



LUT

Lappeenranta

University of Technology

Sähkön siirron hinnoittelu – kehityksen ajurit ja kehitysvaihtoehdot

D.Sc. (tech.) Samuli Honkapuro

Assoc. Professor

LUT School of Energy Systems

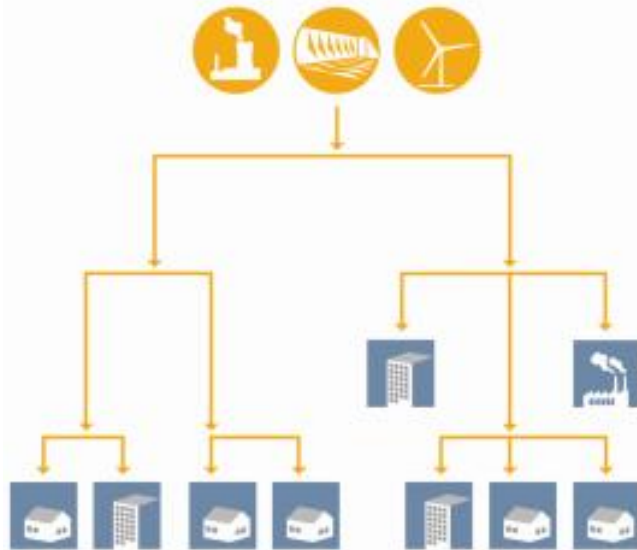
Lappeenranta University of Technology

FINLAND

Samuli.Honkapuro@lut.fi



Traditional Grid



- **Centralized** power generation
- **One-directional** power flow
- Operation based on **historical experience**
- **Weak market integration**

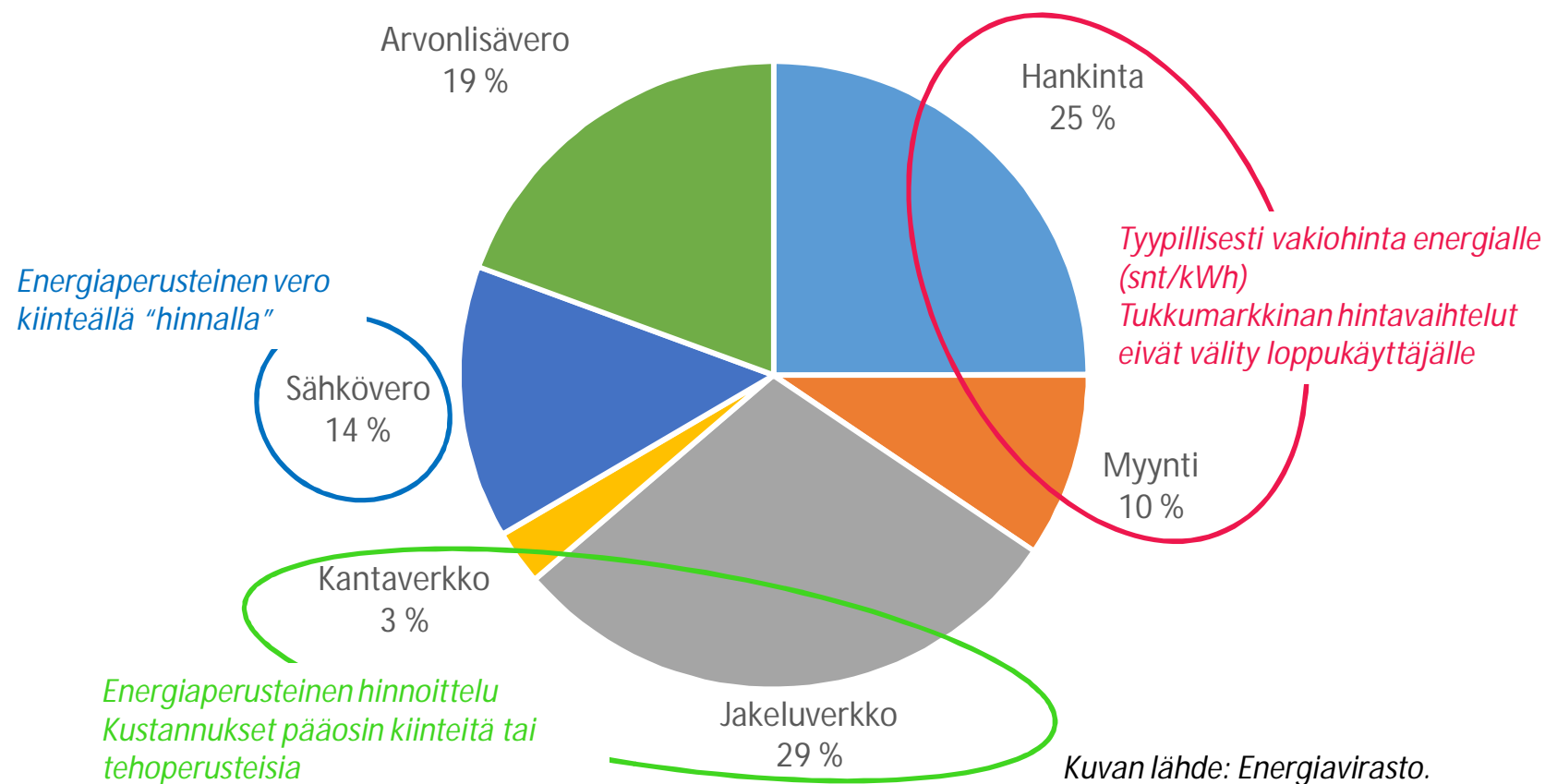
Smart Grids



- **Centralized and distributed** power generation (renewable)
- Controllable **multi-directional** power flow
- Operation based on **real time** data
- Smart Grid **integrates distributed resources** into energy markets and power systems

- Energiajärjestelmä on siirtymässä perinteisestä keskitetystä mallista hajautettuun järjestelmään, joka sisältää merkittävästi vaihtelevaa tuotantoa
- Jakeluverkko toimii kaksisuuntaisena siirtokanavana
- Regulaation, verotuksen sekä hinnoittelumallien tulee tukea näitä muutoksia

Kotitalousasiakkaan sähkön hinnan muodostuminen



Loppukäyttäjän sähkölasku koostuu kolmesta tekijästä; myynti, siirto ja verot
Kaikkiin tekijöihin on mahdollista sisällyttää joustoon kannustavia elementtejä

Taustaa – miksi tariffirakenteen kehittämistä tarvitaan

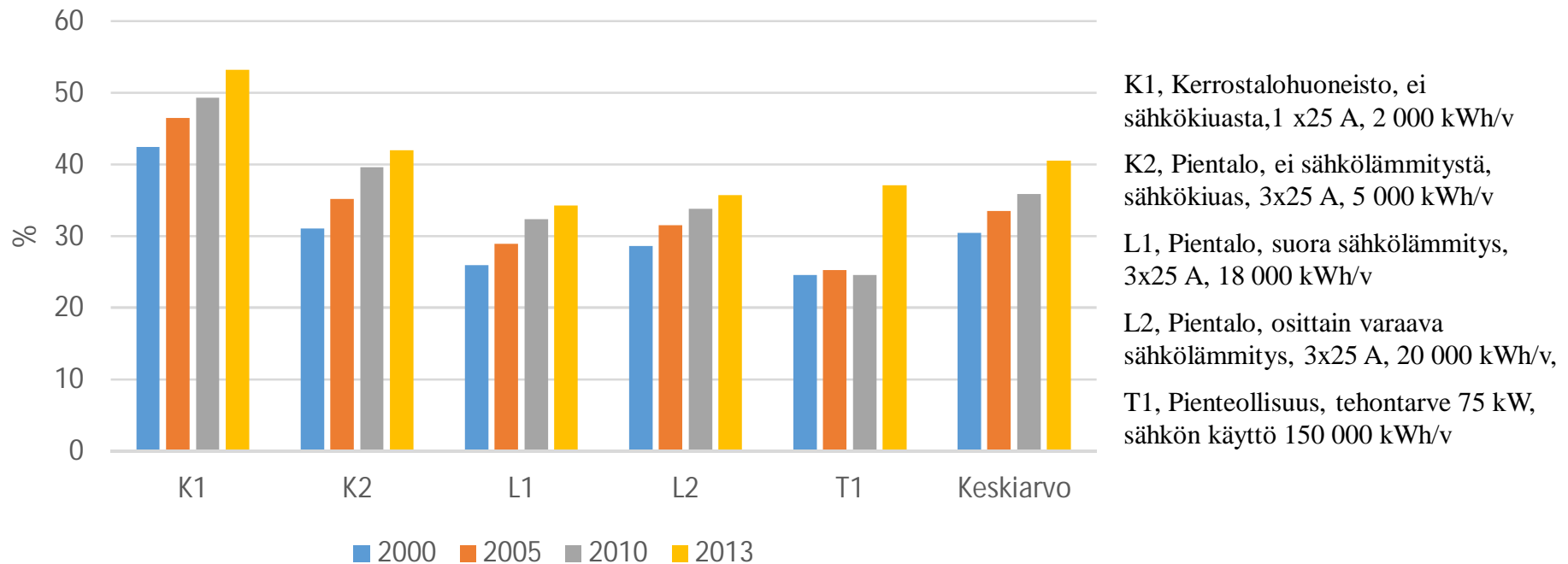
- Nykyinen sähkönjakelun energiaperusteinen hinnoittelumalli ei ole kustannusvastaava
 - Hinnoittelu riippuu energiasta, kustannukset lyhyellä aikavälillä vakiot pitkällä aikavälillä riippuvat pääosin mitoitusvoimasta
 - Puutteelliset ohjausvaikutukset loppukäyttäjille
 - Haasteita erityisesti muutostilanteessa.
- Nykyinen hinnoittelumalli ei kannusta verkkokapasiteetin tehokkaaseen käyttöön
- Kysynnänjoustossa intressiristiriita verkon ja markkinan välillä. Tätä on mahdollista lieventää kehittämällä verkkotoiminnan hinnoittelumallia.
- Yhteiskunnan kannalta **tavoitteena on koko energiajärjestelmän sosioekonomisten kustannusten minimointi** (eli resurssitehokas ja ilmastoneutraali kokonaisjärjestelmä)
 - Jakeluverkon näkökulmasta keskeistä on kapasiteetin hyvä käyttöaste
 - Järjestelmän näkökulmasta joustavien resurssien tulee osallistua tehotasapainon ylläpitoon erilaisilla aikajänteillä, eli day-ahead, intraday, ja reservimarkkinoilla
 - Kokonaisoptimin kannalta keskeistä on kustannusvastaava hinnoittelu sekä verkossa että markkinalla



Taustaa - Tariffirakenteiden kehitystrendi

- Nykyinen pienasiakkaiden hinnoittelumalli perustuu kiinteään (€/kk) ja energiaperusteiseen (snt/kWh) maksukomponenttiin
- Kiinteän tariffikomponentin osuus on kasvanut jatkuvasti. Kehitys jatkunee samankaltaisena, mikäli rakennetta ei uudisteta nykyisestä. Ohjausvaikutusten kannalta tämä ei kuitenkaan ole toivottava kehityssuunta.

Kiinteän maksun osuus jakelutariffissa

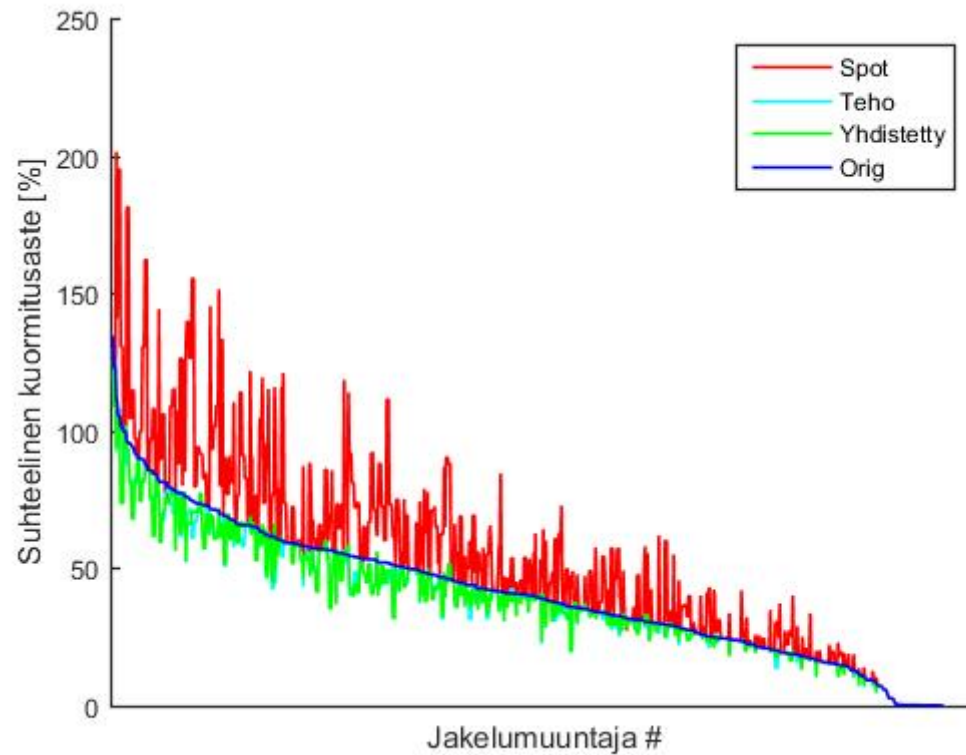


Lähde: Energiamarkkinavirasto. Sähkön siirtohintatariffien kehitys 2000-2013.



Taustaa – miksi tariffirakenteen kehittämistä tarvitaan

Esimerkki – kysyntäjouston simuloituja vaikutuksia jakelumuuntajien tehoihin erilaisilla ohjauslogiikoilla (optimointi spot-hintaa, tehomaksua tai kokonaiskustannuksia vasten)

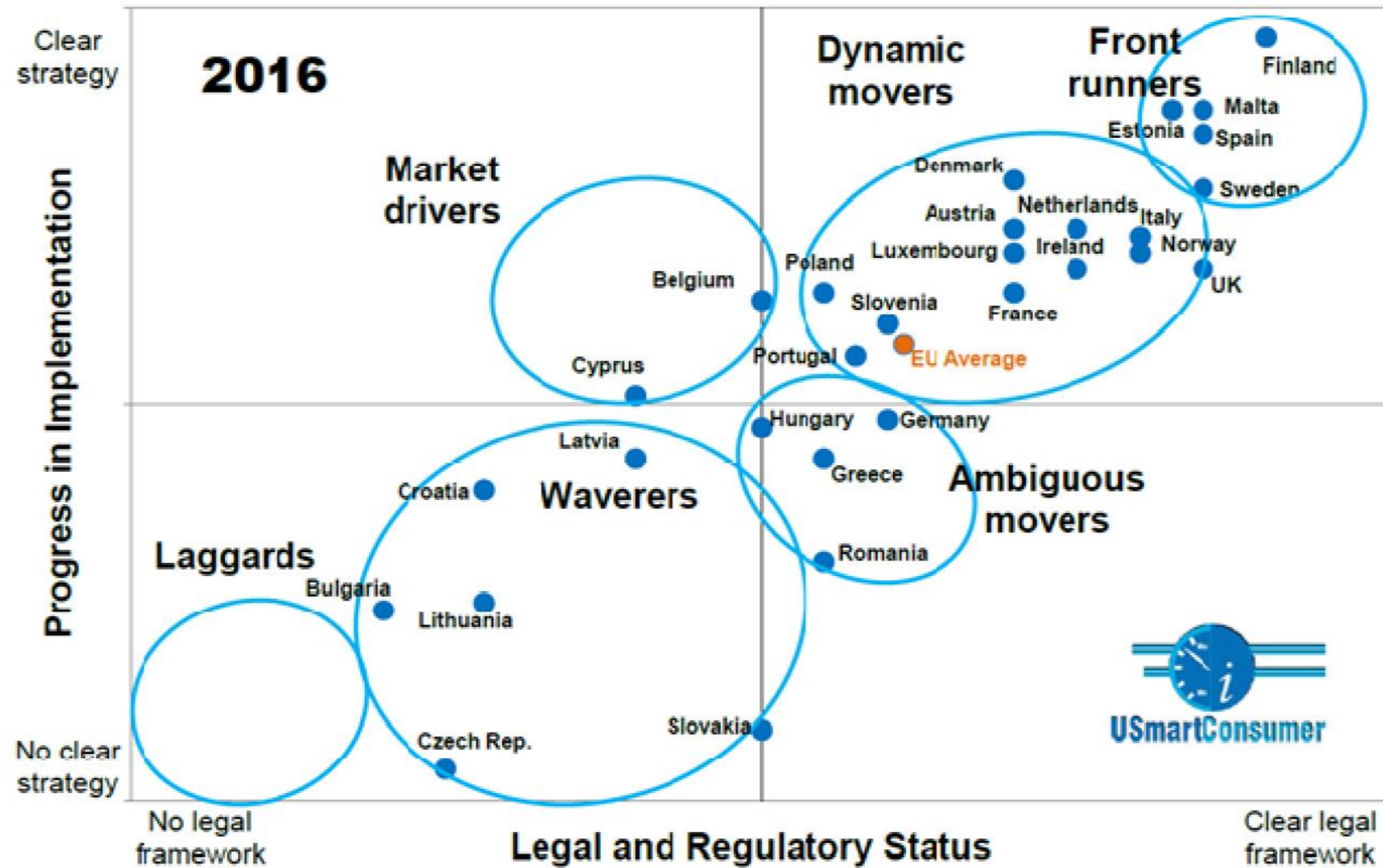


Tehopohjaisen tariffin kehittämistarve

- Tarve tehoperustaiseen tariffiin, joka
 - lisää asiakkaan mahdollisuuksia vaikuttaa omaan verkkopalvelumaksuunsa
 - turvaa verkkoyhtiölle vakaan liiketoiminnan (verkon ylläpidon)
 - sisältää resurssi- ja energiatehokkuuteen kannustavia ominaisuuksia
 - tavoitteena kokonaiskustannusten minimointi ilmastotavoitteiden ja muiden reunaehtojen puitteissa.
 - kustannusvastaava hinnoittelu sekä verkossa että markkinalla
 - toteuttaa mahdollisimman hyvin aiheuttamisperiaatetta, jota sähkömarkkinalakikin edellyttää
 - vähentää eri asiakkaiden (asiakasryhmien) välillä tapahtuvaa ristisubventiota
 - luo myös edellytyksiä (alustan) muille toimijoille kehittää jo olemassa olevia palveluitansa tai luoda täysin uutta liiketoimintaa ja palveluita, joilla voi olla keskeinen vaikutus sähkömarkkinoiden kehityksessä



Smart meters in Europe – enablers for dynamic pricing



<http://www.usmartconsumer.eu>

Tarkastellut tariffirakenteet

Siirtotariffi	Siirtomaksun suuruuden määräytymisperuste		
	€/kk (tai €/a)	snt/kWh	€/kW
Kiinteä vuosimaksu	x		
Kiinteä perusmaksu ja kulutusmaksu	x	x	
Sulakeporrastettu perusmaksu ja kulutusmaksu	x	x	
Tehorajatariffi (ns. kaistahinnoittelu)			x
Tehorajatariffi kausijaolla (ns. kaistahinnoittelu)			x
Kaksiporrastatariffi	x	x	(x)
Kolmiporrastatariffi	x	x	(x)
Pienasiakkaan tehotariffi kynnysteholla	x	x	x
Pienasiakkaan tehotariffi	x	x	x

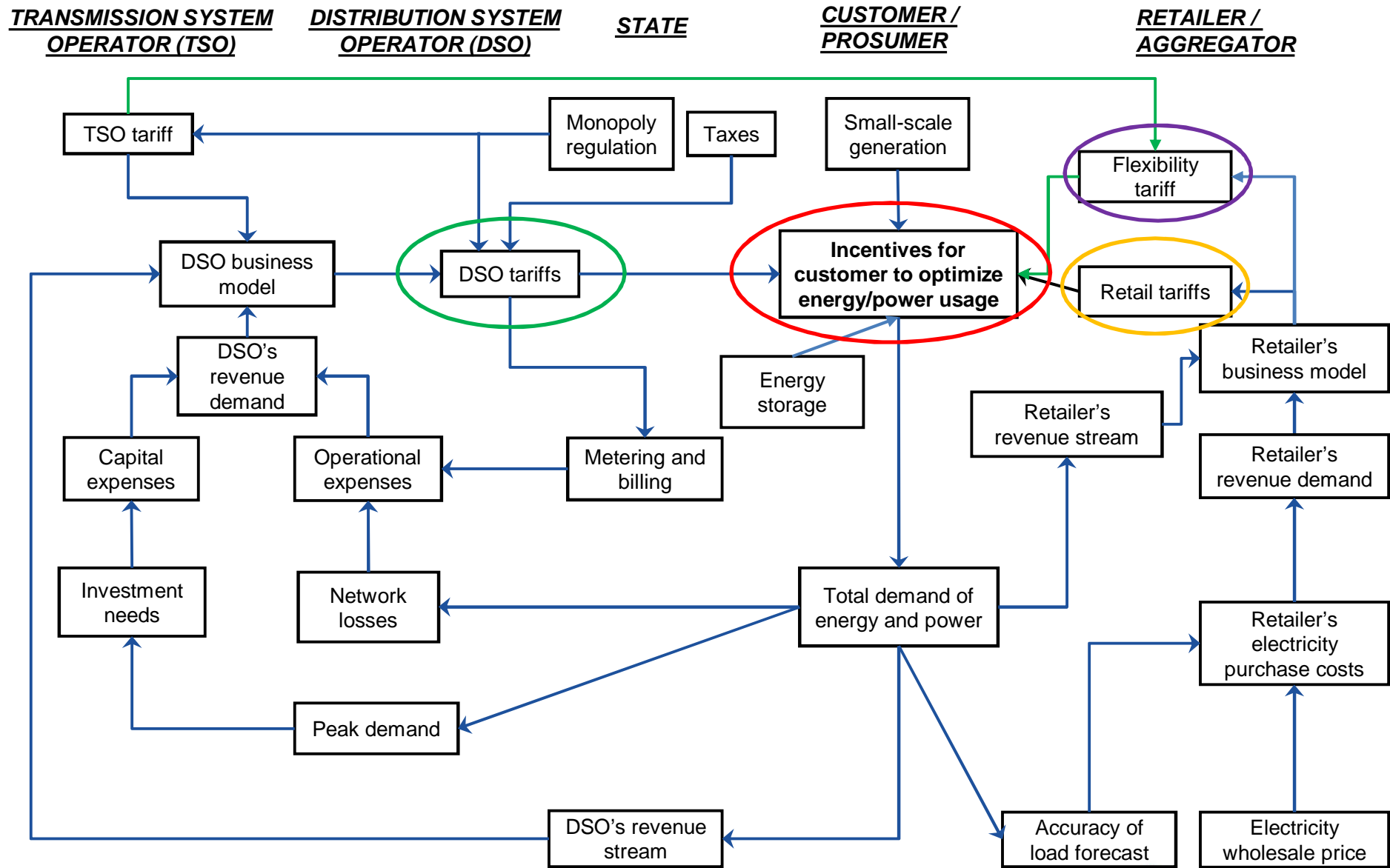
x = Sisältyy siirtotariffirakenteeseen
(x) = Saattaa sisältyä siirtotariffirakenteeseen



Tariffien valintaan vaikuttavat kriteerit

Kriteeri	Kuvaus
Kustannusvastaavuus	Tariffirakenne heijastaa sähköverkkoyhtiön kustannusrakennetta pistehinnoittelun sallimissa rajoissa, mikä tukee tariffien oikeudenmukaisuutta ja tasapuolisuutta eri asiakkaita kohtaan. Siirtotariffeilla tulee voida myös generoida riittävä liikevaihto, joka mahdollistaa sähköverkkoyhtiön toimintaedellytykset.
Neutraalius muita markkinaosapuolia kohtaan	Siirtotariffirakenteen ei tulisi muodostaa esteitä tai rajoitteita muiden markkinaosapuolten (esim. kysyntäjoustopalveluiden) toiminnalle, eli siirtotariffilla ei rajoiteta näiden markkinaosapuolten toimintaa sähköverkon teknisten rajojen puitteissa.
Ohjaavuus	Siirtotariffi on yksi osatekijä asiakkaan kannustamisessa kohti kokonaistehokasta sähkönkäyttöä. Siirtotariffi mahdollistaa sen, että asiakas kykenee omilla toimillaan ja päätöksillään vaikuttamaan siirtomaksunsa suuruuteen.
Toteutettavuus	Tariffirakenteen tulisi olla toteutettavissa kohtuullisin kustannuksin ja mahdollisimman pitkälle nykyisiä ja näköpiirissä olevia järjestelmiä (esim. tulevan mittarisukupolven ominaisuudet) hyödyntämällä. Myös asiakasviestintä tulee huomioida tässä.
Yhteensopivuus	Siirtotariffirakenne ei sisällä ylitsepääsemättömiä rakenteellisia ristiriitoja esimerkiksi sähkön myyjän tarjoamien nykyisten, sekä myös mahdollisten uusien tariffien kanssa. Tässä kriteerissä tulee huomioida myös muiden osapuolten tulevaisuuden hinnoittelun kehitysmahdollisuuksien suunta.
Ymmärrettävyys	Asiakkaan tulee kyetä annetun hinnaston perusteella päättelemään oman siirtomaksunsa muodostumisperusteet riittävän helposti.

Interactions of stakeholders and incentives for customers

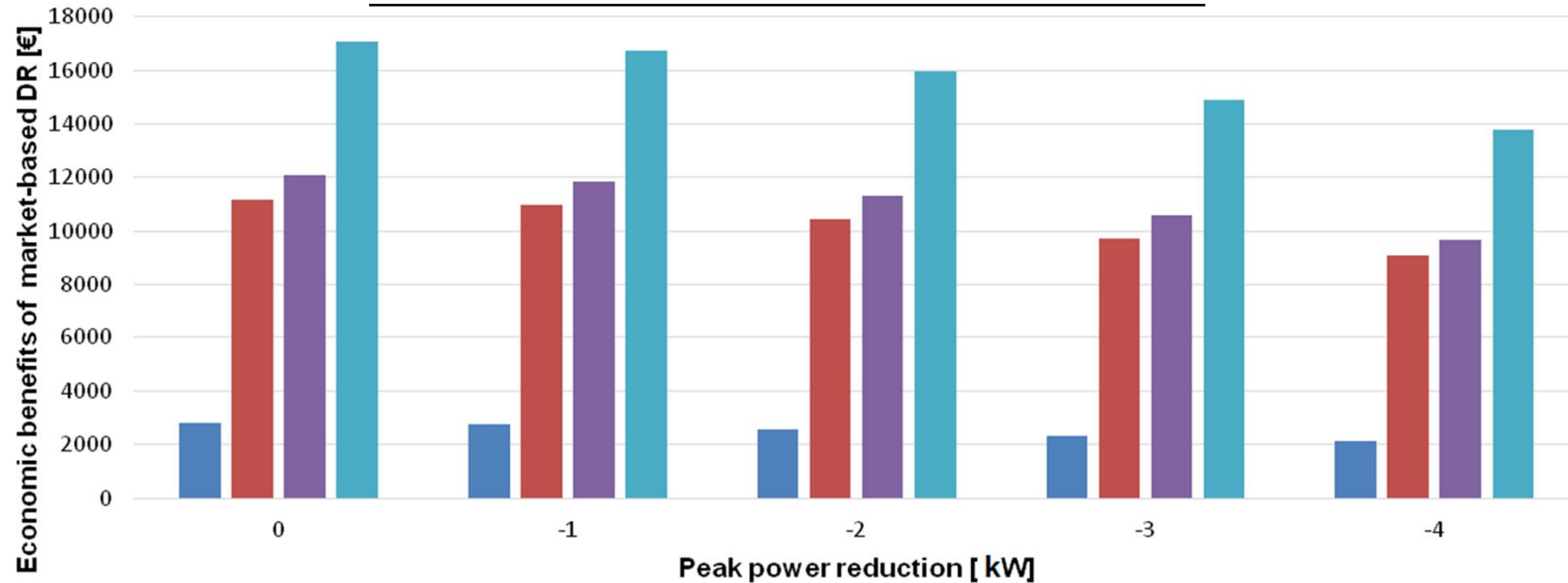


Case study results

Economic benefits of network-based DR

Peak power reduction [kW]	-1	-2	-3	-4
DR benefit [€]	38 820	77 650	116 470	155 290

Economic benefits of market-based DR



■ Elspot market ■ Balancing power market ■ FCR-D market ■ Daily market optimization

Valtonen, P. et al. Demand Response for Increased Grid Flexibility: The case of Finland. The proceedings of ISGT Asia conference December 4 – 7, 2017, Auckland, New Zealand

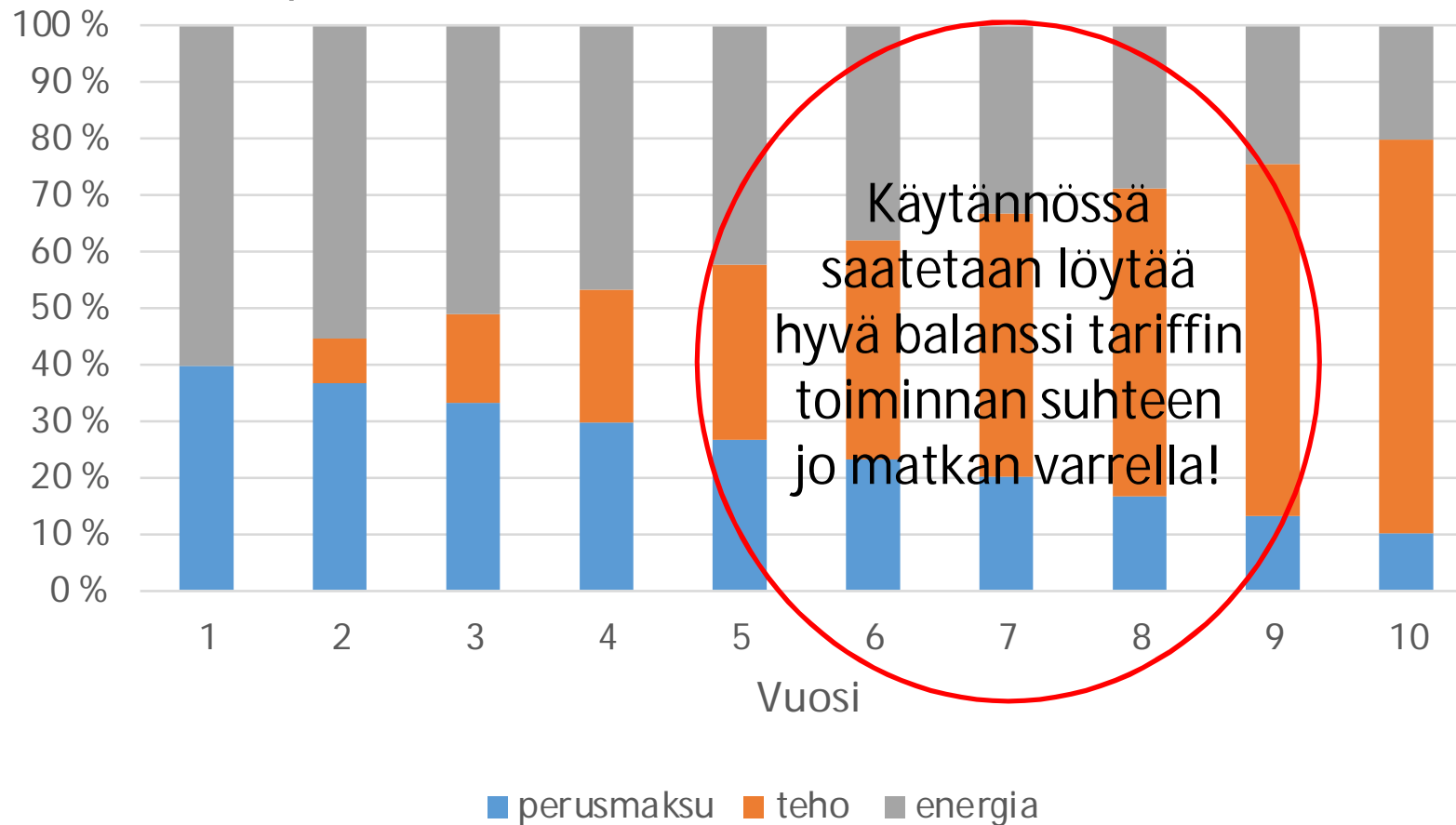
Case study results and conclusions

- The results show that the consideration of both network and market-based DR optimization objectives in parallel can provide substantial economic benefits for the involved market parties.
- Economic benefits from network-based DR are much higher than the economic benefits from market-based DR in these case analyses
- These results support the selected optimization approach; priority to the network-based DR optimization and use of the residual DR capacity in market-based DR optimization.

Valtonen, P. et al. Demand Response for Increased Grid Flexibility: The case of Finland. The proceedings of ISGT Asia conference December 4 – 7, 2017, Auckland, New Zealand

Siirtymä uudenaikaiseen tariffiin

- Nykyisistä tariffeista siirtyminen tehoperusteiseen tariffiin
- Muutos tapahtuu vähitellen vaikutuksia tarkastellen



Siirtymän toteuttaminen / jatkotoimenpiteet

- Viestintä - Viestintä - Viestintä
- Asiakaskokemusten ja -vaikutusten seuranta ja analysointi
 - asiakkaan mahdollisuudet vaikuttaa omaan sähkön kulutukseensa ja huipputehoonsa (käyttäytymisen muutos / automaatiojärjestelmät)
- Tariffirakenteiden yhdenmukaistaminen (mm. tehomaksun määräytymisperuste)
- (Huippu)tehon määrittämisen aikajakso 1 h \rightarrow x min (AMR 2.0)
- Sähköveron muuttaminen dynaamiseksi, esimerkiksi tukkusähkön hinnasta riippuvaksi, tukisi osaltaan joustavuuden lisääntymistä sähköjärjestelmässä. Tällöin olisi myös luontevampaa, että sähköveron keräisi sähkön myyjä, eikä jakeluverkkoyhtiö, etenkin, kun kyseessä on sähköenergian tuotantoon liittyvä valmistevero.
- Verkkopalvelumaksujen korotusten tarkastelussa sovellettavien asiakasryhmien määrittäminen siten, että myös tehopohjaisten hinnoittelumallien vaikutus voidaan arvioida.



Julkaisuja aiheesta

- Honkapuro, S. et al. "Jakeluverkon tariffirakenteen kehitysmahdollisuudet ja vaikutukset" LUT Scientific and Expertise Publications, No. 65. ISBN 978-952-335-105-9 (in Finnish)
- Haakana J. et al. (2017), "Risk or benefit on the electricity grid: distributed energy storages in system services." 24th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution, Cired. Glasgow, Skotlanti. 12–15 kesäkuu 2017
- Haapaniemi, J. et al. "Impacts of different power-based distribution tariffs for customers". 24th International Conference & Exhibition on Electricity Distribution (CIRED 2017). Glasgow, Skotlanti. 12-15 kesäkuu 2017.
- Haapaniemi J. et al. (2017) "Effects of major tariff changes by distribution system operators on profitability of photovoltaic systems" 14th International Conference on the European Energy Market, EEM. Dresden, Saksa. 6–9 kesäkuu 2017
- Honkapuro, S. et al. 2017. "Development options for distribution tariff structures in Finland", 14th International Conference on European Energy Market (EEM 2017). Dresden, Saksa. 6-9 kesäkuu 2017.
- Lummi, K., et al., "Analysis of Transition Steps Towards Power-based Distribution Tariff of Small Customers", 24th International Conference & Exhibition on Electricity Distribution (CIRED 2017). Glasgow, Skotlanti. 12-15 kesäkuu 2017.
- Lummi, K. et al. "Aspects of Advancement of Distribution Tariffs for Small Consumers in Finland". 14th International Conference on European Energy Market (EEM 2017). Dresden, Saksa. 6-9 kesäkuu 2017.
- Lummi, K., et al., "Variations of Power Charge Basis of Power-based Distribution Tariff of Small Customers". The IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies 2016 Asian Conference (ISGT Asia 2016). Melbourne, Australia. 28. marraskuu – 1. joulukuuta 2016.
- Rautiainen, A. et al. 2017. "Reforming Distribution Tariffs of Small Customers – Targets, Challenges and Impacts of Implementing Novel Tariff Structures". 24th International Conference & Exhibition on Electricity Distribution (CIRED 2017). Glasgow, Skotlanti. 12-15 kesäkuu 2017.
- Valtonen, P. et al. Demand Response for Increased Grid Flexibility: The case of Finland. The proceedings of ISGT Asia conference December 4 – 7, 2017, Auckland, New Zealand
- Tuunanen J. et al. A general investigation about how to divide DR benefits between DSO and markets. Proceedings of 13th International Conference on the European Energy Market, EEM 2016
- Tuunanen J. et al. Power-based distribution tariff structure: DSO's perspective. Proceedings of 13th International Conference on the European Energy Market, EEM 2016
- Honkapuro, S. et al. Stimulating the Efficiency of the Energy Infrastructure by DSO Tariffs. Proceedings of CIRED Workshop 2016.





Kiitos!

Samuli.Honkapuro@lut.fi

www.smartenergytransition.fi