2021 EU kehittää akkujen valmistuskapasiteettiaan myöhemmin kuin maailman muut johtavat alueet (ks. *kaavio 5*).

### Kaavio 5 – Litiumioniakkukenttien valmistuskapasiteetin ennustettu kehitys vuosina 2018–2021



Kaavio ei sisällä muuta maailmaa (noin 0,7 prosenttia vuonna 2018, lisäys noin 0,8 prosenttia vuonna 2021).

Lähde: Euroopan tilintarkastustuomioistuin, mukautettu asiakirjasta [Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications](#), JRC, 2018.

<sup>35</sup> EU:n akkualan yhteenliittymän verkkosivusto; varapuheenjohtaja Maroš Šefčovič'in puhe EU:n akkualan yhteenliittymästä, Industry Days Forum, Bryssel, 23.2.2018.

**34** Euroopan komission Yhteinen tutkimuskeskus (JRC) odottaa, että vuoden 2021 jälkeen neljä uutta laitosta lisäävät entisestään valmistuskapasiteettia EU:ssa<sup>36</sup>. Osaamis- ja innovaatioyhteisö InnoEnergyn mukaan akkujen valmistusinfrastruktuurin rakentaminen kestää neljä vuotta<sup>37</sup>. EU:n valmistuskapasiteetti voi kokonaisuudessaan olla 70 GWh vuonna 2023<sup>38</sup>, mikä jää huomattavasti yhteenliittymän vuodeksi 2025 asettamasta 200 GWh:n tavoitteesta. Siihen mennessä EU:n akkumarkkinoiden tarjonnasta saattavat jo vastata pääasiassa laitokset, jotka eivät sijaitse EU:ssa, tai autonvalmistajat ovat saattaneet siirtää osan tuotannostaan EU:n ulkopuolelle, jotta se on lähempänä akunvalmistajia.

**35** Komissio julkaisi vuonna 2014 ohjeet<sup>39</sup> Euroopan yhteistä etua koskeville tärkeille hankkeille, kuten energian varastointiin liittyville hankkeille, myönnettävän julkisen rahoituksen soveltuvuudesta valtiontukisääntöihin nähden<sup>40</sup>. Joulukuussa 2018 Ranska ja Saksa käynnistivät menettelyn, jonka tarkoituksena on selvittää uskottavat konsortiot, myös autonvalmistajat, jotka voisivat osallistua tällaiseen järjestelyyn. Maiden tarkoituksena on laatia investointisuunnitelmat ja saada niille komission hyväksyntä vuonna 2019.

**36** EU:n ulkopuoliset yritykset rahoittavat joitakin laitoksia EU:ssa. Yhteinen tutkimuskeskus ennusti, että EU:n ulkopuoliset yritykset saattavat kattaa 53 prosenttia valmistuskapasiteetista EU:ssa vuoteen 2023 mennessä (ks. *kaavio 6*)<sup>41</sup>.

---

<sup>36</sup> Lähde: [Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications](#), JRC, 2018.

<sup>37</sup> InnoEnergy'n järjestämä tapahtuma "Bridging the gap between Financial Institutions and Industry", Bryssel, tammikuu 2019.

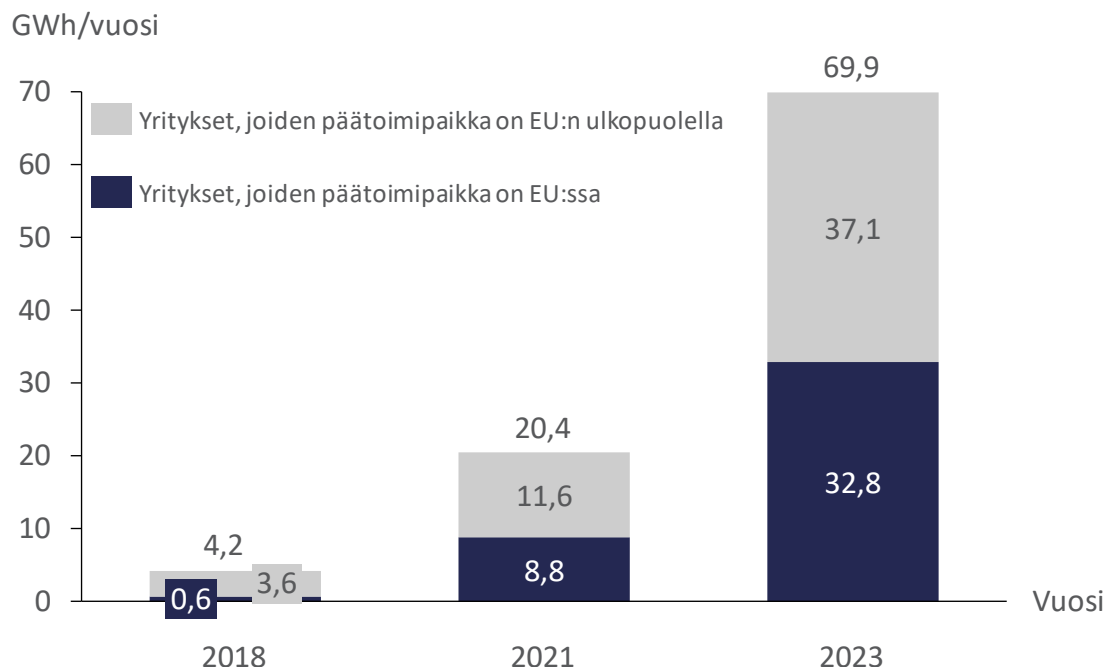
<sup>38</sup> Euroopan tilintarkastustuomioistuimen laskelma perustuu asiakirjaan [Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications](#), JRC, 2018.

<sup>39</sup> Euroopan yhteistä etua koskevia tärkeitä hankkeita edistävän valtiontuen sisämarkkinoille soveltuvuuden arviointiperusteet (2014/C 188/02), Euroopan komissio, 2014.

<sup>40</sup> Investoimme älykkääseen, innovatiiviseen ja kestävään teollisuuteen: Uudistettu EU:n teollisuuspoliittinen strategia, COM(2017) 479 final, Euroopan komissio, 2017.

<sup>41</sup> Jos oletetaan, että LG Chem Sp. z o.o. -yrityksen valmistuskapasiteetti on 12 GWh vuodessa vuoteen 2023 mennessä.

## Kaavio 6 – Suuriin käyttökohteisiin, kuten verkkoon ja liikenteeseen, tarkoitettujen litiumioniakkukenojen tuottajien valmistuskapasiteetti EU:ssa



Lähde: Euroopan tilintarkastustuomioistuin, mukautettu asiakirjasta [Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications](#), JRC, 2018.

**37** Vuonna 2017 eri puolilla maailmaa käytössä olleet sähköajoneuvojen litiumioniakkujen tuotantolaitokset toimivat noin 40–50 prosentin kapasiteetilla<sup>42</sup>. Johtavan kansainvälisen konsulttiyrityksen mukaan uusien toimijoiden on siksi vaikea lyhyellä aikavälillä päästä kustannustehokkaasti nykyisen sukupolven litiumioniakkumarkkinoille: nykyiset toimijat voivat lisätä akkujen valmistusta tai uhata valmistaa ja myydä enemmän akkuja marginaalikustannuksilla käyttämällä ylijäävää tuotantokapasiteettiaan. Koska EU pyrkii akkutuotantomarkkinoille muita toimijoita myöhemmin, sen voi olla vaikeaa saavuttaa kilpailuetua, ellei se hyödynnä teknologisia etuja.

<sup>42</sup> [Lithium-ion battery costs and market: Squeezed margins seek technology improvements & new business models](#), Bloomberg New Energy Finance, 2017, s. 3 ja 4.

## Sidosryhmien tuki

**38** Tilintarkastustuomioistuin toteutti komission strategiasta kyselytutkimuksen, joka kattoi SET-suunnitelman ja EU:n akkualan yhteenliittymän ja johon vastasi 28 sidosryhmää<sup>43</sup>:

- o Kaikki sidosryhmät olivat tietoisia energiaa koskevasta komission strategiakehyksestä.
- o Noin puolet piti energian varastointia koskevaa komission toimintakehystä asianmukaisena ja hyödyllisenä organisaationsa kannalta.
- o Kaksi kolmannesta sanoi kuitenkin, että sitä voitaisiin parantaa:
  - o kymmenessä vastauksessa todettiin, että strategiassa keskityttiin liikaa ajoneuvojen litiumioniakkuihin
  - o viidessä vastauksessa tuotiin esiin puutteita, jotka koskivat lainsäädäntöä, markkinoiden rakennetta ja standardien laatimista
  - o kahdessa vastauksessa todettiin, että pitkän aikavälin näkemys puuttui, mikä lisää todennäköisyyttä, että EU:n autoteollisuus saattaa hävitä kokonaan.

**39** EU:n akkualan yhteenliittymään liittyi 80 osallistujaa, kun se käynnistettiin lokakuussa 2017. Komission mukaan<sup>44</sup> määrä oli kasvanut vuotta myöhemmin noin 260 osallistujaan.

**40** Osa tärkeistä sidosryhmistä (joita kysely ei kattanut) päätti olla liittymättä yhteenliittymään. Esimerkiksi eräs merkittävä EU:hun sijoittautunut elektroniikkayritys katsoi, että on liian riskialtista investoida suuren kokoluokan litiumioniakkukennojen valmistukseen, koska markkinoita hallitsevat jo aasialaiset valmistajat (ks. [laatikko 2](#)).

### Laatikko 2 – Eurooppalainen yritys valitsi akkukennojen ulkoistamisen yrityksen sisäisen valmistuksen sijaan

Eräs merkittävä EU:n suunnittelu- ja elektroniikkayritys ei liittynyt EU:n akkualan yhteenliittymään. Se ilmoitti ennemmin ulkoistavansa litiumioniakkukennojen valmistuksen kuin valmistavansa ne yrityksen sisällä. Yrityksen mukaan olisi vaikea saada kilpailuetua, koska kolme neljänestä valmistuskustannuksista kuluu raaka-aineisiin ja markkinoita hallitsevat edulliset aasialaiset kilpailijat.

<sup>43</sup> Julkinen tutkimus ja innovointi, energia-ala, liikenneteollisuus, akkuala, energiajärjestöt ja kansainväliset organisaatiot.

<sup>44</sup> EU:n akkualan yhteenliittymän verkkosivusto.

Yritys päätti lopettaa nykyisiä ja tulevia kennoteknologioita koskevan tutkimuksensa ja purkaa litiumioniteknologiaa koskevan yhteisyrityksensä. Yritys keskittyy sen sijaan akkujärjestelmiin.

**41** Vastaavasti ranskalaiskonsortio aikoo kehittää seuraavan sukupolven litiumioniakkukenkoja lyhyellä aikavälillä ja keskittyä sen jälkeen solid-state-akkuihin, joiden teknologisen läpimurron konsortio odottaa tapahtuvan noin vuonna 2023<sup>45</sup>.

## Energian varastointiin liittyvä tutkimus ja innovointi

**42** Vuosien 2014–2020 EU:n tutkimuksen ja innovoinnin puiteohjelma **Horisontti 2020** on EU:n tärkein tutkimuksen ja innovoinnin rahoitusväline. Lokakuuhun 2018 mennessä Horisontti 2020 -puiteohjelmasta oli myönnetty 1,34 miljardia euroa hankkeisiin, joiden aiheena ovat sähkövarastot tai vähähiilinen liikenne. Osuus on 3,9 prosenttia Horisontti 2020 -puiteohjelman hankkeisiin siihen mennessä myönnetyistä EU:n kokonaismäärärahoista (34 miljardia euroa).

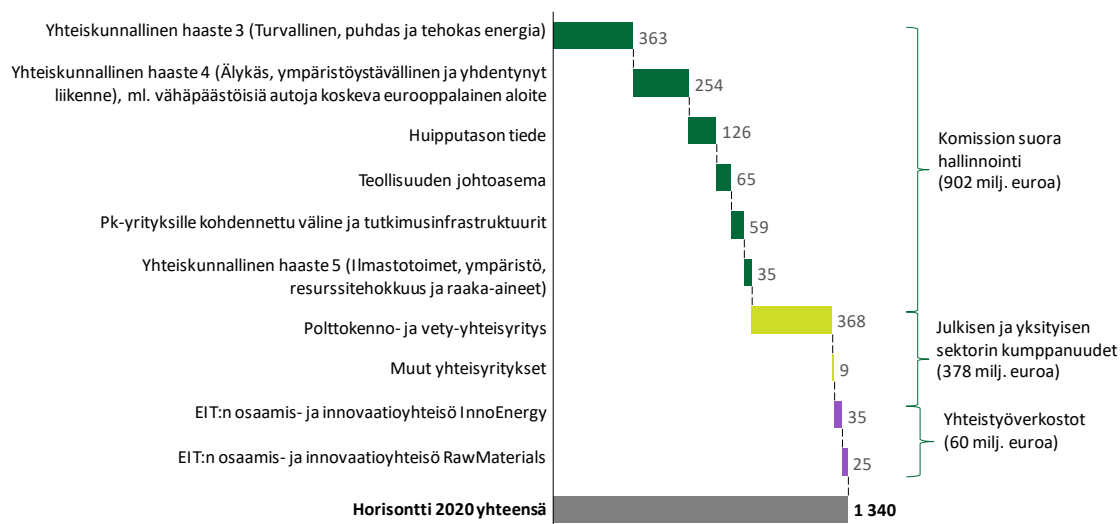
**43** *Kaavio 7* sisältää eritelmän näistä eri välineistä energian varastointihankkeisiin myönnetyistä EU:n avustuksista lokakuuhun 2018 mennessä. Vuonna 2019 Horisontti 2020 -puiteohjelma sisälsi 114 miljoonan euron arvoisen akkuhankehaun<sup>46</sup>. Lisää rahoitusta on luvassa vuonna 2020.

**44** Komissio hallinnoi useimpia **Horisontti 2020** -ohjelmia suoraan. Se rahoittaa pääasiassa tutkijoille myönnettäviä avustuksia ja tiettyjä välineitä, joilla tuetaan pienten ja keskisuurten yritysten tutkimus- ja innovointitoimintaa. Horisontti 2020 -puiteohjelmasta osarahoitetaan myös julkisen ja yksityisen sektorin kumppanuuksia, kuten polttokenno- ja vety-yhteisyritystä. Horisontti 2020 -puiteohjelmasta tuetaan lisäksi tutkimus- ja innovaatioverkostoja, kuten Euroopan innovaatio- ja teknologiainstituutin (EIT) osaamis- ja innovaatioyhteisöjä InnoEnergy ja RawMaterials.

<sup>45</sup> Réunion du comité exécutif, Conseil national de l'industrie, 28.5.2018, s. 23.

<sup>46</sup> Mukaan lukien 25 miljoonaa euroa solid-state-akkuihin ja 20 miljoonaa euroa redoksivirtausakkuihin.

## Kaavio 7 – Horisontti 2020 -puiteohjelman rahoitus hankkeisiin, jotka liittyvät energian varastointiin verkon tai vähähiilisen liikenteen tarpeisiin



Lähde: Euroopan tilintarkastustuomioistuimen analyysi komission tietojen perusteella.

**45** Jotta voidaan tukea ensimmäisiä laatuaan olevia kaupallisen mittakaavan energiainfrastruktuurin demonstrointihankkeita, joiden riskit ovat yksityisijoittajien kannalta suuria, Euroopan investointipankki (EIP) tarjoaa lisäksi lainoja, takuita ja pääomatyyppistä rahoitusta [InnovFin-välineen energia-alan demonstrointihankkeista \(EDP\)](#). Lokakuuhun 2018 mennessä välineestä oli myönnetty yksi 52 miljoonan euron laina energian varastointialan hankkeeseen.

**46** Vuonna 2009 komissio esitteli tulevan ja nousevan teknologian lippulaivahankkeita koskevan toiminta-ajatuksensa<sup>47</sup>. Hankkeiden tavoitteena on saavuttaa vaikutus, joka on suurempi kuin kansallisten aloitteiden sisältämien yksittäisten toimien summa. Yksi näistä hankkeista on energian varastoinnin kannalta olennainen grafeenia käsittelevä lippulaivahanke. Vuonna 2018 komissio toteutti sidosryhmien kuulemisen, jonka tarkoituksena oli laatia kymmenvuotinen EU:n lippulaivahanke, jolla tuetaan tulevaisuuden akkuteknologioita koskevaa perustutkimusta ja soveltavaa tutkimusta. Ryhmä tutkimuksen ja teollisuuden

<sup>47</sup> Tieto- ja viestintäteknologian kehityksen kärjessä – tulevan ja nousevan teknologian tutkimusstrategia Euroopalle, COM(2009) 184 final, Euroopan komissio, 2009; FET Flagships: A novel partnering approach to address grand scientific challenges and to boost innovation in Europe, SWD(2014) 283 final, Euroopan komissio, 2014; FET Flagships Interim Evaluation, Euroopan komissio, 2017.

sidosryhmiä antoi ehdotuksen akkuja koskevaksi lippulaivahankkeeksi ja julkaisi joulukuussa 2018 [Battery 2030+ -manifestin](#)<sup>48</sup>.

## Hallinnolliset menettelyt

**47** Vaikka Horisontti 2020 -puiteohjelma onkin edeltäjiään yksinkertaisempi, se on yhä monimutkainen<sup>49</sup>. Tilintarkastustuomioistuimen Horisontti 2020 -puiteohjelmaan kohdistamassa tarkastuksessa<sup>50</sup> todettiin, että edunsaajien hallinnollista raskautta on vähennetty, mutta ohjelma oli edelleen monimutkainen<sup>51</sup>.

**48** Mitä monimutkaisempia rahoitusvälineet ovat, sitä vähemmän ne houkuttelevat mahdollisia osallistujia. Monimutkaisuus asettaa myös huonompaan asemaan sellaiset mahdolliset hakijat, joilla ei ole yksityiskohtaista tietoa välineen rahoitussäännöistä. Tällaisia ovat esimerkiksi ensimmäistä kertaa osallistuvat hakijat ja pk-yritykset<sup>52</sup>. Horisontti 2020 -puiteohjelman väliarvioinnissa korostetaan, että *rahoitusrakenne on liian monimutkainen ja se voi estää organisaatioita tunnistamasta hakuja ja välineitä, jotka soveltuisivat parhaiten niiden tarpeisiin, sekä aiheuttaa päällekkäisyyden riskin*<sup>53</sup>.

---

<sup>48</sup> Ks. [Battery 2030+ -verkkosivusto](#).

<sup>49</sup> EU:n tutkimusohjelman yksinkertaistaminen Horisontti 2020 -puiteohjelman jälkeen, tilintarkastustuomioistuimen aihekohtainen katsaus, maaliskuu 2018.

<sup>50</sup> Erityiskertomus nro 28/2018, Suurin osa Horisontti 2020 -puiteohjelmaan tehdyistä yksinkertaistamistoimista on helpottanut edunsaajien elämää, mutta parantamisen varaa on yhä; Euroopan tilintarkastustuomioistuin, 2018.

<sup>51</sup> Tarkastuksessa tehtiin erityisesti seuraavat havainnot: komission ohjeet ovat kattavat, mutta niitä on vaikea käyttää; tiheät muutokset aiheuttavat hämmennystä ja epävarmuutta; osallistujajportaalia parannettiin, mutta siinä navigointi on yhä vaikeaa; henkilöstökustannussäännöt ovat edelleen edunsaajien kannalta monimutkaiset; pk-yritysten osallistumista on parannettu, mutta esteitä on jäljellä.

<sup>52</sup> LAB – FAB – APP, [Investing in the European future we want](#), Euroopan komissio, 2017, s. 16; Euroopan tilintarkastustuomioistuimen sidosryhmiltä saama palaute.

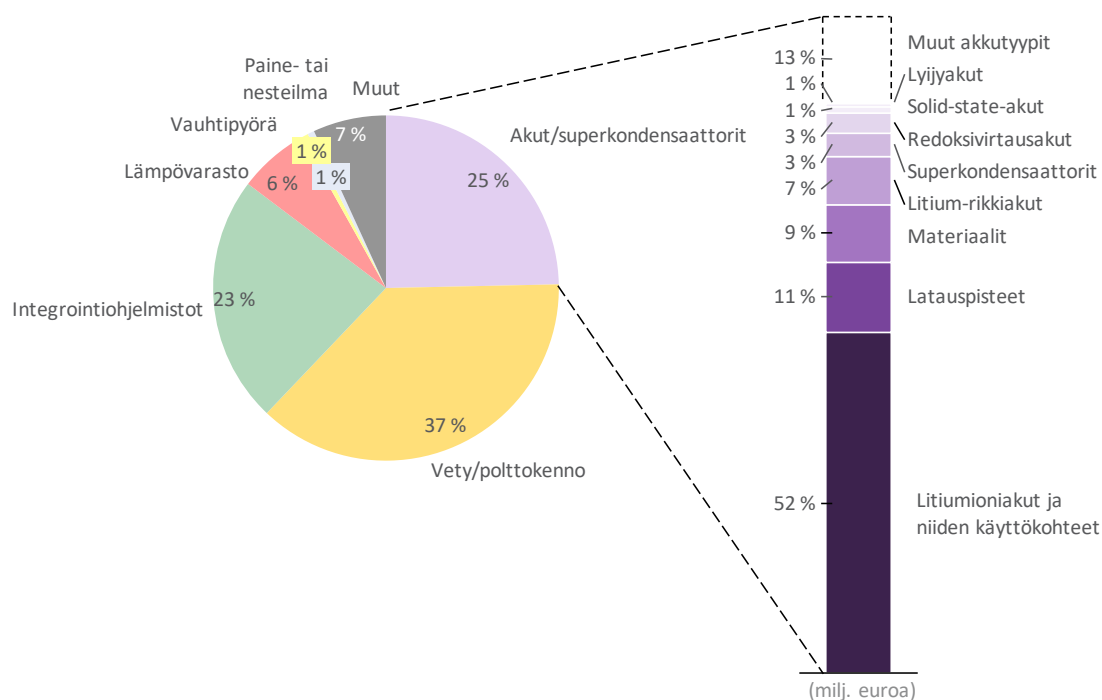
<sup>53</sup> [Horizon 2020 support to Smart, Green and Integrated transport: Interim evaluation report](#), Euroopan komissio, 2017, osa 6.5.3. [In-depth interim evaluation of Horizon 2020](#), Euroopan komissio, SWD(2017) 220 final, s. 20, 79, 122 ja 150.

## Tuetut energian varastointiteknologiat

**49** Komissio myönsi Horisontti 2020 -puiteohjelmasta yhteensä 1,34 miljardia euroa avustuksia 396 hankkeeseen, joiden aiheena on energian varastointi sähköverkon tai vähähiilisen liikenteen tarpeisiin. Varoista 25 prosenttia osoitettiin akkuhankkeisiin ja 37 prosenttia vety- tai polttokenohankkeisiin (ks. *kaavio 8*).

**50** Akkuja koskeviin tutkimushankkeisiin osoitetusta 315 miljoonasta eurosta yli puolet ohjattiin hankkeisiin, jotka käsittelevät litiumioniakkuja. Uusiin, mahdollisesti seuraavan sukupolven akkutyyppeihin käytettiin seuraavat osuudet määrärahoista: seitsemän prosenttia litium-rikkiakkuihin, kolme prosenttia redoksivirtausakkuihin, yksi prosentti solid-state-akkuihin ja alle prosentti lyijyakkuihin. Useiden muiden kehittyneiden akkuteknologioiden<sup>54</sup> kehittämistä tuettiin vielä 13 prosentilla määrärahoista.

### Kaavio 8 – Energian varastointiin liittyvät Horisontti 2020 -puiteohjelman hankkeet



Lähde: Euroopan tilintarkastustuomioistuin komission tietojen perusteella.

<sup>54</sup> Esimerkiksi natriumioniakut, natrium-rikkiakut, happo-emäs-virtausakut, sinkki-ilma-akut ja kalsiumioniakut.

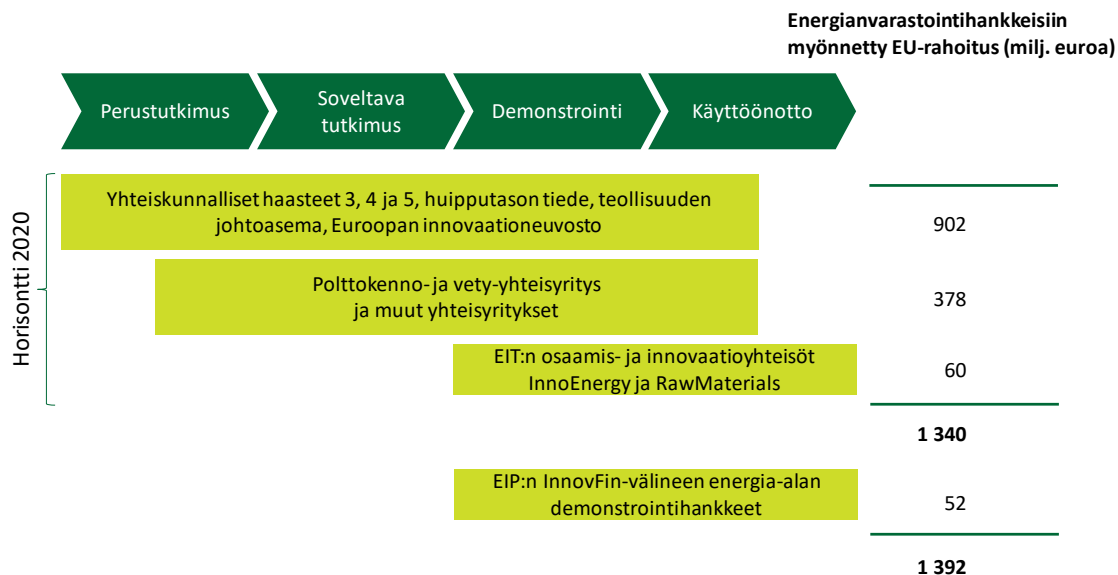
**51** Komissio arvioi Horisontti 2020 -puiteohjelman soveltavaa tutkimusta tai demonstrointia koskevat akkuihin liittyvät hankkeet vuonna 2017<sup>55</sup>. Arvioinnin aikaan päätökseen oli saatettu 28 hanketta. Komission arvioijat totesivat, että

- o kolme hankkeista onnistui, mutta ne eivät tuottaneet todellisia läpimurtoja
- o kahdeksan hankkeista onnistui osittain
- o 17 hankkeen tavoitteiden saavuttamisessa epäonnistuttiin, niiden saavutukset olivat epäolennaisia tai niillä oli vain vähäistä vaikutusta.

## Teknologian käyttöönotto

**52** Euroopassa on useilla energiaan liittyvillä aloilla niin sanottua käyttöönottovajetta, sillä lupaavien innovaatioiden saattaminen markkinoille on ollut haasteellista<sup>56</sup>. Komissio suunnitteli tärkeimmät energian varastointiteknologioihin liittyvää tutkimusta ja innovointia tukevat rahoitusvälineensä siten, että niillä vastataan eri kehitysvaiheisiin (ks. [kaavio 9](#)).

## Kaavio 9 – Yleiskatsaus tärkeimmistä EU:n rahoitusvälineistä, joilla tuetaan energian varastointiin liittyvää tutkimusta ja innovointia



*Huomautus:* sisältää ennen lokakuuta 2018 myönnetyt avustukset.

<sup>55</sup> Batteries: A major opportunity for a sustainable society, Euroopan komissio, 2017.

<sup>56</sup> Scaling Up Innovation in the Energy Union, I24C ja Cap Gemini, 2016; Tiedonanto – Nopeampaan puhtaan energian innovointiin, Euroopan komissio, COM(2016) 763 final, 30.11.2016; Towards an Integrated Strategic Energy Technology (SET) Plan: Accelerating the European Energy System Transformation, Euroopan komissio, C/2015/6317, 15.9.2015.

Lähde: Euroopan tilintarkastustuomioistuin.

**53** Verkojen Eurooppa -väline (CEF) on 30 miljardin euron rahoitusväline liikennettä, energiaa ja televiestintää varten. Siitä rahoitetaan vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuuria. Vuodesta 2014 lähtien välineestä on osoitettu 270 miljoonaa euroa nopeisiin latausverkkoihin ja vetytankkausasemiin. Välineestä on varattu myös 113 miljoonan euron määrärahat energian varastointi-infrastruktuuriin. Vuonna 2016 välineestä myönnettiin 98 miljoonaa euroa paineilmavaraston suunnitteluun ja rakentamiseen. Näillä varoilla tuetaan siis myös energian varastointitekniikan käyttöönottoa.

**54** Komission mukaan Horisontti 2020 -puiteohjelma tuo hyvät ideat laboratorion markkinoille<sup>57</sup>. Osa Horisontti 2020 -puiteohjelmasta rahoitetuista hankkeista onkin edistänyt markkinoille saattamista. Osaamis- ja innovaatioyhteisöt InnoEnergy ja RawMaterials sekä Euroopan investointipankin InnovFin EDP ovat rahoitusvälineitä, jotka on tarkoitettu käyttöönoton ja innovoinnin tukemiseen (ks. [laatikko 3](#)).

### Laatikko 3 – Esimerkkejä yrityksistä, jotka saavat tukea energianvarastointiratkaisujensa kaupallistamiseen

- Sähköajoneuvojen lataukseen erikoistunut yritys kehitti Horisontti 2020 -puiteohjelman pk-yrityksille kohdennetun välineen tuella uuden älylatauspisteen, joka perustuu aiempaan tuotteeseen. Hanke sisälsi jonkin verran teknistä kehitystä ja markkinoillepääsyyn valmistautumista. Uusi älylatauspiste on nyt kaupallisesti saatavilla.
- Ranskassa sijaitseva tutkimuskeskus osallistui kahteen polttokenno- ja vety-yhteisyrityksen hankkeeseen vuosina 2009 ja 2013. Vuonna 2015 tutkimuskeskus perusti spin-off-yrityksen kehittämänsä teknologian hyödyntämiseksi. Se käytti osaamis- ja innovaatioyhteisö InnoEnergy:n riskipääomaa sellaisen markkinoille valmiin ratkaisun kaupallistamiseen, jossa yhdistetään rakennusten energian tuotanto ja varastointi sekä ekokaupunginosat, jotka haluavat saada energiatoimituksensa paikallisista ja uusiutuvista lähteistä.
- Italialais-ranskalainen pk-yritys on saanut rahoitusta yhteisyritykseltä vuodesta 2009 alkaen mikroverkkojen energian varastoinnin kehittämistä varten. Tässä ratkaisussa vaihtelevat uusiutuvat energialähteet muunnetaan vakaiksi lähteiksi verkon turvallista toimintaa varten. Vuonna 2017 yritys lainasi rahaa EIP:n hallinnoimalta Euroopan strategisten investointien rahastolta tuotteensa jatkokehitystä ja markkinointia varten.

<sup>57</sup> Erityisesti Horisontti 2020 -verkkosivustolla.

**55** Komissio teki vuonna 2017 Horisontti 2020 -puiteohjelmasta väliarvioinnin, jossa se pani merkille, että innovoinnin kannustamisessa oli havaittavissa edistymisen merkkejä – pääasiassa koska yksityisen sektorin osallistuminen Horisontti 2020 -puiteohjelman hankkeisiin oli lisääntynyt. Komissio kuitenkin totesi samalla, että innovaatiokuilu on yhä olemassa. Arvioinnissa suositeltiin, että läpimurtoja ja markkinoita luovaa innovointia koskevaa tukea parannetaan merkittävästi<sup>58</sup>. Vuonna 2017 tehdyssä komission väliarvioinnissa polttokenno- ja vety-yhteisyrityksen toiminnasta<sup>59</sup> todettiin, että yhteisyrityksen osallistujat olivat hyödyntäneet vain vähän EIP:n riskinjakovälineitä vetypohjaisten ratkaisujen käyttöönoton edistämiseksi. Väliarvioinnissa todettiin, että polttokenno- ja vety-yhteisyrityksen ohjelmien sekä kansallisten ja alueellisten toimien välinen koordinaatio oli vähäistä. Seuraavassa vuosien 2021–2027 puiteohjelmassa ”Horisontti Eurooppa” komissio ehdottaa, että *tehostetaan innovatiivisten ratkaisujen saattamista markkinoille*.

**56** Lähes kolme neljännestä tutkimuksen osalta haastatelluista sidosryhmistä (14 sidosryhmää 19:stä) vahvisti, että käyttöönottoa ei painoteta. Sidosryhmien mukaan tutkimushankkeiden tulosten käyttöönottoa markkinoilla parantavat mekanismit olivat riittämättömiä. Lisäksi sidosryhmät totesivat, että hankkeiden päätyttyä käytössä ei ollut järjestelmiä niiden jatkotoimia eikä tutkimustulosten levittämistä varten.

## Energian varastointia koskeva EU:n lainsäädäntökehys

### Energian varastointi verkossa

**57** Kannustava lainsäädäntökehys ja paremmin ennakoitavat markkinaehdot, kuten yhdenmukaistetut tekniset standardit, voivat lisätä energian varastoinnin kysyntää ja vähentää investoinnin riskejä, mikä puolestaan voi lisätä yksityisiä investointeja teknologian kehitykseen<sup>60</sup>.

<sup>58</sup> Key findings from the Horizon 2020 interim evaluation, Euroopan komissio, 2017.

<sup>59</sup> Interim Evaluation of the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (2014–2016) operating under Horizon 2020, Euroopan komissio, 2017.

<sup>60</sup> EU Competitiveness in Advanced Li-ion Batteries for E-Mobility and Stationary Storage Applications –Opportunities and Actions., JRC Science for Policy Report, 2017; EASE-EERA

## ”Puhdasta energiaa kaikille eurooppalaisille” -sädöspaketti

**58** Vuoden 2016 loppupuolella ehdotetun ”Puhdasta energiaa kaikille eurooppalaisille” -sädöspaketin tarkoituksena oli helpottaa siirtymistä puhtaaseen energiaan. Sähkömarkkinoihin liittyvien ehdotusten tavoitteena on erityisesti parantaa joustavuutta, jotta voidaan lisätä uusiutuvan energian osuutta. Ehdotukset sisältävät säännöksiä, joiden tarkoituksena on poistaa varastoinnin lainsäädännölliset esteet. Sädöspaketti sisältää kahdeksan säädöstä. Neljä niistä hyväksyttiin vuonna 2018<sup>61</sup>:

- o direktiivi uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä
- o direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta
- o direktiivi energiatehokkuudesta
- o asetus energiaunionin ja ilmastotoimien hallinnosta.

**59** Vuoden 2018 lopussa Eurooppa-neuvosto, Euroopan parlamentti ja Euroopan komissio pääsivät sopimukseen neljästä jäljellä olleesta säädöksestä:

- o asetus riskeihin varautumisesta sähköalalla
- o asetus Euroopan unionin energia-alan sääntelyviranomaisten yhteistyöviraston perustamisesta
- o direktiivi sähkön sisämarkkinoita koskevista yhteisistä säännöistä
- o asetus sähkön sisämarkkinoista.

**60** Kahdessa viimeksi mainitussa säädöksessä käsitellään suoraan energian varastointia. Sähkön sisämarkkinoita koskevista yhteisistä säännöistä annettavassa direktiivissä vahvistetaan yhteiset säännöt sähkön tuotannolle, siirrolle, jakelulle, varastoinnille ja toimitukselle sekä kuluttajansuojaa koskevat säännöt, jotta voidaan luoda aidosti yhdenmetyt, kilpailuun perustuvat, kuluttajakeskeiset ja joustavat sekä oikeudenmukaiset ja avoimet sähkömarkkinat unionissa. Vuoden 2018 direktiivissä määritellään myös ensimmäistä kertaa sähkön varastointi seuraavasti: *sähkön loppukäytön siirtäminen sen tuotantohetkeä myöhempään ajankohtaan tai sähköenergian muuntaminen energiamuotoon, jossa se voidaan varastoida, kyseisen energian varastointi ja sen muuntaminen myöhemmin takaisin sähköenergiaksi tai käyttö muunnettuna toiseksi energiantantajaksi*. Perusperiaate on, että energian varastoinnin sääntelyn olisi oltava teknologianeutraalia, jotta voidaan edistää innovointia ja mahdollistaa monien erilaisten teknologioiden yhdenvertainen kilpailu.

---

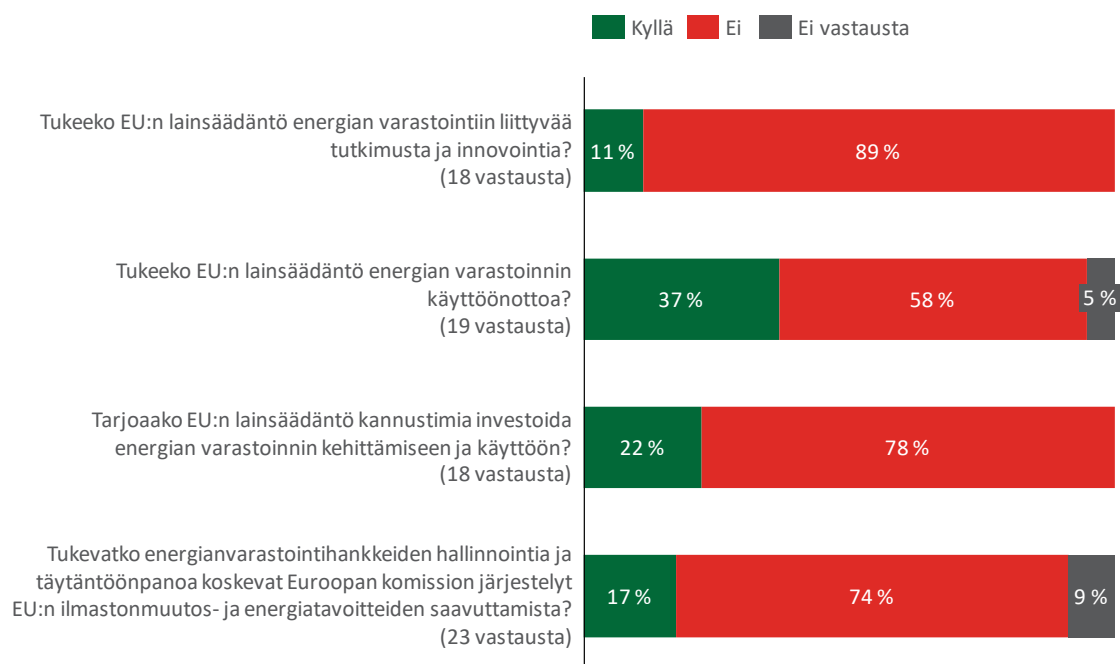
Energy Storage Technology Development Roadmap, EASE-EERA, 2017; Roadmap Battery Production Equipment, VDMA, 2016.

<sup>61</sup> Ks. komission verkkosivusto ”Puhdasta energiaa kaikille eurooppalaisille” -sädöspaketista.

**61** Sähkön sisämarkkinoita koskevan asetuksen tavoitteena on vahvistaa hyvin toimivien integroitujen sähkömarkkinoiden periaatteet, jotka mahdollistavat erityisesti kysyntäjouston ja energianvarastointipalvelujen tarjoajien syrjimättömän pääsyn markkinoille. Suhteetonta verkkoinfrastruktuuria ei pitäisi rakentaa, jos muut vaihtoehdot, kuten varastointi, tarjoavat paremman taloudellisen vaihtoehdon. Jäsenvaltioiden olisi myös tarjottava jakeluverkon haltijoille kannustimia hankkia joustopalveluja, kuten varastointipalveluja.

**62** Haastatellut sidosryhmät eivät yleisesti ottaen pitäneet nykyistä EU:n lainsäädäntöä kannustavana (ks. *kaavio 10*).

### Kaavio 10 – Sidosryhmien EU:n lainsäädännöstä antama palaute (prosenttiosuuksina)



Lähde: Euroopan tilintarkastustuomioistuimen kyselytutkimus, 2018.

### Sijoittajien kohtaamat esteet

**63** Tähän mennessä on puuttunut yhteinen sääntelytapa, minkä vuoksi jäsenvaltiot kohtelevat varastointia energiajärjestelmässä eri tavoin. Yhteisen sääntelytavan puute on myös haitannut energiavarastoja koskevien elinkelpoisten liiketoimintamallien kehittämistä. Haastatellut toivat esiin erityisesti neljä merkittävää haittatekijää, jotka ovat esteenä suuremmille yksityisen sektorin investoinneille:

- verkkomaksut
- eri palveluista saatavien tulojen yhdistäminen

- o energiavarastojen omistajuus
- o sähkön yhdistäminen muihin energiamuotoihin.

### Verkkomaksut

**64** Vuonna 2009 annetuissa nykyisissä [sähkön sisämarkkinoita koskevissa yhteisissä säännöissä](#)<sup>62</sup> edellytetään, että jäsenvaltiot soveltavat sähköverkkoon pääsyä koskevia tariffeja avoimesti ja syrjimättömästi. Säännöissä ei kuitenkaan käsitellä erikseen energian varastointia. Ainakin neljässä jäsenvaltiossa varastojen omistajien on maksettava verkkomaksut eli verkon käyttömaksut ja/tai verot kahteen otteeseen, sekä kuluttajina että tuottajina (ks. [laatikko 1](#)). Tämä on vähentänyt energian varastointiin tehtävien investointien kannattavuutta. Viisi tilintarkastustuomioistuimen haastattelemissa sidosryhmistä ilmoitti, että tällaiset kaksinkertaiset maksut ovat energian varastointia koskevien investointien este.

**65** Sähkön sisämarkkinoita koskevan EU:n asetuksen joulukuussa 2018 julkaistussa lopullisessa ehdotuksessa<sup>63</sup> todetaan, että verkonhaltijat eivät saa periä maksuja verkkoihinsa pääsystä tavalla, joka *syrjii myönteisesti tai kielteisesti energian varastointia*. Ehdotus ratkaisee varastojen omistajilta verkon käytöstä varaston lataamisen ja purkamisen yhteydessä perittäviä kaksinkertaisia verkkomaksuja koskevan ongelman. Ehdotus ei kuitenkaan kata kaksinkertaista verotusta, joka kuuluu edelleen jäsenvaltioiden toimivaltaan. Komissio tekee parhaillaan arviointia energiaverodirektiivistä<sup>64</sup>.

#### Laatikko 4 – Joidenkin energiavarastojen on maksettava kaksinkertaiset verkkomaksut

Verkkomaksuilla tarkoitetaan maksuja, jotka peritään sähköverkon käytöstä sähkön kuljettamiseen. Loppukäyttäjä maksaa verkkomaksut, mutta joissakin jäsenvaltioissa myös sähköntuottajilta peritään maksu verkon käytöstä. Lisäksi sähkönkuluttajat ja joissakin jäsenvaltioissa myös sähköntuottajat maksavat sähköveroja.

Varastoinnissa sähköverkkoa käytetään kahteen otteeseen: kun energiaa syötetään varastoon ja toistamiseen kun energiaa puretaan varastosta. Varasto ei kuitenkaan

<sup>62</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/72/EY, annettu 13 päivänä heinäkuuta 2009, sähkön sisämarkkinoita koskevista yhteisistä säännöistä ja direktiivin 2003/54/EY kumoamisesta, 25 artikla (EUVL L 211/55, 14.8.2009).

<sup>63</sup> Asetusehdotus on määrä hyväksyä vuoden 2019 ensimmäisellä puoliskolla, ja sitä on tarkoitus soveltaa tammikuusta 2020 alkaen.

<sup>64</sup> Neuvoston direktiivi 2003/96/EY, annettu 27 päivänä lokakuuta 2003, energiatuotteiden ja sähkön verotusta koskevan yhteisön kehyksen uudistamisesta (EUVL L 283/51, 31.10.2003).

ole tuottaja eikä loppukäyttäjä. Varastot eivät kuulu selvästi kumpaankaan luokkaan: osa jäsenvaltioista edellyttää, että ne maksavat verkkomaksut ja/tai sähköverot kahteen otteeseen, sekä tuottajana että kuluttajana.

Kaksinkertaiset maksut ovat vaikuttaneet sähkövarastoihin useissa jäsenvaltioissa, kuten Itävallassa, Saksassa, Suomessa ja Alankomaissa. Suomi ja Alankomaat muuttavat parhaillaan lainsäädäntöään asian korjaamiseksi.

### Eri palveluista saatavien tulojen yhdistäminen

**66** Sähkön varastoinnin lisäksi varastointiteknologiat voivat tarjota muita verkkotukipalveluja, joista ovat esimerkkeinä taajuusvaste (ks. [kohta 11](#)), jännitetuki<sup>65</sup>, kuorman säätö<sup>66</sup> tai sähkön kauppa. Siksi energian varastointiin liittyviä hankkeita voidaan rahoittaa useilla tulovirroilla<sup>67</sup>, mikä vähentää investoinnin riskejä.

**67** Joulukuussa 2018 julkaistussa versiossa ehdotuksesta direktiiviksi sähkön sisämarkkinoita koskevista yhteisistä säännöistä<sup>68</sup> todetaan, että varaston omistaviin asiakkaisiin *sovelletaan oikeutta tarjota samanaikaisesti useita palveluja, jos se on teknisesti mahdollista*. Direktiiviehdotusta sovelletaan asiakkaisiin, jotka varastoivat tiloissaan tuotettua sähköä, myyvät itse tuottamaansa sähköä tai osallistuvat joustoa koskeviin järjestelyihin, jos tällainen toiminta ei ole heidän ensisijaista kaupallista tai ammatillista toimintaansa. Direktiiviehdotuksessa ei käsitellä sellaisten yritysten tilannetta, joiden päätoimintaan kuuluu tällaisten palvelujen tarjoaminen.

### Omistus

**68** Ehdotettujen [sähkön sisämarkkinoita koskevien yhteisten sääntöjen](#) mukaan jakeluverkonhaltijat eivät saa omistaa, kehittää, hallinnoida tai käyttää energiavarastoja muutoin kuin asianmukaisesti osoitetuissa tapauksissa<sup>69</sup>, jotta säilytetään jakeluverkonhaltijoiden puolueettomuus näillä säännellyillä markkinoilla.

<sup>65</sup> Tehon syöttö verkkoon tai poisto verkosta tasaisen jännitteen säilyttämiseksi.

<sup>66</sup> Mekanismit, joilla varmistetaan, että kysyntää vastaava teho on saatavilla.

<sup>67</sup> [EASE-EERA Energy Storage Technology Development Roadmap](#), EASE-EERA, 2017; Euroopan tilintarkastustuomioistuimen tarkastuksessa energian varastointijärjestelmien haltijoilta saatu palaute.

<sup>68</sup> Direktiiviehdotus on määrä hyväksyä vuoden 2019 ensimmäisellä puoliskolla, ja sitä sovelletaan 20 päivän kuluttua sen julkaisemisesta Euroopan unionin virallisessa lehdessä.

<sup>69</sup> Esimerkiksi jos tällaisille palveluille ei ole markkinatarjontaa tai jos varaston käyttö rajoittuu jakeluverkon tehokkaan, luotettavan ja turvallisen toiminnan turvaamiseen.

Vastaavia säännöksiä sovelletaan myös siirtoverkonhaltijoihin, jotka ovat vastuussa siirtoverkon toiminnasta.

**69** Oikeusvarmuuden puute ei kannusta yksityisiä yrityksiä eikä säänneltyjä verkonhaltijoita investoimaan energiavarastoihin ennen kuin uudet säännöt on hyväksytty ja omistusoikeudet selvennetty.

### **Sähkön yhdistäminen muihin energiamuotoihin**

**70** Sähköä voidaan varastoida lämmön, vedyn tai synteettisen maakaasun muodossa. Tällaiset monialaiset energiayhdistelmät voivat auttaa tarjoamaan EU:n sähköjärjestelmälle kilpailullista joustavuutta ja siirtää alun perin sähköalalla tuotetun uusiutuvan energian osuuden muille aloille, mikä auttaa niitä irtautumaan hiilestä<sup>70</sup>. Monialaisia energiaratkaisuja alettiin säännellä EU:n lainsäädännössä vasta joulukuussa 2018.

**71** Sääntelyn puute vaikeutti myönteisen liiketoimintamallin laatimista joillekin tällaisille yhdistelmille energian varastointiin liittyvissä hankkeissa, jotka tukivat EU:n energia- ja ilmastotavoitteita.

**72** Kaksi kyselyyn osallistuneista sidosryhmistä totesi, että edellä mainitut kaksinkertaiset verkkomaksut olivat este sähkön varastoinnille jossakin toisessa energiamuodossa<sup>71</sup>. Yksi vastaajista korosti, että vihreälle vedylle ei ole käytössä sertifiointia, mikä vähentää entisestään kannustimia kyseisen kaasun tuottamiseksi. EU käsitteli vihreän vedyn sertifiointia ensimmäistä kertaa uudelleenlaaditussa [uusiutuvaa energiaa koskevassa direktiivissä](#), joka hyväksyttiin joulukuussa 2018. Tässä direktiivissä otettiin käyttöön vihreää kaasua koskevat alkuperätakuut, jotka osoittavat loppukäyttäjille, että tietty energian osuus tai määrä on tuotettu uusiutuvista lähteistä. Koska alkuperätakuilla on mahdollista käydä kauppaa, tämä saattaa lisätä vihreän kaasun taloudellista arvoa.

**73** Uudelleenlaaditussa [uusiutuvaa energiaa koskevassa direktiivissä](#) veloitetaan lisäksi jakeluverkonhaltijoita arvioimaan vähintään joka neljäs vuosi kaukolämmitys- tai

---

<sup>70</sup> EASE-EERA Energy Storage Technology Development Roadmap, EASE-EERA, 2017; Euroopan tilintarkastustuomioistuimen tarkastuksessa energian varastointijärjestelmien haltijoilta saatu palaute.

<sup>71</sup> Asiaa käsitellään myös julkaisussa [Innovative large-scale energy storage technologies and Power-to-Gas concepts after optimisation](#), Store&Go, 2017.

kaukojäähdytysjärjestelmien potentiaali tuottaa palveluja, mukaan luettuna kysyntäjousto ja uusiutuvista lähteistä tuotetun ylimääräisen energian varastointi. Ehdotuksessa [direktiiviksi sähkön sisämarkkinoita koskevista yhteisistä säännöistä](#)<sup>72</sup> edellytetään, että jäsenvaltiot helpottavat varmojen, luotettavien ja tehokkaiden sekä syrjimättömien järjestelmien toimintaa suhteessa muihin energiaverkkoihin eli kaasu- ja lämpöverkkoihin. Näiden uusien säännösten tavoitteena on vahvistaa sähkö-, lämmitys- ja kaasualojen välisiä yhteyksiä.

## Energian varastointi liikenteen tarpeisiin

### Kansalliset toimintakehykset

**74** EU:ssa on tällä hetkellä noin 160 000 julkista latauspistettä sähköajoneuvoja varten<sup>73</sup>. Komission mukaan vuoteen 2025 mennessä saatetaan tarvita kaksi miljoonaa julkista latauspistettä<sup>74</sup>. EU käsitteli sähköajoneuvojen latauspisteiden vähyyttä vuonna 2014 [vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurista annetussa direktiivissä](#)<sup>75</sup>. Direktiivin mukaan jäsenvaltiot määrittävät omat tavoitteensa latausinfrastruktuurin kehittämistä koskevissa kansallisissa toimintakehyksissä.

**75** Komission mukaan<sup>76</sup> kansalliset toimintakehykset ovat joissakin tapauksissa keskeneräisiä ja niissä on epä johdonmukaisuuksia jäsenvaltioiden välillä. Lisäksi jäsenvaltioiden määrittämät kansalliset tavoitteet ovat paljon matalampia kuin mitä komission mukaan tarvitaan vuoteen 2020 mennessä. Komissio katsoo, että

---

<sup>72</sup> Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviksi sähkön sisämarkkinoita koskevista yhteisistä säännöistä (uudelleenlaadittu), Euroopan unionin neuvosto, 5076/19, 2019, 58 artiklan d alakohta.

<sup>73</sup> Euroopan vaihtoehtoisten polttoaineiden seurantakeskus, helmikuu 2019.

<sup>74</sup> Jos oletetaan, että 7 prosenttia uusista ajoneuvoista on sähköajoneuvoja vuonna 2025. [Impact Assessment of the proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council setting emission performance standards for new passenger cars and for new light commercial vehicles](#), SWD(2017) 650 final, Euroopan komissio, 2017 (lähde: Kohti mahdollisimman laajamittaista vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöä – Toimintasuunnitelma, SWD(2017) 365 final, Euroopan komissio, 2017).

<sup>75</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/94/EU, annettu 22 päivänä lokakuuta 2014, [vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta](#) (EUVL L 307, 28.10.2014, s. 1).

<sup>76</sup> [Detailed Assessment of the National Policy Frameworks](#), Euroopan komissio, SWD(2017) 365 final Part 1.

jäsenvaltiot eivät saavuta välttämättä edes näitä kansallisia tavoitteita vuoteen 2020 mennessä. Tämä saattaa tarkoittaa, että latausinfrastruktuurin kattavuus on EU:n tasolla ja tietyissä jäsenvaltioissa riittämätön, mikä puolestaan saattaa vähentää ihmisten halua ostaa sähköajoneuvoja.

**76** Direktiivissä edellytetään, että komissio antaa kertomuksen sen täytäntöönpanosta vuoteen 2020 mennessä. Kertomuksessa olisi erityisesti arvioitava direktiivin taloudellisia ja ympäristövaikutuksia. Komissio voi sen jälkeen antaa tarvittaessa ehdotuksen direktiivin muuttamisesta.

### **Teknisten standardien yhdenmukaistaminen**

**77** EU:n julkisissa latauspisteissä on jo samanaikaisesti käytössä monentyyppisiä pistokkeita. EU:ssa kilpailee varsinkin kolme nopeaan lataukseen tarkoitettua pistokestandardia<sup>77</sup>:

- yhdistettyjen latausjärjestelmien (CCS) tyyppin 2 pistoke (noin 7 000 latauspistettä), jonka käyttöä edellytetään direktiivissä ja joka on 18 automerkin käytössä
- CHAdeMo-pistoke (noin 7 400 latauspistettä), joka on 13 automerkin käytössä
- Teslan Supercharger (noin 3 100 latauspistettä), joka on vain Tesla-autojen käytettävissä. Tesla-autot voivat käyttää muita latauspisteitä sovittimen avulla, mutta muut autot eivät voi käyttää Teslan latauspisteitä.

Jotta sähköauton käyttäjä voi käyttää useimpia tai kaikkia saatavilla olevia latausinfrastruktuureja, hänellä on nykyisellään oltava useampi kuin yksi johto, jotka maksavat satoja euroja kappale.

**78** **Vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurista annetussa direktiivissä** vahvistetaan myös tekniset eritelmät pistoketyypeille, joita voidaan käyttää lataamiseen. Tavoitteena on, että kaikki latauspisteet ovat yhteensopivia kaikkien sähköajoneuvojen kanssa. Marraskuusta 2017 alkaen kaikissa uusissa tai uusittavissa latauspisteissä on oltava vähintään yksi pistoke, joka täyttää seuraavat kansainväliset standardit: tyyppin 2 pistoke hidasta latausta ja yhdistettyjen latausjärjestelmien (CCS) tyyppin 2 pistoke nopeaa latausta varten. Direktiivissä ei anneta tiettyä määräaikaa käytössä olevien latauspisteiden pistokkeiden vaihtamiseen, jos latauspisteitä ei uusita.

---

<sup>77</sup> JRC, helmikuu 2019.

## Verkon ja liikenteen väliset yhteydet

**79** Jotta liikenne- ja sähköntoimitusaloista voidaan tehdä hiilineutraaleja, sähköajoneuvot on liitettävä tehokkaasti verkkoon<sup>78</sup>. Sähköajoneuvojen käyttäjät vaativat nopeita latausaikoja, mikä saattaa vaikuttaa verkon vakauteen. Yhdistettyjen sähköajoneuvojen akut voisivat myös hyödyntää hintavaihteluita latauskustannusten vähentämiseksi ja tarjota joustopalveluja<sup>79</sup> palauttamalla sähköä verkkoon. Suuressa mittakaavassa tämä voisi edistää merkittävästi verkon joustavuutta.

**80** Sähkön sisämarkkinoita koskevista yhteisistä säännöistä annettava direktiivi<sup>80</sup> on määrä hyväksyä vuonna 2019. Direktiivissä edellytetään, että jäsenvaltiot laativat säännöksiä, joilla helpotetaan latauspisteiden liittämistä jakeluverkkoihin. Direktiivissä valtuutetaan sähköverkonhaltijoiden ja latauspisteiden haltijoiden välinen yhteistyö ja edellytetään, että jäsenvaltiot poistavat sähköajoneuvojen latausinfrastruktuurin käyttöönoton hallinnolliset esteet.

**81** Vuoden 2006 paristo- ja akkudirektiivissä<sup>81</sup> edellytetään, että paristojen ja akkujen tuottajat rahoittavat käytettyjen paristojen ja akkujen keräyksestä ja kierrätyksestä aiheutuneet nettokustannukset. Käytännössä tämä tarkoittaa, että tuottajien on maksettava kansallisiin keräysjärjestelmiin kierrätysmaksu paristoista ja akuista, jotka he saattavat markkinoille. Sähköajoneuvojen käytetyt akut voidaan käyttää uudelleen kokoamalla ne suuriksi akkuyksiköiksi, joita käytetään verkonhallintatoimissa. Käytetyt paristot ja akut luokitellaan paristo- ja akkudirektiivissä kuitenkin jätteeksi. Sekä alkuperäisten paristojen ja akkujen tuottajien että käytettyjä paristoja ja akkuja uudelleen kokoavien yritysten on maksettava kierrätysmaksut riippumatta siitä, käytetäänkö paristoja ja akkuja uudelleen eri yhteydessä. Komissio on jo toteuttanut toimia tunnistaakseen tämän tyyppisen

---

<sup>78</sup> Vehicle-Grid Integration. A global overview of opportunities and issues, University of California Berkeley National Laboratory, kesäkuu 2017; [Integration of electric vehicles in smart grid: A review on vehicle to grid technologies and optimization techniques](#), Kang Miao Tan Vigna, K. Ramachandaramurthy, Jia Ying Yong, [Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 53](#), tammikuu 2016.

<sup>79</sup> Akuista voitaisiin esimerkiksi palauttaa sähköä verkkoon kysyntähuippujen aikana ja sähköä voitaisiin varastoida akkuihin, kun kysyntä on vähäistä.

<sup>80</sup> [Direktiivi sähkön sisämarkkinoita koskevista yhteisistä säännöistä \(uudelleenlaadittu\)](#), Euroopan komissio, Euroopan unionin neuvosto, 5076/19, 2019.

<sup>81</sup> [Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/66/EY, annettu 6 päivänä syyskuuta 2006, paristoista ja akuista sekä käytetyistä paristoista ja akuista ja direktiivin 91/157/ETY kumoamisesta.](#)

kierrätyksen mahdolliset sääntelylliset esteet, jotta se voi mahdollisesti muuttaa lainsäädäntöä. Komissio aikoo julkaista arvioinnin EU:n paristo- ja akkudirektiivistä vuoden 2019 ensimmäisen neljänneksen aikana.

# Johtopäätökset

**82** Energian varastointi on välttämätöntä, jotta voidaan siirtyä vähähiiliseen, uusiutuviin energialähteisiin perustuvaan energiajärjestelmään ja saavuttaa EU:n ilmasto- ja energiatarvitteet. Tässä aihekohtaisessa katsauksessa tilintarkastustuomioistuin on käsitellyt seitsemää päähaastetta, jotka liittyvät energian varastointitekniikoiden kehittämistä ja käyttöönottoa koskevaan EU:n tukeen. Komissio on aloittanut näihin haasteisiin vastaamisen esimerkiksi ”Puhdasta energiaa kaikille eurooppalaisille” -säästöpakettissa ja EU:n akkualan yhteenliittymällä.

## 1. Johdonmukaisen EU:n strategian varmistaminen

- EU kehittää litiumioniakkujen valmistuskapasiteettia myöhemmin kuin maailman muut johtavat alueet, joten kilpailuedun saavuttaminen voi olla vaikeaa.

## 2. Sidosryhmien tuen lisääminen

- Osa sidosryhmistä on edelleen huolissaan EU:n strategiakehyksestä erityisesti teknologiavalintojen osalta.

## 3. EU:n tutkimusrahoituksen monimutkaisuuden vähentäminen

- Horisontti 2020 -puiteohjelmassa toteutettuja yksinkertaistamistoimia vahvistetaan seuraavassa puiteohjelmassa.

## 4. Tehokkaampi energian varastointitekniikoihin liittyvän tutkimuksen ja innovoinnin tukeminen edellyttää, että

- löydetään tapoja lisätä asiaan liittyvien tutkimushankkeiden menestystä.

## 5. Energian varastointitekniikoiden käyttöönotto

- Torjutaan riski, että innovatiivisten energian varastointiratkaisujen käyttöönottoon ja markkinoille saattamiseen kannustavat mekanismit eivät ole käytännössä riittäviä.

## 6. Sijoittajien kohtaamien esteiden poistaminen

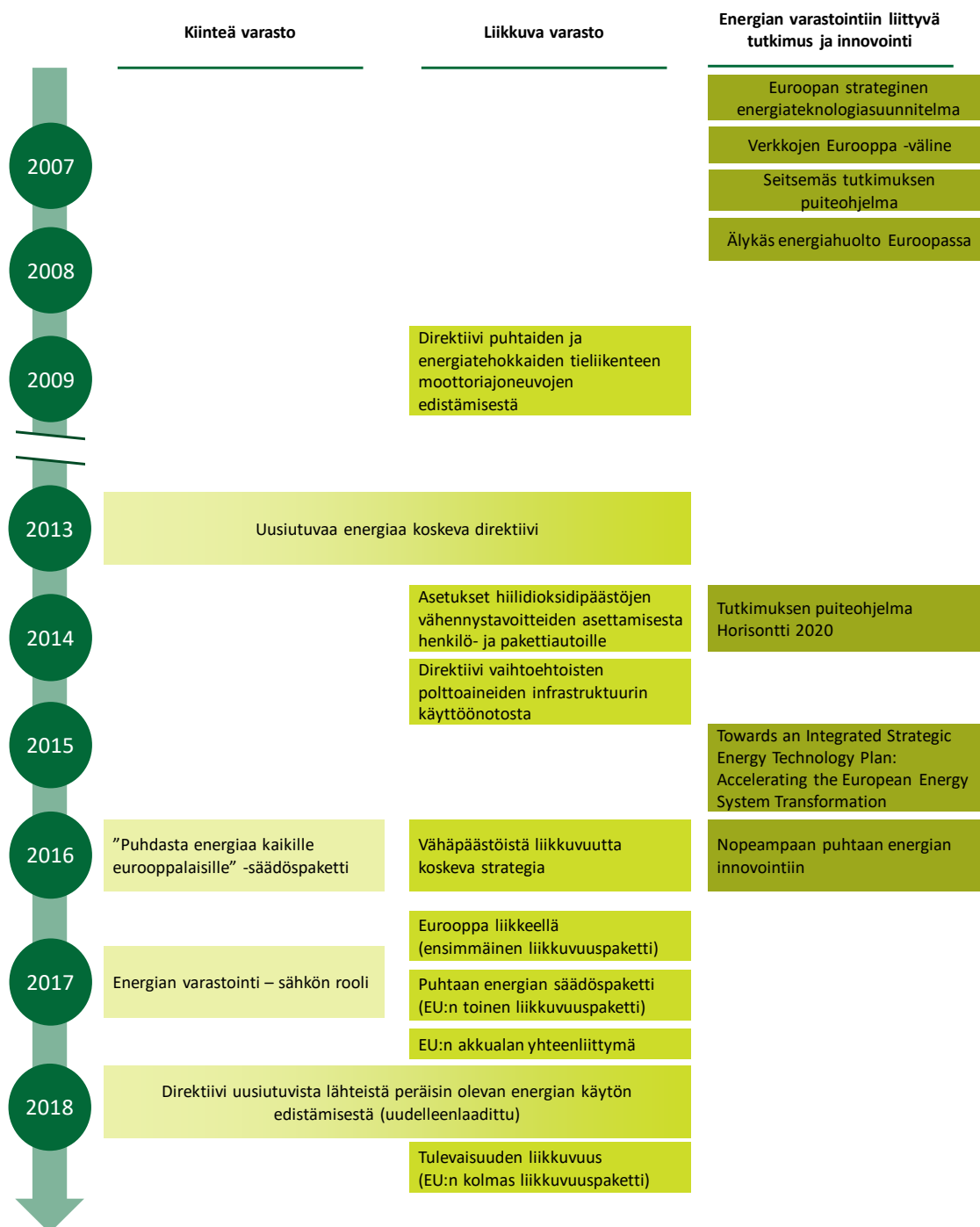
- Yksityisen sektorin kannustaminen investoimaan energiavarastoihin riippuu EU:n uuden sähkölainsäädännön relevanttien osien täysimääräisestä ja tehokkaasta täytäntöönpanosta.

## 7. Vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin kehittäminen

- Riittävän ja helppokäyttöisen latausinfrastruktuurin kehittämistä koskevat kansalliset toimintakehykset ovat erittäin tärkeitä, jotta voidaan tukea energiakäännettä vähähiiliseen energiajärjestelmään.

# Liite I

## Yleiskatsaus energian varastointia koskevan EU:n tuen päävaiheista



Lähde: Euroopan tilintarkastustuomioistuin.

# Liite II

## Yleiskatsaus tärkeimmistä energian varastointiteknologioista

### Käyttökohteet – selite

	<b>Verkkotukipalvelut</b>		<b>Päivittäinen varastointi</b>		<b>Maantieliikenne</b>
	<b>Kotitaloudet</b>		<b>Kausivarastointi</b>		<b>Ilmailu/merenkulku</b>

Teknologia	Kuvaus	Käyttökohteet
------------	--------	---------------

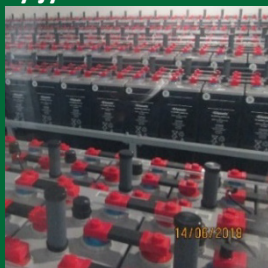
#### Vesipumppu



Kussakin vesipumppuvoimalaitoksessa on kaksi eri korkeuksilla sijaitsevaa vesiallasta. Energiaa varastoidaan tai vapautetaan siirtämällä vettä altaiden välillä. Kun energiaa vapautetaan, vesi kuljetetaan turbiinien läpi ylemmästä vesialtaasta, mikä tuottaa sähköä. Kun energiaa varastoidaan, samat turbiinit pumppaavat vettä ylös altaaseen. Vesipumppuvoimalaitosten osuus koko maailman sähkönvarastointikapasiteetista on 85 prosenttia. Euroopassa on vieläkin paikkoja, joiden maantiede soveltuu näihin laitoksiin. Vesipumppuvoimalaitokset on suunniteltu suuren kokoluokan sähkövarastoiksi, koska niiden energianvarastointikapasiteetti vaihtelee 100 MW:n (pienet laitokset) ja 3 000 MW:n välillä. Euroopassa voimalaitoksen keskikapasiteetti on noin 300 MW. Näin ollen uudet laitokset voivat maksaa noin miljardi euroa.



#### Lyijyakut



Lyijyaku on yleisin uudelleenladattava akkumalli. Lyijyakuja on käytetty laajalti perinteisissä polttomoottoriajoneuvoissa, mutta niitä ei käytetä laajalti sähköajoneuvojen voimanlähteenä. Ne ovat halvempia kuin litiumioniakut. Lyijyakkujen suurimpia haittoja ovat niiden matala hyötysuhde ja lyhyt elinikä verrattuna muihin akkuihin. EU:ssa 99 prosenttia lyijypohjaisista käynnistysakuista kierrätetään. Kehitteillä on edistyneempiä lyijyakuja.



### Litiumioniakut



Sähköajoneuvojen yleisin voimanlähde on litiumioniakku. Litiumioniakkujen energia- ja tehotiheydet ovat koko ajan suurempia. Akuista on monia versioita, joissa käytetään eri elektrodeja ja elektrolyyttejä. Joihinkin elektrodimateriaaleihin tarvitaan kalliita tai rajallisia luonnonvaroja, kuten kobolttia. Litiumioniakut ovat tällä hetkellä kalliimpia kuin lyijyakut, mutta niiden kustannukset pienenevät nopeasti.



### Redoksivirtausakut



Redoksivirtausakuissa on kaksi elektrolyyttisäiliötä. Toisessa niistä on positiivinen varaus ja toisessa negatiivinen varaus. Säiliöitä erottavat elektrodit ja kalvo. Säiliöiden välinen kemiallisen hapetustason ero saa ionit ja sähkön virtaamaan kalvoa pitkin. Tämä akkutyyppe on suunniteltu suuren kokoluokan sähkövarastoksi. Redoksivirtausakku voi varastoida suuria energiamääriä tehokkaammin kuin monet muut teknologiat. Akun kapasiteetin lisäämiseksi laitokset voivat lisätä enemmän halpaa elektrolyyttiä. Virtausakkujen elinikä on pidempi kuin monien muiden akkumallien elinikä, mutta niiden energiatiheys on pienempi.



### Natrium-rikkiakut



Natrium-rikkiakkuja on ollut käytössä sähköverkoissa 20 vuotta. Suurin osa laitoksista on kooltaan 1–10 MW. Natrium-rikkiakkujen käyttölämpötila on 300–350 celsiusastetta, joten ne eivät sovellu kotitalouksien käyttökohteisiin.



### Superkondensaattori



Superkondensaattori koostuu kahdesta sähköä johtavan materiaalien kerroksesta, joiden välissä on eristemateriaali. Sähkö varastoidaan lisäämällä johtavien kerrosten välistä sähkövarausta. Superkondensaattorit soveltuvat lyhytaikaiseen energian varastointiin, sillä ne sitovat ja vapauttavat suuria tehomääriä hyvin nopeasti. Niiden huoltotarve on vähäinen. Superkondensaattoreita käytetään verkkopalvelujen tarjonnassa sekä osana autojen jarrutus- ja kiihdytysjärjestelmiä.



### Vauhtipyörä



Sähkömoottori pyörittää roottoria erittäin nopealla vauhdilla, jopa noin 100 000 kierrosta minuutissa. Energia otetaan käyttöön hidastamalla roottoria. Vauhtipyörät soveltuvat parhaiten lyhytaikaiseen suuritehoiseen varastointiin. Ne ovat ihanteellisia verkkopalveluissa, joissa tarvitaan erittäin nopeaa vasteaikaa. Niitä käytetään myös liikenteessä tarjoamaan lyhyitä energiapurkauksia. Vauhtipyörä ei voi käyttää keskipitkän tai pitkän aikavälin varastointiin, koska noin 15 prosenttia varastoidusta energiasta häviää tunnin kuluttua.



### Polttokenno/ elektrolyysilaitte



Polttokennot muuntavat vedyn sähköksi aiheuttamalla vedyn ja ilmassa olevan hapen välisen reaktion. Ne voivat toimia myös elektrolyysilaitteina, joissa veden hajottamiseen käytetään sähköä. Polttokennot ovat yksi sähkö-kaasu-muuntamisen perusteknologioista: vety voidaan varastoida kuukausiksi, syöttää kaasuverkkoon tai muuntaa maakaasuksi. Polttokennot ovat pikemminkin energian muuntamisteknologia kuin energian varastointiteknologia, mutta niiden ansiosta sähköä voidaan varastoida kaasuna.



### Paineilma



Energian paineilma-varastoinnissa hyödynnetään maanalaisia varastoja. Kun energiaa varastoidaan, ilma paineistetaan ja se voidaan varastoida paineistettuna maan alle kuukausiksi. Kun sähköä halutaan taas tuottaa, ilma vapautetaan ja sen paineistus poistetaan turbiinissa. Matalahyötysuhteisia malleja on ollut käytössä 1970-luvulta lähtien. Kehitteillä on korkeahyötysuhteisia malleja, jotka voisivat varastoida myös paineistamisen aikana vapautuvan lämmön.



### Nesteilma



Energian varastoinnissa nesteilmaksi sähkön varastointiin käytetään jäähdytysprosessia. Ilmaa viilennetään, kunnes se nesteytyy. Tämän jälkeen nesteilma varastoidaan eristettyyn säiliöön. Käänteisen prosessin aikaansaamiseksi ja sähkön tuottamiseksi ilman annetaan laajentua ja liikuttaa turbiinia. Energian varastointi nesteilmaksi on halpa varastointitapa, koska laitosten rakentamisessa käytetään teollisuuden standardikomponentteja. Käytössä on vain muutama täyskokoinen laitos. Nesteilmavarastoinnin suurin haittapuoli on sen matala hyötysuhde, joka jää alle 50 prosenttiin, kun taas akkujen hyötysuhde on 75–90 prosenttia.



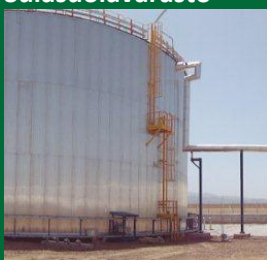
### Lämpövarasto



Kotitalouksien sähköisiä lämminvesivaraajia voidaan käyttää varastointilaitteena: lämpö voidaan varastoida eristettyyn vesisäiliöön, jolloin kotitaloudet voivat varastoida energiaa joitakin tunteja. Kylmävarastointi jäädytetyn veden tai jään avulla on myös mahdollista. Vaihtoehtoisesti kiinteää olomuotoa hyödyntävässä lämmön varastoinnissa tiilillä täytetyt patterit lämmitetään käyttämällä halpaa sähköä. Lämpöä vapautetaan myöhemmin tarpeen mukaan. Lämmön varastoinnissa maahan lämpö varastoidaan maan alle porareikään liitetyn lämpöpumpun avulla. Tämä soveltuu kausittaiseen suuren kokoluokan varastointiin.



### Sulasuolavarasto



Tässä lämpövarastoinnin muodossa sähköä tai aurinkoenergiaa käytetään lämmittämään säiliötä, joka on täynnä sulasuolaa. Varastointiväline kuumenee niin paljon, että se synnyttää höyryä, jolloin varastoidusta lämmöstä voidaan tuottaa sähköä höyryturbiinien avulla. Keskittävään aurinkoenergiaan yhdistettynä tämä tarjoaa keinon aurinkosähkön päivittäiseen varastointiin. Sulasuolavarastojen osuus koko maailman lämmönvarastointikapasiteetista on tällä hetkellä 75 prosenttia.



Kuvien lähteet järjestyksessä: ENGIE/Electric Mountain; Euroopan tilintarkastustuomioistuin; Euroopan tilintarkastustuomioistuin, VoltStorage GmbH; NGK Insulators, LTD; Maxwell Technologies; Euroopan tilintarkastustuomioistuin; Laurent Chamussy, 2010; Euroopan unioni; RWE; Highview Power; Rotex Heating Systems GmbH; Marquesado Solar.

## Sanasto

**Akku:** Akku on laite, joka varastoi sähköenergian kemiallisen energian muotoon ja muuttaa kyseisen energian sähköksi. Akussa on tavallisesti kolme osaa: kaksi elektrodia ja niiden välinen elektrolyytti. Kun ladattu akku liitetään virtapiiriin, varautuneet ionit liikkuvat elektrodien välillä elektrolyytin kautta. Tämä varausten siirto tuottaa sähköä virtapiirissä. Akkujärjestelmät koostuvat akkuyksiköistä. Akkuyksiköt koostuvat kennoista. Kennot sisältävät elektrolyytin ja elektrodit, jotka varastoivat kemiallisen energian.

**Demonstrointi:** Validointitoimi, jossa teknologian osoitetaan olevan teknisesti ja/tai taloudellisesti elinkelpoinen. Tuotteet voidaan demonstroida laboratorioissa tai reaali maailman ympäristössä laajamittaisesti tai lähes täydessä mittakaavassa.

**Energian varastointi:** Energiämäärän käytön lykkääminen energian tuottamishetkestä myöhempään kulutusajankohtaan joko lopullisessa energiamuodossa tai muunnettuna toiseksi energiantantajaksi.

**Horisontti 2020:** EU:n tutkimuksen ja innovoinnin puiteohjelma (2014–2020).

**Jakeluverkon haltija:** Jakeluverkon haltijat vastaavat energian jakeluverkkojen hallinnoinnista (ja toisinaan omistavat ne). Jakeluverkon haltijat toimivat säännellyillä markkinoilla.

**Kasvihuonekaasut:** Kaasuja, jotka toimivat ilmakehässä vaipan tavoin pidättäen lämpöä ja lämmittäen näin Maan pintaa. Syntyy ns. kasvihuoneilmiö. Tärkeimmät kasvihuonekaasut ovat hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>), metaani (CH<sub>4</sub>), dityppioksidi (N<sub>2</sub>O) ja fluorikaasut eli F-kaasut (HFC- ja PFC-yhdisteet, rikkiheksafluoridi (SF<sub>6</sub>) ja typpitrifluoridi (NF<sub>3</sub>)).

**Käyttöönotto:** Toimi, jolla uusi teknologia tai palvelu asetetaan saataville markkinoilla.

**Polttokenno:** Laite, joka tuottaa sähköä vedyn ja hapen sähkökemiallisella reaktiolla.

**Siirtoverkonhaltijat:** Siirtoverkonhaltijat ovat vastuussa sähkönsiirrosta kansallisella tai alueellisella tasolla. Siirtoverkonhaltijoiden toiminta on riippumatonta muista sähkömarkkinoiden toimijoista, kuten energiantuottajista.

**Uusiutuva energia:** Uusiutuvista energialähteistä saatava energia. Uusiutuvat energialähteet palautuvat itsestään ihmiselämän aikana. Niitä ovat esimerkiksi auringonvalo, tuuli, biomassa ja maalämpö.

**Vaihtelevat energialähteet:** Vaihteleviksi energialähteiksi kutsutaan energialähteitä, joiden avulla ei voida tuottaa energiaa yhtäjaksoisesti ja joita ei voida suoraan säädellä. Esimerkiksi tuulivoimaloilla ei voida tuottaa energiaa tyyneellä säällä eivätkä aurinkopaneelit tuota energiaa yöllä.

## Lyhenteet

**APAC:** Aasian ja Tyynenmeren alue. Alueeseen kuuluu 53 valtiota Itä-Aasiasta, Etelä-Aasiasta, Kaakkois-Aasiasta, Pohjois-Aasiasta ja Oseaniasta.

**EIP:** Euroopan investointipankki.

**EIT:** Euroopan innovaatio- ja teknologiainstituutti

**JRC:** Yhteinen tutkimuskeskus.

**Pk-yritykset:** Pienet ja keskisuuret yritykset.

**SET-suunnitelma:** Euroopan strateginen energiateknologiasuunnitelma.

## Tilintarkastustuomioistuimen työryhmä

Tämän aihekohtaisen katsauksen laati tilintarkastustuomioistuimen I tarkastusjaosto, jonka erikoisalana on luonnonvarojen kestävä käyttö. Tarkastusjaoston puheenjohtaja on Euroopan tilintarkastustuomioistuimen jäsen Nikolaos Milionis. Katsaus laadittiin tilintarkastustuomioistuimen jäsenen Phil Wynn Owenin johdolla, ja työhön osallistuivat kabinettipäällikkö Gareth Roberts ja kabinettiavustaja Olivier Prigent, toimialapäällikkö Richard Hardy, tehtävävastaava Krzysztof Zalega, apulaistehtävävastaava Lorenzo Pirelli sekä tarkastajat Ingrid Ciabatti, Gyula Szegedi, Zeinab Drabu, Catherine Hayes ja Alessandro Canalis. Kielellisissä kysymyksissä avusti Richard Moore.



*Vasemmalta oikealle:* Ingrid Ciabatti, Phil Wynn Owen, Olivier Prigent, Lorenzo Pirelli, Krzysztof Zalega, Alessandro Canalis, Zeinab Drabu, Richard Moore, Richard Hardy, Gareth Roberts, Gyula Szegedi ja Catherine Hayes.

Jotta EU voi vähentää kasvihuonekaasupäästöjään, sen on siirryttävä nykyisestä fossiilisiin polttoaineisiin perustuvasta energijärjestelmästä vähähiiliseen, enimmäkseen uusiutuviin energialähteisiin perustuvaan energijärjestelmään. Energiakäänteen helpottamiseksi energian varastointia on lisättävä sekä sähköverkon että liikenteen tarpeisiin. Tässä aihekohtaisessa katsauksessa esitellään energian varastoinnin kehittämisen päähaasteet EU:ssa.

Tilintarkastustuomioistuimen analyysi perustuu asiakirjoihin perehtymiseen, energian varastointiin liittyviin tutkimushankkeisiin tehtyihin tarkastuskäynteihin, komission ja energian varastoinnin alalla toimivien sidosryhmien haastatteluihin, tilintarkastustuomioistuimen aiempiin tarkastuksiin ja aihekohtaisiin katsauksiin sekä energian varastointiin liittyvien teknologioiden ja markkinoiden asiantuntijan kuulemiseen.

Tilintarkastustuomioistuin havaitsi kolmenlaisia haasteita:

- i) energian varastointia koskevan strategian laatiminen,
- ii) tutkimuksen ja innovoinnin tehokas hyödyntäminen ja
- iii) kannustavan lainsäädäntökehyksen laatiminen.



EUROOPAN  
TILINTARKASTUS  
TUOMIOISTUIN



Julkaisutoimisto

EUROOPAN TILINTARKASTUSTUOMIOISTUIN  
12, rue Alcide De Gasperi  
1615 Luxemburg  
LUXEMBURG

Puh. +352 4398-1

Tiedustelut: [eca.europa.eu/fi/Pages/ContactForm.aspx](https://eca.europa.eu/fi/Pages/ContactForm.aspx)

Verkkosivut: [eca.europa.eu](https://eca.europa.eu)

Twitter: @EUAuditors

© Euroopan unioni, 2019.

Euroopan unionin tekijänoikeuden piiriin kuulumattomien kuvien tai muun materiaalin käyttöön tai jäljentämiseen on pyydetty lupa suoraan tekijänoikeuden haltijoilta.

Kansilehti: ©Euroopan unioni / valokuvaaja: Robert Meerding / Lähde: Euroopan komissio, audiovisuaalinen palvelu