

100% RE SUOMI OSANA POHJOIS- EUROOPAN SÄHKÖMARKKINOITA

Juha Kiviluoma, Jussi Ikäheimo
VTT

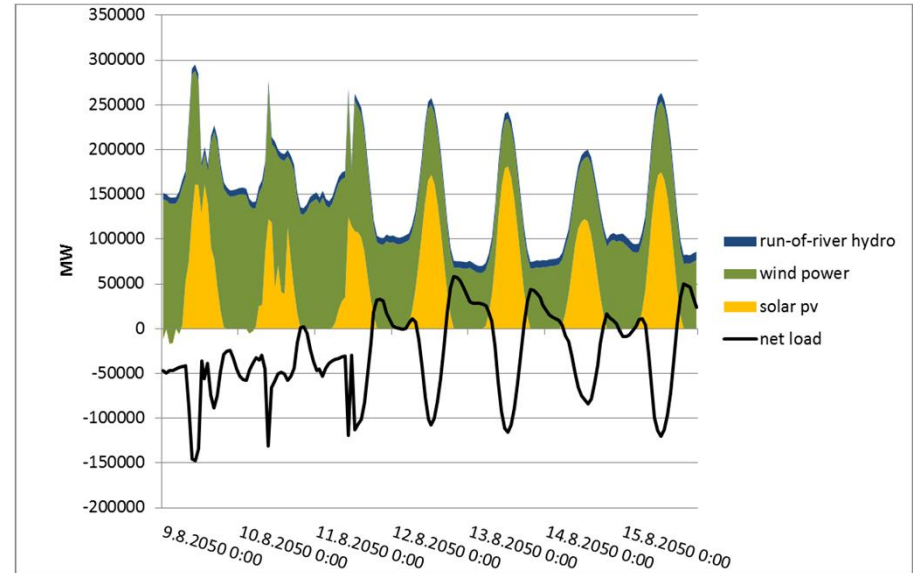
TEM
100%RE keskustelutilaisuus

3.10.2016

Balmorel / WILMAR

Yleinen kuvaus:

- Sähkö- ja kaukolämpö
- Balmorel optimoi investoinnit
- WILMAR optimoi energialaitosten käytön simuloiden sähkömarkkinoita
- Molemmat operoivat tuntitasolla eli näkevät tuulen ja auringon vaihtelut



Mallinnetut tapaukset:

- Pohjois-Eurooppa (pohjoismaat, Baltia, Saksa, Puola)
- Tähtäin vuodessa 2050 eli suurin osa nykyisistä laitoksista eläkkeellä (paitsi vesivoima)
- Pohjoismaat 100% RES, muu alue melkein 100% RES (joitain vanhoja laitoksia)
- **Toistaiseksi herkkyytarkasteltu vain SNG:n mahdollista roolia**



NEO
CARBON
ENERGY

Balmorel / WILMAR

Edut:

- Investointi- ja käyttöaikaskaalojen yhdistäminen
- WILMAR:ssa tarkahko kuvaus voimalaitoksista, vesivoimasta, epävarmuudesta ja reserveistä (stokastinen Unit Commitment and Economic Dispatch)
- Optimoitu tulos (lähtötietojen pohjalta), arvio sähköhinnoista

Rajoitteet:

- Lämmityksestä vain kaukolämpö (ja sähkölämmitys osana sähkönkulutusta)
- Liikenteestä vain sähköautot ja SNG (exogeenisinä investointeina)
- Ei sähköverkon stabiilisuusrajoitteita käytössä näissä ajoissa, ei alueiden sisäisiä verkkoja
- Lähtötiedot osittain luottamuksellisia

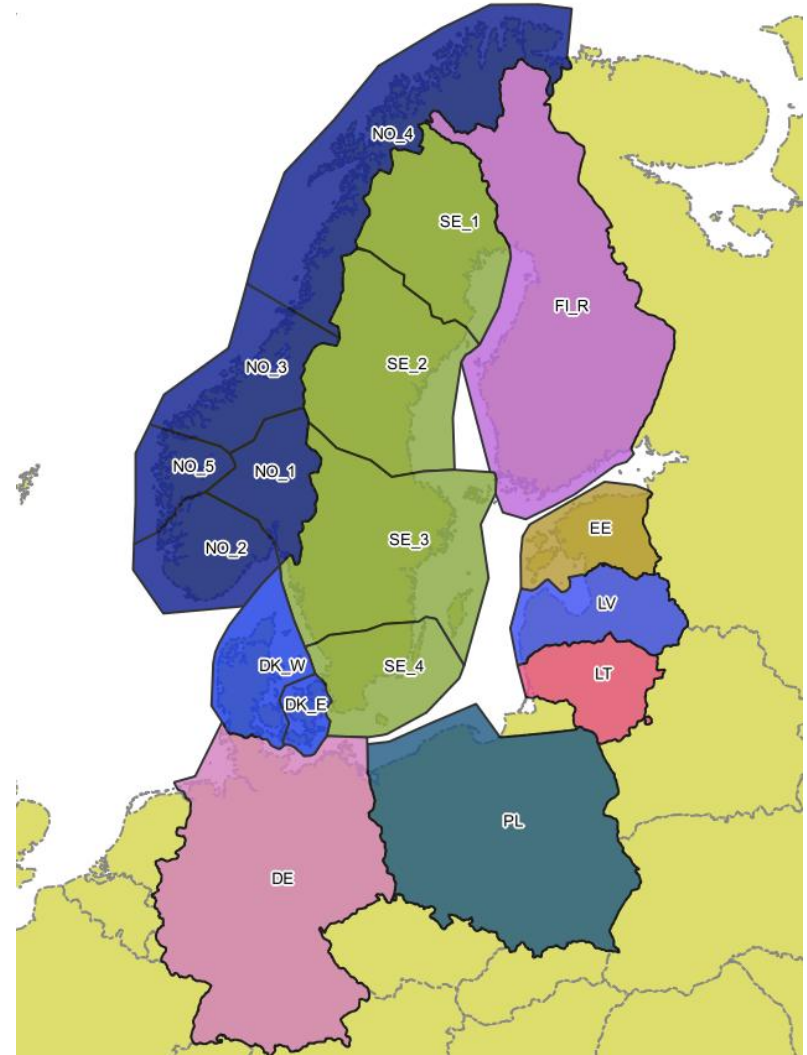
Saatavuus:

- Alkuperäinen Balmorel vapaasti saatavilla ja dokumentoitu (<http://eabalmorel.dk/>)
- Alkuperäinen WILMAR vapaasti saatavilla ja dokumentoitu (<http://wilmar.risoe.dk/>)
- Molempiin tehty paljon muutoksia VTT:llä (in house)



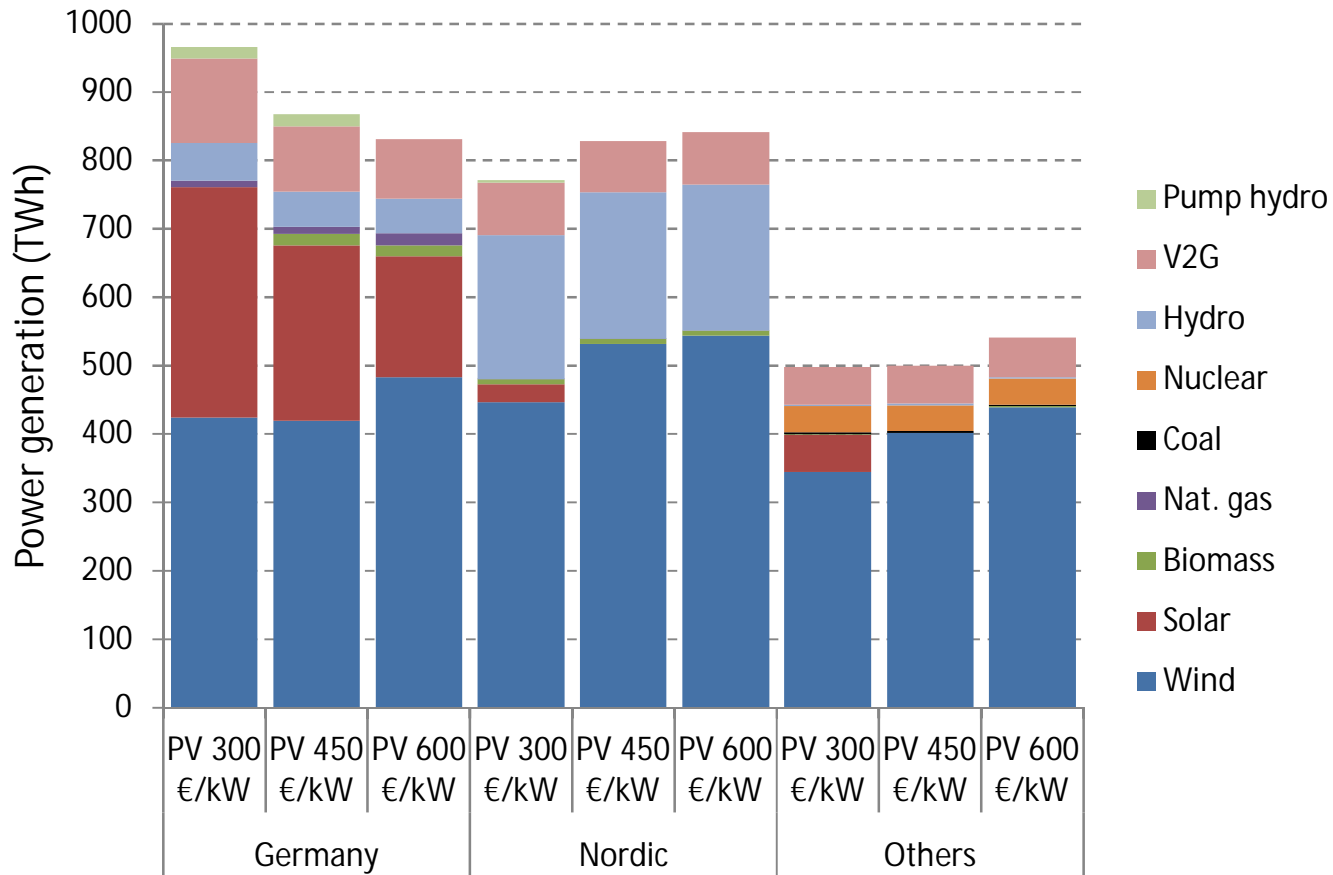
Primäärienergian lähteet

- Mallit kattavat vain sähkön ja kaukolämmön
- Lisäksi TIMES:sta
 - SNG kulutus
 - Sähköautojen kulutus



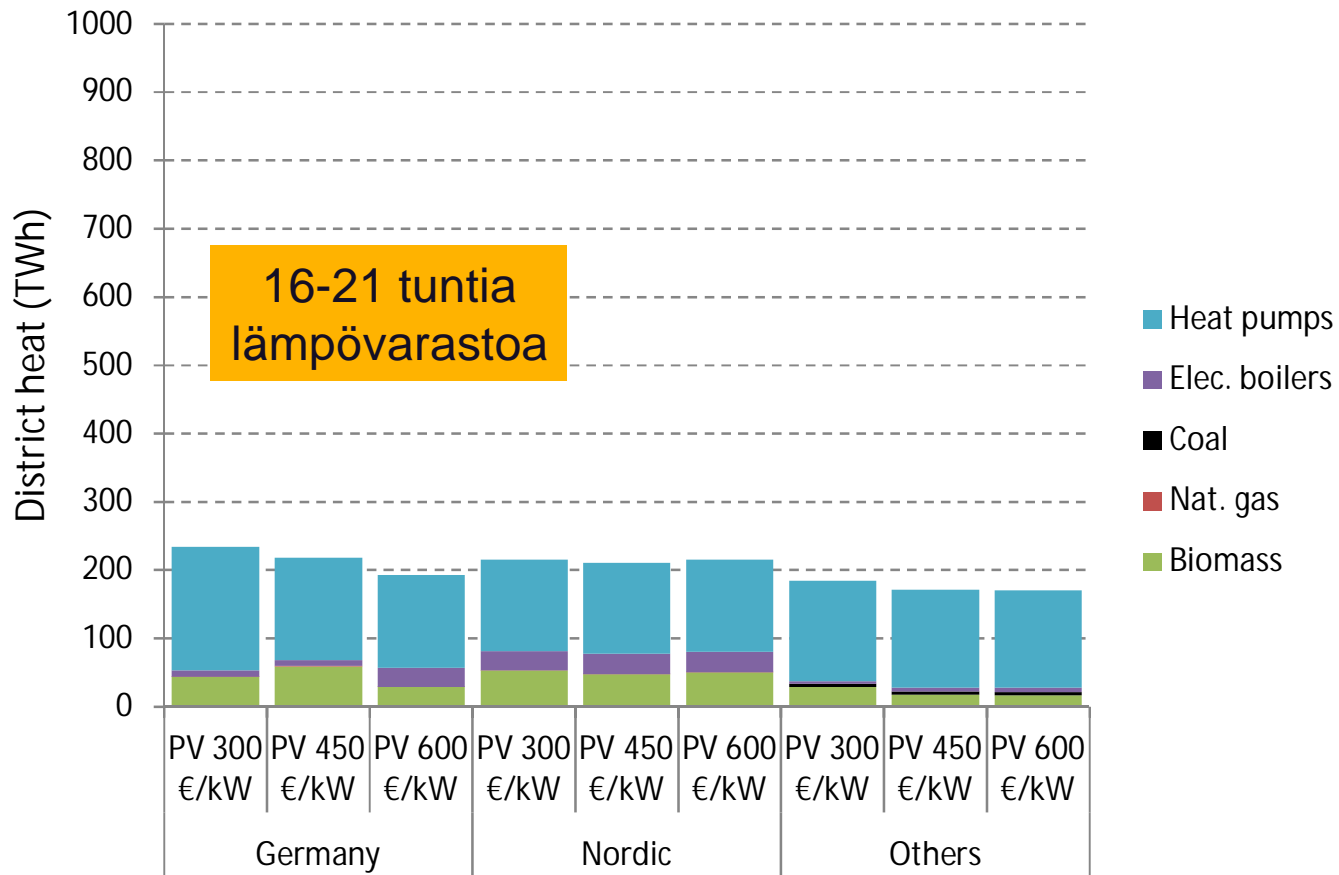
NEO
CARBON
ENERGY

Sähköntuotanto



**NEO
CARBON
ENERGY**

Kaukolämmöntuotanto



NEO
CARBON
ENERGY

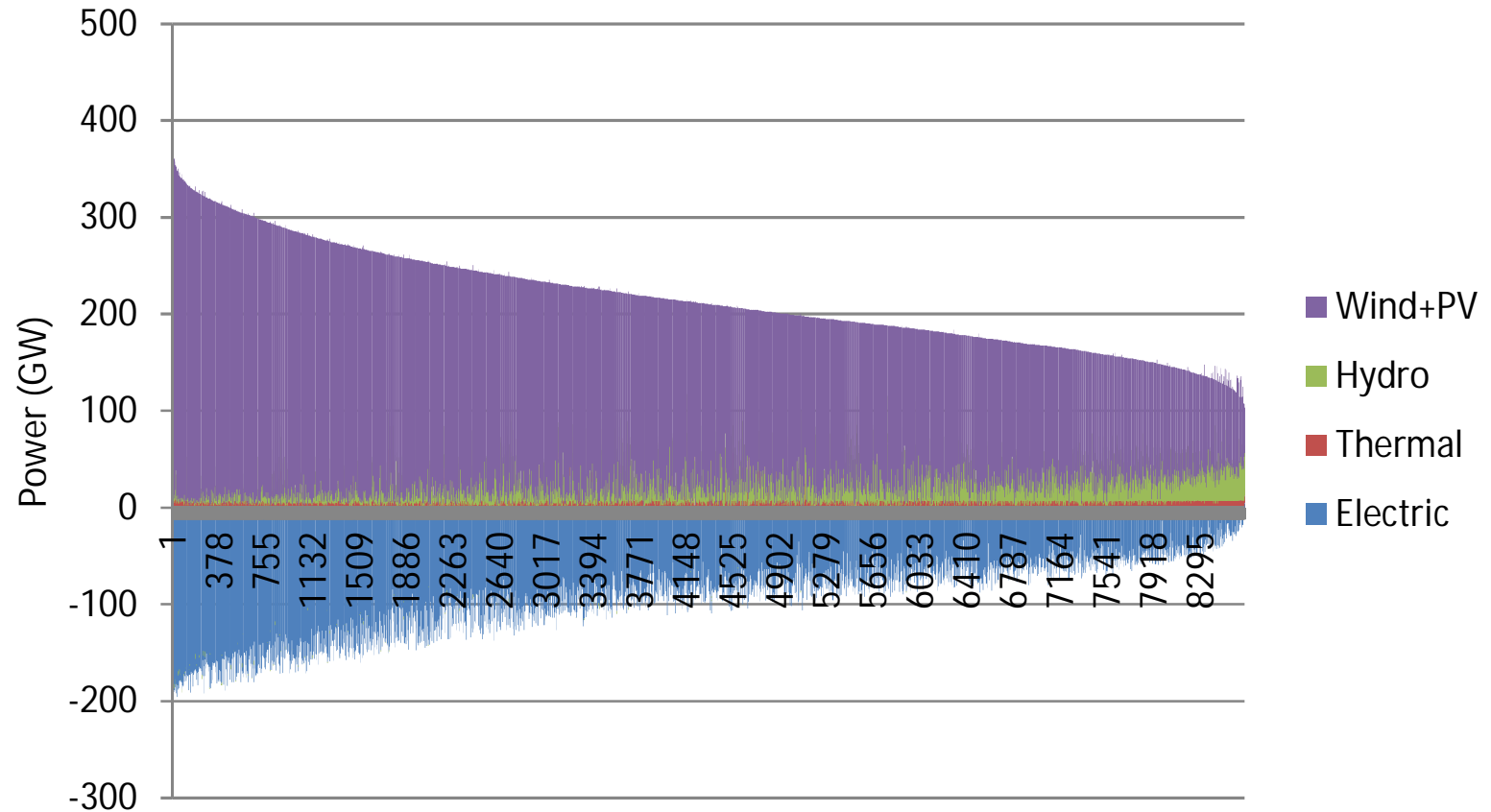
Liikenne

- Sähköautoja noin 20 miljoonaa mallinnusalueella (TIMES lähtötieto)
 - Karkeasti alle puolet henkilöautoista
- Osa liikenteen energiankulutuksesta SNG:tä (TIMES lähtötieto)



NEO
CARBON
ENERGY

Dynamiikka



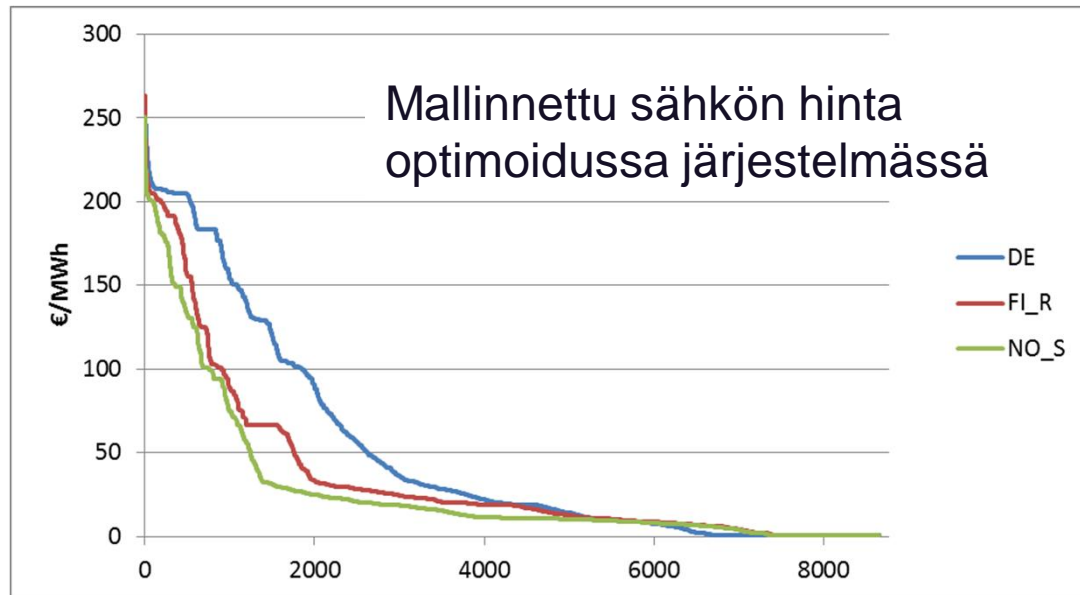
NEO
CARBON
ENERGY

Haasteita

- Pystytäänkö sähköjärjestelmän rampit ja siirrot hallitsemaan?
- Mallinnettujen alueiden sisäiset verkot tarvitsevat paljon vahvistusta, eivät mukana. Kustannus karkeasti 10-30% kokonaiskustannuksista
 - Uusien siirtolinjojen hyväksyttävyyys haaste
- Jännitestabiilisuus kun tuotanto kaukana kulutuksesta?
- Taajuusstabiilisuus kun pelkästään ei-synkronista tuotantoa?
 - DNV GL, RoCoF Alternative Solutions Technology Assessment, Final report for EirGrid/SONI DS3 program, Aug. 2015.
- Uudet ratkaisut ovat mahdollisuus

Erityiskysymykset

- Tarvitaan paljon lisää skenaariota!
- Teollisuuden energiankäytön joustomahdollisuuksia (esim. sähkö ja polttoaine hybridi)
- Talokohtaisten lämmitys- ja jäähdytys ratkaisujen joustomahdollisuudet (EU RealValue)
- Liikenteen energiapolut (ml. sähkön käyttö polttoaineiden tuotannossa)
- Biomassaresurssin järkevä käyttö
- Uusia tapoja hyödyntää osan ajasta halpaa sähköä
- Huoltovarmuus, kun vuosien välillä vaihtelua energian saatavuudessa



NEO
CARBON
ENERGY

Johtopäätökset ja suositukset

- Ei hötkyillä, epävarmuus hyvin suurta
- Joustavuudessa iso teollinen mahdollisuus
- Lämpö ja liikenne avainasemassa
 - Sähkön lämpökäytön esteet syytä purkaa
- Bioenergiasta huipputuotantoa?
- Tosi halpa aurinkosähkö Etelä-Euroopassa
kilpailukykyhaaste sähköintensiiviselle teollisuudelle Suomessa

Liite

- Wind power 900 – 1100 €/MW
- PV 300 – 600 €/MW
- Batteries 150 €/kWh
- P2G 500 €/MWh (presented here, 1500 €/kWh also calculated)
 - Assumed direct air capture of CO₂ by the solid adsorbent process (cost is included)
- Lisää tuloksia ja lähtötietoja: Ikäheimo J & Kiviluoma J, "Synthetic Natural Gas Production and Utilization in the North European Power System in 2050", Solar Wind Integration Workshop, Nov. 2016.