



Energiaverkkojen rooli energiamurroksessa

Tiekartta vuoteen 2035

AFRY MANAGEMENT CONSULTING OY

Ilmastotavoitteiden saavuttaminen edellyttää merkittäviä investointeja nykyisiin ja uusiin energiaverkkoihin



Muutos on valtava, kun suomalaisesta ja eurooppalaisesta energiajärjestelmästä tehdään hiilineutraali. Energian tuotannossa ja käytössä on paljon kehittyvää teknologiaa, kuten tuulivoimaa, aurinkoenergiaa, lämpöpumppuja ja sähköautoja. Kiinnostavana esimerkki uudesta on vetytalous. Muutos on mahdollisuus investoijille ja asiakkaille.

Energiamurroksen edetessä tulee eteen uusia haasteita. Valtaosa sähköntuotannon kasvusta on sääoloista ja vuorokaudenajasta riippuvaa. Miten kulutuksen ja tuotannon tasapaino hoidetaan? Vastaus tähän on sähkö-, lämpö- ja kaasujärjestelmien yhteistoiminta, eli yhdyskuntien, teollisuuden ja liikenteen energiavirtojen vuorovaikutus. Ilman sitä ilmastoneutraalius on vaikeaa ja kallista saavuttaa.

Onnistuaksemme tarvitsemme tulevaisuuden järjestelmän alustaksi energiainfrastruktuurin. Lähtökohdat ovat hyvät: meillä on kaukolämpöverkot kaikissa taajamissa, vahvat ja kehittyvät sähköverkot sekä hyvää kaasuinfraa. Myös digitalisaatio on edennyt.

Vaikka verkkojen rooli on ilmeinen, juuri kukaan ei energiakeskustelussa tai päätöksenteossa ole kiinnittänyt huomiota verkkoihin. Verkkoihin tulee investoida merkittävästi, jotta energiamuunnokset, energiavarastot, vetytalous sekä luotettava sähkö kaikille saadaan toteutettua.

Päätimme tehdä tiekartan siitä, mikä on verkkojen kehittyvä rooli ja miten eri verkkojen kehittämisen edellytyksistä voitaisiin pitää huoli. Lopulta verkkojen ylläpitäminen ja rakentaminen ovat liiketoimintaa, jonka tulisi olla kannattavaa.

Tarvitsimme Energiainfran rooli energiaturroksessa –hankkeeseen kaikkien osapuolien näkökulmia ja osaamista. Onnistuimme saamaan sidosryhmiä laajasti mukaan työhön. Kiitän kaikkia osallistujia ja konsulttina toiminutta AFRYä arvokkaasta työstä. Tiekartta kirkasti energiaverkkojen ensiarvoisen tärkeän ja mahdollistavan roolin. Meillä on nyt kokonaisempi näkymä siitä, että ilmastoneutraali energia on mahdollinen ja kustannustehokkaasti toteutettavissa. Kunhan vain kehitämme sen edellyttämää infrastruktuuria.

- Jukka Leskelä, Energiateollisuus ry:n toimitusjohtaja



TOTEUTUS

Miksi energiaverkoille tarvitaan yhteinen tiekartta?

Energiaverkkojen tiekartta vuoteen 2035 luo sähkö-, lämpö- kaasu- ja vetyverkkojen kokonaisuudelle pitkän aikavälin vision ja tavoitteet, jotka pohjautuvat toimialan yhteiseen näkemykseen tulevaisuudesta.

Samalla tiekartta tuottaa selkeän kuvan energiaverkkojen merkittävästä roolista uudessa energiajärjestelmässä, sekä konkreettisen toimenpidesuunnitelman tämän roolin täyttämiseksi.



TOTEUTUS

Millaisia tavoitteita projektille asetettiin?

- Energiateollisuuden energiaverkkojen roolia energiamurroksessa käsittelevä tiekartta pohjaa energiatoimialan yhteiseen näkemykseen tulevaisuudesta.
- Tulevaisuutta tarkastellaan erityisesti sähkö-, lämpö-, kaasu- ja vetyverkkojen sekä nämä kaikki verkot yhdistävästä sektori-integraation näkökulmasta.
- Tiekarttaprojektissa haluttiin sitouttaa Energiateollisuus ry:n (ET) jäsenistö ja eri sidosryhmät yhdessä kehittämään energiajärjestelmää kokonaisuutena niin, että se vastaa optimaalisesti tulevaisuuden haasteisiin.
- Lisäksi projektin tavoitteena on saada poliittiset päättäjät ja yhteiskunnalliset vaikuttajat sekä media ymmärtämään nykyistä paremmin energiaverkkojen merkitys energiamurroksen mahdollistajana.



Miten tiekarttatyö toteutettiin?

- Hieman yli puoli vuotta kestäneen projektin aikana sidosryhmiä aktivoitiin osallistumaan työhön seminaarin sekä neljän fasilitoidun työpajan ja kyselyn avulla.
- Energiategollisuus ry:n perustama ohjausryhmä ohjasi ja kommentoi työtä sen edetessä. Prosessin fasilitoinnista ja projektin tulosten raportoinnista vastasi AFRY Management Consulting.
- Tiekartan lähtökohtana oli laaja tarkastelu toimintaympäristön muutosajureista.
- Suuntaa haettiin kuvaamalla neljä vaihtoehtoista tulevaisuudenkuvaa eli skenaariota. Näihin liittyviä haasteita ja mahdollisuuksia kartoittamalla valittiin tavoiteltava kehityspolku sekä visio.
- Työpajojen ja kyselyn avulla sidosryhmiltä kerättiin ajatuksia vision toteuttamisen edellytyksistä ja ehdotuksia toimenpiteiksi. Toimenpiteille mietittiin myös keskeisimpiä toteuttajatahoja.
- Viimeisessä työpajassa osallistujat valitsivat tärkeimmät toimenpiteet ja sijoittivat ne aikajanelle. Osalla toimenpiteistä on tarkempi aikataulu, mutta osa toimenpiteistä on jatkuvia.
- Sidosryhmien näkemys on, että laajalle yhteistyölle ja määrätietoiselle toiminnalle on välitön tarve. Tämän tulee kuitenkin jatkua koko kuluvan vuosikymmenen ajan, jotta tulevaisuuden verkkojen edellytykset saadaan kuntoon ja investoinnit etenemään energiamurroksen vaatimalla nopeudella.

Työhön osallistui verkkoyhtiöiden, palveluntarjoajien, markkinatoimijoiden, asiakkaiden, etujärjestöjen ja viranomaisten edustajia sekä muita päättäjiä

105

seminaariosallistujaa

86

työpajaosallistujaa

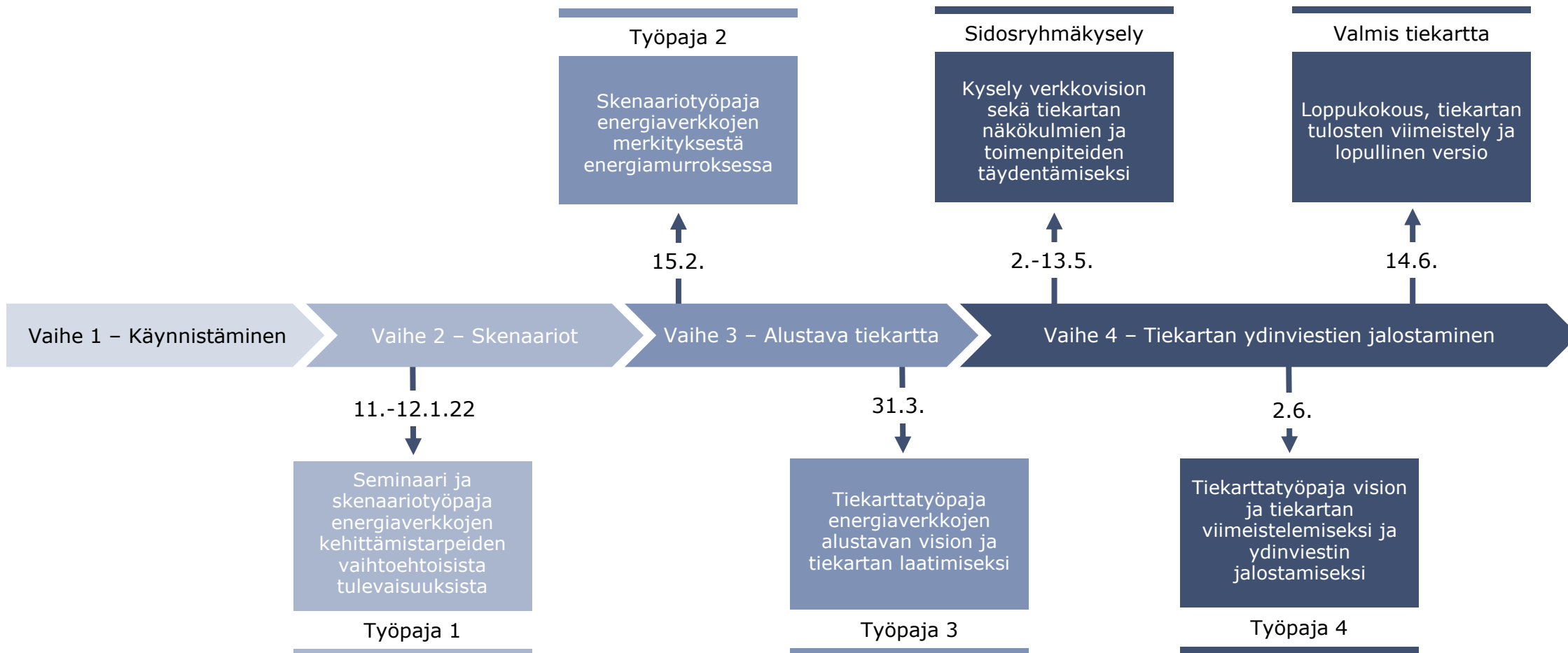
68

kyselytutkimus-vastausta

70

toimenpide-ehdotusta

Toimialan näkemykseen pohjautuva tiekartta energiaverkkojen roolista tulevaisuuden energiajärjestelmässä syntyi työpajojen ja kyselyn tuloksena



VISIO

Energiaverkot ovat osa yhteiskunnan kriittistä infrastruktuuria...

Vuoden 2035 energiaverkot yhdistävät asiakkaat hiilineutraaliin energiaan ja tuovat investoinnit Suomeen.

Asiakkaan on helppo valita omat tapansa käyttää ja tuottaa puhdasta sähköä, lämpöä, vetyä ja muita kaasuja joustavasti ja kestävästi.

Vahvat verkot ovat perusta kilpailukyiselle ja vakaalle yhteiskunnalle sekä tehokkaille energiamarkkinoille.

PÄÄVIESTIT

... jota täytyy kehittää energiamurroksen mahdollistamiseksi

- 1 Ilmastotavoitteiden saavuttaminen edellyttää merkittäviä investointeja nykyisiin ja uusiin energiaverkkoihin.
- 2 Vahvat sähkö-, lämpö-, kaasu- ja vetyverkot mahdollistavat Suomen vihreän kasvun, uudet teollisuusalat ja kestävän viennin.
- 3 Toimivat markkinat ja toimitusvarma energiajärjestelmä tuovat turvaa.
- 4 Sähkö-, lämpö-, kaasu- ja vetyverkkojen tiivis yhteistyö lisää energiajärjestelmän joustavuutta ja kustannustehokkuutta.
- 5 Energiaverkot palvelevat asiakasta kestävästi, edullisesti ja luotettavasti.

PÄÄVIESTIT

Ilmastotavoitteiden saavuttaminen edellyttää merkittäviä investointeja nykyisiin ja uusiin energiaverkkoihin



1

Hiilineutraali Suomi vuoteen 2035 mennessä edellyttää merkittäviä investointeja. Yhteiskunnan voimakas sähköistyminen tuo huomattavia muutoksia esimerkiksi teollisuuden prosesseihin sekä kotitalouksien ja liikenteen energiaratkaisuihin. Energiaverkkojen rooli korostuu sähkönkäytön ja uusiutuvan energian tuotannon lisääntyessä.

2

Investoinnit verkkoihin on suunniteltava ja toteutettava etupainotteisesti huomioiden energiamurroksen edellyttämä valtava puhtaan sähkön käytön ja tuotannon kasvu sekä tarve uudentyyppiselle joustavuudelle. Toimitusvarmuuden lisäksi investoinneilla lisätään verkkoon älykkyyttä ja kapasiteettia.

3

4

5

PÄÄVIESTIT

Vahvat sähkö-, lämpö-, kaasu- ja vetyverkot mahdollistavat Suomen vihreän kasvun, uudet teollisuusalat ja kestävä viennin

1

Energiaverkot mahdollistavat kestävä, vihreään liiketoimintaan perustuvan kasvun. Panostamalla yhteiskunnan laajamittaiseen sähköistämiseen, sektoreiden välisen integraatioon ja TKI-toimintaan, vähähiilisestä liiketoiminnasta tulee Suomen talouden veturi.

3

Suomalaisyriyten tarjoamien vähähiilisten tuotteiden ja palveluiden eli hiilikädenjäljen merkitys kasvaa maailmanlaajuisten ilmastotavoitteiden saavuttamisessa. Suomella on potentiaalia korkean jalostusasteen tuotteita valmistavan ja hiilineutraaliin tuotantoon perustuvan vientiteollisuuden kasvattamiseen.

4

5

PÄÄVIESTIT

Toimivat markkinat ja toimitusvarma energiajärjestelmä tuovat turvaa

1

Hiilineutraalin energian tuottaminen, sektori-integraatio, energiatehokkuuden kasvattaminen, toimivat energiamarkkinat sekä varastojen ja kulutusjoustojen kehittäminen takaavat riittävän omavaraisuuden osana eurooppalaista järjestelmää, sekä huolto- ja toimitusvarman energian.

2



3

Geopoliittinen epävarmuus vaatii entistä nopeampaa energiamurrosta sekä asettaa paineita energian hinnalle, huoltovarmuudelle ja fossiilisen energian tuonnin vähentämiselle. Tarve tietoturvaan ja kyberturvallisuuteen liittyville panostuksille lisääntyy.

4

Joustava energiajärjestelmä tarjoaa toimitusvarman energian sekä energiapalvelut kaikille energiaverkkojen asiakkaille.

5

PÄÄVIESTIT

Sähkö-, lämpö-, kaasu- ja vetyverkkojen tiivis yhteistyö lisää energiajärjestelmän joustavuutta ja kustannustehokkuutta

1

Sähkö-, lämpö-, vety- ja kaasuverkot yhdistävät tuottajat, energiajärjestelmän tarvitsemat joustavat resurssit ja kuluttajat avoimille energiamarkkinoille, joilla hyödynnetään edullisimmat tuotanto- ja joustomuodot.

2

Sektoreiden välisessä kytkeytymisessä verkot toimivat sekä varastona että energiamuunnosten mahdollistajana:

3

Älykäs ja vahva sähköverkko mahdollistaa yhteiskunnan sähköistymisen mm. liikenteessä, teollisuudessa ja lämmityksessä.

4

Sähköistyvä lämmitysjärjestelmä hyödyntää hukka- ja ympäristölämpöjä kierrättäen energiaa lämpöverkoissa.

5

Kaasu- ja vetyverkot luovat uusia mahdollisuuksia vihreään siirtymään ja kilpaillun vetymarkkinan syntymiseen.



PÄÄVIESTIT

Energiaverkot palvelevat asiakasta kestävästi, edullisesti ja luotettavasti

1

Verkot tarjoavat asiakkaille luotettavan pääsyn energiajärjestelmään ja luovat markkina-alustan uusille palveluille ja datan hyödyntämiselle.

2

Asiakkaat hyötyvät kustannustehokkaista ja varmoista energiapalveluista sekä energiajärjestelmän joustavuudesta. Älykkäillä ratkaisuilla optimoidaan energian kokonaistehokasta käyttöä.

3

Asiakkaat voivat tuottaa uusiutuvaa energiaa ja hallita omaa kulutustaan, sekä hyödyntää sähköisen liikkumisen mahdollisuuksia kattavasti ympäri Suomea.

4

Energiaverkot toimivat reiluin periaattein turvaten sosiaalisen oikeudenmukaisuuden.

5



Energian yhä merkittävämpi rooli, verkkoinvestointien välttämättömyys sekä asiakaskeskeisyys korostuivat sidosryhmien ehdotuksissa

1

Ilmastotavoitteiden saavuttaminen edellyttää merkittäviä investointeja nykyisiin ja uusiin energiaverkkoihin.

”Suurimmat vaikutukset tulevaisuuden kehityksen suunnalle tulee olemaan lähivuosien poliittisilla sekä yhtiötason päätöksillä, jotka ratkaisevat tulevat energiankäytön tarpeet. Verkkojen tehtävä on vastata ja mukautua yhteiskunnan tarpeisiin. Poliittisesti pitää tukea myös teollisuuden sähköistymistavoitetta ja investointeja, mikä ruokkii osaltaan uusiutuvan energian rakentamista Suomeen. Verkot kehittyvät tukemaan tätä kehitystä. Kehittämisen pitää tietysti olla mahdollista riittävän ajoissa.”

2

Vahvat sähkö-, lämpö-, kaasu- ja vetyverkot mahdollistavat Suomen vihreän kasvun, uudet teollisuusalat ja kestävä viennin.

”Energiaverkoilla (sektori-integraation muodostamalla kokonaisuudella) on keskeinen rooli uusiutuvan energian lisäämisen mahdollistamisessa. Energiaverkot eivät ole itseisarvo, vaan väline uusiutuvan ja kestävä energijärjestelmän rakentamisessa ilmastomuutoksen hillitsemiseksi sekä yhteiskunnan toiminnan turvaamiseksi.”

”Nyt keskustelu ja politiikkatoimet kohdistuvat pääasiassa Suomen energijärjestelmän kehittämiseen, mutta sen rinnalla tulisi nähdä myös globaali kehitys ja sen mahdollistama energiateknologian viennin kasvattaminen.”

”Toimialalla on suurta potentiaalia kun toimitaan ennakkoluulottomasti yhdistäen eri osa-alueiden ja energialähteiden vahvuuksia.”

3

Toimivat markkinat ja toimitusvarma energijärjestelmä tuovat turvaa.

”Tasapainottaminen ja huoltovarmuuden hakeminen toisesta verkosta – ei olla vain yhden kortin varassa.”

”Energian rooli nyky-yhteiskunnassa on erittäin merkittävä ja energiaverkot ovat perusta yhteiskunnan toiminnalle ja kehitykselle.”

”Tinkiminen jatkuvasta kehittämisestä ja uudistamisesta voi lisätä korjausvelkaa, mikä johtaa toimintavarmuuden rapautumiseen tai tarpeettoman suureen investointitarpeeseen.”

4

Sähkö-, lämpö-, kaasu- ja vetyverkkojen tiivis yhteistyö lisää energijärjestelmän joustavuutta ja kustannustehokkuutta.

”Kaikki verkot toimivat omina kokonaisuuksinaan, mutta saumattomasti yhteen. Vähän niin kuin hermosto, verenkiertoelimistö ja keuhkot ihmisessä. Kaikilla on oma tehtävänsä, mutta kaikkien pitää toimia saumattomasti yhteen, jotta tehokas toiminta on mahdollista.”

”Mahdollistaa kilpailukykyisen energian hinnan kaikille energian käyttäjille.”

”Yhteissuunnittelu ja toisiaan tukevat/tasapainottavat verkot voivat mahdollistaa sähkö-, kaasu- ja lämpömarkkinoiden yhteispelin.”

”Tulevaisuuden joustava ja kustannustehokas markkina muodostuu nimenomaan verkkojen yhteistoiminnan kautta.”

5

Energiaverkot palvelevat asiakasta kestävästi, edullisesti ja luotettavasti.

”Energiamarkkinoiden toimivuus edellyttää vahvoja verkkoja, jotka mahdollistavat myös energian käyttäjien osallistumisen markkinoille tarjoamalla kysyntäjoustoja, energian varastointia ja pientuotantoa.”

”Tämä pitää olla lähtökohta. Asiakkaita varten verkkoja kuitenkin rakennetaan ja energiaa siirretään ja tuotetaan.”

”Tulevat markkinat ovat jatkossa entistä enemmän loppukäyttäjämarkkinoita.”

”Järjestelmäintegraation ulottaminen energian loppukäyttäjille tarjoamalla kattavia energiapalveluja, joihin kuuluvat asiakkaan tarpeen mukaan energiansäätö, kysyntäjousto, energian varastointi, kytkentä liikenteeseen ja kytkentä kiinteistöautomaatioon.”

Sidosryhmät painottavat tarvetta paitsi verkkojen kehittämiseksi myös verkkojen välisen integraation varmistamiselle



Sähköverkot

”Teollisuuden vihersiirtymä ja päästötavoitteet eivät tule onnistumaan ilman luotettavia, kapasiteitiltaan riittäviä ja nopeasti toteutettuja (luvitus) energiaverkkoja. Erityisesti sähkö korostuu tässä.”

”Vahvalla kantaverkolla ja ketterillä paikallisilla verkoilla pystytään taklaamaan tulevaisuuden sähköjärjestelmän haasteet, kuten hintavolatiliiteetti.”

”Sähköistymiseen tarvitaan vahvaa sähköverkkoa, joka mahdollistaa sähkön siirron kulutuskohteisiin kustannustehokkaasti.”

”Sähköverkkoliiketoiminnan tavoitteena on toimia hiilineutraalisen digitaalisen yhteiskunnan mahdollistajana ja kustannustehokkaana alustana.”

”Kilpailukykyisyys ei toimi, jos verkoista ei pidetä huolta jo nyt tai, mikäli liiketoiminta ei regulaattorin toimesta mahdollista toimitusvarmuusinvestointeja.”



Lämpöverkot

”Kaukolämpöverkko ja siihen liitetyt lämpövarastot mahdollistavat sektori-integraation ja täydentävät energiajärjestelmää tuoden kaivattua joustavuutta.”

”Lämpöpuolella kehitetään energiakiertojen avulla matalalämpöistenkin hukkalämpöjen hyödyntämistä, kaksisuuntaista kaukolämpöä ja kulutusjoustoja. Kaukolämpöverkko mahdollistaa sähkön kysyntäjoustoa; tuotetaan kaukolämpöä esim. lämpöpumppuratkaisuilla, kun sähkö on edullista ja muilla menetelmillä, kun sähkö on kallista. Kaukolämpöjärjestelmä mahdollistaa myös energian varastointia lämpönä niin lämpöakuissa isommissa lämpövarastoissa kuin itse verkossakin.”

”Uudet teknologiat lisäävät vihreän kaukolämmön tarjontaa, mutta samaan aikaan tulee huolehtia kaukolämmön kysynnästä ja verkon kehittämisestä. Jos valtiolta toimitaan, että kaukolämpöön ei ole perusteltua liittyä tai tuetaan siitä poistumista niin, miten meinataan saada hyödyksi kaikki hukkalämpö, prosessien lämmöt, kiertotalouden hukat tai miten meinataan hoitaa varastointi ja sektori-integraation muut mahdollisuudet.”

”Lämpöverkon energiatehokkuuden kehittäminen vaatii yhteistyötä kunta- ja kaupunkitasolla, jotta jo kaavoituksessa huomioidaan toimijojen sijoittuminen (lämmönlähteet, tuotanto ja kulutuskohteet/asiakkaat).”



Kaasu- ja vetyverkot

”Kaasuverkko on monipuolinen ja sitä voi käyttää useisiin tarkoituksiin: teollisuudessa, lämmön ja sähkön tuotantoon. Korostuu teollisen mittaluokan ratkaisuissa.”

”Synteettisten polttoaineet (tai ylipäänsä Power to X) tulisi saada mukaan regulaation tukemiin energianlähteisiin. Vetyinfrastruktuurin kehittämiseen tarvitaan kohdennettua tukea, jotta Suomi pääsee kiinni valtavaa uuteen markkinaan.”

”Tulisi rakentaa vedynsiirtoverkkoa Suomen ja Pohjois-Ruotsin välille sekä Suomen sisälle ja edelleen mahdollistamaan integroituminen eurooppalaiseen vetymarkkinaan.”

”Nyt Ukrainan sodan vauhdittamana fossiilisista ja tuontipolttoaineista polttoaineista irrottautuminen vauhdittuu ja tätä taustaa vasten hieman epäselvää, mikä on Suomessa kaasuverkkojen rooli tulevaisuudessa.”

”Vetyverkkoon panostaminen tärkeää!”

”Jää nähtäväksi, mikä on kaasuverkkojen osuus. Vetyä hypetetään kovasti, mutta markkinat tulevat näyttämään, mikä on sen kilpailukyky energiamarkkinoilla.”

Energiaverkkojen visio

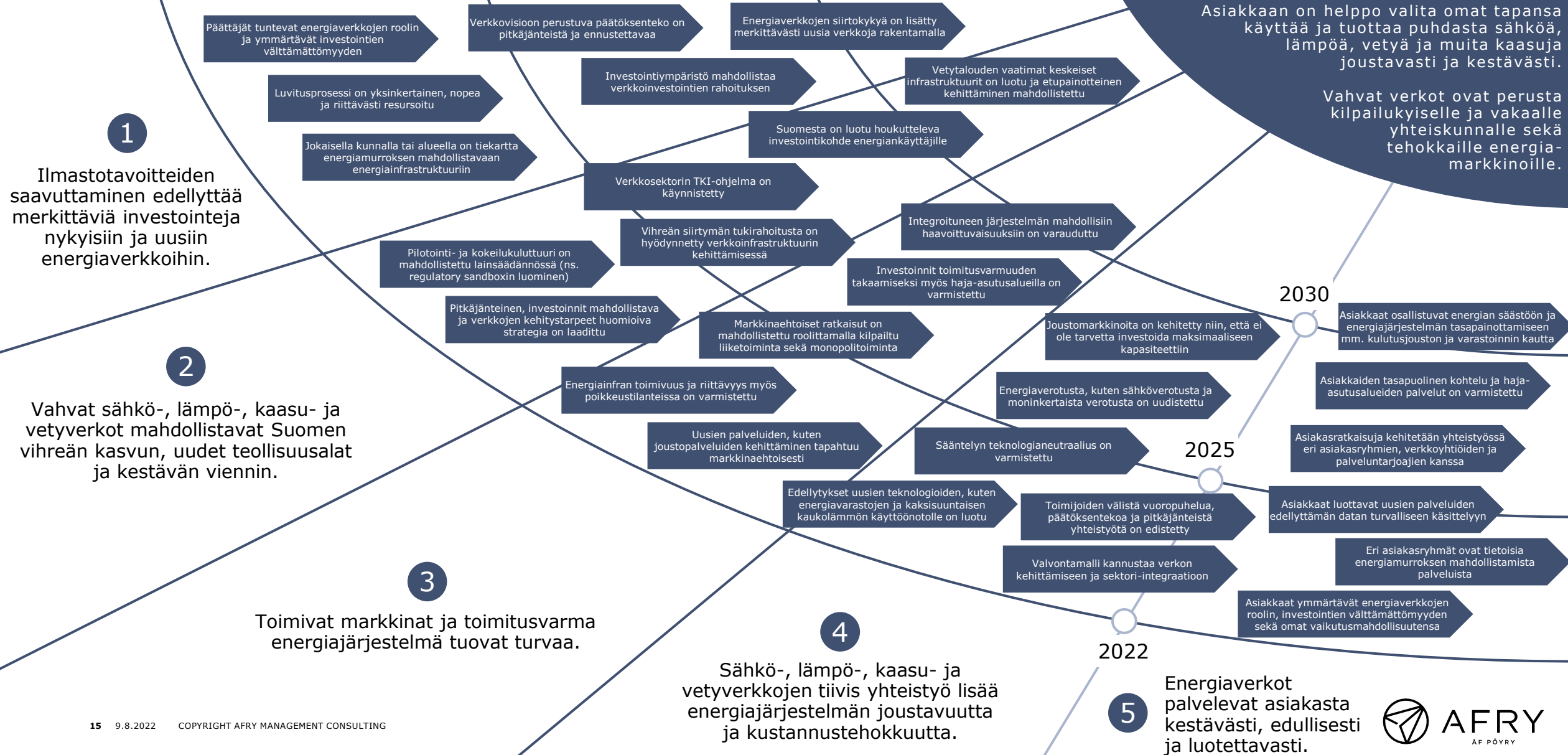
Vuoden 2035 energiaverkot yhdistävät asiakkaat hiilineutraaliin energiaan ja tuovat investoinnit Suomeen.

Asiakkaan on helppo valita omat tapansa käyttää ja tuottaa puhdasta sähköä, lämpöä, vetyä ja muita kaasuja joustavasti ja kestävästi.






Vahvat verkot ovat perusta kilpailukyiselle ja vakaalle yhteiskunnalle sekä tehokkaille energia-markkinoille.

TAVOITETILA JA TOIMENPITEET

Energiaverkkojen tiekartta vuoteen 2035








1 Ilmastotavoitteiden saavuttaminen edellyttää merkittäviä investointeja nykyisiin ja uusiin energiaverkkoihin

Tavoitetila	Toimenpiteiden aikataulu	Aktiiviset toimijaryhmät				
	2022 2025 2030 2035	 Politiikka ja regulaatio	 Kunnat ja alueet	 Verkkoyhtiöt	 Asiakkaiden osallistaminen	 Yhteistyö
Luvitusprosessi on yksinkertainen, nopea ja riittävästi resursoitu		✓	✓			✓
Investointiympäristö mahdollistaa verkkoinvestointien rahoituksen		✓	✓	✓		
Verkkovisioon perustuva päätöksenteko on pitkäjänteistä ja ennustettavaa		✓	✓			
Päätäjät tuntevat energiaverkkojen roolin ja ymmärtävät investointien välttämättömyyden		✓	✓			
Energiaverkkojen siirtokykyä on lisätty merkittävästi uusia verkkoja rakentamalla				✓		
Jokaisella kunnalla tai alueella on tietäkartta energiamurroksen mahdollistavaan energiainfrastruktuuriin		✓	✓			






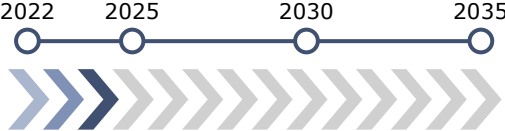




Valmistelevaa tai ylläpitävää toimintaa  Intensiivisintä toimintaa

2 Vahvat sähkö-, lämpö-, kaasu- ja vetyverkot mahdollistavat Suomen vihreän kasvun, uudet teollisuusalat ja kestävän viennin

Tavoitetila	Toimenpiteiden aikataulu	Aktiiviset toimijaryhmät				
	2022 2025 2030 2035	 Poliitiikka ja regulaatio	 Kunnat ja alueet	 Verkkoyhtiöt	 Asiakkaiden osallistaminen	 Yhteistyö
Suomesta on luotu houkutteleva investointikohde energiankäyttäjille		✓	✓	✓		✓
Pilotointi- ja kokeilukuluttuuri on mahdollistettu lainsäädännössä (ns. regulatory sandboxin luominen)		✓	✓			
Vetytalouden vaatimat keskeiset infrastruktuurit on luotu ja etupainotteinen kehittäminen mahdollistettu		✓	✓	✓		✓
Pitkäjänteinen, investoinnit mahdollistava ja verkkojen kehitystarpeet huomioiva strategia on laadittu		✓		✓		✓
Verkkosektorin TKI-ohjelma on käynnistetty		✓		✓		✓
Vihreän siirtymän tukirahoitusta on hyödynnetty verkkoinfrastruktuurin kehittämisessä				✓		✓






Valmistelemaa tai ylläpitävää toimintaa  Intensiivisintä toimintaa

3 Toimivat markkinat ja toimitusvarma energiajärjestelmä tuovat turvaa

Tavoitetila	Toimenpiteiden aikataulu	Aktiiviset toimijaryhmät				
		 Poliitiikka ja regulaatio	 Kunnat ja alueet	 Verkkoyhtiöt	 Asiakkaiden osallistaminen	 Yhteistyö
Energiainfran toimivuus ja riittävyys myös poikkeustilanteissa on varmistettu		✓		✓		
Integroituneen järjestelmän mahdollisiin haavoittuvaisuuksiin on varauduttu		✓		✓		
Markkinaehtoiset ratkaisut on mahdollistettu roolittamalla kilpailtu liiketoiminta sekä monopolitoiminta		✓		✓		
Investoinnit toimitusvarmuuden takaamiseksi myös haja-asutusalueilla on varmistettu		✓	✓	✓	✓	
Uusien palveluiden, kuten joustopalveluiden kehittäminen tapahtuu markkinaehtoisesti		✓		✓	✓	

Valmistelevaa tai ylläpitävää toimintaa  Intensiivisintä toimintaa

4 Sähkö-, lämpö-, kaasu- ja vetyverkkojen tiivis yhteistyö lisää energiajärjestelmän joustavuutta ja kustannustehokkuutta

Tavoitetila	Toimenpiteiden aikataulu	Aktiiviset toimijaryhmät				
	2022 2025 2030 2035	 Poliitiikka ja regulaatio	 Kunnat ja alueet	 Verkkoyhtiöt	 Asiakkaiden osallistaminen	 Yhteistyö
Sääntelyn teknologianeutraalius on varmistettu		✓				
Valvontamalli kannustaa verkon kehittämiseen ja sektori-integraatioon		✓				
Energiaverotusta, kuten sähköverotusta ja moninkertaista verotusta on uudistettu (mm. energian varastointia koskien)		✓				
Edellytykset uusien teknologioiden, kuten energiavarastojen, kaksisuuntaisen kaukolämmön ja matalalämpöisten kaukolämpöverkkojen käyttöönotolle on luotu		✓		✓		
Joustomarkkinoita on kehitetty niin, että ei ole tarvetta investoida maksimaaliseen kapasiteettiin		✓		✓		
Toimijoiden (verkot, ministeriöt, alueet, kunnat ja asiakkaat) välistä vuoropuhelua, päätöksentekoa ja pitkäjänteistä yhteistyötä on edistetty		✓	✓	✓		✓

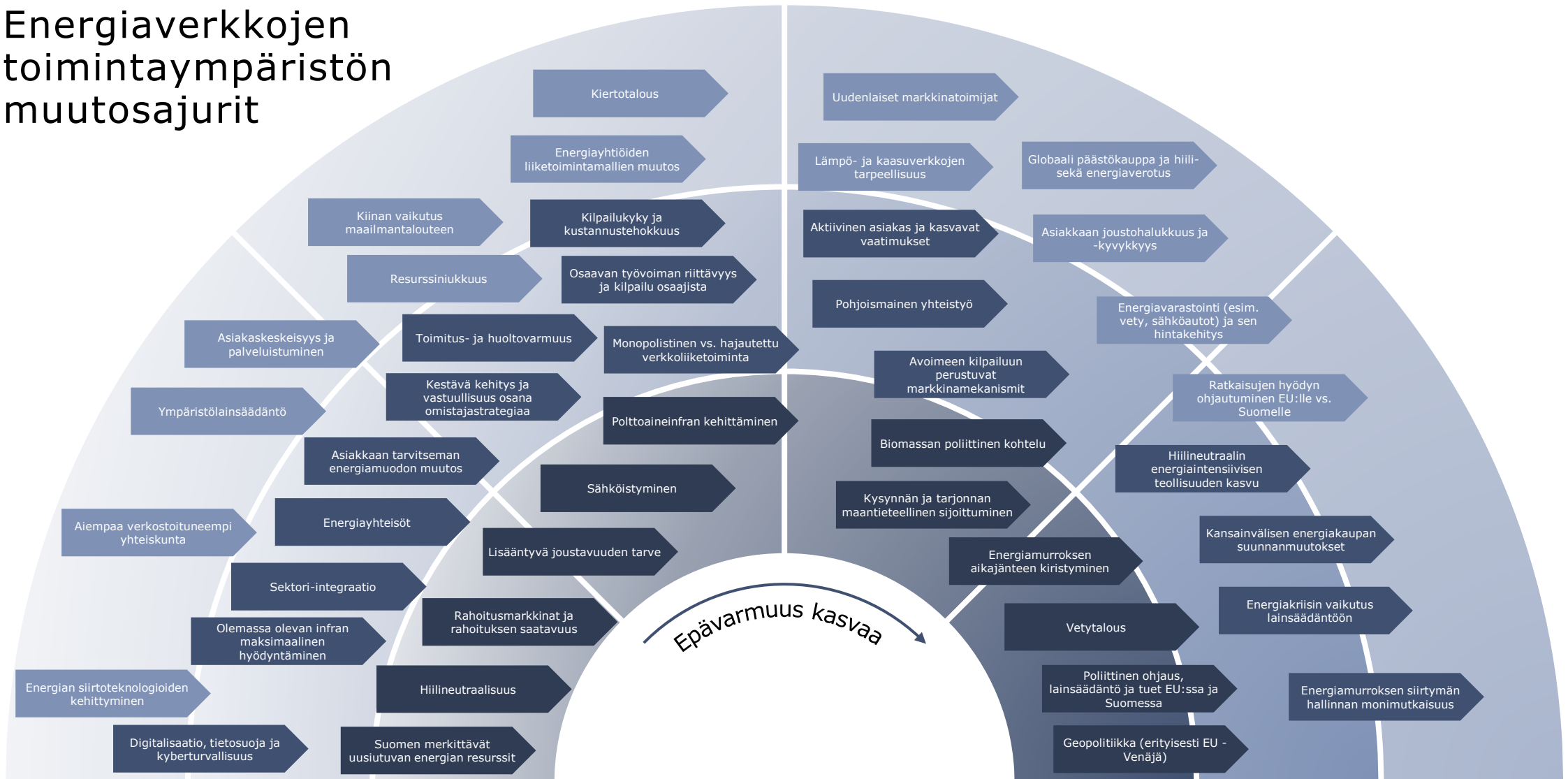
Valmistelevaa tai ylläpitävää toimintaa  Intensiivisintä toimintaa

5 Energiaverkot palvelevat asiakasta kestävästi, edullisesti ja luotettavasti

Tavoitetila	Toimenpiteiden aikataulu	Aktiiviset toimijaryhmät				
		 Politiikka ja regulaatio	 Kunnat ja alueet	 Verkkoyhtiöt	 Asiakkaiden osallistaminen	 Yhteistyö
Asiakkaat ymmärtävät energiaverkkojen roolin ja investointien välttämättömyyden sekä omat mahdollisuutensa mukautua hintavaihteluihin				✓	✓	✓
Eri asiakasryhmät ovat tietoisia energiamurroksen mahdollistamista palveluista, kuten sähköautoilusta ja "life as a service"-kokonaispalveluista				✓	✓	✓
Asiakkaat osallistuvat energian säästöön ja energiajärjestelmän tasapainottamiseen mm. kulutusjouston ja varastoinnin kautta				✓	✓	✓
Asiakasratkaisuja kehitetään yhteistyössä eri asiakasryhmien (ml. energiayhteisöt), verkkoyhtiöiden ja palveluntarjoajien kanssa				✓	✓	✓
Asiakkaat luottavat uusien palveluiden edellyttämän datan turvalliseen käsittelyyn				✓	✓	
Asiakkaiden tasapuolinen kohtelu ja haja-asutusalueiden palvelut on varmistettu		✓	✓	✓	✓	

Valmistelevaa tai ylläpitävää toimintaa Intensiivisintä toimintaa

Energiaverkkojen toimintaympäristön muutosajurit



Ajurien sijoittelu akselistolle on suuntaa-antava ja siinä on pyritty huomioimaan kaikkien työpajaan osallistuneiden näkemykset.

Sidosryhmien valitsema toisiaan tasapainottavien verkkojen skenaario mahdollistaa kustannustehokkuuden verkkojen välisen yhteistyön kautta



Poliittinen ympäristö

Päätöksenteko on pitkäjänteistä ja verkkoja kehitetään kunnianhimoisesti vastaamaan yhteiskunnan sähköistymistä, yhteistoimintaa korostaen. Poliittinen ohjaus mahdollistaa joustavuuden ja integroinnin. Verkkojen luvittamista on sujuvoitettu ja resurssit varmistettu. Verotus tukee energiamuotojen välisiä muunnoksia ja varastointia. Energiaomavaraisuutta, huoltovarmuutta sekä energiajärjestelmän resilienssiä kehitetään.



Taloudellinen ympäristö

Teollinen tuotanto on vahvaa ja investointiympäristö suotuisa myös vientiteollisuudelle. Geopoliittisten jännitteiden johdosta energiainfrastruktuuriin kohdistuvat investoinnit sekä päästöttömään energiaan ja erityisesti sähkөөn perustuvien jalosteiden vienti on entistä tärkeämpää.



Sosiaalinen ympäristö

Verkkojen vahvistamiselle, hiilineutraalille teolliselle tuotannolle ja energiainvestoinneille on yhteiskunnallinen hyväksyntä. Hiilineutraalisuus on vahvasti tunnustettu yhteiskunnallinen tavoite. Energiaverkkojen asiakkaalla on aktiivinen rooli paitsi kuluttajana, niin halutessaan myös tuottajana, varastojana ja energiajärjestelmän jouston tarjoajana. Kehittyvä energiajärjestelmä kohtelee kaikkia tasavertaisesti ja oikeudenmukaisesti.



Teknologinen ympäristö

Verkkoja kehitetään yhteissuunnittelun kautta tasapainoisesti ja kustannustehokkaasti. Verkkojen välillä on huomioitu mahdollisuudet sektori-integraatiolle, joka tehostaa energiajärjestelmän toimintaa ja laskee energian hintaa. Jouston ja integroinnin mahdollistavat teknologiat ja markkina-alustat kehittyvät vahvasti.



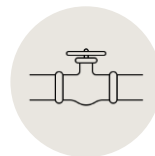
Sähköverkot

Verkko on toimitus- ja säävarma. Huipputehon suhteellinen tarve laskee, kun hyödynnetään verkkojen välisiä joustoja. Sähkön siirtoyhteydet naapurimaihin, kuten myös sisäiset pohjois-etelä -yhteydet ovat vahvat ja uudelle puhtaalle sähköntuotannolle on rakennettu vahvat verkkoliittynät. Sähkön kantaverkko on laajentunut nykytilanteesta merkittävästi. Paikalliset sähköverkot on olennaisin osin maakaapeloitu ja ne mahdollistavat lisääntyvän sähkönkäytön ja hajautetun sähköntuotannon.



Lämpöverkot

Kaukolämpöverkon ylläpitoa ja maltillista kasvua tukee sekä integraatio muihin verkkoihin että rooli jouston tarjoajana. Uudet teknologiat, kuten kaksisuuntainen kaukolämpö ja hukkalämpöjen hyödyntäminen lisäävät kaukolämmön tarjontaa. Keskitetty järjestelmä koetaan kestäväksi, kustannustehokkaaksi ja helpoksi ratkaisuksi.




Kaasu- ja vetyverkot

Nykyinen kaasuverkko säilyy maakaasun ja uusiutuvien kaasujen käytössä. Tuleva vetyinfrastruktuuri mahdollistaa vetytalouden kasvun ja edistää tehokasta energian siirtoa, varastointia ja uusiutuvan tuotannon tasapainottamista. Vetyverkkoa rakennetaan sekä Pohjois-Ruotsin ja Suomen että Pohjois- ja Etelä-Suomen välille. Lisäksi mahdollistetaan integroituminen kehittyvään eurooppalaiseen vetymarkkinaan. Suomessa on koko maan kattava biokaasujakeluasemien verkosto ja vedyn jakeluasemia.

Vuoden 2035 energiaverkkojen toimintaympäristön hahmottamisen pohjaksi esitettiin neljä vaihtoehtoista skenaariota tulevaisuuden verkkojen tilasta...




	Investointihalukkuutta löytyy – verkkojen kapasiteetti riittää kaikkeen	Yhteistyöllä kustannustehokkuutta – verkot tasapainottavat toisiaan	Yhden kartin varassa – energiajärjestelmä tukeutuu sähköverkkoon	Kukin toimii tavallaan – energiaratkaisuissa korostuu paikallisuus
 <p>Sähköverkot</p>	<p>Verkko on toimitus- ja säävarma, ja selviää suurista huipputehoista. Sähkön siirtoyhteydet naapurimaihin, kuten myös sisäiset pohjois-etelä - yhteydet ovat vahvat ja uudelle puhtaalle sähköntuotannolle on rakennettu vahvat verkkoliittymät. Sähköverkot ovat laajentuneet nykytilanteesta merkittävästi esim. Itä-Suomeen mahdollistaen kasvavan tuulivoimarakentamisen. Paikalliset sähköverkot on olennaisin osin maakaapeloitu ja ne mahdollistavat lisääntyvän sähkönkäytön ja hajautetun sähköntuotannon.</p>	<p>Verkko on toimitus- ja säävarma. Huipputehon suhteellinen tarve laskee, kun hyödynnetään verkkojen välisiä joustoja. Sähkön siirtoyhteydet naapurimaihin, kuten myös sisäiset pohjois-etelä - yhteydet ovat vahvat ja uudelle puhtaalle sähköntuotannolle on rakennettu vahvat verkkoliittymät. Sähkön kantaverkko on laajentunut nykytilanteesta merkittävästi. Paikalliset sähköverkot on olennaisin osin maakaapeloitu ja ne mahdollistavat lisääntyvän sähkönkäytön ja hajautetun sähköntuotannon.</p>	<p>Verkko on toimitus- ja säävarma, ja selviää suurista huipputehoista. Sähkön siirtoyhteydet naapurimaihin, kuten myös sisäiset pohjois-etelä - yhteydet ovat vahvat ja uudelle puhtaalle sähköntuotannolle on rakennettu vahvat verkkoliittymät. Sähköverkot ovat laajentuneet nykytilanteesta merkittävästi. Paikalliset sähköverkot on olennaisin osin maakaapeloitu ja ne mahdollistavat lisääntyvän sähkönkäytön ja hajautetun sähköntuotannon.</p>	<p>Verkolla on rajallinen huipputeho, josta johtuen hyväksytään alempi toimitusvarmuus tai vaihtoehtoisesti käytetään paikallisia säätöratkaisuja. Kantaverkko on laajentunut pääosin tukemaan uusiutuvan tuotannon siirtämistä suurille teollisuusasiakkaille, ja joustoilla kompensoidaan osa investointitarpeista. Paikallisesti jakeluverkot ovat pääosin säältä suojattuja ja toimitusvarmoja, mutta koska verkkojen kapasiteetti ei riitä kaikkialla kulutushuippuihin, kapasiteettia hallitaan pakotetuilla kulutuksen joustoilla. Haja-asutusalueiden verkkoja lähinnä ylläpidetään ja toimitusvarmuus taataan paikallisilla varasto- ja tuotantoratkaisuilla sekä sopimuksin.</p>
 <p>Lämpöverkot</p>	<p>Kaukolämpöverkot ylläpidetään ja osaan tulee jopa maltillista kasvua. Uudet teknologiat, kuten kaksisuuntainen kaukolämpö ja hukkalämpöjen hyödyntäminen lisäävät kaukolämmön tarjontaa. Keskitetty järjestelmä koetaan kestäväksi, kustannustehokkaaksi ja helpoksi ratkaisuksi.</p>	<p>Kaukolämpöverkon ylläpitoa ja maltillista kasvua tukee sekä integraatio muihin verkkoihin että rooli jouston tarjoajana. Uudet teknologiat, kuten kaksisuuntainen kaukolämpö ja hukkalämpöjen hyödyntäminen lisäävät kaukolämmön tarjontaa. Keskitetty järjestelmä koetaan kestäväksi, kustannustehokkaaksi ja helpoksi ratkaisuksi.</p>	<p>Kaukolämpöverkkojen ylläpitoa suurissa kaupungeissa tukee keskitetyn järjestelmän kestävyys, kustannustehokkuus ja helppous. Muuttotappioalueilla kaukolämpöverkon kehittämiseen ei juuri panosteta ja verkko rapautuu.</p>	<p>Kaukolämpöverkkojen ylläpitoa suurissa kaupungeissa tukee keskitetyn järjestelmän kestävyys, kustannustehokkuus ja helppous. Kaupunkien ulkopuolella lämpöverkon ylläpitoon saatetaan panostaa, mutta panostukset vaihtelevat paikallisesti.</p>
 <p>Kaasu- ja vetyverkot</p>	<p>Nykyinen kaasuverkko säilyy maakaasun ja uusiutuvien kaasujen käytössä. Suomeen rakennetaan vetyverkkoja, jotka mahdollistavat tehokasta energiansiirtoa, varastointia ja uusiutuvan sähköntuotannon vaihteluiden tasapainottamista. Vetyverkkoja rakennetaan esim. Pohjois-Ruotsin ja Suomen väliille tai Pohjois- ja Etelä-Suomen väliille, sekä mahdollistamaan integroituminen kehittyvään eurooppalaiseen vetymarkkinaan. Suomessa on koko maan kattava biokaasujakeluasemien verkosto ja vedyn jakeluasemia.</p>	<p>Nykyinen kaasuverkko säilyy maakaasun ja uusiutuvien kaasujen käytössä. Tuleva vetyinfrastruktuuri mahdollistaa vetytalouden kasvun ja edistää tehokasta energian siirtoa, varastointia ja uusiutuvan tuotannon tasapainottamista. Vetyverkkoja rakennetaan sekä Pohjois-Ruotsin ja Suomen että Pohjois- ja Etelä-Suomen väliille. Lisäksi mahdollistetaan integroituminen kehittyvään eurooppalaiseen vetymarkkinaan. Suomessa on koko maan kattava biokaasujakeluasemien verkosto ja vedyn jakeluasemia.</p>	<p>Nykyinen kaasuverkko säilyy maa- ja biokaasun käytössä. Vetyverkkoja rakennetaan korkeintaan eriytyneeseen, paikalliseen käyttöön.</p>	<p>Nykyinen kaasuverkko säilyy maa- ja biokaasun käytössä. Vetyverkkoja ei rakenneta lainkaan.</p>

... ja ensimmäisessä sidosryhmätyöpajassa määriteltiin PEST-tekijät näille neljälle valmistellulle skenaariolle



	Investointihalukkuutta löytyy – verkkojen kapasiteetti riittää kaikkeen	Yhteistyöllä kustannustehokkuutta – verkot tasapainottavat toisiaan	Yhden kartin varassa – energiajärjestelmä tukeutuu sähköverkkoon	Kukin toimii tavallaan – energiaratkaisuissa korostuu paikallisuus
<p>P</p> <p>Poliittiset tekijät</p>	<p>Päätöksenteko on pitkäjänteistä sekä etupainotteista. Polku on viitoitettu vahvaan sähköistymiseen ja tähän nähden verkkojen kunnianhimoiseen kehittämiseen. Verkkojen luvittamista on sujuvoitettu ja resurssit varmistettu poliittisin päätöksin. Energiaomavaraisuutta, huoltovarmuutta sekä energiajärjestelmän resilienssiä kehitetään.</p>	<p>Päätöksenteko on pitkäjänteistä ja verkoja kehitetään kunnianhimoisesti vastaamaan yhteiskunnan sähköistymistä, yhteistoimintaa korostaen. Poliittinen ohjaus mahdollistaa joustavuuden ja integroinnin. Verkkojen luvittamista on sujuvoitettu ja resurssit varmistettu. Verotus tukee energiamuotojen välisiä muunnoksia ja varastointia. Energiaomavaraisuutta, huoltovarmuutta sekä energiajärjestelmän resilienssiä kehitetään.</p>	<p>Poliittinen ympäristö on jämähtänyt paikoilleen. Tyydytään pitkälti olemassa olevaan, eikä mahdollisteta esim. panostuksia uusien teknologioiden tai infrastruktuuriin kehittämiseen. Samoin yhteiskunnan panoksia ei laiteta kehitystyöhön ja vientiä vauhdittavien mahdollisuuksien luomiseen.</p>	<p>Kansallinen ohjaus suuntautuu hajautettuihin ratkaisuihin ja Suomi eristyy taloudellisesti. Sähkömarkkinoilla sallitaan useampi hinta-alue ja yhteiskunnan laajaa sähköistymistä hiilineutraalisuuden välineenä ei tueta. Kaukolämmön verotus kiristyy ja vetyverkon rakentamiselle ei löydy tukea.</p>
<p>E</p> <p>Taloudelliset tekijät</p>	<p>Investointiympäristö on erittäin myönteinen niin kotimaan kuin viennin tarpeita varten. Puhtaan energian ratkaisujen suuri kysyntä ja teollisuuden sähköistyminen on voimakasta. Verkot mahdollistavat energian tuottamisen ja käytön aina kustannustehokkaimmalla paikalla. Geopoliittiset jännitteet lisäävät vahvojen verkkojen merkitystä.</p>	<p>Teollinen tuotanto on vahvaa ja investointiympäristö suotuisa myös vientiteollisuudelle. Geopoliittisten jännitteiden johdosta energiainfrastruktuuriin kohdistuvat investoinnit sekä päästöttömään energiaan ja erityisesti sähköön perustuvien jalosteiden vienti on entistä tärkeämpää.</p>	<p>Investoinnit on tehty lähes kannattamomiksi, ja yhteiskunnan ja talousjärjestelmän perustan luova energiantensiivinen teollisuus on vaikeuksissa. Verotus tekee energiamuunnokset ja/tai varastoinnin kannattamattomaksi halvaannuttaen näin mahdollisuudet sektori-integraatiolle.</p>	<p>Vallalla on markkinatalous, jossa kuluttajat sijoittavat innokkaasti hajautettuihin ratkaisuihin. Myös siirtotariffien rakenne kannustaa hajautettuun energiajärjestelmään. Valitsee mittava taantuma, jolloin ei tehdä investointeja energiaverkkoihin.</p>
<p>S</p> <p>Sosiaaliset tekijät</p>	<p>Verkkojen vahvistamiselle, hiilineutraalille teolliselle tuotannolle ja energiainvestoinneille on yhteiskunnallinen hyväksyntä. Verkoinvestoinnit nähdään eri sidosryhmien keskuudessa välttämättöminä, ja energian siirtohinnot hyväksytään yleisesti. Asiakkaat odottavat "avaimet käteen" –palvelua. Kasvava käyttö johtaa verkkojen merkityksen korostumiseen ja sen laajaan ymmärtämiseen.</p>	<p>Verkkojen vahvistamiselle, hiilineutraalille teolliselle tuotannolle ja energiainvestoinneille on yhteiskunnallinen hyväksyntä. Hiilineutraalisuus on vahvasti tunnustettu yhteiskunnallinen tavoite. Energiaverkkojen asiakkaalla on aktiivinen rooli paitsi kuluttajana, niin halutessaan myös tuottajana, varastojana ja energiajärjestelmän jouston tarjoajana. Kehittyvä energiajärjestelmä kohtelee kaikkia tasavertaisesti ja oikeudenmukaisesti.</p>	<p>Yhteiskunnallinen hyväksyntää kehittämiselle ja infrastruktuuriin uudistamiselle on vähäistä tai puuttuu kokonaan. Kansalaiset eivät halua investoida uusiin teknologisiin ratkaisuihin ja poliittisilta päättäjiltä puuttuu halu energiajärjestelmän uudistamiseen.</p>	<p>Keskitettyjen verkkojen imago on kokonaisuudessaan heikko. Asiakkaat ovat aktiivisia ja kiinnostuneita energiasta sekä asuvat hajanaisilla asutusalueilla. Sosiaalisista yhteisöistä, erityisesti energia-yhteisöistä, on kasvanut merkittävä sosiaalinen trendi.</p>
<p>T</p> <p>Teknologiset tekijät</p>	<p>Energian siirron toteutettavuus ja kustannustehokkuus ovat korkealla tasolla. Vahvat siirtoverkot mahdollistaisivat sektori-integraation ja varastointiratkaisut, mutta joustoa ei hyödynnetä täysimääräisesti. Vetyä siirretään putkiverkossa, ja hukkalämpöjä hyödynnetään sekä varaudutaan pienten modulaaristen reaktoreiden hyödyntämiseen.</p>	<p>Verkoja kehitetään yhteissuunnittelun kautta tasapainoisesti ja kustannustehokkaasti. Verkkojen välillä on huomioitu mahdollisuudet sektori-integraatiolle, joka tehostaa energiajärjestelmän toimintaa ja laskee energian hintaa. Jouston ja integroinnin mahdollistavat teknologiat ja markkina-alustat kehittyvät vahvasti.</p>	<p>Teknologinen kehitys on hidasta. Keskitetyn tuotannon rooli on vahva ja sääriippuvaista tuotantoa on vähemmän kuin kahdessa ensimmäisessä skenaariossa. Energiajärjestelmän tasapainottaminen hoidetaan sähkön tuotannon ja sähkön kulutusjoustopuulla.</p>	<p>Hajautettujen ratkaisujen kilpailukyky paranee. Kulutusjousto ja automaatio kehittyvät luoden mahdollisuuksia hajautettujen resurssien maksimaaliselle hyödyntämiselle ja esim. aggregaattori liiketoimintamalli yleistyy akkuteknologian kehittyessä. Vetyteknologiat eivät kuitenkaan kehity kilpailukykyisiksi.</p>

Arviointikriteerien ja äänestyksen kautta valittiin skenaario, jossa verkkojen välinen integraatio on vahvinta ja kokonaisuus on kustannustehokkain

	Investointihalukkuutta löytyy – verkkojen kapasiteetti riittää kaikkeen	Yhteistyöllä kustannustehokkuutta – verkot tasapainottavat toisiaan	Yhden kartin varassa – energijärjestelmä tukeutuu sähköverkkoon	Kukin toimii tavallaan – energiaratkaisuissa korostuu paikallisuus
 Vahvuudet	<ul style="list-style-type: none"> + Kun etupainotteiset investoinnit on tehty, puhtaan tuotannon mahdollistavat siirtoyhteydet houkuttelevat teollisia investointeja Suomeen + Vetyverkot houkuttelevat vetyinvestointeja Suomeen + Vahva sähköverkko, joka selviää suurista tehopiikeistä, joita sähköistynyt liikenne ja teollisuus aiheuttavat 	<ul style="list-style-type: none"> + Kustannustehokkain kokonaisuus, joka takaa alhaiset verkkotariffit + Energiaomavaraisuuteen ja toimitusvarmuuteen investoidaan + Kaikki verkkotyypit (sähkö-, lämpö- ja puhtaisten kaasujen verkot) vahvistuvat ja niiden kehittämiseen panostetaan + Vetyverkot houkuttelevat vetyinvestointeja Suomeen + Integroitu verkko ja sen vaatimat teknologiat ja ratkaisut toimivat vientituotteena 	<ul style="list-style-type: none"> + Vahva sähköverkko, joka selviää suurista tehopiikeistä, joita sähköistynyt liikenne ja teollisuus aiheuttavat + Yhteiskunta selviää melko vähillä ja yksipuolisia investoinneilla + Sähkön osalta hyvä toimitusvarmuus (esim. sähköistyvä liikenne ja teollisuus hyödyntävät) 	<ul style="list-style-type: none"> + Vaatii vaihtoehtoista vähiten investointeja ja keskitettyä verkkosuunnittelua + Energiayhteisöt ovat kiinnostuneita omista ratkaisuista ja asiakkaat osoittavat aktiivisuutta energiaverkkoja kohtaan + Kulutusjousto ja automaatio kehittyvät
 Heikkoudet	<ul style="list-style-type: none"> – Investointien kannalta ei saavuteta kustannustehokkainta optimia verkkojen välillä – Kaikkea joustopotentiaalia ei hyödynnetä – ”Yli-investoinnit” verkkoihin johtavat kohonneisiin kustannuksiin ja mahdolliseen maineriskiin 	<ul style="list-style-type: none"> – Yhteissuunnittelu aiheuttaa teknologisia, sektorikohtaisia ja ”kulttuurisia” haasteita – Aiheuttaa painetta päätöksenteon uudistamiseen, vuorovaikutuksen lisäämiseen, lainsäädännön yhteispeliin ja yhteissuunnitteluun 	<ul style="list-style-type: none"> – Yksipuoliset investoinnit sähköverkkoihin johtavat muiden verkkojen rapautumiseen – Kaukolämpö menettää asiakkaita tehden lämmityksestä kallista verkkoon jääville asiakkaille – Vetyinfran puuttuminen vaikuttaa investointimahdollisuuksiin – Yhden verkkotyypin varaan laskemalla toimitusvarmuuden tasosta voidaan joutua tinkimään – Joustopotentiaalia ei hyödynnetä – Tinkiminen jatkuvasta kehittämisestä lisää korjausvelkaa 	<ul style="list-style-type: none"> – Eriarvoisuus lisääntyy verkkomaksujen allokoituessa yhä pienemmälle asiakaskunnalle ja johtaa hyvätuloisten siirtymiseen hajautettuihin ratkaisuihin – Energian siirtohinnoissa vaihteluja alueellisesti, jolloin myös alueellinen eriarvoisuus lisääntyy – Suomi ei ole houkutteleva vetyinvestointien kannalta – Merkittävät investoinnit mm. teollisuuteen ohjautuvat muualle – Hiilineutraaliustavoitteen saavuttaminen saattaa vaarantua, tai se nojaa hajautettujen ratkaisuiden varaan
Pisteet*	32	36	19	21
Äänet*	0	12	0	1

*Skenaariot pisteytettiin työpajassa kahdeksan arviointikriteerin perusteella: vähähiilisten tai hiilineutraalien energianlähteiden hyödyntäminen, energiamarkkinan toimivuus, kokonaisuoptimointi (kustannukset ja päästöt), toimitusvarmuus, huoltovarmuus, sosiaalinen oikeudenmukaisuus, kohtuulliset siirtokustannukset, ja talouskasvun tukeminen. Lopuksi äänestettiin voittava skenaario.

Taustamateriaalia

Energiaverkkojen lähtötilanteen kuvaus

Toimiva ja maan kattava sähköverkko takaa häiriöttömän ja toimintavarmen sähkön jakelun

~3 700 000

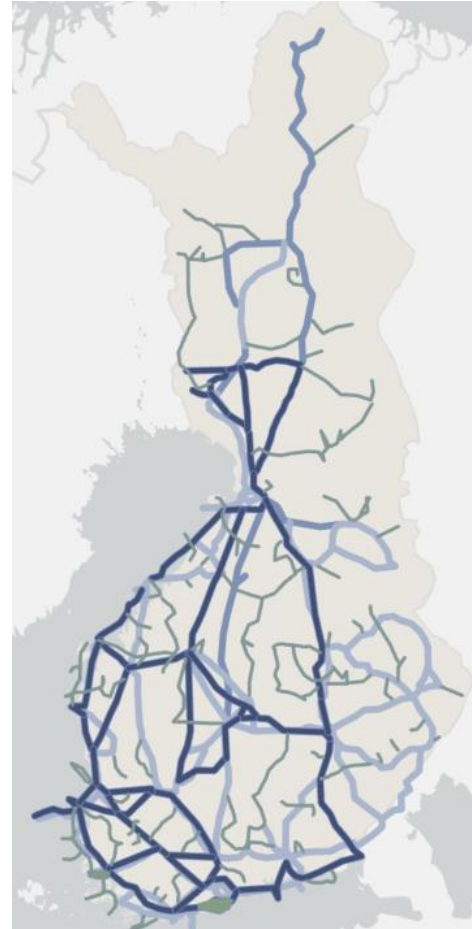
jakeluverkkoasiakasta

~430 000 km

sähköverkkoja

~70 TWh

kantaverkosta luovutettua energiaa



- Suomen sähköverkosto koostuu kantaverkosta, suurjännitteisistä jakeluverkoista sekä jakeluverkoista.
- Suomen kantaverkkoa valvoo ja kehittää Fingrid Oyj. Jakeluverkkoja ylläpitää yhteensä noin 80 sähköverkkoyhtiötä. Kantaverkon ja jakeluverkon välissä toimii suurjännitteisiä jakeluverkonhaltijoita, joita on Suomessa vajaa 10.
- Kodit saavat sähkönsä jakeluverkoista. Suuremmat sähkökäyttäjät kuten teollisuus, kauppa, palvelut ja maatalous voivat liittyä joko jakeluverkkoon, suurjännitteiseen jakeluverkkoon tai kantaverkkoon. Myös sähköä tuottavat voimalaitokset voivat liittyä eri verkkotasolle.
- Toimiva sähköverkko takaa häiriöttömän ja toimintavarmen sähkön jakelun.
- Siirtoverkkojen kapasiteetin riittävyys on tärkeää, jotta verkot mahdollistavat toimivat markkinat ja kannustavat investoimaan tuotantoon ja kulutukseen niiden oman kannattavuuden perusteella.
- Jakeluverkkoihin liitetään yhä enemmän voimalaitoksia, kun hajautettu tuotanto, kuten aurinkosähkö ja muu sähkön pientuotanto yleistyy.



Älykäs sähköverkko on kustannustehokas tekninen alusta, jota kehittämällä mahdollistetaan mm. uusiutuvan energian ja sään mukaan vaihtelevan tuotannon lisääntyminen, sähkön varastointi, asiakkaiden osallistuminen sähkömarkkinoille (kaksisuuntaisuus), sähkönkulutuksen jousto ja optimointi, varastointiratkaisut sekä tehokas sähköverkon ylläpito.

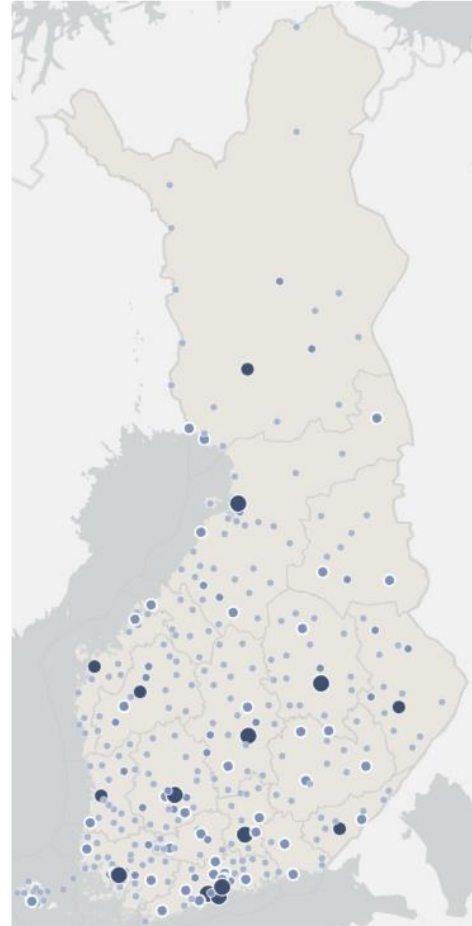
Fingridin kantaverkko on esitetty järjestyksessä tummimmasta sinisestä vaaleaan: 400 kV verkko, 220 kV verkko, ja 110 kV verkko. Vihreä väri kuvastaa muiden toimijoiden verkkoa.

Lämpöverkot takaavat kustannustehokkaan lämmön jakelun ja mahdollistavat kaikenlaisten rakennusten liittymisen verkkoon

~50 %
markkinaosuus rakennusten
lämmitysenergiasta (tilat, käyttövesi)

~16 000 km
kaukolämpöverkkoja

~35 TWh
siirrettyä energiaa



- Kaukolämpöyritykset jakelevat lämpöä yli 200 Suomen kunnassa.
- Kaukolämpöverkoissa siirretään tuotantolaitoksilla tuotettu lämpöenergia asiakkaille kuumana vetenä suljetussa kaukolämpöverkossa. Taloon tulevassa menoputkessa kiertävä kaukolämpövesi luovuttaa lämpöä asiakkaille lämmönsiirtimien välityksellä ja palaa jäähtyneenä paluuputkessa takaisin tuotantolaitokseen uudelleen lämmitettäväksi.
- Kaupungeissa ja suuremmissa taajamissa verkot kattavat käytännössä koko kaukolämmitykseen taloudellisesti liitettävissä olevan alueen.
- Kaukolämpö sopii mihin tahansa rakennukseen: omakotitaloihin, kerrostaloihin, liikekiinteistöihin, toimisto- ja palvelurakennuksiin, julkisiin rakennuksiin sekä teollisuuden lämmitystarpeisiin.
- Kaksisuuntainen kaukolämpö on lämmitysmarkkinoille kehitetty toimintamalli, joka mahdollistaa lämpöä käyttävien asiakkaiden ryhtymisen lämmön myyjiksi.
- Kaukolämpöverkon älykkyyden lisääntyessä kehittyvät myös asiakkaille tarjottavat palvelut. Optimointi parantaa energiatehokkuutta ja mahdollistaa uusien tuotantotapojen tehokkaamman hyödyntämisen.



Kaukolämpöverkko on kiertotalouden alusta, jonka avulla hukkalämmöt saadaan hyötykäyttöön ja ylimääräinen lämpö varastoitua. Matalalämpöinen lämpöverkko lisää lämmöntuotannon hyötysuhdetta.

Pallon koko ja väri indikoivat kaukolämmön lämpötilakorjattua kulutusta kunnassa. Kaukolämmön kulutus kunnassa, jotka ovat tilastojen ulkopuolella on arvioitu perustuen kaukolämmön osuuteen lämmitetystä rakennuskannasta perustuen Tilastokeskuksen dataan rakennusten lämmitysaineista.

Nykyisessä Etelä-Suomeen rajoittuvassa kaasuverkossa siirretään maakaasun lisäksi myös biokaasua – vetyverkkoja ei Suomessa vielä ole

~60 %

kaasun käytöstä menee teollisuuteen

~3 300 km

siirto- ja jakelu- ja meriputkistoa yhteensä

~25 TWh

toimitettua energiaa



- Suomen kaasuverkosto koostuu korkeapaineisesta siirtoverkosta ja matalampipaineisista jakeluverkoista.
- Maakaasuverkonhaltijat ovat vastuussa verkkojensa käytöstä, ylläpidosta ja kehittämisestä toiminta-alueellaan sekä verkon yhteyksistä muihin verkkoihin. Kaasun siirtoverkonhaltijana toimii Gasgrid Finland. Paikallisia tai alueellisia jakeluverkonhaltijoita on 18.
- Nykyinen maakaasuverkko rajoittuu eteläiseen Suomeen. Suomen ensimmäinen kelluva LNG-terminaali tulee Inkooseen. Myös Haminaan on valmistumassa maakaasuverkkoon kytketty terminaali.
- Suomen markkina on integroitu Baltian, sekä koko Euroopan kaasuverkkoon Liettuan ja Puolan välisen yhdysputken valmistuttua.
- Maakaasua käytetään teollisuuden prosesseissa ja raaka-aineena, energian tuotantoon sekä liikenteen polttoaineena.
- Maakaasun lisäksi kaasun siirtoverkoston syötetään myös uusiutuvaa biokaasua (viideltä eri biokaasulaitokselta). Biokaasua voidaan hyödyntää myös lämmön- ja sähköntuotannossa, lisäksi siitä voidaan jalostaa ajoneuvojen polttoainetta.



Uusiutuvalla ja vähähiilisellä vedyllä voidaan korvata fossiilisia polttoaineita sekä raaka-aineita teollisuudessa ja liikenteessä. Vedystä voidaan myös valmistaa muita nk. sähköpolttoaineita (Power to X), kuten ammoniakki ja metanoli. Suurilla tuotantomäärillä vedyn siirtäminen vetynä putkissa on edullisempaa kuin sähkön siirtoon ja konversioihin investoiminen. Suomen vetyverkot ovat suunnitteilla.

Toimijoiden välinen energiayhteistyö eli sektori-integraatio tuo kustannustehokkuutta ja mahdollistaa ilmastotavoitteiden saavuttamisen

- Sektori-integraatiossa eri energiasektorit – pääasiassa sähkö, lämpö, kaasu ja liikenne – liitetään yhteen älykkääksi energiajärjestelmäksi, jossa tuotannon ja kulutuksen piikkejä voidaan tasoittaa siirtämällä energiaa sektorilta toiselle.
- Sektori-integraatiossa muodostuu uusia linkkejä paitsi sektoreiden, myös energiantajien, infrastruktuurien ja teknologioiden välillä. Keskeisessä roolissa on puhtaan sähkön hyödyntäminen.
- Älykäs toimialojen eli sektoreiden välinen yhteistyö on keino tuottaa kustannustehokkaasti ilmastoystävällisiä palveluita asiakkaille. Energiaverkkojen yhteissuunnittelu ja yhteisrakentaminen ovat sektori-integraatiota parhaimmillaan.
- Uusiutuva energiantuotanto ei usein juurikaan josta kulutuksen mukaan, joten kulutuksen on joustettava. Suomessa ennen muuta sähkö- ja lämpösektorin yhdistäminen tukee kulutusjoustoa. Kun sähkö on kallista, voidaan käyttää suuria lämpövarastoja lämmityksen energialähteenä. Kun sähkö on halpaa, lämmitetään lämpövarastoa. Sektori-integraation avulla energiaa voidaan varastoida pitkäkestoisemmin ja suurempia määriä kuin akkuvarastojen avulla.
- Kaukolämpöverkot toimivat sektori-integraatiota edistävinä alustoina hyödyntäen tulevaisuudessa yhä enemmän hukkalämpöjen talteenottoa, ympäristön lämpöjen hyödyntämistä ja mahdollistamalla rakennusten integroitua lämmitysratkaisuja.
- Kaasumarkkinat, kaasun siirtoverkko ja palvelut muodostavat monipuolisen energia-alustan, joka tukee erilaisten kaasujen käyttöä, huoltovarmuutta, kaasujen siirtoa ja energiajärjestelmän joustavuutta.
- Valtakunnallisen sähkön-, lämmön- ja kaasunsiirtoinfrastruktuurin rinnalle syntyy vedynsiirtoinfrastruktuuria, joka lisää tarvetta energiansiirtoinfrastruktuurin yhteissuunnittelulle.

