

7.4.2016

Jarkko Tulensalo

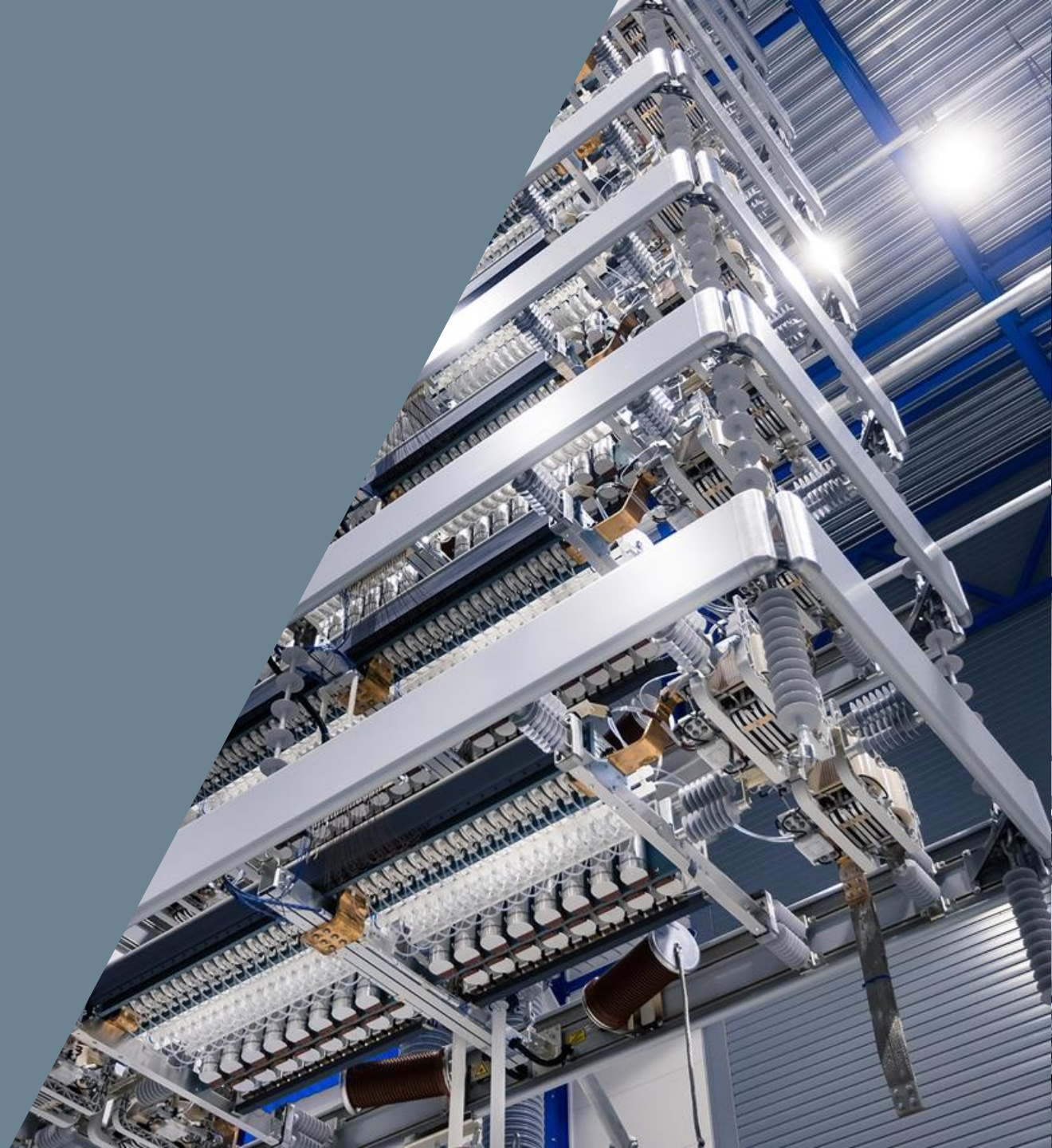
Sähkömarkkinoiden simulointiohjelman hyödyntäminen sähkötehon riittävyuden analysoinnissa

FINGRID

Esityksen rakenne

- Tausta
- Tutkimuksen tavoite
- Sähkötehon riittävyyden analysointimenetelmä
- Case study: Sähkötehon riittävyyden kehitys Suomessa 2014-2023
- Case study: Rajasiirto-investointi
- Johtopäätökset
- Yhteenveto

Tausta ja tavoite



Riittääkö Suomessa sähköä?

Helsinki 2.12.2015 klo 23:15 | päivitetty 3.12.2015 klo 11:16

Hanasaaren voimalaitos suljetaan 2020-luvulla

Helsingin kaupunginvaltuusto on päättänyt tänään keskiviikkoiltana, että Hanasaaren voimalaitos suljetaan vuoteen 2024 mennessä.

27.10.2015

Kristiinankaupungin ja Porin Tahkoluodon voimalaitosten tuotannollinen toiminta lopetetaan

Fortum lopettaa sähköntuotannon Inkoon hiilivoimalaitoksella

13.8.2013 09:19 EET

Sähkö oli viikko sitten lähellä loppua – Suomi yhä riippuvaisempi sähkön tuonnista

TALOUS 15.11.2015 2:00 Päivitetty: 15.11.2015 17:51

Anni Lassila HELSINGIN SANOMAT

Hurja pakkasen nosti sähkönkulutuksen kaikkien aikojen huippuun – ennätys rikki jo toistamiseen tänään

KOTIMAA 7.1.2016 10:43 Päivitetty: 7.1.2016 20:00

Juhani Saarinen HELSINGIN SANOMAT

Olli Pohjanpalo HELSINGIN SANOMAT

Tutkimuksen tavoite

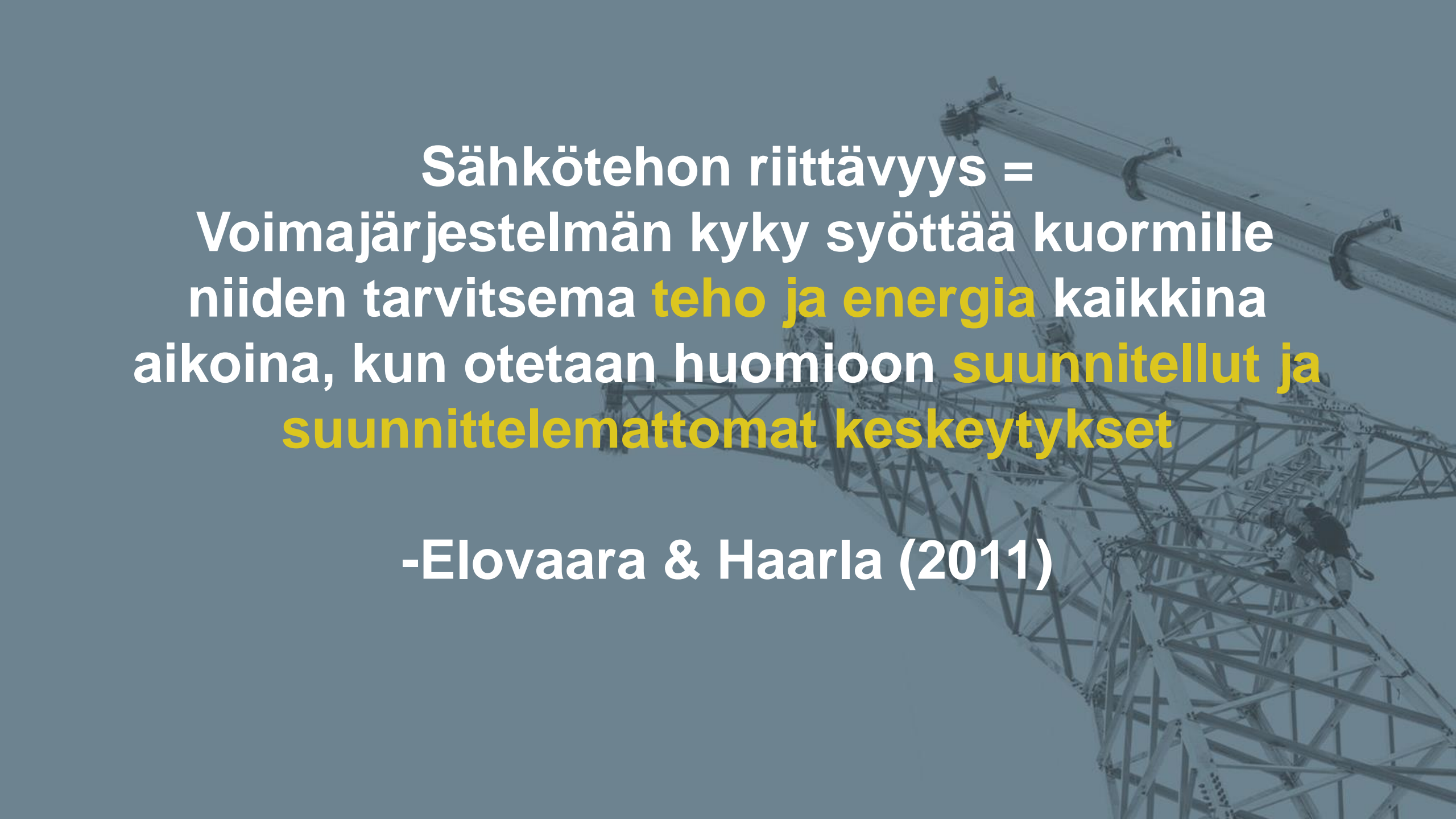
- Kehittää **todennäköisyyspohjainen** menetelmä, jolla voidaan arvioida **sähkötehon riittävyttä** Itämeren alueella
- Osatavoitteita:
 - Työkalun luominen, jolla voidaan mallintaa voimalaitosten ja siirtoyhteyksien satunnaisia vikaantumisia
 - Menetelmää voidaan käyttää hyväksi voimajärjestelmän pitkän aikavälin suunnittelussa

Sähkötehon riittävyys- analysointimenetelmä

Pääkäsitteet

Menetelmän kuvaus





**Sähkötehon riittävyys =
Voimajärjestelmän kyky syöttää kuormille
niiden tarvitsema **teho ja energia** kaikkina
aikoina, kun otetaan huomioon **suunnitellut ja
suunnittelemattomat keskeytykset****

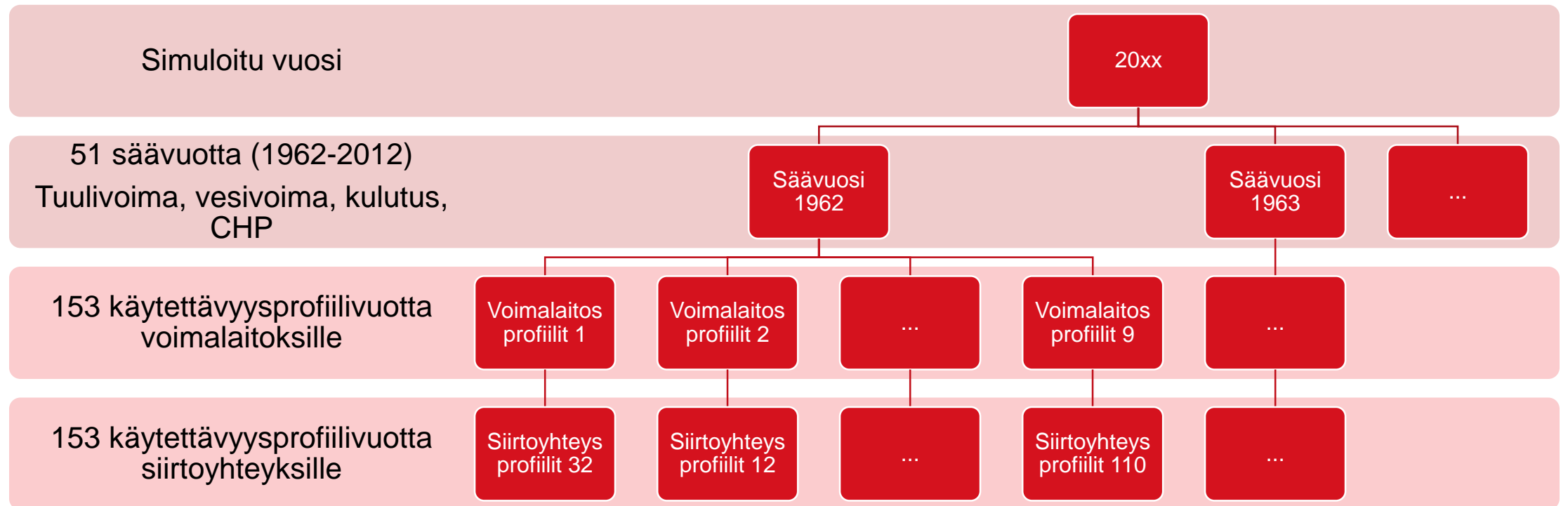
-Elovaara & Haarla (2011)

Sähkötehon riittävyyden analysointimenetelmä

Monte Carlo –simulointiin pohjautuva menetelmä

- Numeerisen mallintamisen menetelmä, jossa hyödynnetään todennäköisyyslaskentaa ja tilastotiedettä
- Menetelmä sopii erityisen hyvin moniulotteisille ongelmille, joiden lähtötietojen tiedetään olevan epätarkkoja.
- 459 kronologista Monte Carlo simulaatiovuotta tuntitasolla -> yli 4 miljoonaa tuntia
 - Tuulivoiman, vesivoiman, kulutuksen ja CHP:n mallinnus perustuu historiallisiin säätietoihin vuosilta 1962-2012
 - Voimalaitosten ja siirtoyhteyksien vikaantumiset mallinnettu työssä luodulla todennäköisyyspohjaisella työkalulla

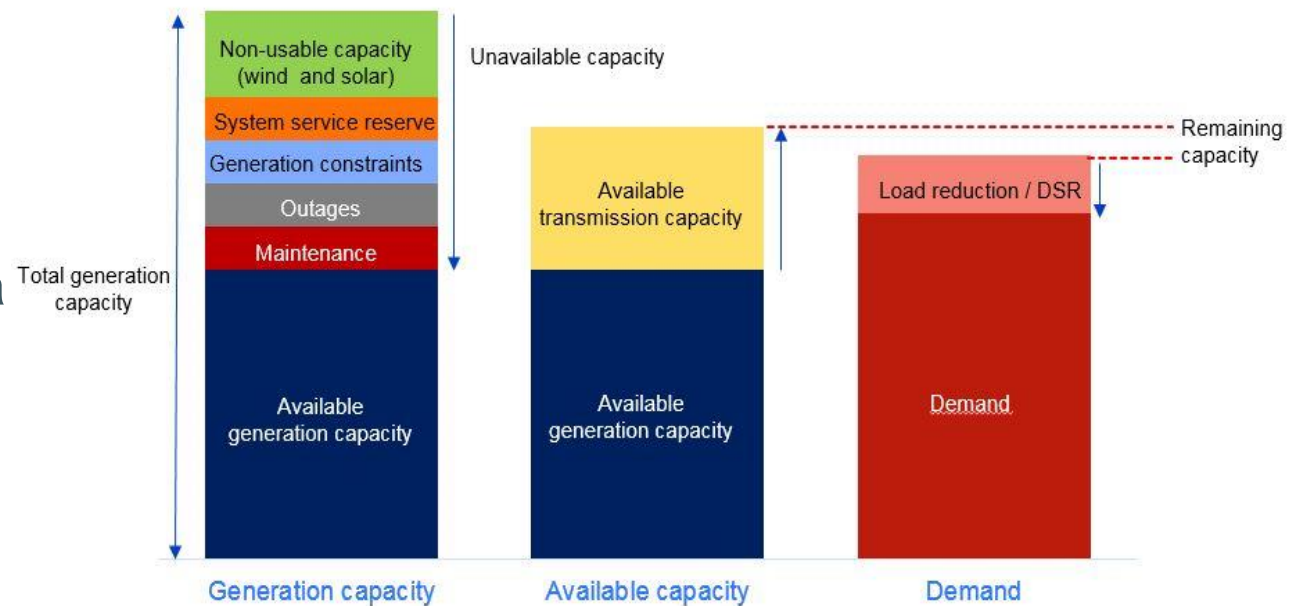
Monte Carlo -simulaatio



Riittävyysindeksit

Lyhenne	Kuvaus	Yksikkö	Selitys
ENS	Energy Not Served	MWh/vuosi	Tehovajeesta johtuva energiamäärä vuodessa, joka jää toimittamatta
LOLE	Loss of Load Expectancy	h/vuosi	Tuntien määrä vuodessa, jolloin havaitaan tehovaje
Remaining Capacity	-	MW	Tehomarginaali

Tässä työssä tehovajeella tarkoitetaan sitä, että day-ahead markkinoilla ei riitä tuotanto- ja siirtokapasiteettia kattamaan kulutusta.

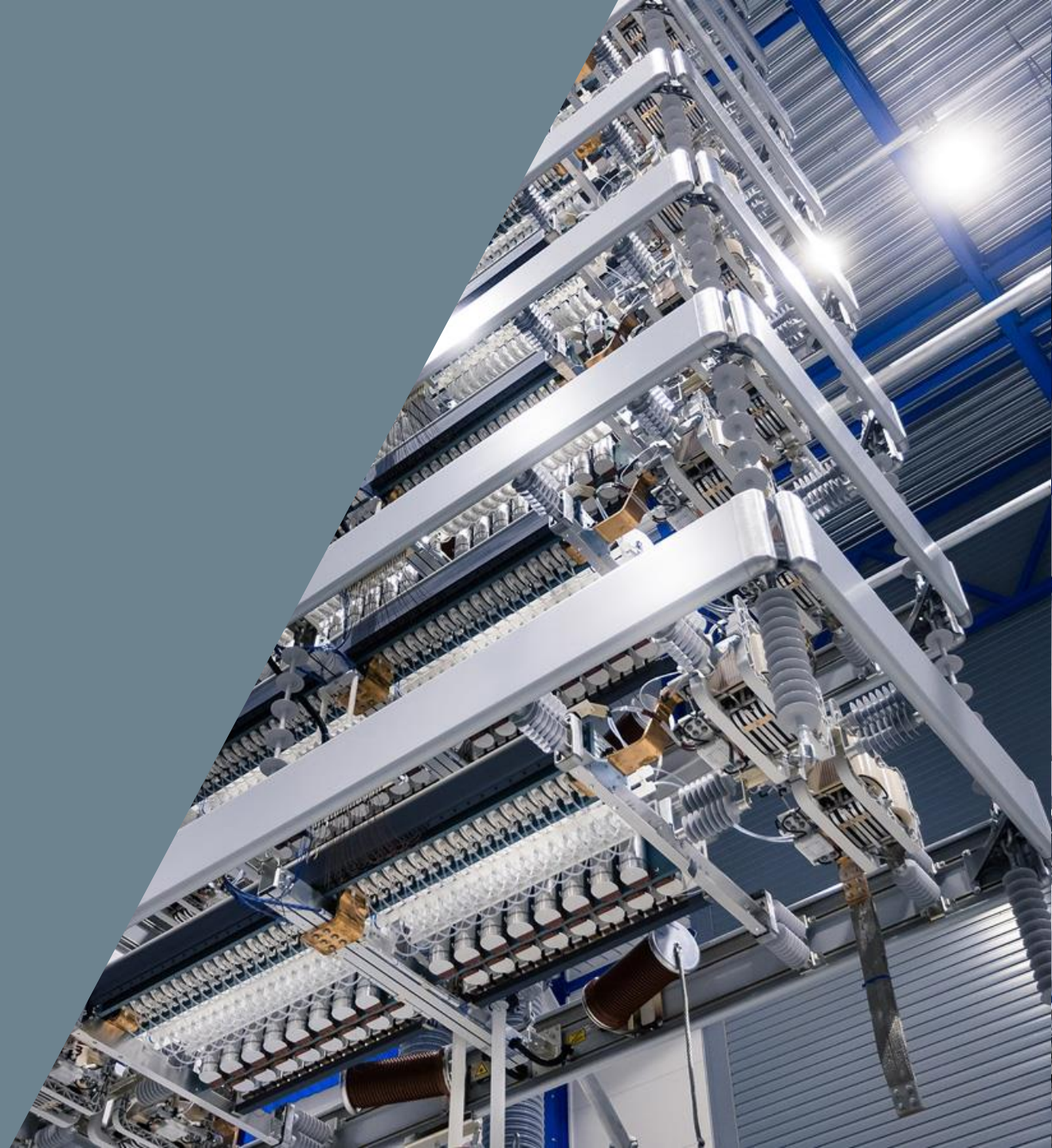


-ENTSO-E SOAF (2015)

Case studyt

Suomen sähkötehon riittävyden kehitys
2014-2023

Rajakapasiteetti-investoinnin vaikutus
sähkötehon riittävyteen



Case study oletukset

Oletukset

- Tuulivoimakapasiteetti kasvaa Suomessa ja naapurimaissa
- Lämpövoimakapasiteetti vähenee Suomessa ja naapurimaissa
- Konservatiiviset oletukset: Ei huomioitu...
 - kysynnän jouston lisääntymistä
 - siirtokapasiteettia Venäjältä Suomeen
 - Käyttötunnilla tehtäviä toimenpiteitä (day-ahead –markkinan näkökulma)
 - Tehoreserviä vuoden 2023 tilanteessa (ei voimassaolevaa päätöstä)

Laskentatilanne

- Tarkasteltiin sähkötehon riittävyyden indeksejä: LOLE, ENS, minimum remaining capacity
- Kaikki laskentatilanteet simuloitiin BID 3.1.3 -simulointiohjelmalla.

Case study

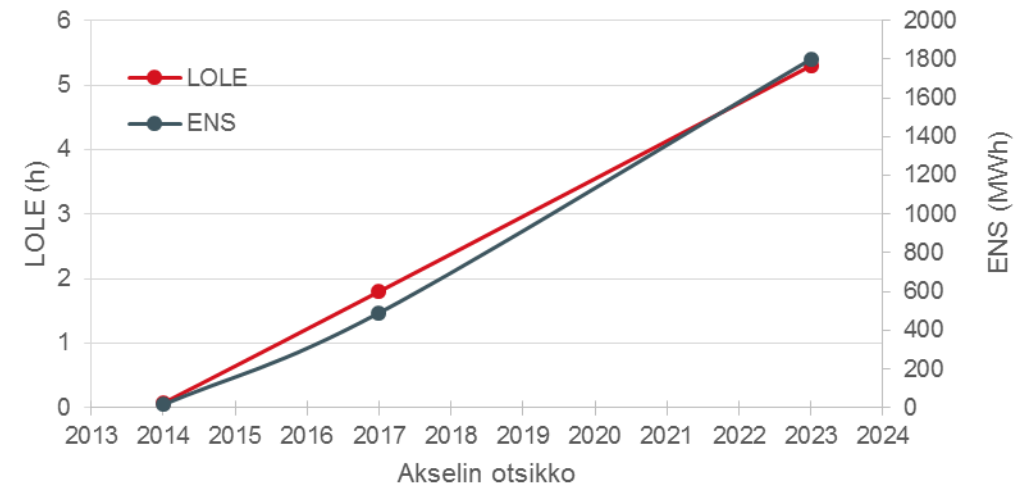
Suomen sähkötehon riittävyden kehitys
2014-2023



Sähkötehon riittävyyden kehitys Suomessa 2014-2023

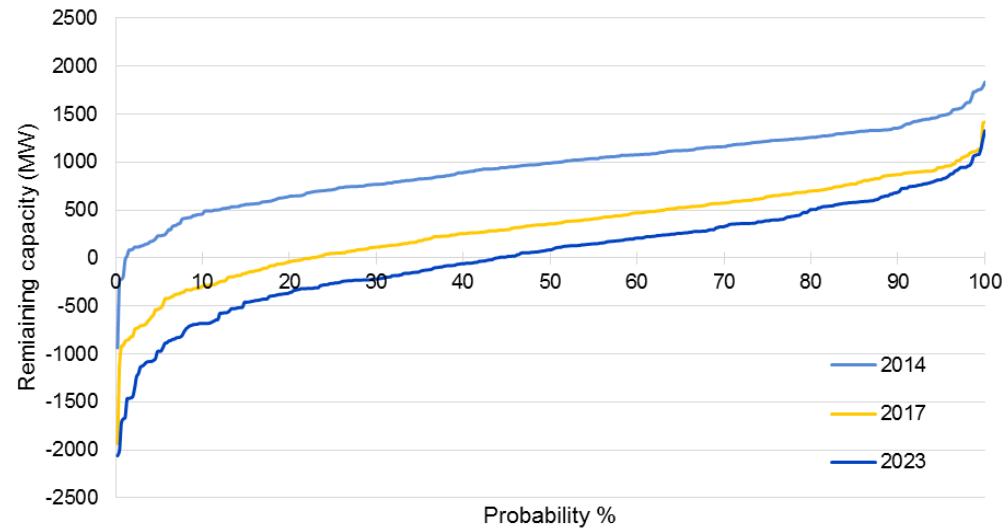
- Tehtiin 459 Monte Carlo -simulaatiota erikseen vuosille 2014, 2017 ja 2023
- Kuvaajassa keskiarvo Monte Carlo -simulaation tuloksista
- Laskentatilanteen tulosten mukaan sähkötehon riittävyys huononee, kun Itämeren alueelta vähenee lämpövoimakapasiteettia ja samanaikaisesti huippukulutus kasvaa

Tulokset



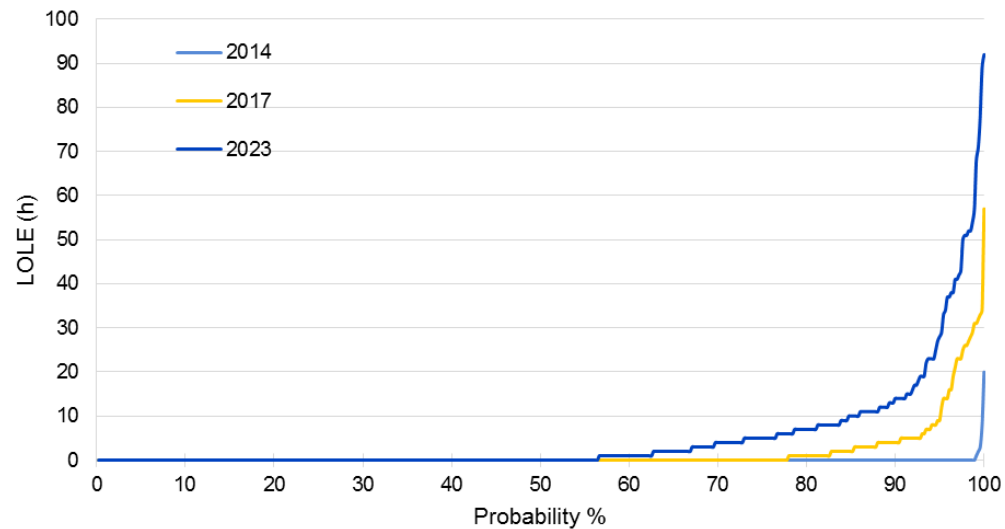
Sähkötehon riittävyys kehitys Suomessa 2014-2023

Remaining capacity pysyvyyskäyrä

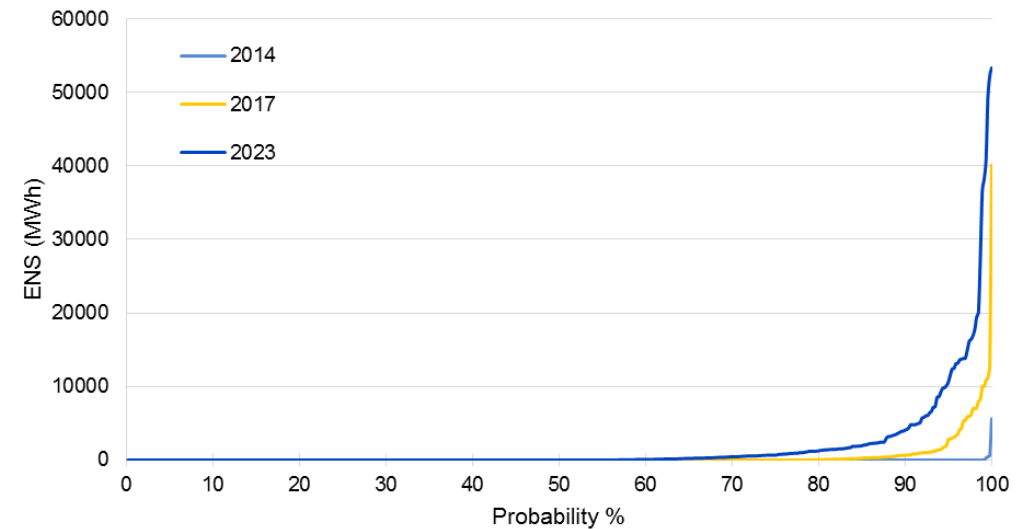


Sähkötehon riittävyyden kehitys Suomessa 2014-2023

LOLE pysyvyyskäyrä



ENS pysyvyyskäyrä



Case study

Rajakapasiteetti-investoinnin vaikutus
sähkötehon riittävyteen



Rajakapasiteetti-investoinnin vaikutus sähkötehon riittävyyteen

Lasketaan 2023 kahdella skenaariolla:

Oletus: Ruotsissa ydinvoiman sulkeminen rajoittuu ilmoitettuihin neljään yksikköön

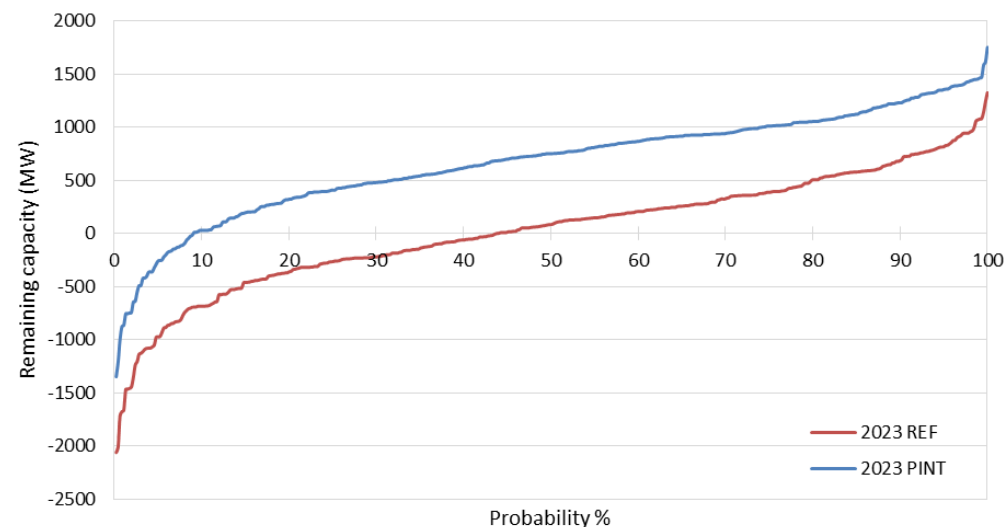
1. Skenaario REF

- Perustilanne

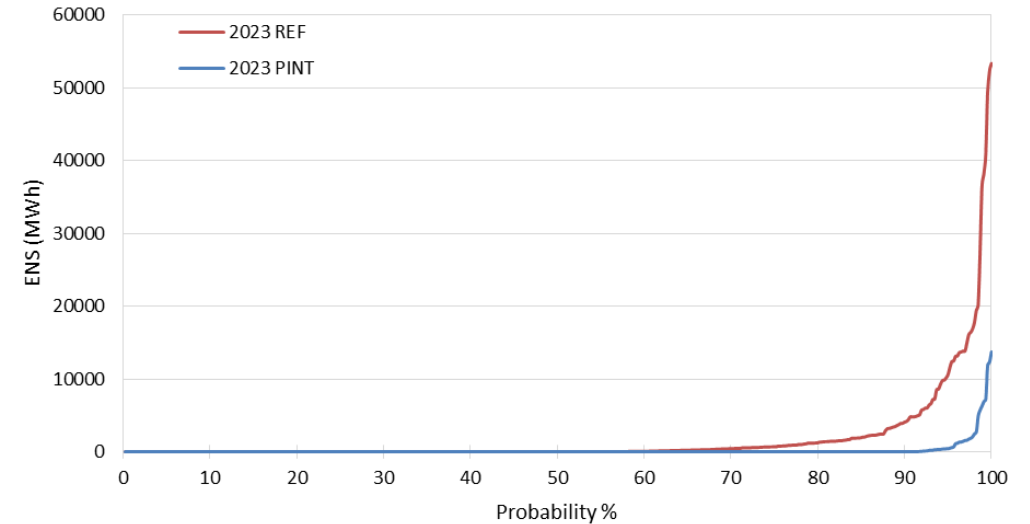
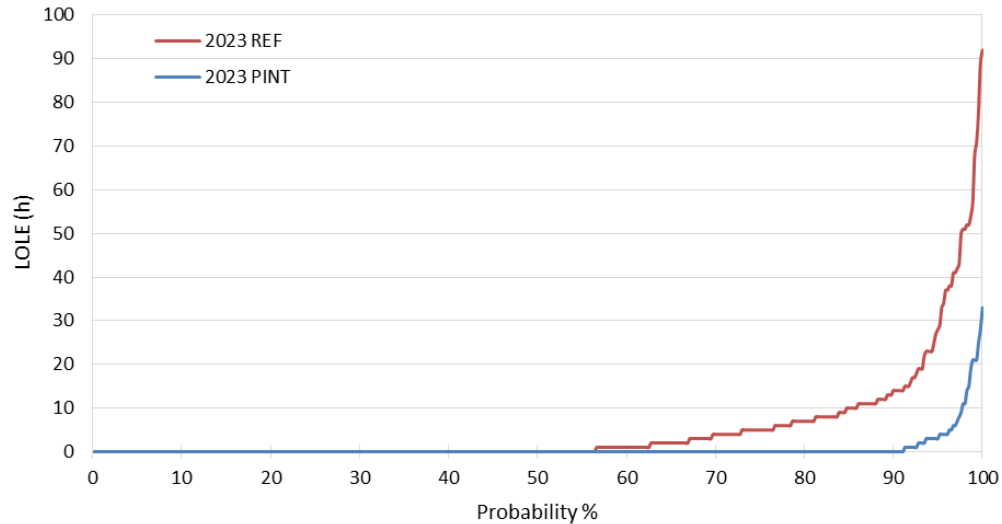
2. Skenaario PINT

- Lisätään SE1 -> FI rajakapasiteettia 800 MW:lla

Lisärajakapasiteetin vaikutus sähkötehon riittävyyteen



Rajakapasiteetti-investoinnin vaikutus sähkötehon riittävyteen 2023



- Menetelmällä voi arvioida rajasiirtoyhteysien hyötyjä tehon riittävyden näkökulmasta

Johtopäätökset ja yhteenveto



Johtopäätökset

Työssä kehitelty menetelmä näyttää tuottavan järkeviä tuloksia tarkasteltaessa Itämeren alueen sähkömarkkinoita

Sähkötehon riittävyys heikkenee Suomessa vuosina 2014-2023 johtuen lämpövoimakapasiteetin vähenemisestä Itämeren alueella

Rajakapasiteetin lisääminen Pohjois-Ruotsista Suomeen parantaisi selkeästi Suomen sähkötehon riittävyyttä

Menetelmää voidaan soveltaa eri tavoilla pitkän aikavälin suunnittelussa.

Lisätutkimuksen kohteet

Tässä tutkimuksessa ei huomioitu yksiköitä, joilla on lyhytaikainen varastointikyky tai kulutuksen joustoa

Kysynnän jousto, akut yms. voivat parantaa sähkötehon riittävyyttä tulevaisuudessa

- Miten nämä yksiköt vaikuttavat sähkötehon riittävyyteen ja miten niitä voidaan parhaiten mallintaa

Kiitos!

Fingrid Oyj

Läkkisepäntie 21

00620 Helsinki

PL 530, 00101 Helsinki

Puh. 030 395 5000

Fax 030 395 5196



FINGRID