

AFRY

ÅF PÖYRY



Asiantuntijapalvelut liittyen Palokin vesivoimalaitoksen merkityksen arviointiin

Loppuraportti

MAALISKUU 2023

Sisältö

- | | |
|---|----|
| 1. Palokin vesivoimalaitoksen merkityksen laadullinen arviointi | 5 |
| 2. Palokin vesivoimalaitoksen liikevaihtopotentialin arviointi | 18 |

VASTUUVAPAUCLAUSEKE

AFRY Management Consulting Oy ("AFRY") pidättää kaikki oikeudet tähän raporttiin. Raportti on luottamuksellinen ja laadittu yksinomaan Pohjois-Karjalan ELY keskuksen ("Asiakas") käyttöön. Raportin käyttö muiden kuin Asiakkaan toimesta ja muuhun kuin Asiakkaan ja AFRY välisessä sopimuksessa tarkoitettuun tarkoitukseen on sallittu ainoastaan AFRY etukäteen antaman kirjallisen suostumuksen perusteella. Raportti on laadittu noudattaen AFRY ja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtoja. AFRYn tähän raporttiin liittyvä tai siihen perustuva vastuu määräytyy yksinomaan kyseisten sopimusehtojen mukaisesti.

Raportin sisältämät tulkinnot ja johtopäätökset perustuvat osittain AFRYn kolmansilta osapuolilta tai ulkopuolisista lähteistä saamiin tietoihin. AFRY ei ole tarkistanut minkään kolmansilta osapuolilta tai ulkopuolisista lähteistä saadun ja raportin laatimiseen käytetyn tiedon oikeellisuutta tai täydellisyyttä, koska se ei ole kuulunut AFRYn toimeksiannon laajuuteen. AFRY ei anna raportin perusteella tai siihen liittyen mitään vakuutusta (nimenomaista tai konkludenttista) eikä vastaa sen sisältämien tietojen ja arvioiden oikeellisuudesta.

AFRY ei vastaa kolmannelle osapuolelle tämän raportin käyttämisen tai siihen luottamisen perusteella aiheutuneesta haitasta taikka mistään välittömästä tai välillisestä vahingosta.

Sisältö

1. Palokin vesivoimalaitoksen merkityksen laadullinen arviointi	5
2. Palokin vesivoimalaitoksen liikevaihtopotentialin arviointi	18

Työssä tarkasteltava Palokin vesivoimalaitos on rakennettu vuonna 1961 ja kokonaisteholtaan 7,4MW

- Tämän työn tarkastelun kohteena on Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:n omistama Palokin vesivoimalaitos
- Vesivoimalaitoksen tekniset tiedot¹:
 - Rakennettu 1961
 - Nimellisteho nyt 7,4 MW
 - Vuosienergia 29 500 MWh
 - Suunnitteluvirtaama 40m³/s
 - Putouskorkeus 20,7m
- Palokin vesivoimalaitokseen on suunniteltu revisio, AFRYn arvion mukaan tällä voidaan potentiaalisesti kasvattaa vesivoimalaitoksen energiantuotantoa:
 - +2-4% hyötysuhdetta parantamalla (esim. turbiinin juoksupyörän modernisointi)
 - +20% teknistä läpivirtaamaa kasvattamalla, tällä ei kuitenkaan ole suoraa vaikutusta energiamääriin mikäli laitoksen läpi virtaavia vesimääriä ei voida kasvattaa

(1) <https://www.pks.fi/pks/vesi-ja-tuulivoimaa/vesivoimalat/>



Palokin voimalaitos on yhdistettynä Suomen sähkön kantaverkkoon

- Fingridin järeä 400 kV voimajohto Alapitkästä Huutokoskelle
- Fingridin 110 kV voimajohto Alapitkästä Kuopion kautta Huutokoskelle
- Fingridin 110 kV rengasyhteys
 - Alapitkä - Joensuu (Kontiolahti): 1 * 110 kV
 - Joensuu (Kontiolahti) - Varkaus: 2 * 110 kV
- Palokin voimalaitos liittyy kolmannen osapuolen voimajohtolla Fingridin toiseen Kontiolahti – Varkaus 110 kV voimajohtoon
- Samaan voimajohtoon on liittynyt Viinijärvellä sijaitseva PKS Sähkönsiirto Oy:n omistama kytkinasema
- Liityntätavan vuoksi Palokin voimalaitoksen merkitys Pohjois-Karjalan alueellisen sähköverkon toiminnan kannalta on pieni



Fingrid vastaa oman verkkonsa jännitteentason säädöstä

- Fingridin järjestelmätekniisten vaatimuksen mukaisesti verkkoon liitettyjen voimalaitosten generaattorien tulee tukea sähköverkon jännitettä (ns. vakiojännitesäätö).
- Loissähkön määrällä on kiinteä yhteys sähköverkon jännitteeseen:
 - Jännitteen laskiessa generaattori lisää loissähkön tuotantoa
 - Vastaavasti jännitteen noustessa asetusarvon yli, alkaa generaattori vähentää loissähkön tuotantoa tai voi jopa kuluttaa loissähköä verkosta.
- Fingrid vastaa oman verkkonsa jännitteentason säädöstä:
 - 110 kV verkossa Fingrid voi säätää jännitettä säätää sähköasemilla sijaitsevilla kondensaattoriparistoilla tai sähköasemien päämuuntajien käämikytkimillä
 - Kondensaattoriparistot tuottavat verkkoon loistehoa, eli nostavat jännitettä. Käämikytkimillä voidaan siirtää loistehoa 400 kV ja 110 kV verkkojen välillä.
- **Vesivoimalaitoksen generaattori ei siis ole välttämätön jännitteensäätöön, mikäli alueella on riittävästi muita keinoja käytössä.**

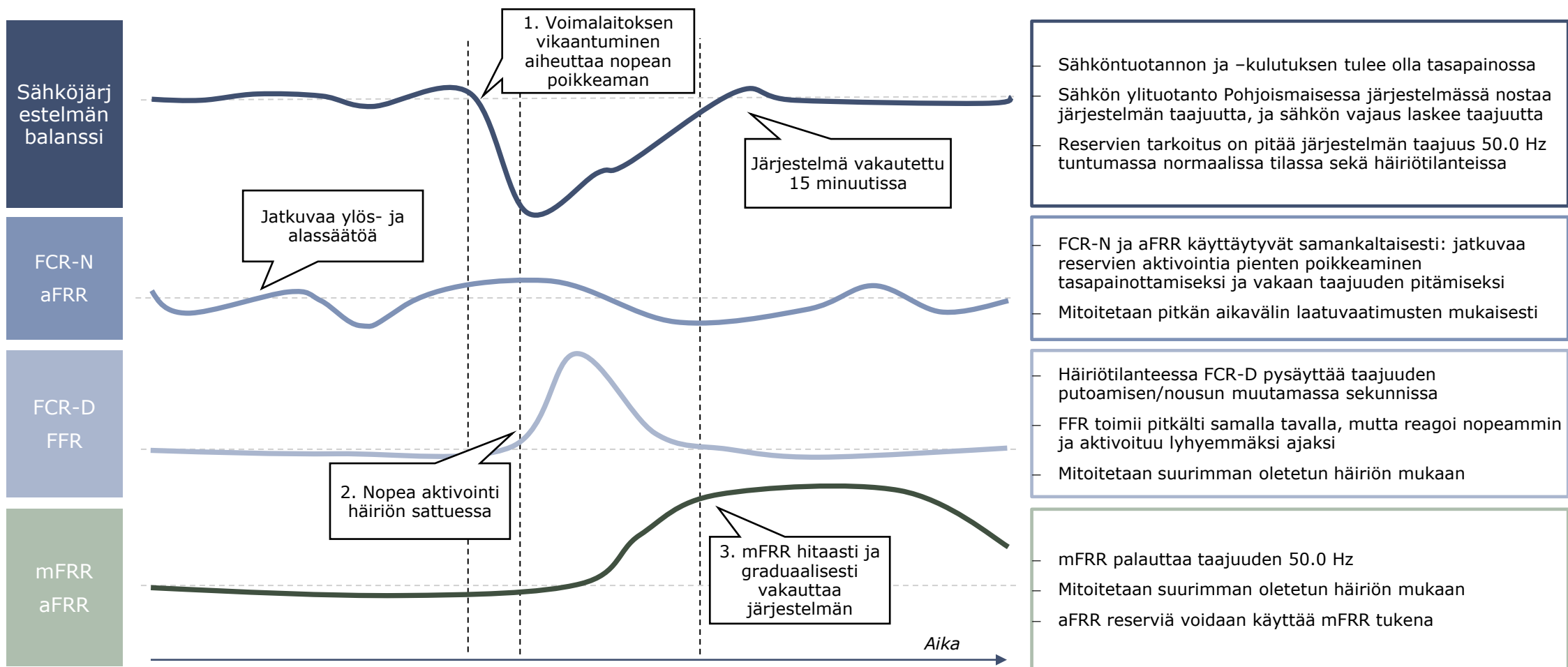


Palokin voimalaitoksella on pieni rooli inertian hallinnassa

- Vesivoimalaitokset lisäävät inertiaa sähköjärjestelmään, eli käytännössä generaattoreiden pyörivä massa pyrkii hidastamaan äkillisiä muutoksia tuotannon ja kulutuksen tasapainossa (taajuudessa).
- Tuulivoimaloiden generaattorit ovat kytketty tehoelektroniikan kautta sähköjärjestelmään, eli niillä ei ole vastaavaa kykyä hidastaa muutosta.
- Tällä hetkellä sähköjärjestelmän inertia on vaarassa vähetä, kun perinteistä voimantuotantoa korvautuu tuulivoimalla.
- **Palokin vesivoimalaitos on pieni, 7 MW, joten teoriassa Palokin vesivoimalaitoksen purkaminen vähentää inertiaa sähköjärjestelmästä, mutta sen vaikutus on marginaalinen**

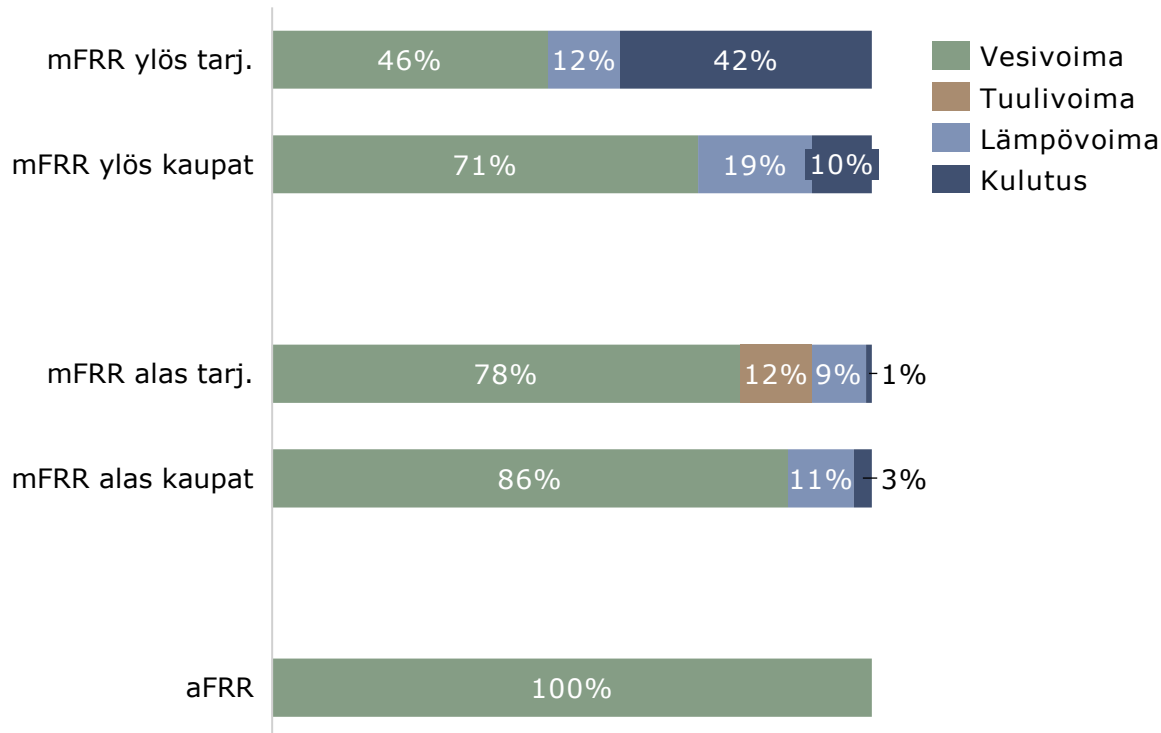


Suomessa ja Pohjoismaissa on useita reservimarkkinatuotteita sähköjärjestelmän vakauden ylläpitämiseksi



Vesivoima on kilpailukykyinen ja selvästi merkittävin säädöntarjoaja mFRR ja aFRR markkinoilla tarjoten suurimman osan kaikesta kapasiteetista

TEKNOLOGIOIDEN OSUUDET mFRR JA aFRR MARKKINOILLA 2021

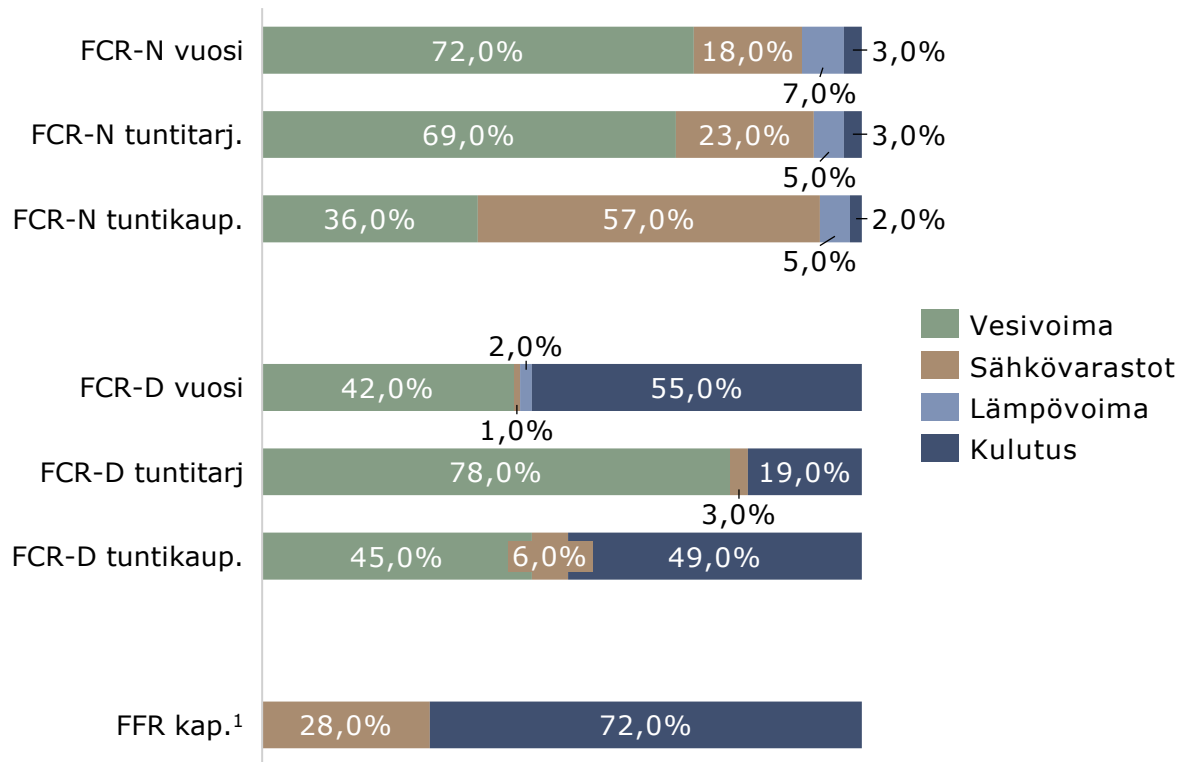


KOMMENTIT:

- mFRR-markkinoilla vesivoiman osuus toteutuneista kaupoista on suurempi kuin sen osuus tarjouksista, mikä on indikaatio sen vahvasta kilpailukyvyistä
- Vesivoiman osuus pitkäaikaisen alassäädön tarjoajana on suurempi kuin ylössäädössä. Alas säädössä tuotantoa tulee laskea tai kulutusta lisätä. Ottaen huomioon, että vesivoima tarjotaan usein isolla kapasiteetilla spot markkinoilla (Day Ahead), on sen mahdollisuudet tällöin laskea tuotantoa hyvät
- aFRR markkinoilla vesivoima on ainoa säätöä tarjoava teknologia
 - Fingrid vaatii aFRR markkinoilla kykyä pitkiin ja stabiileihin aktivointiaikoihin, joihin vesivoima soveltuu erinomaisesti
- Vesivoiman rooli säädöntarjoajana mFRR- ja aFRR markkinoilla on ensiarvoisen tärkeä, ja sen nähdään säilyvän sellaisena

Vesivoima tarjoaa myös merkittävän osan säädöstä FCR-markkinoilla – merkittävimmät kilpailijat vesivoimalle ovat sähkövarastot ja kulutusjousto

TEKNOLOGIOIDEN OSUDET FCR JA FFR MARKKINOILLA 2021

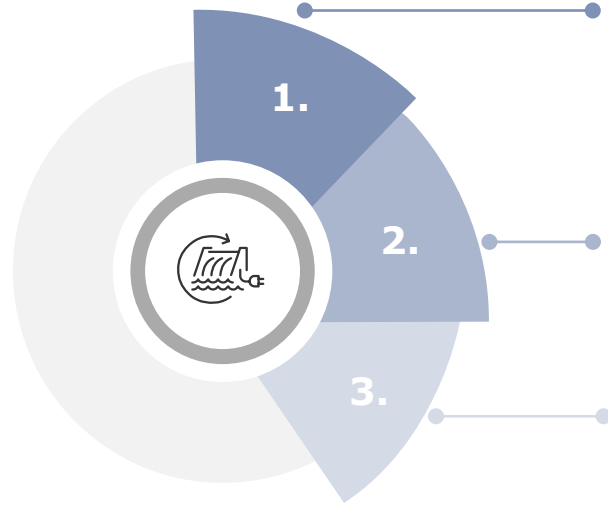


KOMMENTIT:

- Yleisesti reservituotteiden tuntimarkkinoilla vesivoiman tarjouksien osuus on selvästi suurempi kuin käytyjen kauppojen osuus
- **FCR-N**-markkinoilla:
 - Vesivoiman merkittävin kilpailija on sähkövarastot
 - Vesivoima kattaa huomattavasti suuremman osuuden vuosimarkkinoista kuin tuntimarkkinoista
 - Sähkövarastoja ja kysyntäjousto käyvät enemmän kauppaa tuntimarkkinoilla, pyrkien optimoimaan käyttöä lähempänä toimitushetkeä
- **FCR-D**-markkinoilla:
 - Vesivoiman osuus tarjouksista on suurempi kuin käytyjen kauppojen osuus
 - Vesivoima kilpailee kulutusjouston kanssa
- **FFR** markkinoilla vesivoima ei tarjoa säätöä, koska vesivoiman vasteaika ei riitä kyseiselle markkinalle

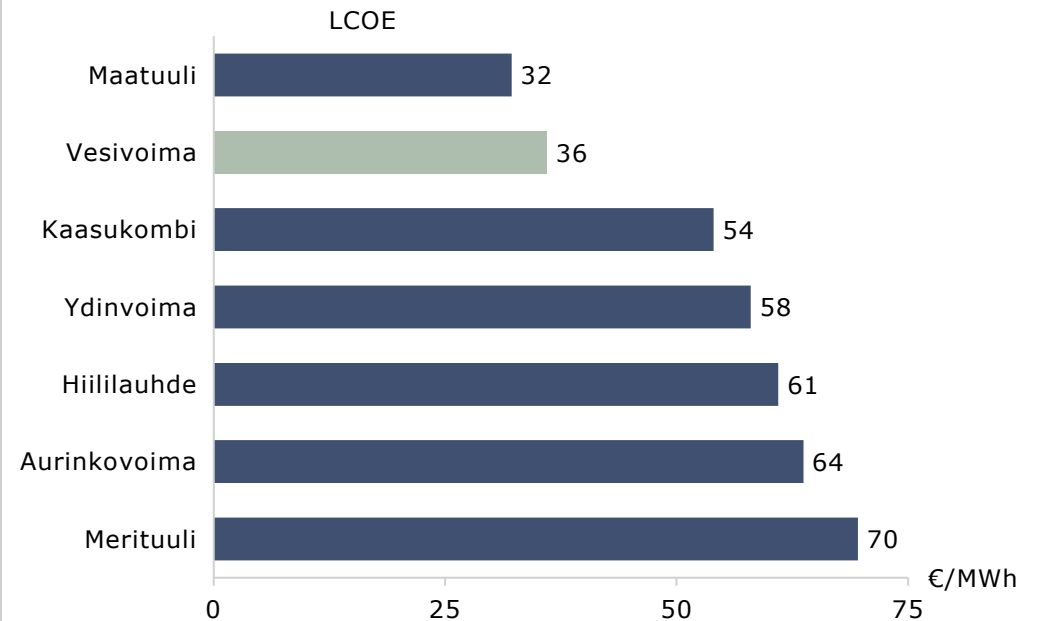
1 FFR markkinan osuudet vuodelta 2022

Vesivoima pysyy kilpailukykyisenä muihin sähkön tuotantomuotoihin verrattuna kokonaiskustannusten ja järjestelmähyödyn näkökulmasta



- Systemin tasolla vesivoiman tarjoama säätöpotentiaali ja vasteaika sekä varastomahdollisuus ovat keskeisiä
- Akkuvarastojen määrä on kasvussa, mutta ne eivät pysty tarjoamaan yhtä pitkää aktivaatiota
- Vesivoiman huoltokustannukset ovat verrattain pienet ja se kärsii vain lyhyistä katkoksista
- Vesivoiman investointikustannukset tehoa kohden ovat korkeammat, mutta elinkaarituo-
tannuksilta (LCOE) mitattuna vesivoima on hyvin kilpailukykyinen muihin polttoaineisiin /tuotantomuotoihin verrattuna

**GENEERISET ELINKAAREN AJALTA LASKETTU
TUOTANTOKUSTANNUKSET (LCOE) 2021¹**



(1) Arviot perustuvat AFRYn asiantuntija-arvioihin – vesivoiman LCOE NVE arvio 2021 (<https://www.nve.no/energi/analyser-og-statistikk/kostnader-for-kraftproduksjon/>). Vuonna 2021 energiakriisi ei ollut vielä nostanut kaasun hintaa.

(2) Levelized cost of electricity (LCOE) lukua voidaan käyttää eri teknologioiden kilpailukykyyn vertailemiseen. Käytännössä LCOE on keskiarvoinen hinta, joka tuotetulle sähkölle tarvitaan jotta investoinnin nykyarvo saavuttaa nollan investoinnin elinajalta

Fingridin näkemyksen mukaan vesivoima sopii tulevaisuudessa kaikille muille reservimarkkinoille paitsi Nopeaan taajuusreserviin (FFR)

FINGRIDIN NÄKEMYS ERI RESERVIMARKKINOILLE SOPIVISTA TEKNOLOGIOISTA¹



KOMMENTIT:

- Vesivoimalla on oleellinen rooli lähes kaikissa tällä hetkellä käytössä olevissa reservimarkkinatuotteissa
- Poikkeuksena on nopea taajuusreservi (FFR), joka edellyttää hyvin nopeaa vasteaikaa. Tähän vesivoimalla ei nykyisellään ole laajamittaisesti edellytyksiä
- Vesivoima soveltuu erinomaisesti sekä ylös- että alassäätöön

(1) Lähde: Fingrid

Palokin voimalaitoksen kannalta oleellisten reservimarkkinoiden hintojen oletetaan laskevan kohti vuotta 2040, hankintamäärien kasvaessa

RESERVIMARKKINOIDEN ARVIOIDUT KEHITYSSUUNNAT KOHTI VUOTTA 2040

KEHITYS-MITTARI	FFR	FCR-D ALAS	FCR-D YLÖS	FCR-N
HINTA	↓	↘	↘	↘
HANKINTA	↑	↑	→	→
MERKITYS VERKOLLE	↑	↗	↗	↗

↑ Kasvua/nousua ↓ Laskua

KOMMENTIT:

– FFR:

– Hankintamäärät tulevat kasvamaan systeemin inertian pienentyessä ja mitoittavan vian kasvaessa. Markkina säilyy kooltaan kuitenkin verrattain pienenä. Hintoja ajaa alas kilpailun voimistuminen esimerkiksi akkuteknologian kehittyessä sekä tuulivoiman mahdollisesti tullessa markkinalle.

– FCR-D:

– Alassäädön hankintamäärien odotetaan kasvavan symmetrisiksi ylössäädön kanssa. Teknisten vaatimusten tiukentuminen voi työntää suuren osan suomalaisesta vesivoimasta pois markkinalta tulevina vuosina, ellei tarvittaviin muokkauksiin investoida. Suuren tarjonnan vuoksi hintojen ei kuitenkaan tämän johdosta odoteta nousevan, vaan akkujen kehittyminen ja tuulivoima lisäävät kilpailua ajaen hintoja alas.

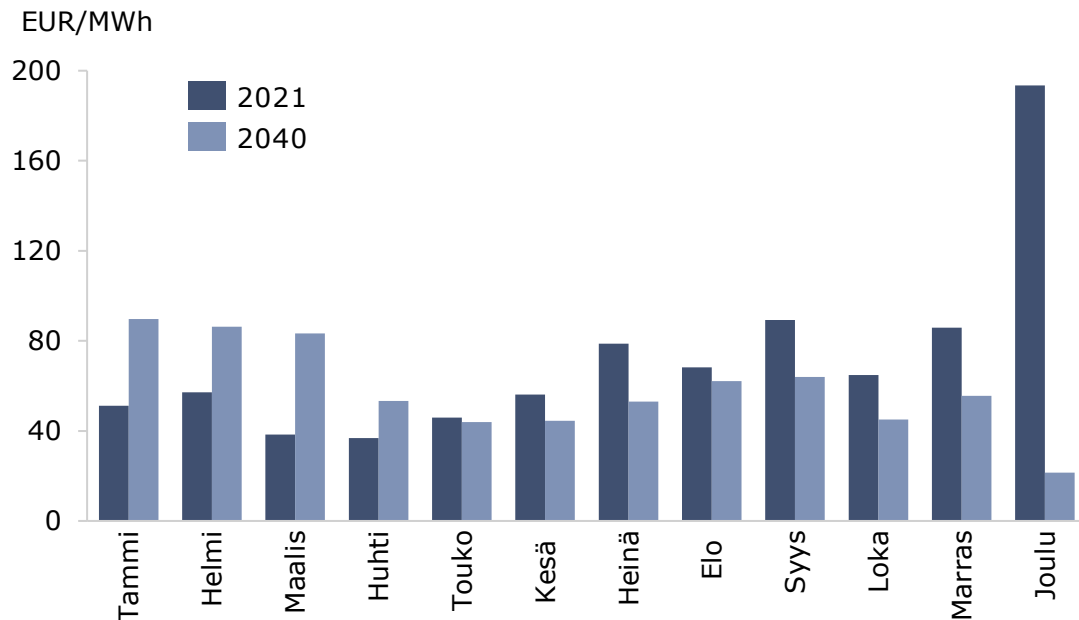
– FCR-N

– Tiukentuvat vaatimukset saattavat työntää vesivoimaa pois myös FCR-N-markkinalta. Hankintamäärät ovat vakaat, mutta pitkällä aikavälillä aFFR:n hankinnan lisääntymisen myötä FCR-N hankinta saattaa hiukan pienentyä. Akkujen tuoman kilpailun odotetaan työntävän hintoja alas myös FCR-N-markkinalla.

– **aFRR-** ja **mFRR-**markkinoiden ei oleteta olevan Palokin voimalaitoksen kannalta merkityksellisiä markkinoita, ottaen huomioon Palokin voimalaitoksen pienen koon ja kyseisten markkinapaikkojen suuremmat vaatimukset. Yleisesti näiden markkinapaikkojen trendin oletetaan olevan sama kuin FCR markkinoiden, aFRR tuotteiden merkityksen kasvaessa suhteessa enemmän

Vuoden 2040 sähkön keskihinnan oletetaan laskevan vuoteen 2021 verrattuna - alkuvuoden 2040 hinnat ennustetaan kuitenkin korkeammiksi

SÄHKÖN SPOT-KUUKAUSIKESKIHINTA 2021 TOTEUTUNUT JA VUONNA 2040 SÄHKÖISTYMISEN PERUSSKENAARISSA



KOMMENTIT:

- AFRY:n Sähköistymisen perusskenaariossa arvio vuoden keskihinnasta sähkölle vuonna 2040 on ~58 EUR/MWh
- Vuonna 2021 vuoden toteutunut keskihinta oli ~72 EUR/MWh, mutta sitä nosti huomattavasti joulukuun energiakriisin nostama poikkeuksellisen korkea hinta
- Verrattuna vuoteen 2021, vuosi 2040 on alkuvuoden osalta kalliimpi ja vuoden loppupuoliskolla halvempi
- Palokin suurimmat virtaamat, ja siten energian tuotanto, painottuvat alkuvuoden kuukausille

Vesivoiman rooli säädöntarjoajana tulee olemaan merkittävä myös tulevaisuudessa

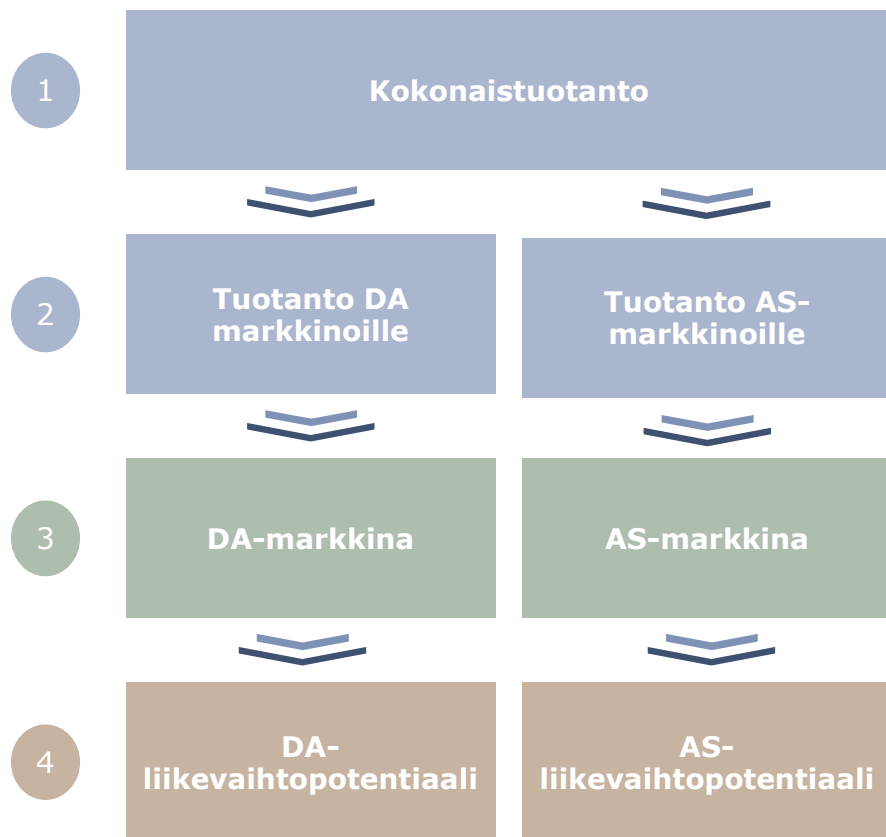
- Vesivoiman ominaisuudet tekevät siitä selkeästi kilpailukykyisimmän säädöntarjoajan aFRR- ja mFRR-markkinoille
- Vesivoiman rooli näillä markkinoilla tulee säilymään ensiarvoisen tärkeänä
- FCR-markkinat ovat vesivoiman näkökulmasta huomattavasti kilpaillummat
 - Sähkövarastot ja kulutusjousto tarjoavat ison osan nykyisestä säädöstä, ja niiden kilpailukyvyyn voidaan odottaa kasvavan tulevaisuudessa teknologisen kehityksen myötä
 - Kiristyvät tekniset vaatimukset saattavat myös työntää merkittävän osan nykymuotoisesta vesivoimasta pois markkinoilta
- Vesivoima tulee kuitenkin säilymään merkittävänä tuotantomuotona, ja uusilla investoinneilla kireämpiinkin teknisiin vaatimukseen voidaan vastata
- Vesivoima ei kuitenkaan sovellu FFR-markkinoille jatkossakaan, vaadittavan säätönopeuden vuoksi
- Ilmastonmuutos voi vaikuttaa vesistöjen virtausmääriin tulevaisuudessa. Palokin osalta vaikutusarvio tulisi tehdä erikseen.
- **Palokki on teholtaan pieni voimala, minkä puolesta sen merkitys säätösähkömarkkinoille ja reservituotteille ei ole korvaamaton. Vesivoiman merkityksen kautta se pystyy kuitenkin osaltaan luomaan arvoa sähköjärjestelmälle**



Sisältö

- | | |
|---|----|
| 1. Palokin vesivoimalaitoksen merkityksen laadullinen arviointi | 5 |
| 2. Palokin vesivoimalaitoksen liikevaihtopotentialin arviointi | 18 |

Liikevaihtopotentiaalia arvioidaan mallintamalla DA- ja AS-markkinoita erillisinä toimintoina



1. Vuoden 2040 kokonaistuotanto on arvioitu skaalaamalla vuoden 2021 historiallista toteumaa revision arvioidulla vaikutuksella
2. Kokonaistuotanto allokoidaan joka päivän osalta samalla suhteella tarjottavaksi DA- ja AS-markkinoille
 - DA-markkinoilla käytetään vuorokausituotantoja
 - AS-markkinoille:
 - Määritetään koko vuoden tuntikeskiarvo, joka on tarjottavissa ylössäätönä kaikille vuoden tunneille
 - Alassäätöä oletetaan pystyttävän tarjoamaan 1 MW verran kaikille tunneille
3. Markkinat vuodelle 2021 määritetty historiallisten toteumien mukaan. Projektit vuodelle 2040:
 - DA-markkina AFRY:n Valtioneuvoston kanslialle tuottaman julkisen projektion mukainen
 - AS-markkinaprojektio perustuu Fingridin kvalitatiivisiin näkemyksiin sekä AFRY:n asiantuntija-arvioihin
4. Liikevaihto DA-markkinoilla on määritetty vuorokausituotantojen ja sähkön hintojen mukaan. AS-markkinoilla liikevaihtoon on laskettu pelkät kapasiteettikorvaukset, jotka on saavutettavissa optimaalisella kapasiteetin tarjoamisella markkinoille

Tukkusähkömarkkinoiden liikevaihtopotentiali määritetään vuorokausivirtaamiin ja sähkön SPOT-hintoihin perustuen

DA mallinnus



Historiallisten virtaamatoteumat



Päiväenergiamäärät historiallisten virtaamien mukaan, vuosienenergiamäärä historiallisen toteumaa vastaavaksi



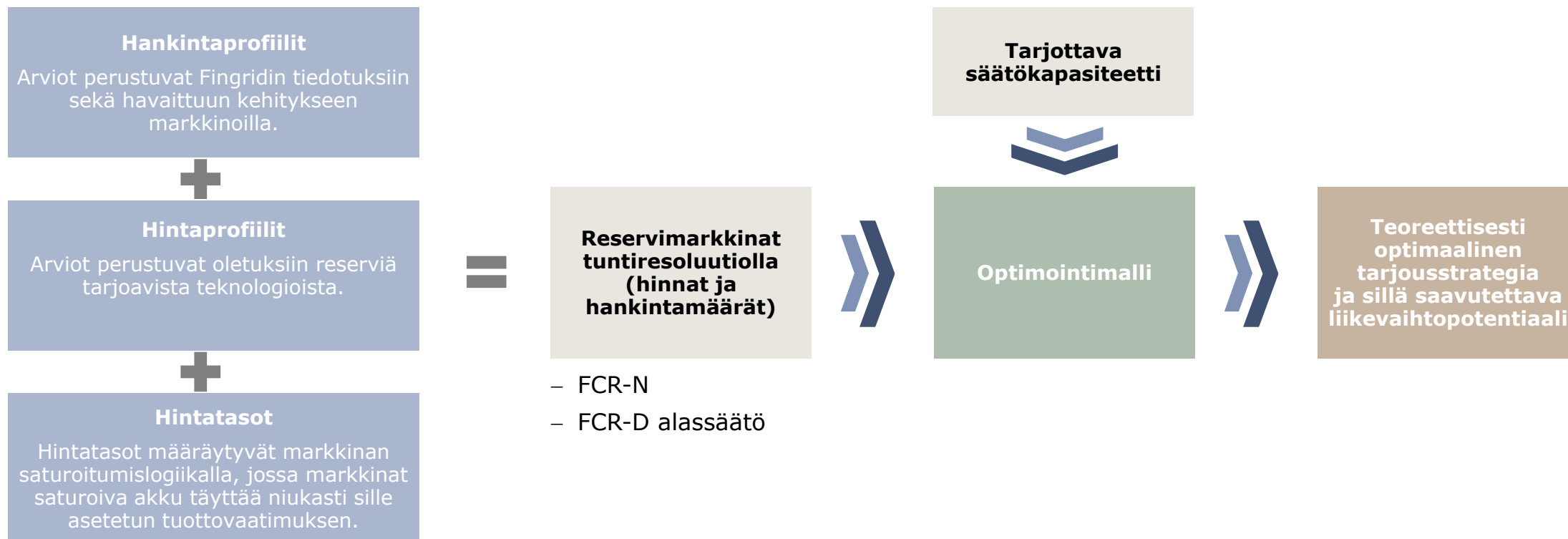
Historialliset / ennustetut SPOT-hinnat, siirtokulut, DA kaupankäyntikulut



Liikevaihtoarvio energiamäärien, hintojen ja kulujen mukaan

1. Palokin vuorokausikohtaisista virtaamatoteutumisista ja kokonaistuotannosta vuodelle 2021 määritetään vuorokausikohtaiset energian tuotantomäärät
 - Vuoden 2040 vuorokausienergiat määritetään skaalaamalla vuotta 2021 revision arvioiduilla vaikutuksilla
2. Tuntiresoluution SPOT-hinnat muunnetaan vuorokausikeskiarvoiksi
 - 2021 historiallinen toteuma
 - 2040 ennuste AFRY:n Sähköistymien perusskenaarion mukainen
3. Liikevaihtoarviot lasketaan lopuksi vuorokauden aikana tuotetun energian ja SPOT-sähkön vuorokausikeskiarvon tulona siirto- ja kaupankäyntikulut huomioiden

Reservimarkkinoiden liikevaihtopotentialin arviot tuotetaan mallilla, joka määrittää optimaalisen tavan toimia vallitsevilla markkinoilla



Palokki mallinnetaan osallistumaan vain FCR-N ja FCR-D alassäätöön

- FFR vaatii selvästi nopeampaa vasteaikaa, kuin mihin vesivoimalla pystytään
- FCR-D-markkinoilla vaadittu minimitarjous on 1 MW. Palokin tuotannosta reservimarkkinoille allokoitulla osuudella ei voida näin ollen tarjota riittävää ylössäätöä markkinan vaatimuksiin
- FCR-D vaatii myös melko nopeaa vastetta: 50% säädöstä on pystyttävä aktivoimaan 5 sekunnissa ja 100% 30 sekunnissa
 - Mallinnuksessa oletetaan Palokin pystyvän täyttämään nämä edellytykset keskimäärin 1 MWh energiamäärälle, ja näin osallistumaan FCR-D alassäätöön¹ vähentämällä DA markkinoilla myytyä ja suunniteltua tuotantoa.
- aFRR- ja mFRR-markkinoille Palokin oletetaan olevan liian pieni toimija

1) Arvio sisältää epävarmuutta, sillä tarkemman arvion tekemiseen ei ole perusteita ilman tarkempia tietoja Palokin teknisistä kyvykkyydestä



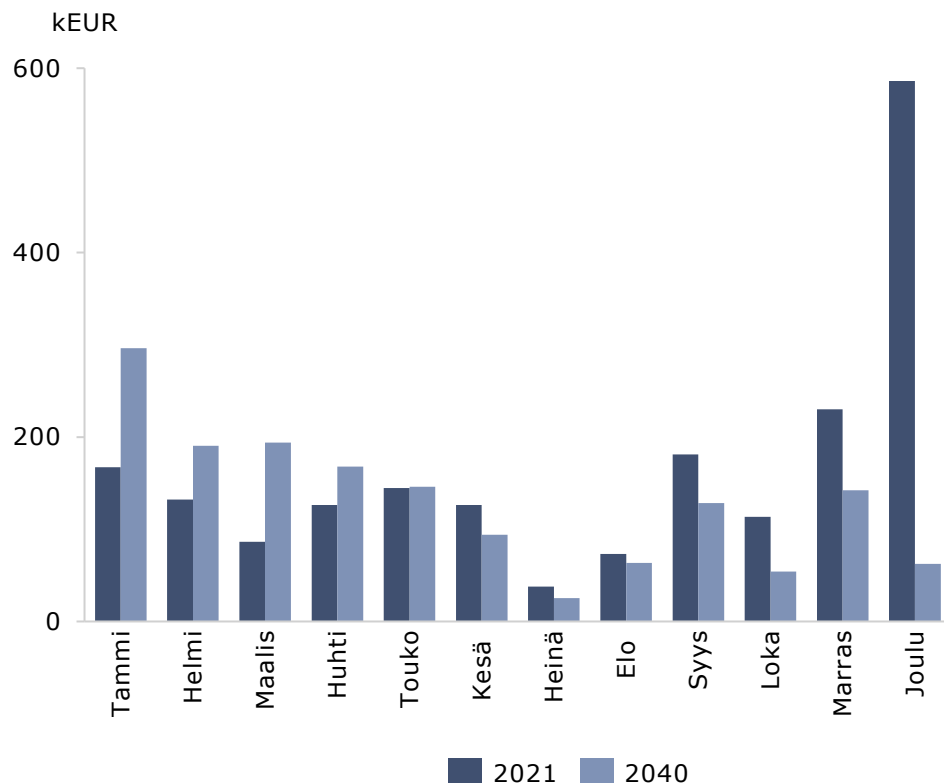
Mallinnuksessa käytetyt arvot pohjautuvat vuoden 2021 toteumaan sekä revision arvioituihin vaikutuksiin

Aihealue	Parametri	Arvo	Kommentit
Tuotanto ja sen jako			
	Tuotannon osuus DA- ja AS- markkinoille	90% ja 10%	
	2021 vuosituotanto	29.5 GWh	Historiallinen toteuma
	2040 vuosituotanto	30,7 GWh	Skaalattu vuoden 2021 luvuista revision vaikutuksella
DA-mallinnus			
	Verkkoonsoyöttömaksu	0,6 €/MWh	
	Kaupankäytikustannus	0,04 €/MWh	
AS-mallinnus			
	Saavutettavan markkinaosuuden yläraja reservituotteista	30%	Reservimarkkinat ovat kilpaillut, minkä vuoksi yhden toimijan on vaikea saavuttaa suurempaa osuutta hankittavasta määrästä
	2021 tarjottavissa oleva kapasiteetti	Ylös 0,34 MW/h Alas 1,00 MW/h	
	2040 tarjottavissa oleva kapasiteetti	Ylös 0,35 MW/h Alas 1,00 MW/h	
Revision odotetut vaikutukset ¹			
	Virtaaman kasvatus	+0-20%	Revisionyhteydessä pystytään mahdollisesti kasvattamaan voimalan teknistä läpivirtaamaa, mutta mallinnuksessa käytetty 0% olettaen vesimäärien pysyvän samana
	Hyötysuhteen ² kasvatus	+2%-4%	Mallinnuksessa käytetään arvion ylärajaa, +4%, kuvaamaan parasta mahdollista tilannetta

¹ Revision odotetut vaikutukset kuvaavat muutoksia voimalan nykyiseen toimintaan. Arvot ovat AFRY:n teknisten asiantuntijoiden arvioita. ² Hyötysuhteella tarkoitetaan tässä tuotettavan energian ja siihen vaadittavan virtaaman suhdetta.

Sähkön tukkumarkkinoiden arvioitu potentiaalinen liikevaihto 2021 noin 2 mEUR, 2040 1,65mEUR, joista suurin osa painottuu talvi- ja kevätkuukausiin

ARVIOITU SÄHKÖN TUUKUMARKKINALTA SAATAVA LIIKEVAIHTO¹



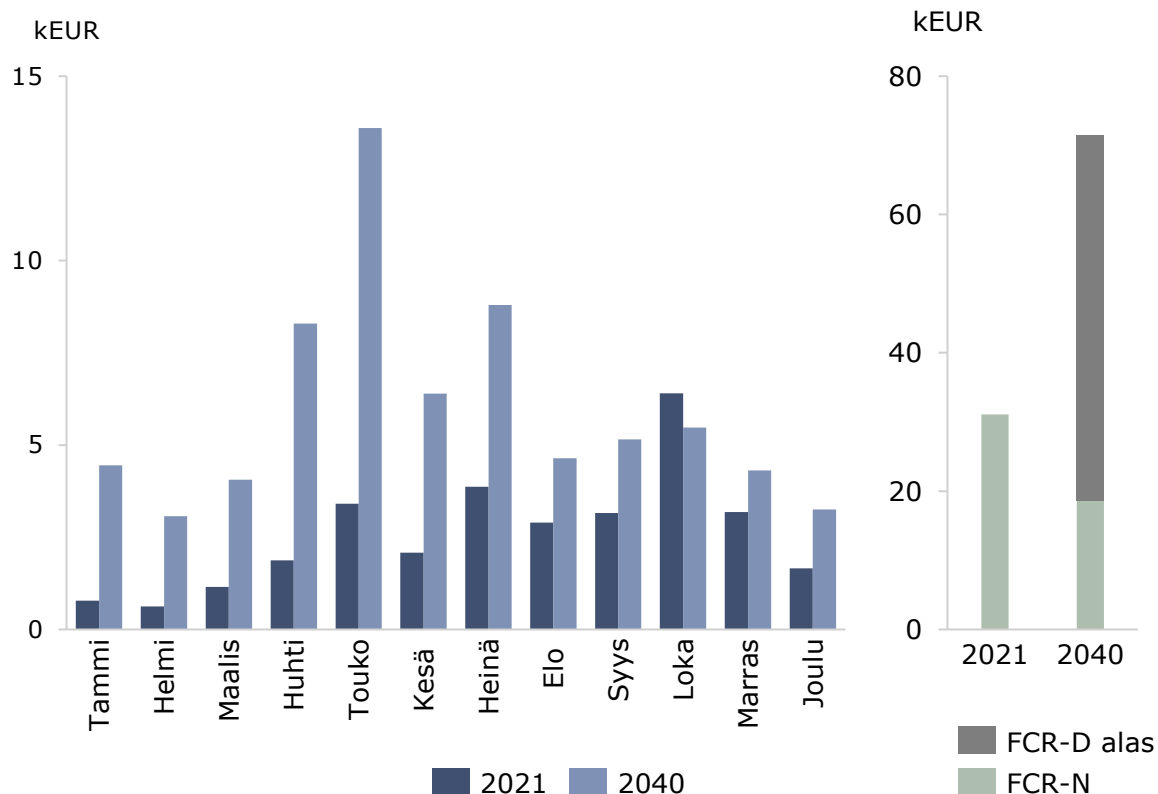
KOMMENTIT:

- Sähkön tukkumarkkinat (Day Ahead) oletetaan olevan Palokin voimalaitoksen pääasiallinen kaupankäyntipaikka
- Vuoden 2021 arvioitu kokonaistuotto tältä markkinapaikalta on 2,00 mEUR ja 2040 1,56 mEUR
 - Jos Joulukuun -21 hinnat eivät olisi nousseet Marraskuun hinnoista olisi -21 kokonaistuotto vain 1,65 mEUR
- Liikevaihto painottuu kahteen ajankohtaan vuodessa:
 - Korkean tukkuhinnan talvikuukausiin
 - Kevätkuukausiin, jolloin virtaamamäärät Palokin voimalaitoksella ovat korkeat
- Vuoden 2021 joulukuussa oli epätavallisen korkeat sähkön tukkuhinnat energiakriisin alkaessa. Vuoden 2040 hintaennusteissa joulukuun tukkusähkön hinta on arvioitu olevan alemmalla tasolla.
- Arvioitu liikevaihtopotentiali laskee vuodelle 2040, verrattuna vuoteen 2021, sillä sähkön tukkuhintojen tason uskotaan laskevan. Liikevaihdon laskua loiventaa revision oletettu tehonlisäys.

(1) Mallinnuksessa on käytetty toteutuneita päivävirtaamia, joiden perusteella on Palokin voimalaitoksen tietojen perusteella laskettu oletetut päiväenergiämäärät.

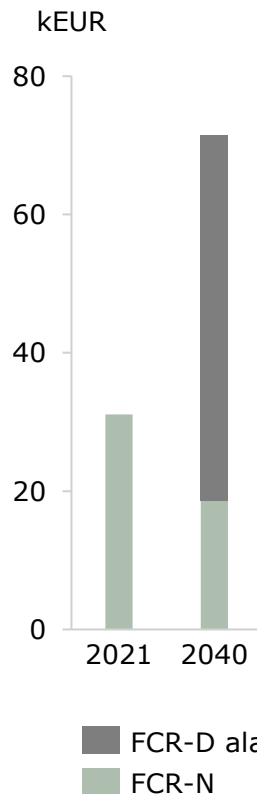
Liikevaihtopotentiali reservimarkkinoilla kasvaa merkittävästi vuonna 2022 luodun FCR-D alassäätötuotteen myötä

ARVIOITU RESERVIMARKKINOILTA SAATAVA LIKEVAIHTO¹



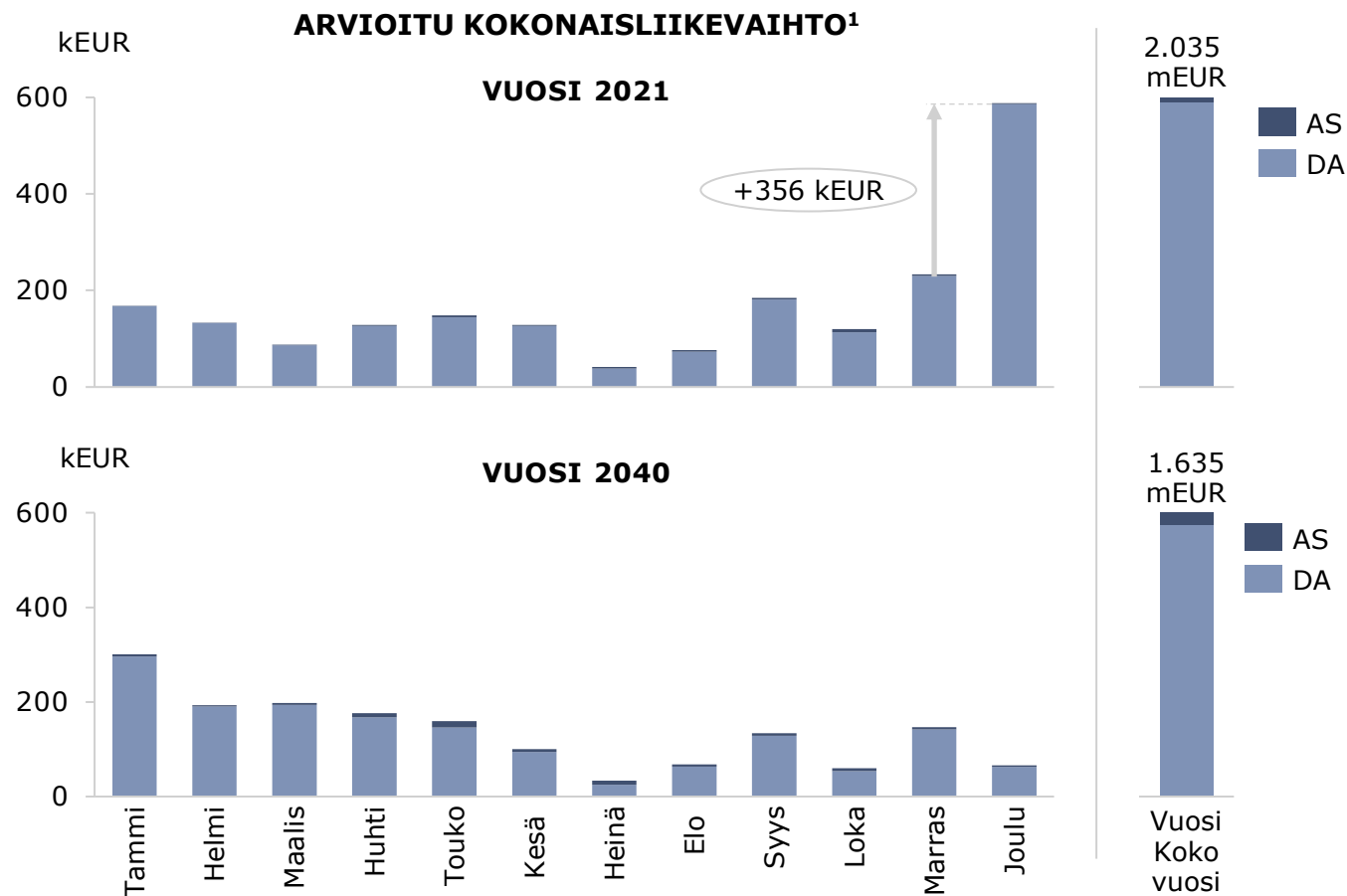
KOMMENTIT:

- FCR-D-markkinan alassäätötuotteen luominen vuodesta 2022 eteenpäin kasvattaa Palokin liikevaihtopotentialia reservimarkkinoilla merkittävästi
- Vuoden 2021 arvioitu kokonaistuotto reservimarkkinoilta on 31 kEUR ja 2040 71 kEUR
- FCR-D ja FCR-N markkinoiden vaatimukset tiukentuvat 2023 (vasteaika ja stabiilisuus). Palokin voimalaitoksen todellista kykyä osallistua näille markkinapaikoille jatkossa tulisi tarkastella tarkempien teknisten tietojen pohjalta.
- Reservimarkkinoilla on suhteellisen pieni likviditeetti ja kilpailua. Palokin tarjousten hyväksytyksi tuleminen on aina riippuvainen vallitsevasta kilpailuasetelmasta markkinoilla, joten tässä työssä arvioidut liikevaihtoarviot ovat suuntaa-antavia



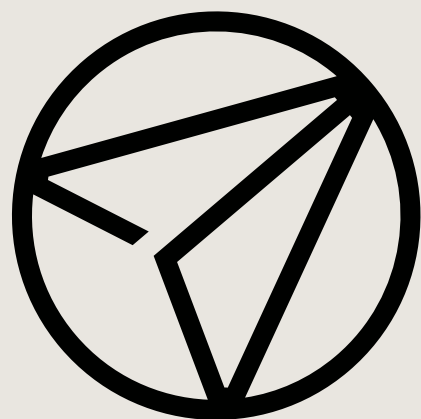
(1) Mallinnuksessa on käytetty toteutuneita päivävirtaamia, joiden perusteella on Palokin voimalaitoksen tietojen perusteella laskettu oletetut päiväenergiamäärät.

Liikevaihtoarvio vuodelle 2040 vähenee 20% verrattuna vuoteen 2021, mutta vain 3% mikäli vuoden 2021 joulukuun energiakriisin hintavaikutus tasoitetaan



KOMMENTIT:

- Vuoden 2040 hinnat sekä tukkusähkö- että reservimarkkinoilla oletetaan laskevan vuoteen 2021 verrattuna. Tämä osaltaan vaikuttaa heikentävästi liikevaihtopotentialiin
- Tulevaisuudessa toteutettavalla revisiolla pystytään kuitenkin kasvattamaan hiukan Palokin tuotantokkyä, jolloin myytävät volyymit kasvavat
- Lisäksi uusi reservituote, FCR-D alassäätö, tarjoaa potentiaalia tuotoille, mikäli markkinalle pystytään tulevaisuudessa osallistumaan
- On myös huomattava, että vuoden 2021 joulukuun poikkeuksellisen korkeat tukkusähkön hinnat nostavat kyseisen vuoden kokonaisliikevaihtoa merkittävästi
- Palokin liikevaihtopotentialin voidaan odottaa säilyvän suhteellisen lähellä nykyistä tasoaan revision myötä toimittaessa pääosin sähkön tukkumarkkinoilla



AFRY

ÅF PÖYRY