

# SENER professuuri

Sami Repo

# Sisältö

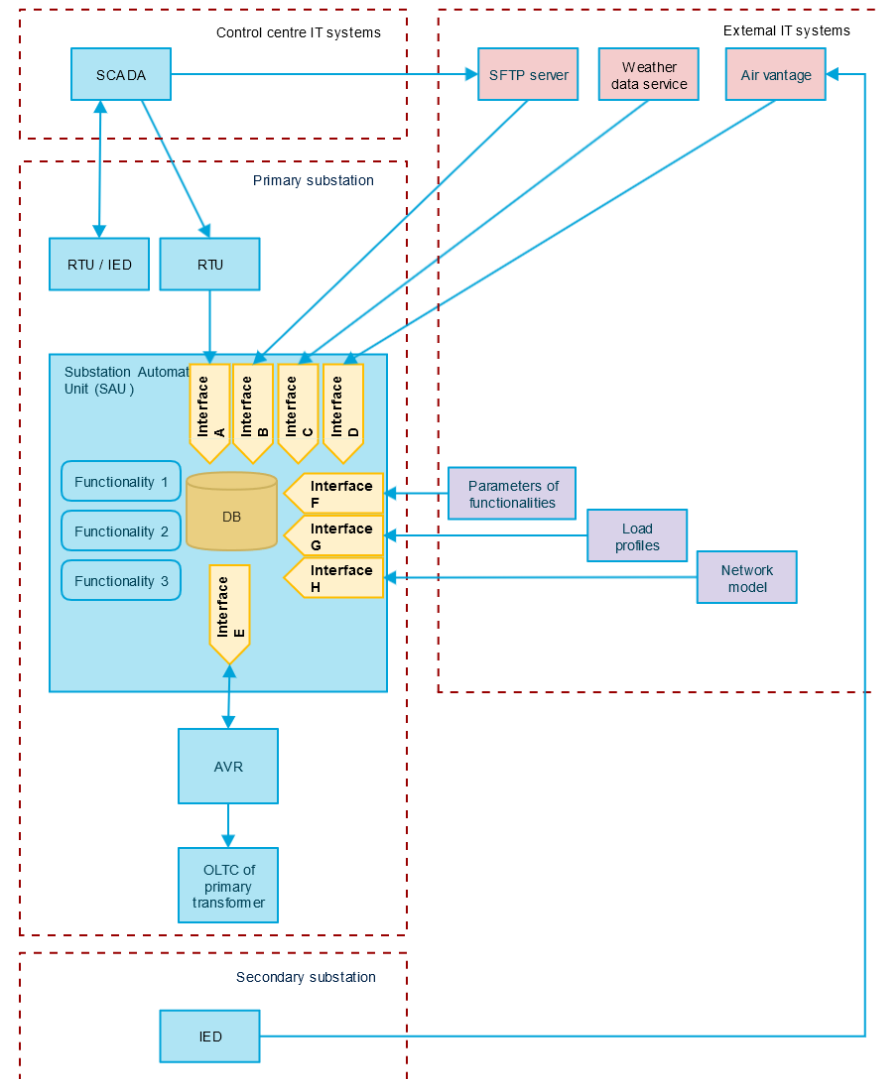
- Vuosi 2019
  - Tutkimus
  - Opetus
  - Tulokset
- Tulevaisuudesta

TUTKIMUS

# Käynnissä olevat tutkimushankkeet

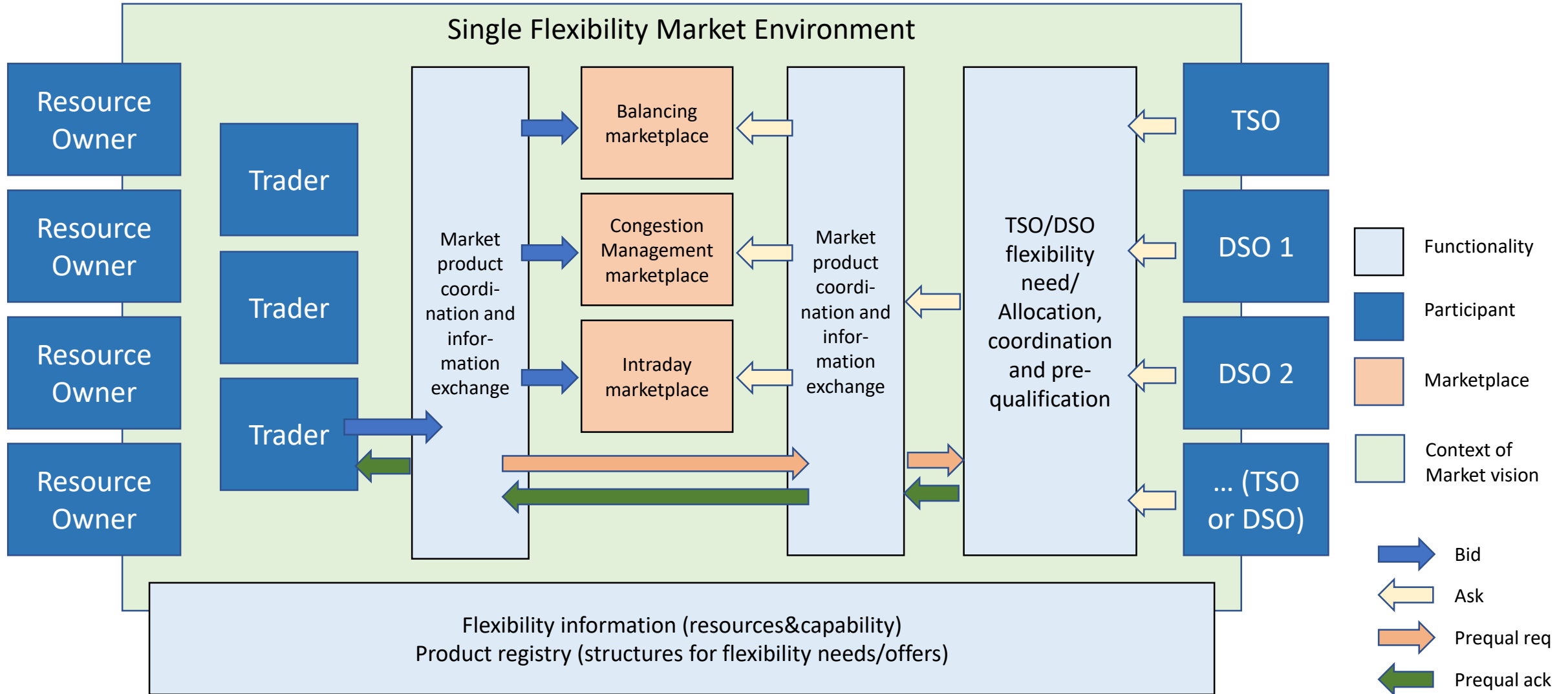
- ”Omat” projektit
  - Optimal voltage regulation in medium voltage networks, ForskEL
  - TSO-DSO-Consumer interface architecture to provide innovative grid services for an efficient power system (INTERFACE), EU H2020
  - PV smoothing and frequency control, Tampereen yliopisto
  - Distributed management of electricity system (DisMa), Suomen Akatemia
  - AGCO hybrid working machine laboratory, Tampereen yliopisto
- Mukana projekteissa
  - Prosumer centric energy communities – Towards energy ecosystem (Procem+), BF
  - Transition to a resource efficient and climate neutral electricity system (EL-TRAN), Suomen Akatemia
  - Cuban Energy Transformation. Integration of Renewable Intermittent Sources in the Power System (IRIS), Suomen Akatemia
  - Jousto 2030 visio, STEK
  - Älykkäiden sähköverkkojen simulointiympäristö, EAKR Etelä-Savon maakuntaliitto

# Optimal voltage regulation in medium voltage networks

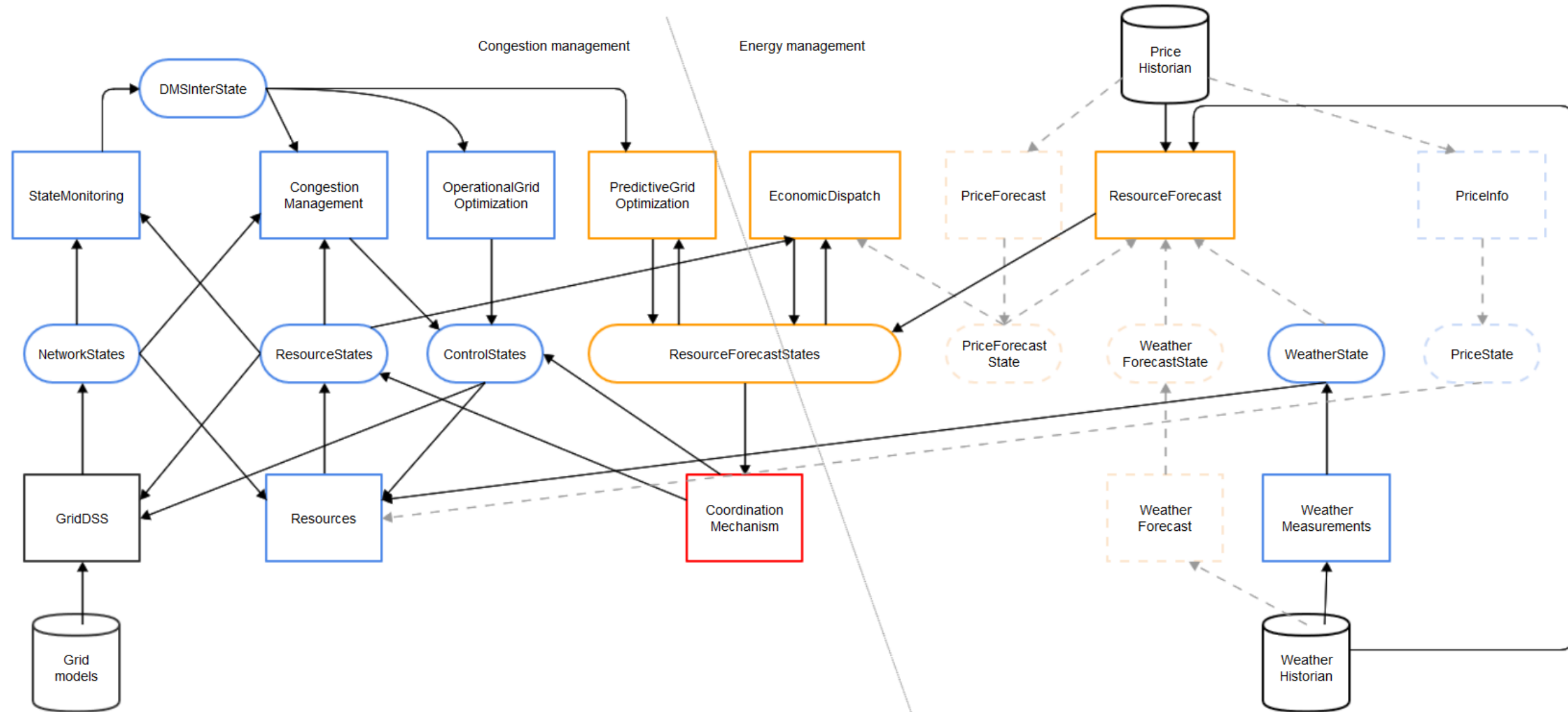


- Tavoitteena pitkäaikainen kenttätesti optimaalisen jännitteensäädön hyödyistä
- Projektille saatu vuoden jatkoaika
- Haasteet demonstraation käynnistämisessä
  - Mittausten luentajärjestelmä kulutti liiaksi data, jolloin 4G-liittymästä loppui kaista
  - Mittaukset sijoitettiin aluksi väriin paikkoihin
  - Pieni CHP-yksikkö olikin 8 MWe
  - Verkkodatojen virheet
  - Kaapelinjakokaappiin ei sopinut normaalit virtamuuntajat, joten piti tilata Rogowskin kelat

# INTERFACE



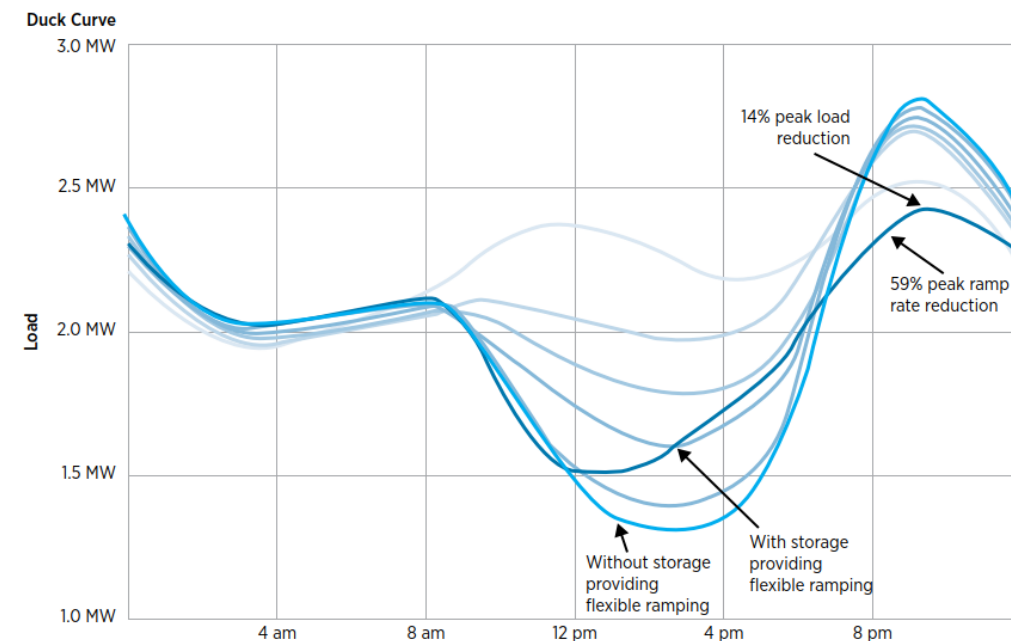
# INTERFACE ja Procem+



# PV smoothing highlights

- Aurinkovoiman osallistuminen taajuudensäätöön ja tasehallintaan
  - PV smoothing tasoittaa erityisesti pilvisyyden aiheuttamien tehonvaiheluiden vaikutusta. Vaikutus näkyy jo noin 1 km alueella.
  - Osa aurinkovoimaloista voidaan ajaa maksimitehopisteen alapuolella, jotta voimalalla on kyky säätää tehoa sekä alas- että ylöspäin (säädön arvon oltava suurempi kuin hukatun energian arvo)
  - Tarvittavaa akkukapasiteettia voidaan minimoida
    - Lyhyellä aikavälillä edellisillä toimenpiteillä
    - Pidemmällä aikavälillä suuntaamalla osa paneeleista itä-länsi suuntaan (tulevaisuuden oletus: tuotetun energian arvo aamulla ja illalla keskimäärin suurempi kuin keskipäivällä) ja hyödyntämällä kulutusjoustoja

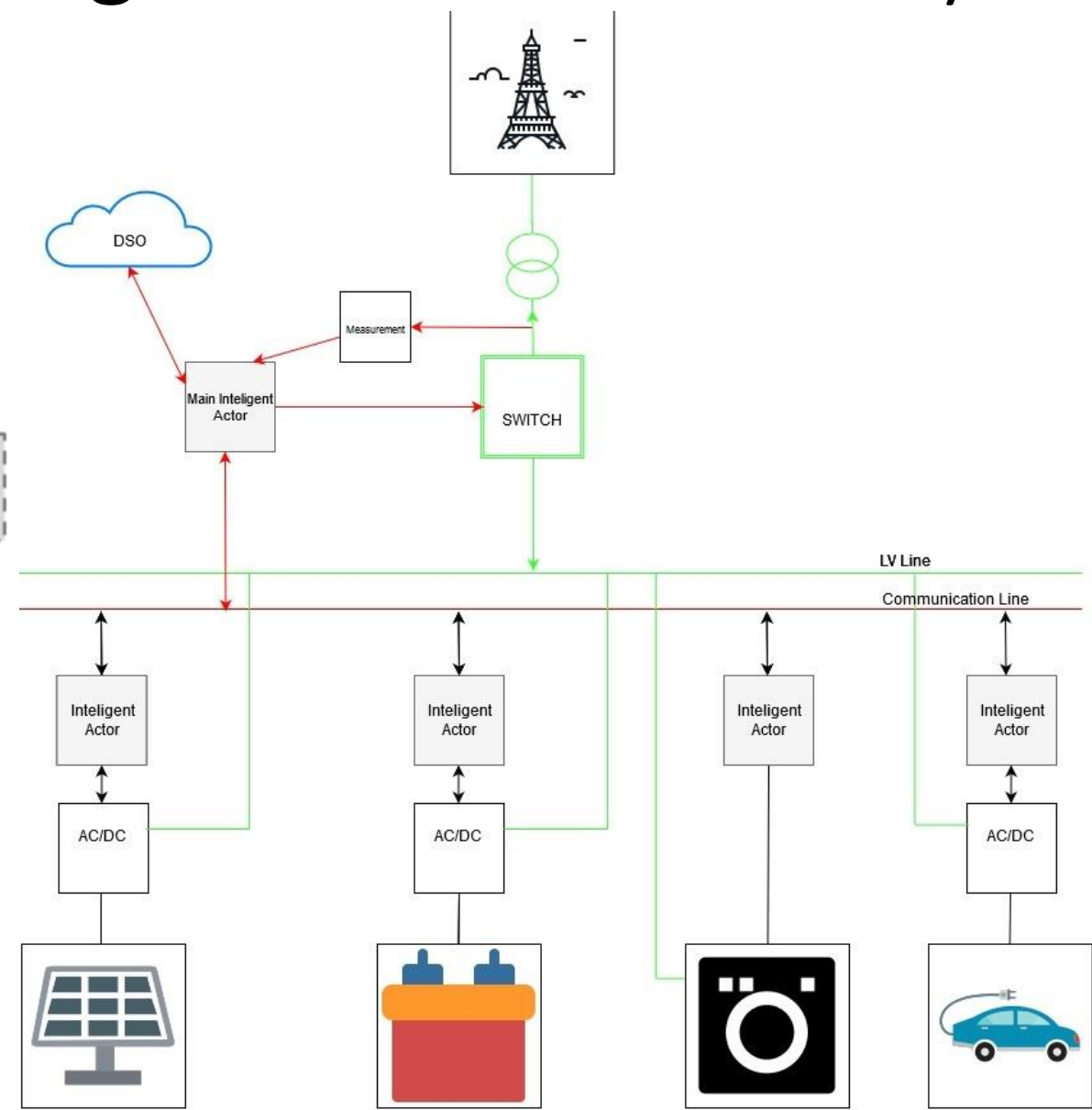
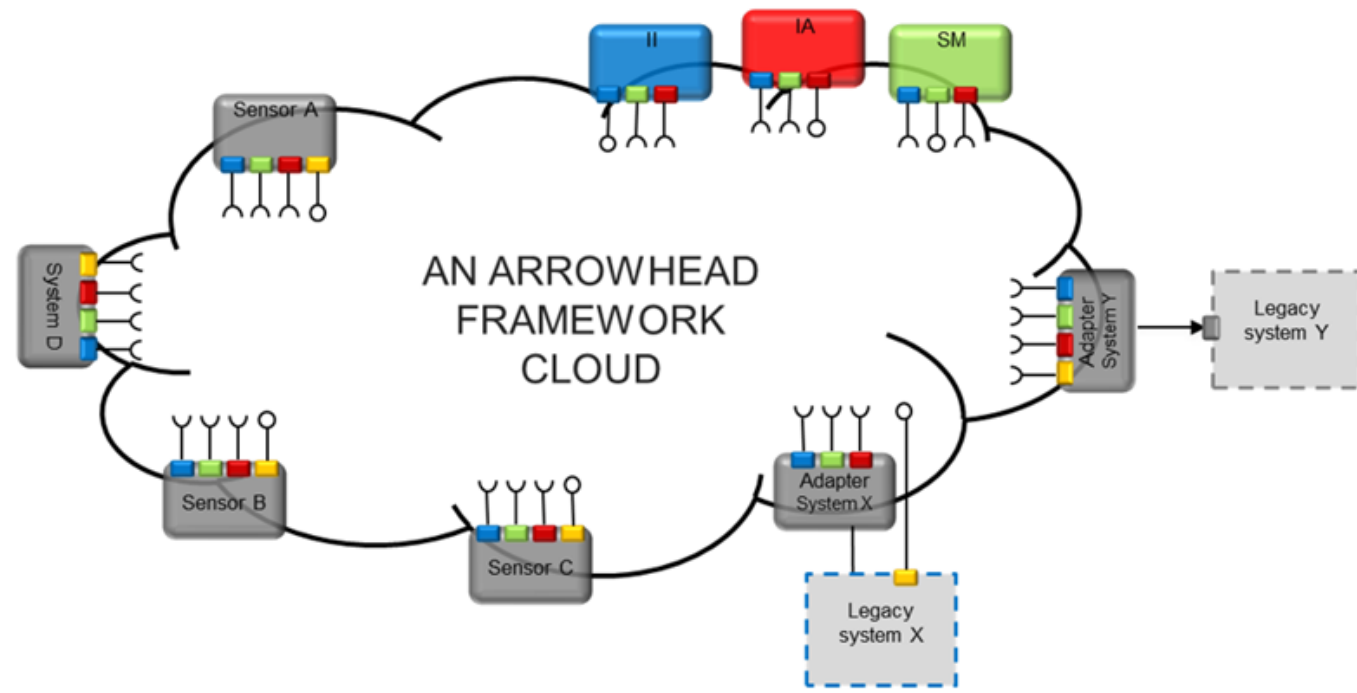
Figure 40: Impact on the duck curve of energy storage providing flexible ramping: the example of one 3 MW feeder

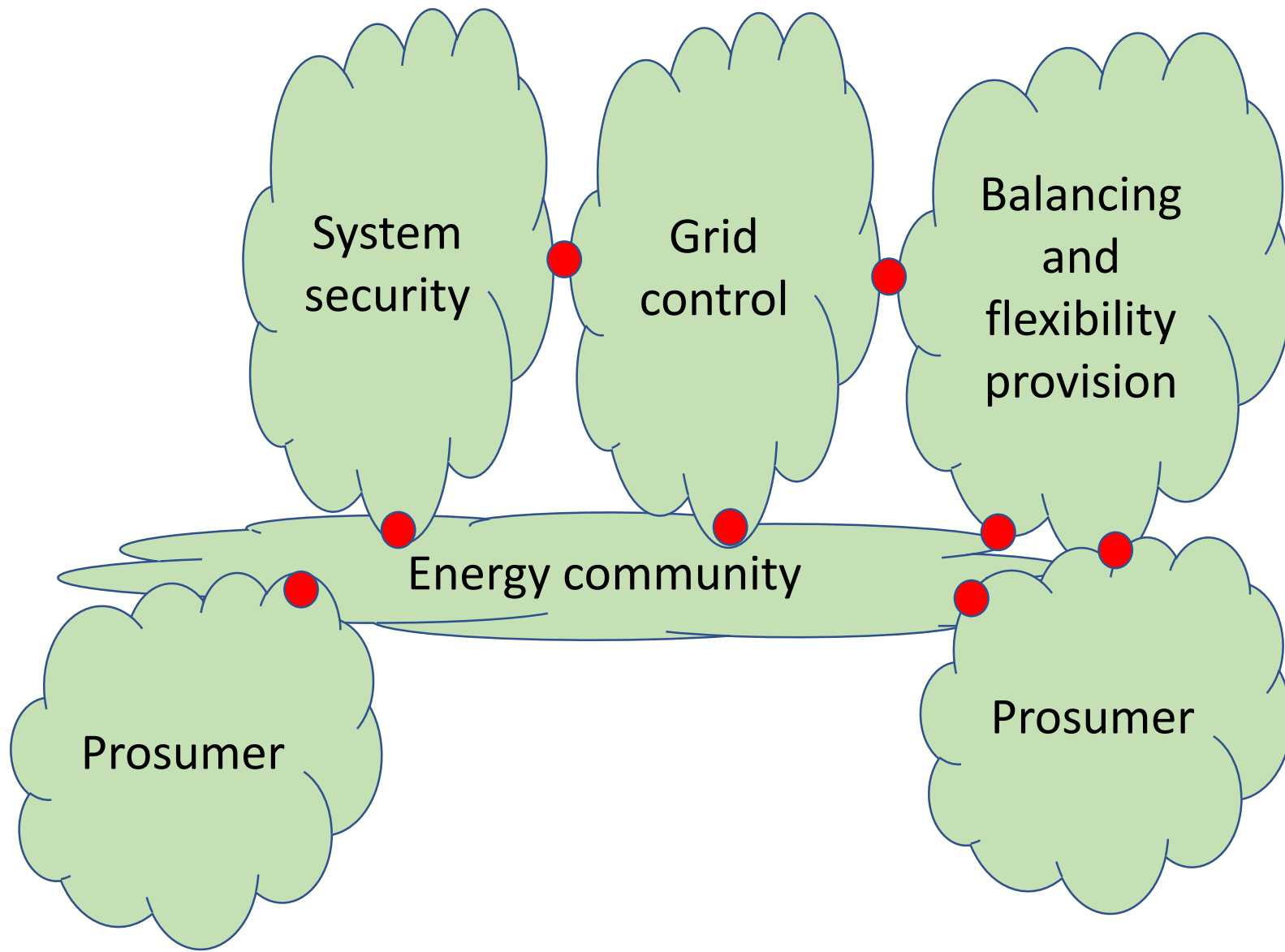


Note: Figure shows impact for one feeder, not the entire CAISO system.  
Source: Sunverge (2015).



# Distributed management of electricity system





- Joustoa ei sidota yhden toimijan tai markkinan käyttöön (monitoimija ja monimarkkina ympäristö)
- Tiedonkulku toimijoiden aikeista reaaliaikaista ja läpinäkyvää niille joilla oikeus tiedon käyttöön
- Jouston arvo ja ominaisuudet tiedossa
- Kaupankäynnin helppous vs. pelisäännöt

OPETUS

# Diplomityöt 2020

- Olli Saukko, Laivan sähköjakelun ja datan käsittely (Elomatic)
- Henri Laine, Grid code compliance testing using HIL system (Danfoss)
- Riku Juhala, Olkiluodon ydinvoimalaitoksen blokkisuojan uusinta (TVO)
- Eero Koivuniemi, The effect of load management methods in office buildings on the planning of distribution networks (Helen sähköverkko)
- Tomi Niemelä, Loistehon kompensointi Rovaniemen Verkko Oy:ssä

# Diplomityöt 2019

- Tomi Mäkinen, Control and modelling of three-level series compensator device (Merus power dynamics)
- Sami Martinmäki, A robust coordinated voltage control in low voltage networks validated through an experimental study, Collaboration of an on-load tap changer and a battery energy storage (TU Dortmund)
- Mehdi Attar, Distribution system congestion management through market mechanism (TAU)
- Teemu Vuojamo, Tuulivoimalaitosten dynaamiset simuloinnit PSSE-ohjelmistolla (Empower)
- Satyam Kapil, Effective design of STATCOM considering fundamental frequency current, active harmonic filtering and zero sequence current (GE grid solutions)
- Jia Wang, Impact of input EMI filter design on the dynamic performance of average-current-mode controlled boost converter (TAU)
- Atte Piispanen, Hajautetun pientuotannon vaikutus käyttötoimintaan (Elenia)
- Jani Stenroos, Evaluation of criteria for transmission capacity calculation (Fingrid)
- Ran Zhang, Optimization of household energy management based on the Simplex algorithm (TAU)
- Marta de Espana Zaforteza, Demand response participation in different markets in Europe (Erasmus)
- Miika Tuovinen, Taking over a river system with hydro assets (UPM energia)
- Dawit Elcho, Mitigation of current harmonic distortion in three-phase LCL-type filter interfaced inverters (TAU)

TULOKSET

# Julkaisut

- P. Jafary, A. Supponen, M. Salmenperä, S. Repo, Analyzing Reliability of the Communication for Secure and Highly Available GOOSE-Based Logic Selectivity, Security and Communication Networks (2019), <https://doi.org/10.1155/2019/9682189>

# Konferenssijulkaisut

- L. Peltonen, P. Järventausta, S. Repo, T. Rauhala, Distributed small loads as fast frequency reserves: Impact on system performance, IEEE Texas Power and Energy Conference, 2020 <https://doi.org/10.1109/TPEC48276.2020.9042522>
- A. Kulmala, A. Keski-Koukkari, K. Mäki, V. Tikka, A. Romanenko, A. Mashlakov, S. Honkapuro, J. Partanen, S. Repo, P. Jafary, P. Järventausta, Information Exchange Platform for Enabling Ancillary Services from Distributed Energy Resources, 16th International Conference on the European Energy Market (EEM), Oct 2019, Ljubljana, Slovenia. [10.1109/EEM.2019.8916320](https://doi.org/10.1109/EEM.2019.8916320)
- S. Lu, S. Repo, M. Salmenperä, J. Seppälä, H. Koivisto, Using IEC CIM standards and SOA Technology for Coordinated Voltage Control Application, IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe (ISGT-Europe), Sep 2019, Bucharest, Romania. <https://doi.org/10.1109/ISGTEurope.2019.8905541>
- A. Mashlakov, A. Keski-Koukkari, V. Tikka, A. Kulmala, S. Repo, S. Honkapuro, M. Aro, P. Jafary, Uniform Web of Things based Access to Distributed Energy Resources via Metadata Registry, 25th International Conference on Electricity Distribution (CIRED), 3-6 June 2019, Madrid, Spain. <https://www.cired-repository.org/handle/20.500.12455/325>
- A. Keski-Koukkari, A. Mashlakov, V. Tikka, A. Kulmala, S. Repo, S. Honkapuro, M. Aro, P. Järventausta, Architecture of integrated business platform of distributed energy resources and integration of MultiPower laboratory, 25th International Conference on Electricity Distribution (CIRED), 3-6 June 2019, Madrid, Spain. <https://www.cired-repository.org/handle/20.500.12455/164>
- A. Supponen, A. Rautiainen, S. Repo, S. Laitinen, T. Kasteenpohja, Characterization and Laboratory Performance Testing of Interconnected Star Phase Balancer, 25th International Conference on Electricity Distribution (CIRED), 3-6 June 2019, Madrid, Spain. <https://www.cired-repository.org/handle/20.500.12455/500>
- N. Riaz, S. Repo, Computational Diagnostics of Photovoltaic Smoothing Potential for Composite Orientations, 25th International Conference on Electricity Distribution (CIRED), 3-6 June 2019, Madrid, Spain. <https://www.cired-repository.org/handle/20.500.12455/716>
- M. Attar, S. Repo, O. Homaei, Investigation of the Impacts of Primary Substation's OLTC on Voltage Regulators Placement in Distribution Systems, 25th International Conference on Electricity Distribution (CIRED), 3-6 June 2019, Madrid, Spain. <https://www.cired-repository.org/handle/20.500.12455/697>
- S. Repo, D. Della Giustina, F. Ponci, What should be done to make revolution in smart distribution grids?, 25th International Conference on Electricity Distribution (CIRED), 3-6 June 2019, Madrid, Spain. <https://www.cired-repository.org/handle/20.500.12455/586>



TULEVAISUUDESTA

# Tavoitteena määrittää tutkimuksen suuntaa uudelleen

