

Jakeluverkon tariffirakenteen kehittäminen

Loppuseminaari – Vantaa 30.8.2017

Samuli Honkapuro
LUT, School of Energy Systems
Samuli.Honkapuro@lut.fi



TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

Seminaarin ohjelma

- Klo 9.00 Tilaisuuden avaus
Samuli Honkapuro (LUT)
- Klo 9.05 Tariffitutkimusprojektin taustan ja tulosten esittely
Samuli Honkapuro, LUT
Kimmo Lummi, TUT
Jouni Haapaniemi, LUT
Pertti Järventausta, TUT
- Klo 10.30 TEM:n älyverkkotyöryhmän näkemykset jakeluverkon tariffirakenteiden kehitykseen
Ville Väre, Energiavirasto
- Klo 10.50 Kokemuksia pienasiakkaiden tehotariffin kehittämisestä ja käyttöönotosta
Jouni Lehtinen, Helen Sähköverkko
- Klo 11.10 Kokemuksia tehotariffipilotista
Johannes Salo, Elenia
- Klo 11.30 Jaloittelutauko
- Klo 11.45 Pienasiakkaiden ja taloyhtiöiden näkemykset jakeluverkon tariffirakenteen kehittämiseen
Petri Pylsy, Kiinteistöliitto
- Klo 12.05 Siirtohinnoittelun vaikutukset pientuotannon kannattavuuteen - case aurinkosähkö kerrostalossa
Karoliina Auvinen, Aalto-yliopisto
- Klo 12.25 Tehonhallinnan mahdollisuudet kiinteistöissä
Pirkko Harsia, Tampereen ammattikorkeakoulu TAMK
- Klo 12.45 Loppukeskustelu
- Klo 13.00 Tilaisuus päättyy



Projektin taustaa

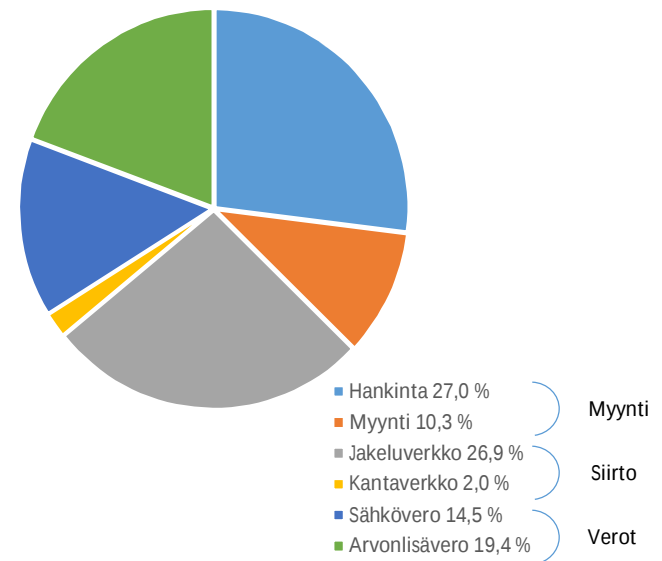
- Tutkimusprojektin tavoitteena on ollut analysoida jakeluverkkotariffiin kehitysvaihtoehtoja ja vaikutuksia eri osapuolille. Projektissa on keskitytty pienasiakkaiden tariffeihin.
- Projekti toteutettiin aikavälillä 8/2016 – 6/2017.
- Lappeenrannan teknillisen yliopiston (LUT) ja Tampereen teknillisen yliopiston (TUT) yhteisprojekti. Projektin keskeiset tutkijat:
 - Samuli Honkapuro (LUT), Jouni Haapaniemi (LUT), Juha Haakana (LUT), Jukka Lassila (LUT), Jarmo Partanen (LUT), Kimmo Lummi (TUT), Antti Rautiainen (TUT), Antti Supponen (TUT), Juha Koskela (TUT), Pertti Järventausta (TUT)
- Rahoittajana ST-pooli
- Ohjausryhmässä ST-poolin, jakeluverkkoyhtiöiden, sähkön myyjän, Fingrdin, Energiaviraston ja Energiateollisuus ry:n edustus
- Lisäksi eri sidosryhmien näkemyksistä keskusteltiin 7.2.2017 pidetyssä työpajassa
- Loppuraportti saatavilla osoitteesta: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-335-105-9>



Projektin taustaa

- Jakeluverkko on paikallisessa monopoliasemassa toimiva neutraali markkinapaikka
 - Mahdollistaa loppukäyttäjien sekä erilaisten hajautettujen resurssien (pientuotanto, kysyntäjousto, energiavarastot) markkinoille osallistumisen, kuitenkin niin, että jakeluverkon kustannukset välittyvät läpinäkyvästi sekä energiajärjestelmän että asiakkaan toimintaan.
- Energiaviraston valvonta kohdistuu tuoton ja kustannusten kohtuullisuuteen, verkkoyhtiöt voivat muodostaa hinnoittelurakenteet itsenäisesti
- Jakeluverkon hinta muodostaa keskimäärin kolmanneksen asiakkaan sähkölaskusta
- Tämän tutkimusprojektin lähtökohtana on ollut keskittyä nimenomaan tariffirakenteisiin
 - Verkkoyhtiön liikevaihdon ja keskimääräisten hintojen oletetaan pysyvän ennallaan
 - Muutokset vaikuttavat siihen, miten kustannukset kohdistuvat erityyppisille asiakkaille, ja millaisiin toimenpiteisiin ne kannustavat

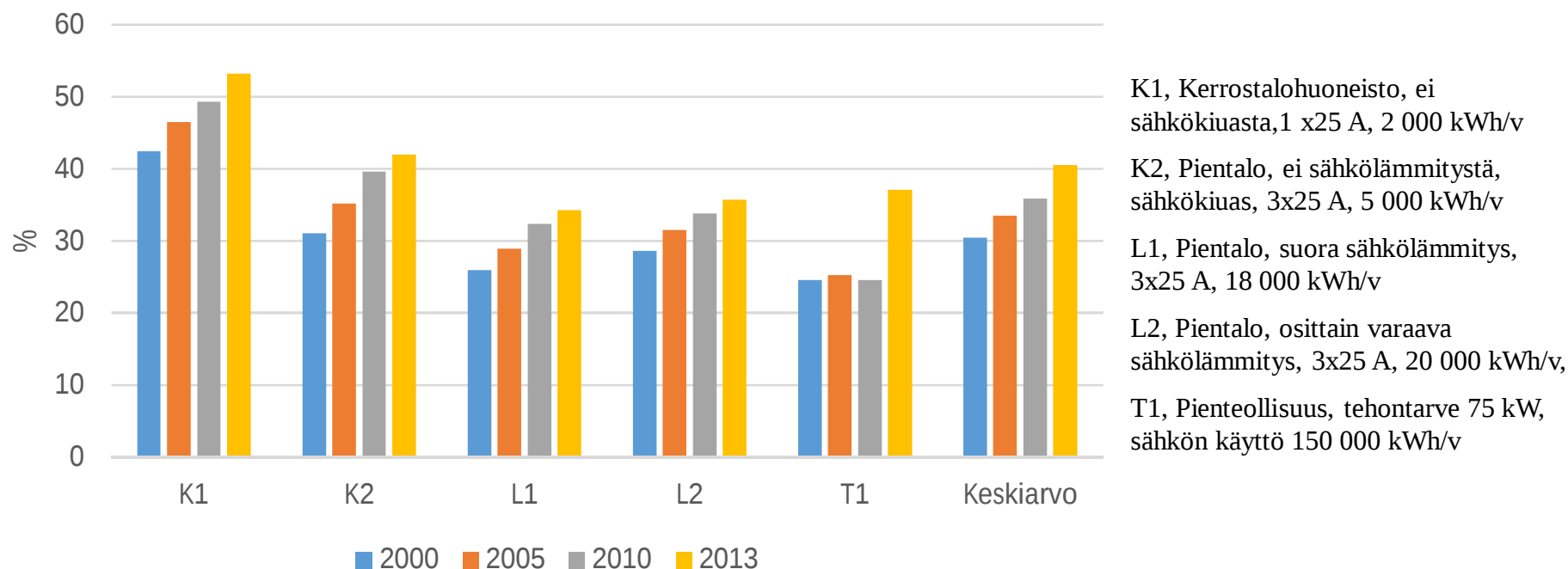
1.1.2015, kulutus 5000 kWh/vuosi,
15,57 snt/kWh



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.



TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

Taustaa – miksi tariffirakenteen kehittämistä tarvitaan

- Nykyinen sähköjakelun energiaperusteinen hinnoittelumalli ei ole kustannusvastaava
 - Hinnoittelu riippuu energiasta, kustannukset lyhyellä aikavälillä vakiot pitkällä aikavälillä riippuvat pääosin mitoitustehosta
 - 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



Perusteita siirtohinnoittelulle; sähköverkkoliiketoiminnan kustannukset ja niiden tausta

Kustannuspaikat ja -komponentit

Verkko; 110 kV verkko, sähköasemat ja kj-verkko, jakelumuuntamot + pj-verkko, muut

- Verkko rakennetaan tehotarpeiden mukaan, esim. 25 MVA päämuuntaja, kertaluonteinen kiinteä kustannus, joka ei juurikaan riipu siirrettävästä energiasta. Käyttöikä keskimäärin 40 a
- Verkon käyttötoiminta, operointi, huollot, viankorjaus, ... Energiasta ja tehosta 'riippumaton'.

Verkostohäviöt

- Riippuvat pääosin siirretyn energian määrästä

Mittaus ja laskutus, kiinteä kustannus

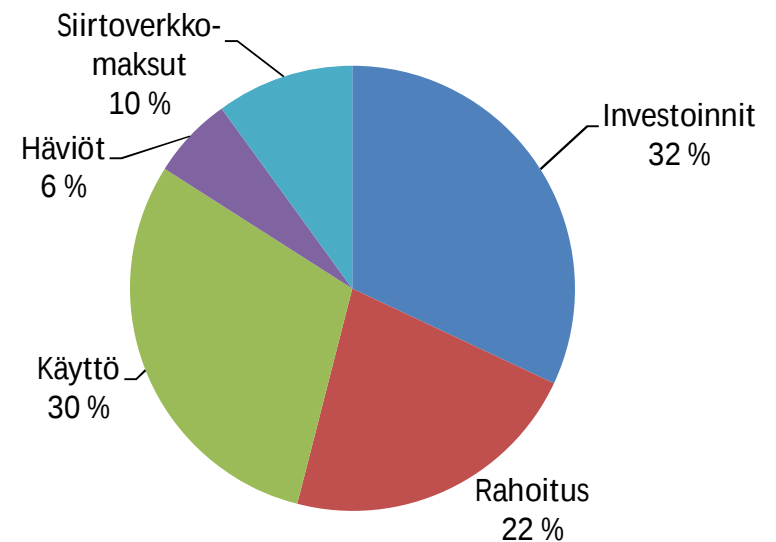
- mittaus (€/asiakas/a)
- laskutus (€/asiakas/a)

Siirtoverkkomaksut

- Fingridin siirtomaksut, energiaperusteisia (snt/kWh)

Hallinto

- Tehosta ja energiasta 'riippumaton'



Pääosa kustannuksista on kiinteitä tai tehosta riippuvia, kun taas tulot riippuvat energiasta

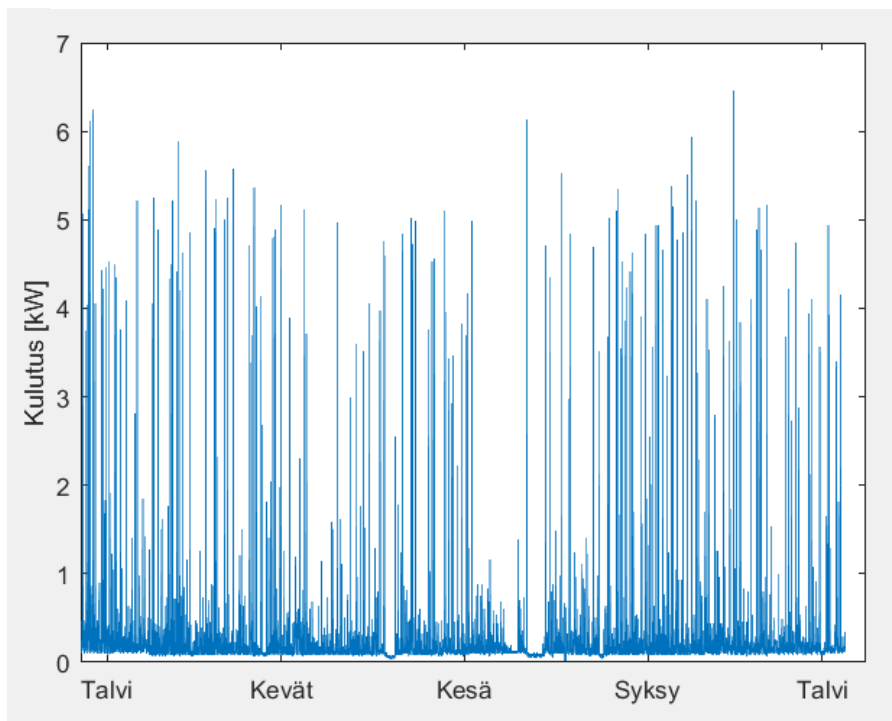
=> nykyinen hinnoittelumalli heikosti kustannusvastaava.

An example - Consumption patterns of two different customers

Peak power: 6,5 kW

Annual energy consumption: 2,8 MWh/a

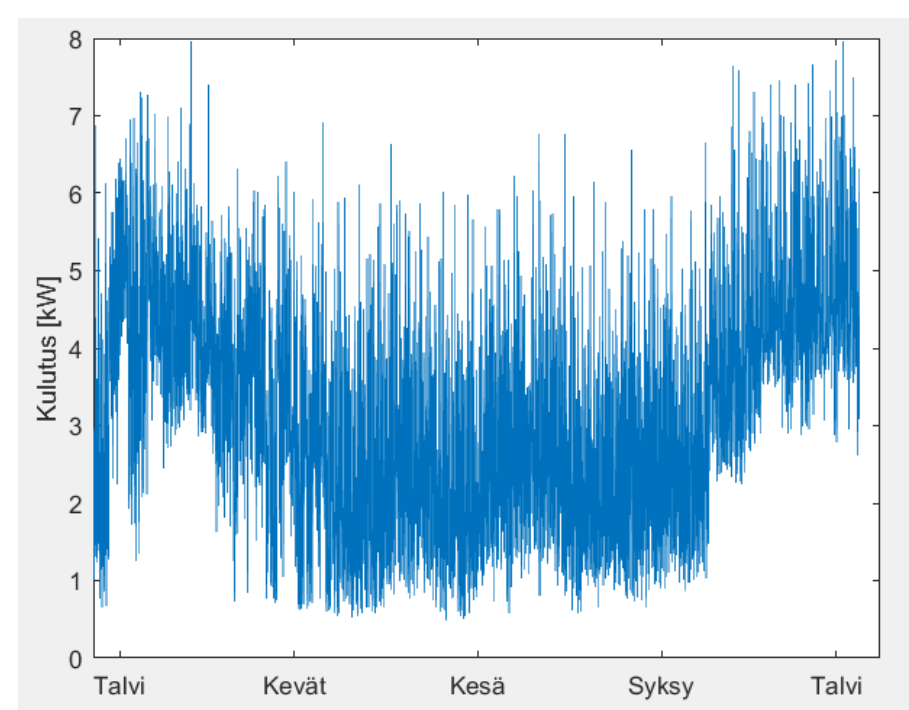
Peak operating time: 430 hours



Peak power: 8 kW

Annual energy consumption: 27 MWh/a

Peak operating time: 3 400 hours



- Significant difference in energy consumption, about same peak power
- Similar capacity demand from network viewpoint



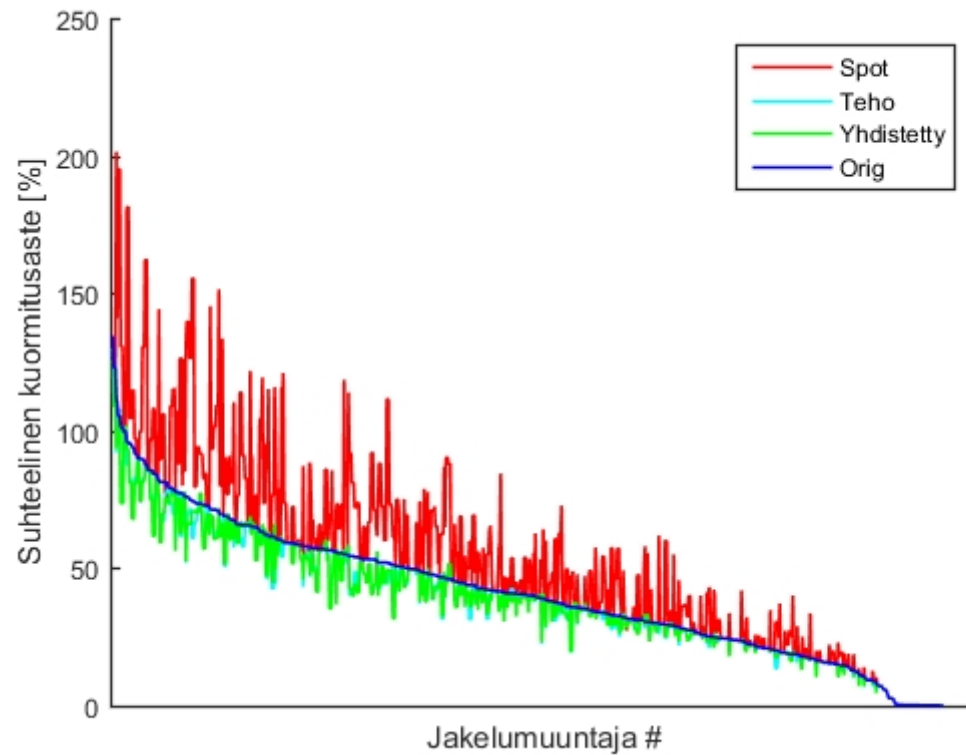
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

Taustaa – miksi tariffirakenteen kehittämistä tarvitaan

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

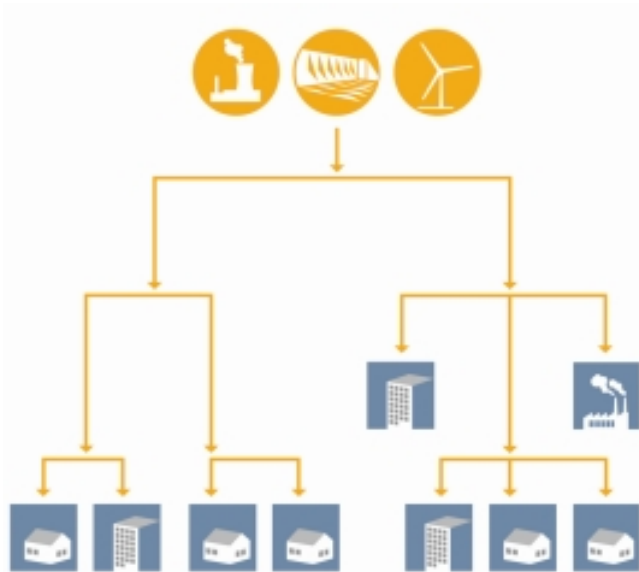


Tehopohjaisen tariffin kehittämistarve

- Tarve tehoperustaiseen tariffiin, joka
 - lisää asiakkaan mahdollisuuksia vaikuttaa omaan verkkopalvelumaksuunsa
 - turvaa verkkoyhtiölle vakaan liiketoiminnan (verkon ylläpitoon tarvittavien kustannusten kerääminen)
 - sisältää resurssi- ja energiatehokkuuteen kannustavia ominaisuuksia
 - toteuttaa mahdollisimman hyvin aiheuttamisperiaatetta, jota sähkömarkkinalakikin edellyttää
 - vähentää eri asiakkaiden 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.



Traditional Grid



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

Smart Grids

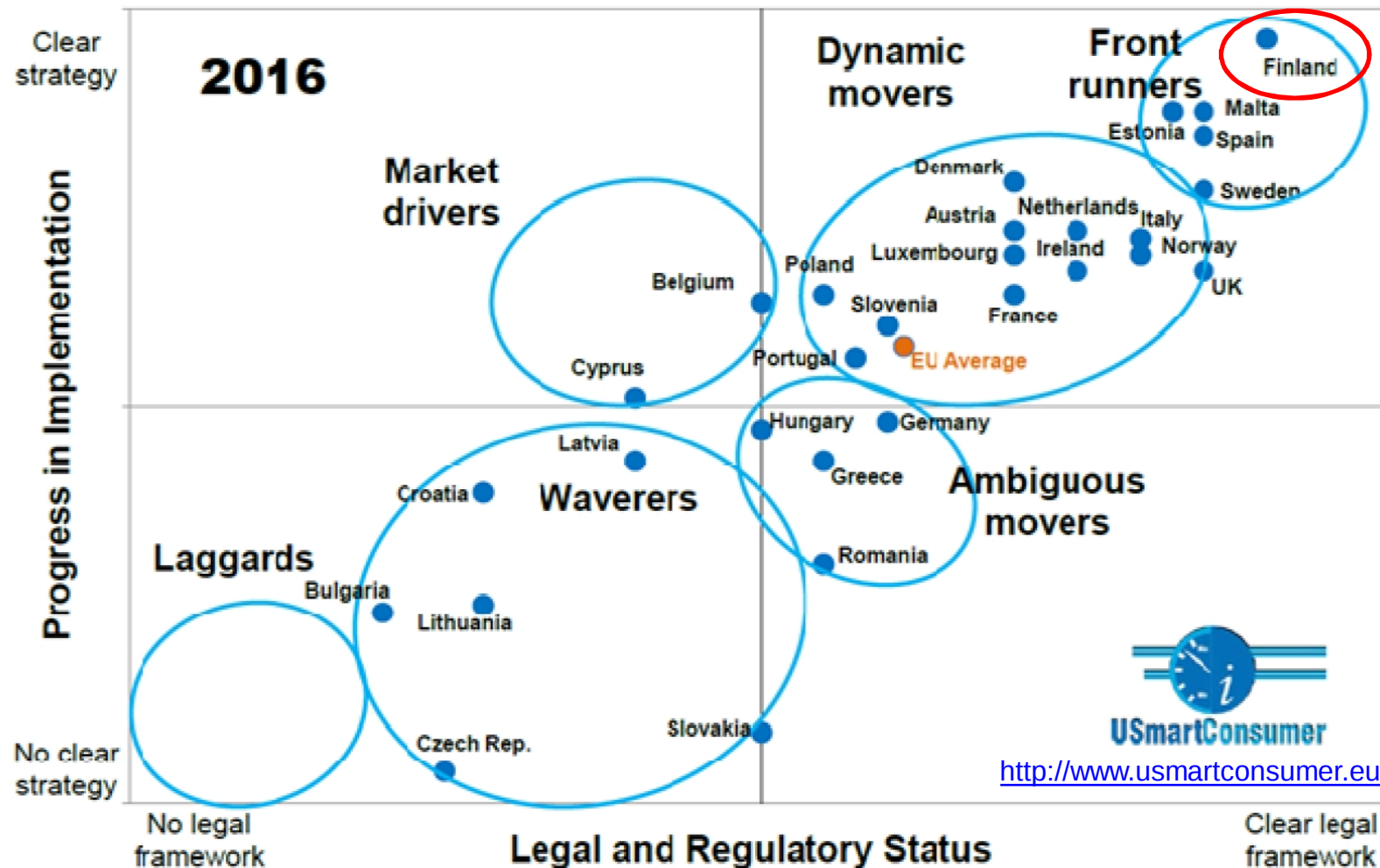


- **Centralized and distributed** power generation (renewable)
- Controllable **multi-directional** power flow
- Operation based on **real time** data
- Smart Grid **integrates distributed resources** into energy markets and power systems

- **Energiajärjestelmä on siirtymässä perinteisestä keskitetystä mallista hajautettuun järjestelmään**
- **Nykyinen sähkövero, regulaatio ja hinnoittelumallit eivät täysin tue tätä siirtymää**



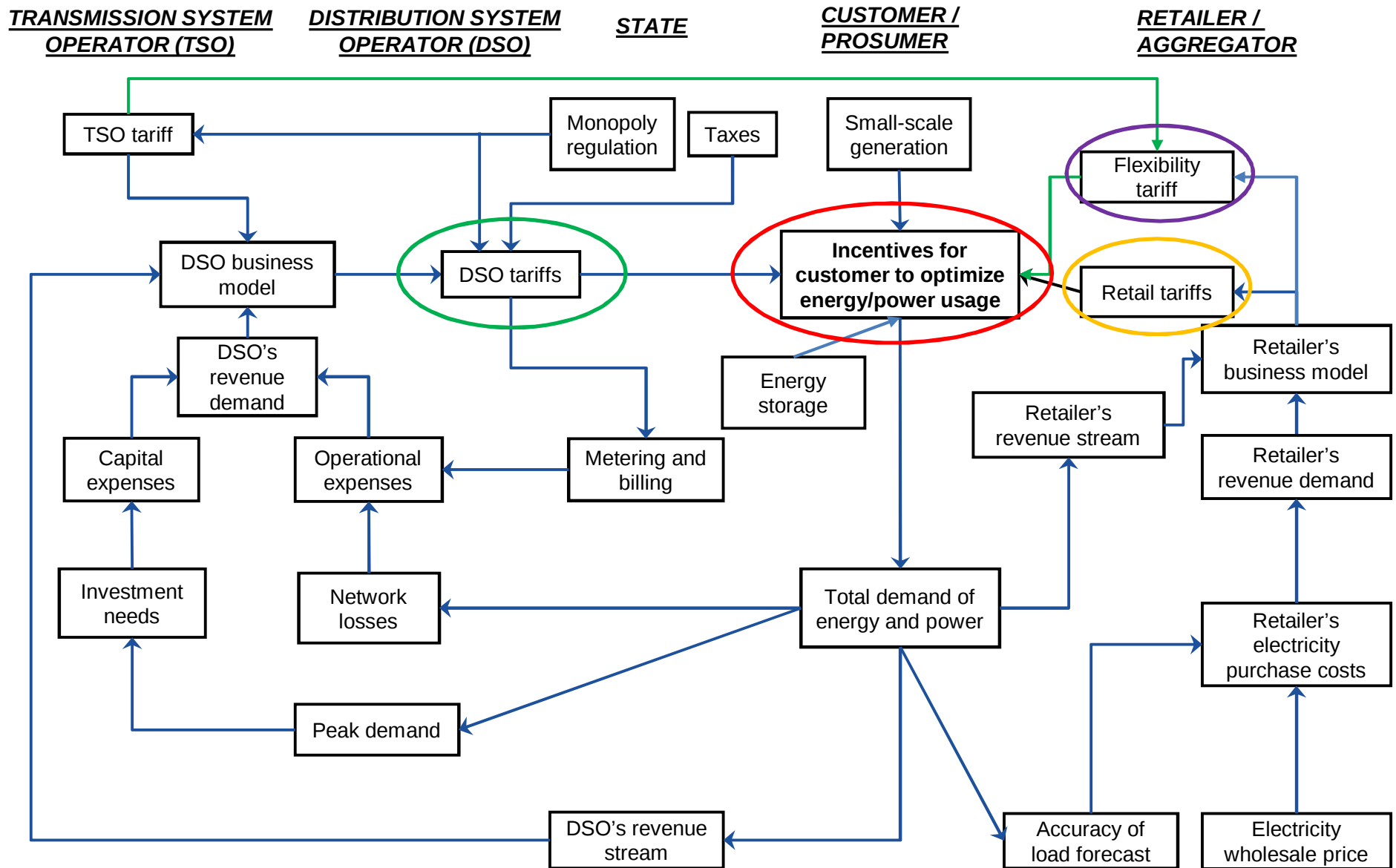
Uudet mittarit mahdollistavat myös hinnoittelumallien kehittämisen



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



Projektissa tarkasteltavat 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
Kaksiporrastariffi	x	x	(x)
Kolmiporrastariffi	x	x	(x)
Pienasiakkaan tehotariffi kynnysteholla	x	x	x
Pienasiakkaan tehotariffi	x	x	x

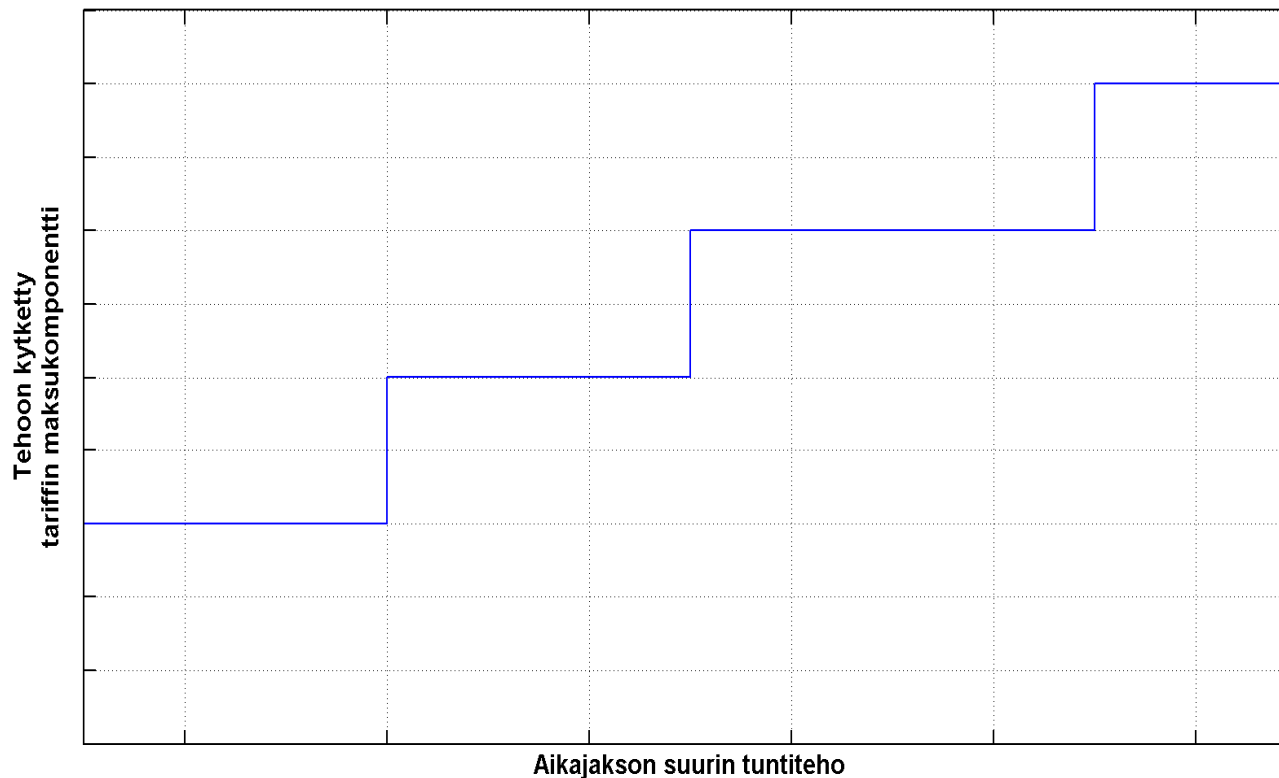
x = Sisältyy siirtotariffirakenteeseen

(x) = Saattaa sisältyä siirtotariffirakenteeseen



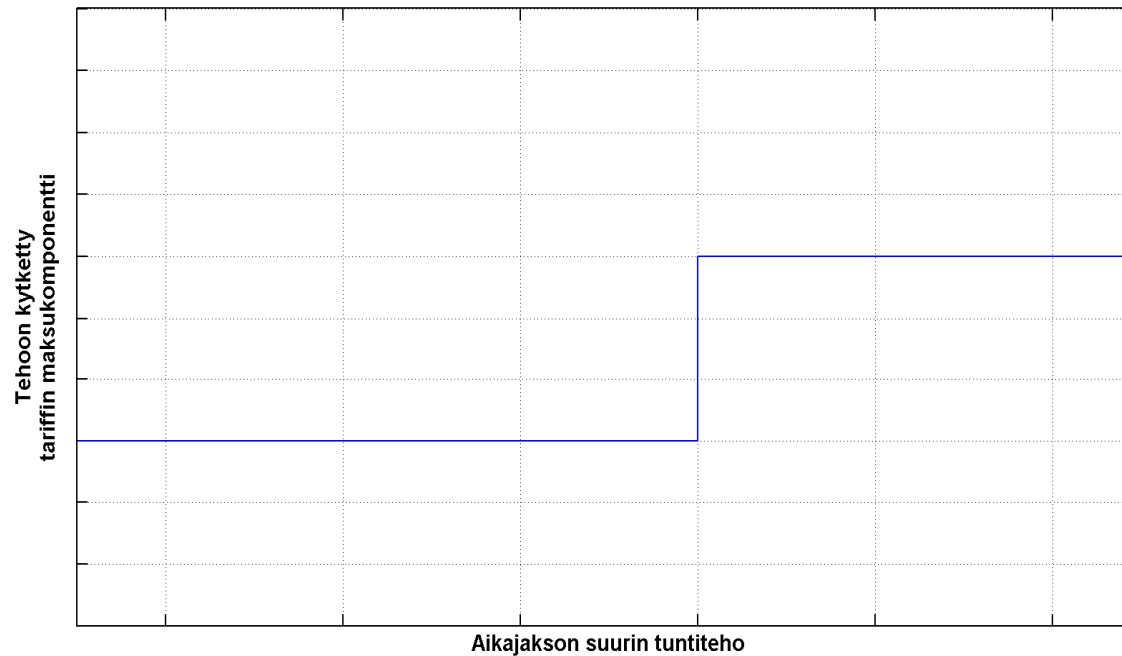
Tehorajatariffi (ns. kaistahinnoittelu)

- Hinta perustuu ennalta sovittuun tilaustehoon, jonka ylityksestä lisämaksu tai siirto isomman tilaustehon mukaiseen hinnoitteluun
- Etukäteen määritellyt tehokaistat (vrt. laajakaistaliittymä) esim. 5 kW, 8 kW jne
- Vuotuinen, kuukausittainen tai kausiperusteinen kaistan määrittäminen
- Ei muita maksukomponentteja



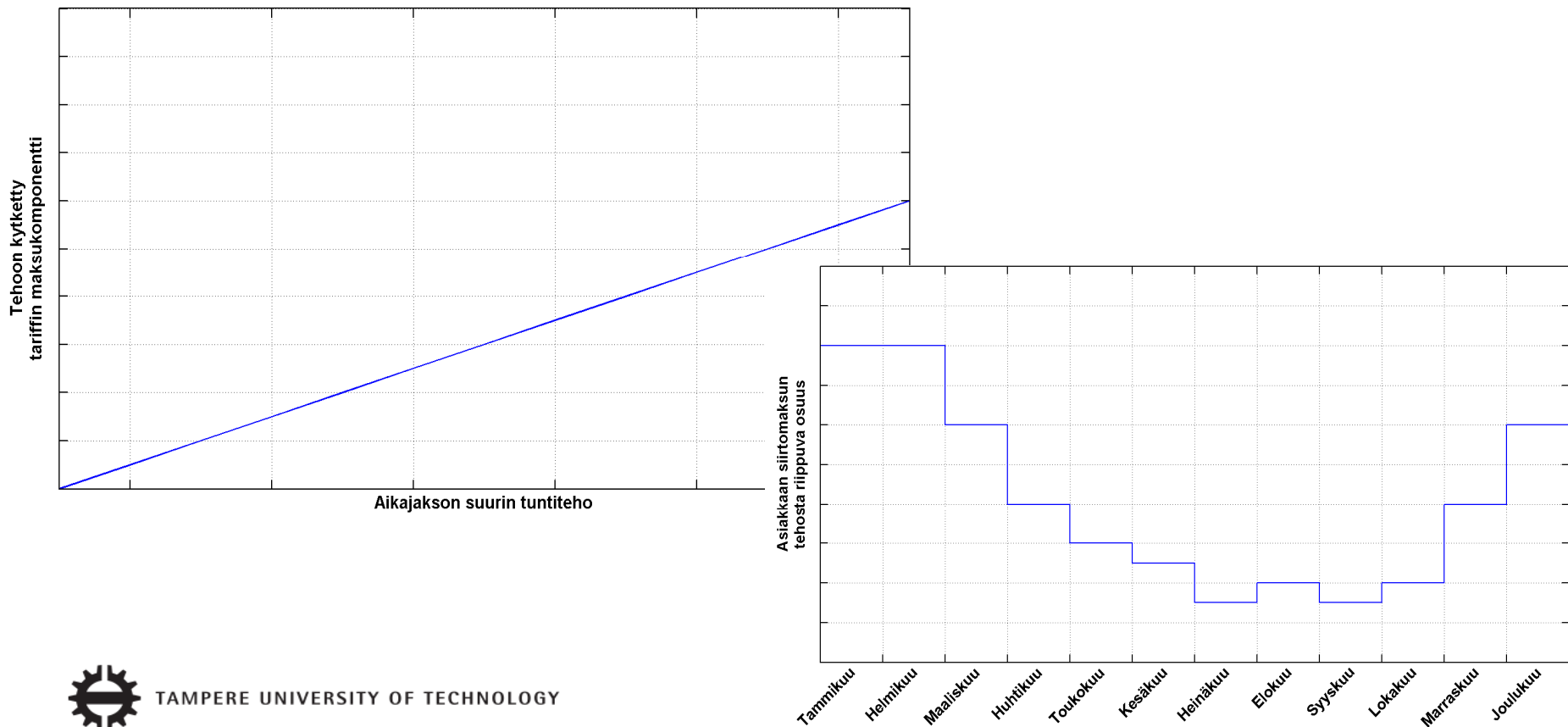
Porrastariffi

- Analoginen tuote nykyisen kaksiaikatariffin suhteen, mutta energiaan perustuva maksukomponentti ei riipu ajasta vaan asiakkaan käyttämästä tehosta
- Etukäteen määritetyn tehorajan jälkeen siirretyn energian hinta on korkeampi
- Voi sisältää myös useamman portaan (korkein porras voi aktivoitua esim. muutaman kerran vuodessa, critical peak pricing)



Pienasiakkaan tehotariffi

- Samanlainen kuin nykyisin suuremmille asiakkaille tarjolla oleva tehotariffi
- Sisältää perusmaksun (€/kk), tehomaksun (€/kW,kk) ja energiamaksun (snt/kWh)
- Tehomaksu perustuu mitattuun tehoon (esim. kuukauden tai vuoden suurin teho tai suurimpien tehojen keskiarvo)
- Voi sisältää myös nk. kynnystehon, jolloin perusmaksu kattaisi pienen asiakkaan tehontarpeen



Projektin keskeiset tulokset

- Tariffirakenteen määrittämisen keskeiset tavoitteet
 - Ymmärrettävyys ja hyväksyttävyys, kustannusvastaavuus sekä ohjaavuus.
 - Tavoitteet osin ristiriitaisia, jolloin lopullinen tariffivalinta on aina kompromissi eri tavoitteiden välillä
- Tehokomponentin sisällyttäminen jakeluverkkotariffiin on perusteltua
 - Parantaa hinnoittelun kustannusvastaavuutta ja ohjaavuutta
 - Lisää asiakkaan mahdollisuuksia vaikuttaa omaan verkkopalvelumaksuunsa
 - Sisältää resurssi- ja energiatehokkuuteen kannustavia ominaisuuksia
 - Turvaa verkkoyhtiölle vakaan liiketoiminnan
 - Toteuttaa nykyistä tariffirakennetta paremmin aiheuttamisperiaatetta
 - Vähentää eri asiakkaiden välistä ristisubventiota
 - Luo edellytyksiä muille toimijoille kehittää uusia palveluita ja liiketoimintaa (esim. kuormien ohjaukseen ja energiavarastoihin liittyen)
- Tehomaksun sisällyttäminen siirtomaksuun edellyttää
 - Verkkoyhtiöiltä tariffien huolellista suunnittelua sekä panostusta viestintään
 - Asiakkailta uudenlaista suhtautumista sähkön käyttönsä ohjaukseen



Projektin keskeiset tulokset

Tariffien vertailua

- **Porrastariffi**

- Siirretyn energian hinta on korkeampi, kun verkosta otettu teho ylittää ennalta määrätyn tehoportaan
- Asiakkaalla mahdollisuus vaikuttaa siirtomaksuun sekä tehon että energian kautta
- Tariffissa vain yksi (tai kaksi) tehorajaa, jotka ovat samat kaikille asiakkaille. Ohjausvaikutukset voivat olla heikkoja ja vaikeasti ennakoitavia
- Tehorajojen määrittäminen ja viestintä hankalaa
- Tämän kaltaisesta tariffista ei ole aiempaa kokemusta



Projektin keskeiset tulokset

Tariffien vertailua

- **Tehorajatariffi (nk. kaistahinnoittelu)**
 - Periaatteessa yksinkertainen; tehorajan määrittämisen jälkeen maksetaan kiinteää kuukausimaksua (vrt. laajakaistaliittymä)
 - ”pehmeä” raja teholle, mahdollistaa rajan ylityksen lisämaksusta
 - Kannustaa pienentämään tehoa siten, että saavutetaan mahdollisimman pieni ja edullinen tehoraja. Ei kuitenkaan kannustetta ohjata tehoa rajan alapuolella
 - Pientuotannon kannattavuus nykyistä heikompi, kysyntäjouston ja varastojen (akut) kannattavuus parempi
 - Tehorajan valinta ja tehorajan ylitysten käsittely viestinnällisesti haastavia
 - Siirtyminen nykyisistä tariffeista tehorajatariffiin voi olla hankalaa
- **Pienasiakkaan tehotariffi**
 - Yksi uusi hintakomponentti nykyiseen verrattuna, perus- ja energiamaksut korvautuvat osin tehomaksulla; €/kk + snt/kWh + €/kW,kk
 - Kannustaa pienentämään huipputehoa ja siirrettyä energiaa
 - Tariffi jo nykyisellään käytössä suuremmilla asiakkailla
 - Pientuotannon kannattavuus heikkenee, mutta kysyntäjouston ja akkujen kannattavuus paranee
 - Aiheuttamisperiaatteen mukainen kustannusvastaava tariffi, joka ohjaa kohti tehokasta sähkönkäyttöä
 - Voi sisältää kynnystehon (esim. 3-5 kW), jonka alapuolella ei ole erillistä tehomaksua



Yhteenveto

- Pienasiakkaan tehotariffi ($\text{€}/\text{kk} + \text{snt}/\text{kWh} + \text{€}/\text{kW}, \text{kk}$) on käytännön toteutettavuuden, ymmärrettävyyden ja kustannusvastaavuuden kannalta toimivin vaihtoehto.
- Ko. tariffirakenne on jo nykyisellään käytössä suuremmilla asiakkailla.
- Pienasiakkaiden osalta voidaan nykyiseen tariffirakenteeseen lisätä tehoon pohjautuva maksukomponentti ja kasvattaa vähitellen tehomaksun osuutta, ja vastaavasti pienentää perus- ja energiamaksuja.
- Kohtalaisen pituisella siirtymäajalla vältetään suuret vuotuiset muutokset asiakasryhmien verkkomaksuissa.
- Energiamaksun osuus pienentyy, mutta energiamaksu säilyy tariffissa
- Tehotariffin rakenteeseen voidaan lisätä kynnysteho, esim. 3-5 kW, jonka alapuolella olevasta tehonkäytöstä ei muodostu erillistä tehomaksua tai nykyistä monimutkaisempaa tariffirakennetta.
- Keskeistä viestintä!



Seminaarin ohjelma

- Klo 9.00 Tilaisuuden avaus
Samuli Honkapuro (LUT)
- Klo 9.05 Tariffitutkimusprojektin taustan ja tulosten esittely
Samuli Honkapuro, LUT
Kimmo Lummi, TUT
Jouni Haapaniemi, LUT
Pertti Järventausta, TUT
- Klo 10.30 TEM:n älyverkkotyöryhmän näkemykset jakeluverkon tariffirakenteiden kehitykseen
Ville Väre, Energiavirasto
- Klo 10.50 Kokemuksia pienasiakkaiden tehotariffin kehittämisestä ja käyttöönotosta
Jouni Lehtinen, Helen Sähköverkko
- Klo 11.10 Kokemuksia tehotariffipilotista
Johannes Salo, Elenia
- Klo 11.30 Jaloittelutauko
- Klo 11.45 Pienasiakkaiden ja taloyhtiöiden näkemykset jakeluverkon tariffirakenteen kehittämiseen
Petri Pylsy, Kiinteistöliitto
- Klo 12.05 Siirtohinnoittelun vaikutukset pientuotannon kannattavuuteen - case aurinkosähkö kerrostalossa
Karoliina Auvinen, Aalto-yliopisto
- Klo 12.25 Tehonhallinnan mahdollisuudet kiinteistöissä
Pirkko Harsia, Tampereen ammattikorkeakoulu TAMK
- Klo 12.45 Loppukeskustelu
- Klo 13.00 Tilaisuus päättyy

