

***ÉPOQUE: YMPÄRISTÖOHJELMA LAADUKKAASEEN
YLIOPISTO-OPETUKSEEN***

**KURSSI III
YRITTÄJYYS– ÄLYKÄS ENERGIA**

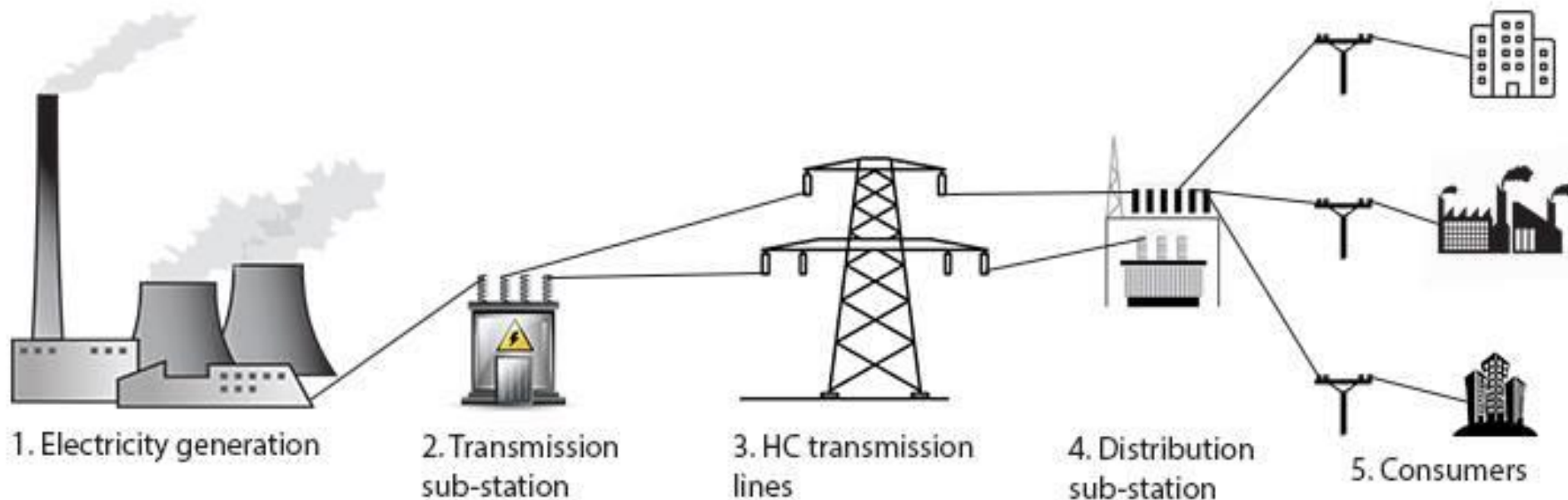
**MODUULI 1
ÄLYKÄS ENERGIA**

AIHE 3

Älykkään sähköverkon käsite

NYKYINEN SÄHKÖENERGIA / POWER GRID

- Se on verkosto sähkön tuottamiseen valmistajalta kuluttajalle
 - Sähköntoimittajat tuottavat sähköä **sähköntuotantoasemilla(1)**
 - **Aliasemat** muuttavat sähkön jännitettä alas- tai ylöspäin(2, 4)
 - **Voimalinjat** kuljettavat korkean jännitteen sähkövirtaa (3)
 - **Jakelujohdot** liittävät kuluttajat sähköverkkoon (5)



TÄMÄN HETKISET RAJOITTEET SÄHKÖVERKOILLE

- Ikääntyvä infrastruktuuri ilman kehitystä – hitaat vasteajat johtuvat mekaanisista osista
- Energiatehokkuus, ympäristökysymykset ja kuluttajien tarpeet eivät ole suunnittelun keskiössä
- Hyvin rajallinen näkyvyys ja joustavuus
- Puute tilannetietoisuudessa ja automatisoituneissa toimintaolosuhteiden analyysissa
- Yksisuuntainen kommunikaatio kysynnän ja tarjonnan välillä
- Tehoton virtalähteiden turvallisuus
- Kyvyttömyys varastoida tuotettua energiaa

OHJAAJAT KOHTI “ÄLYKÄSTÄ” LÄHESTYMISTAPAA

- Sähkön vaatimukset nousevat voimakkaasti (lämpöpumput, sähköajoneuvot) ja verkon toimintavarmuus on saavuttanut rajan
- Joustavaa arkkitehtuuria uusien energialähteiden integrointiin ja teknologioita energian varastointiin sekä kysynnän ja tarjonnan tasapainottamiseen tarvitaan
- Uusiutuvat energianlähteet (erityisesti tuuli) ovat vaihdelleet ja tarvitsevat tehokkaampaa hallintaa ja valvontaa energiajärjestelmien valmiuksiin
- Tarve antaa energian tallennuskapasiteetteja, parantaa toimitusvarmuutta sekä alentaa hiilidioksidipäästöjä

ÄLYKÄS SÄHKÖVERKKO

“A smart grid is an electricity network that can intelligently integrate the actions of all users connected to it - generators, consumers and those that do both – in order to efficiently deliver sustainable, economic and secure electricity supplies.”

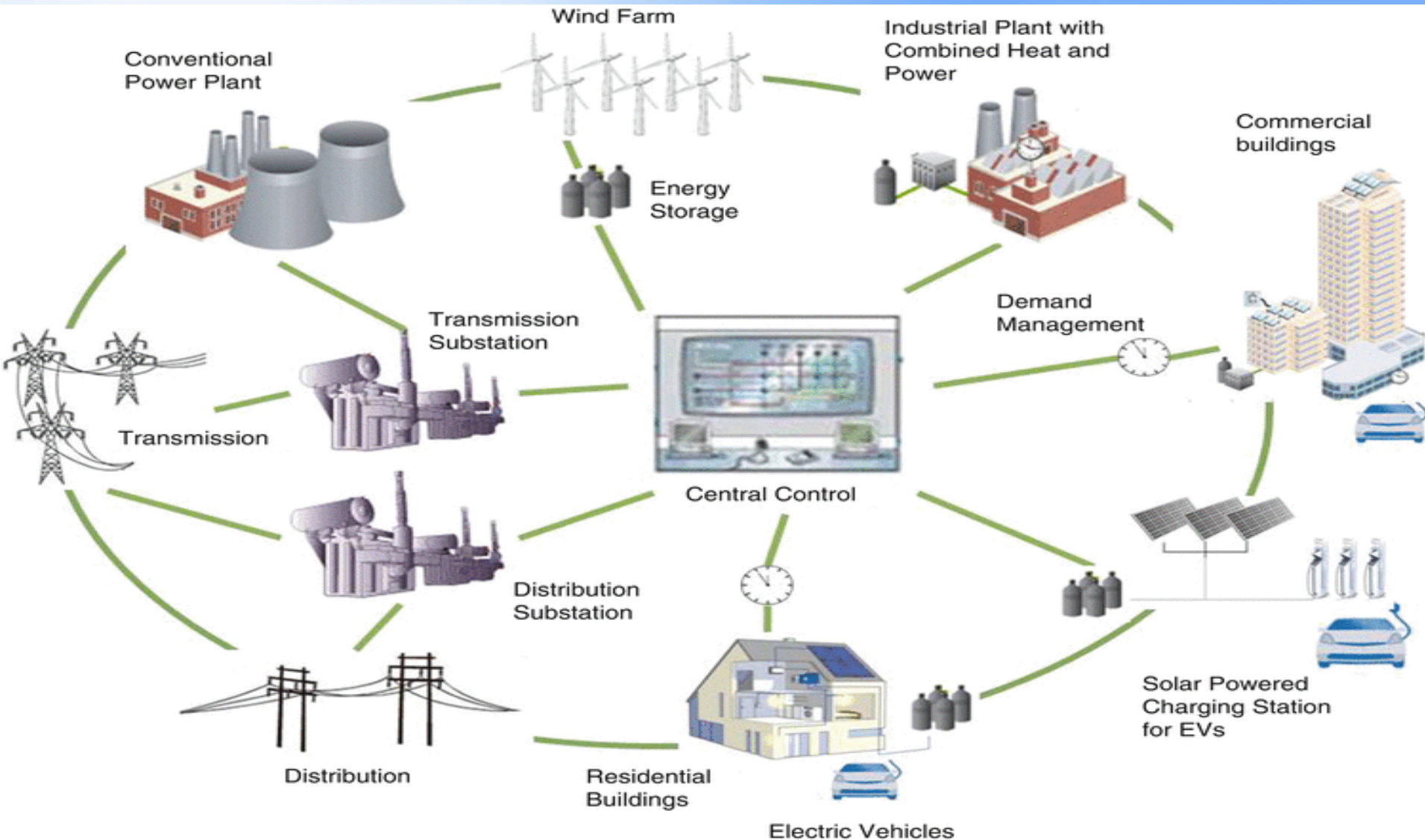


ÄLYKKÄÄN SÄHKÖVERKON MÄÄRITELMÄ

Älykäs sähköverkko on sähköverkko, joka käyttää digitaalisia ja muita kehittyneitä teknologioita sähkön siirtämisen seuraamiseen ja hallintaan kaikissa sukupolven energialähteissä, jotta voidaan vastata vaihteleviin sähkön loppukäyttäjien vaatimuksiin.

Älykkäät sähköverkot koordinoivat kaikkien generaattoreiden, verkko-operaattoreiden, loppukäyttäjien ja sähkömarkkinoiden sidosryhmien tarpeiden ja valmiuksien eri järjestelmät mahdollisimman tehokkaasti, minimoiden kustannukset ja ympäristövaikutukset sekä maksimoiden järjestelmän luotettavuuden, kestävyys ja vakauden.

ÄLYKKÄÄN SÄHKÖVERKON ARKKITEHTUURI



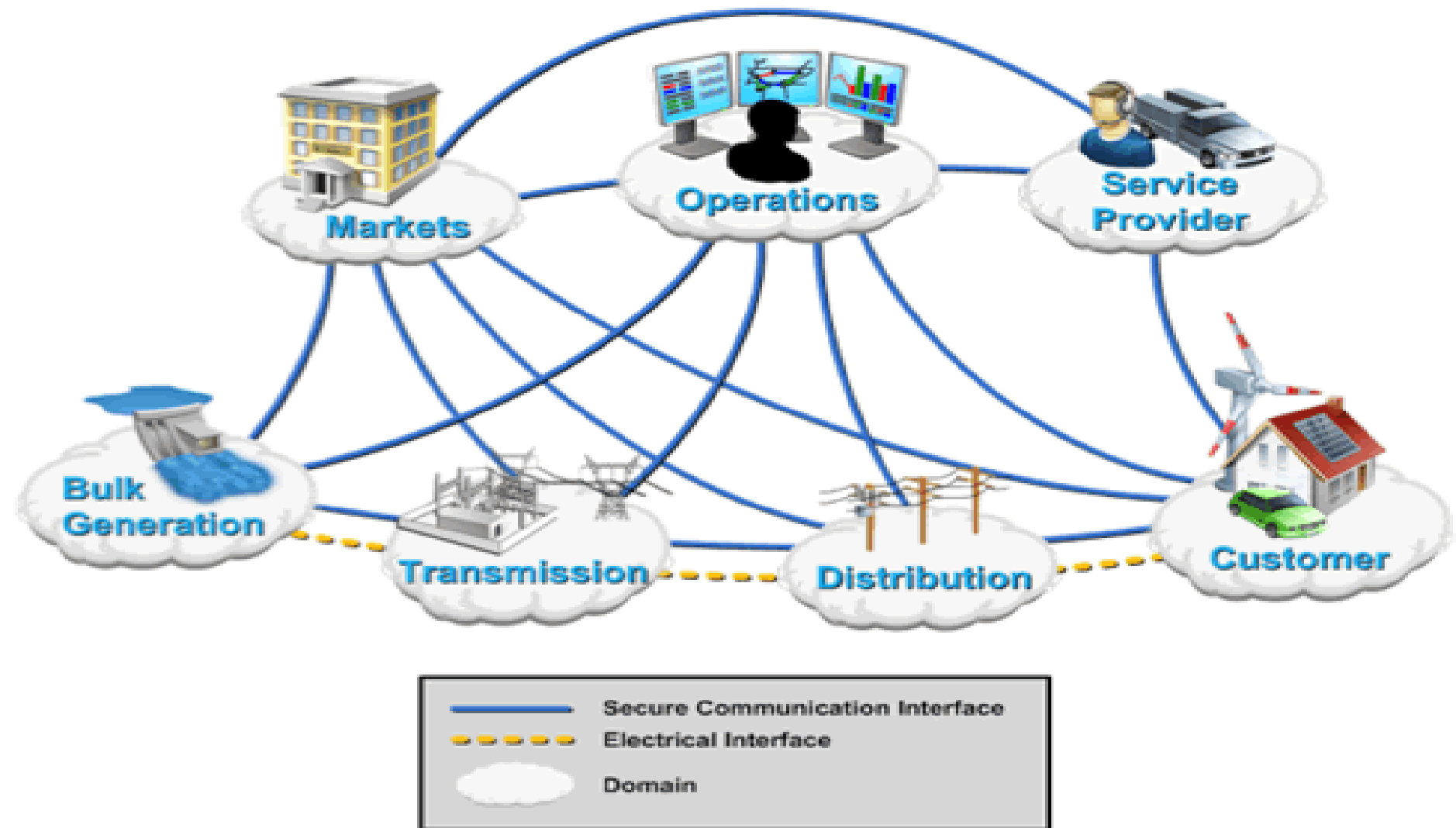
ÄLYKKÄÄT VS. PERINTEISET SÄHKÖVERKOT

Existing grid	Intelligent grid
Electromechanical	Digital
One-way communication	Two-way communication
Centralised generation	Distributed generation
Hierarchical	Network
Few sensors	Sensors throughout
Blind	Self-monitoring
Manual restoration	Self-healing
Failures and black-outs	Adaptive and islanding
Manual check/test	Remote check/test
Limited control	Pervasive control
Few customer choices	Many customer choices

ÄLYKKÄÄN SÄHKÖVERKON TAVOITTEET

- Ylittää esteet hajautetun tuotannon ja varastoinnin kehittämiseen
- Lisätä sähköverkon tehokkuutta ja vähentää sähköverkon hävikkiä
- Varmistaa yhteentoimivuus, kestävyys ja toimintavarmuus sisältäen muun muassa itseparannuksen kyvyt vaikeissa, äkillisissä tilanteissa
- Antaa saavutettavuus kaikille käyttäjille vapailla markkinoilla
- Vähentää sähköntuotannon ja toimituksen ympäristövaikutuksia

ÄLYKKÄÄN SÄHKÖVERKON KÄSITTEELLINEN MALLI



ÄLYKKÄÄN SÄHKÖVERKON TOIMIALAT JA TOIMIJAT

Domain	Actors in the Domain
Customers	The end users of electricity. May also store, and manage the use of energy. Traditionally, three customer types are discussed, each with its own domain: residential, commercial, and industrial.
Markets	The operators and participants in electricity markets.
Service Providers	The organizations providing services to electrical customers and utilities.
Operations	The managers of the movement of electricity.
Bulk Generation	The generators of electricity in bulk quantities. May also store energy for later distribution.
Transmission	The carriers of bulk electricity over long distances. May also store and generate electricity.
Distribution	The distributors of electricity to and from customers. May also store and generate electricity.

ÄLYKKÄÄN SÄHKÖVERKON KESKEISET MENESTYSTEKIJÄT

Luotettavuus – antaa virtaa luotettavasti, varoittaa ja kestää epäonnistumiset, ennakoi korjaavilla toimilla

Turvallisuus – kestää fyysiset ja verkkohyökkäykset, vähemmän altis luonnonkatastrofeille

Taloudellinen – kohtuulliset hinnat, riittävä tarjonta

Tehokas – kustannusten hallinta, vähentää siirrossa ja jakelussa tapahtuvia tappioita, tehokkaampi sähköntuotanto

Ympäristöystävällinen – vähentää ympäristövaikutuksia jokaisessa energiajärjestelmän osassa

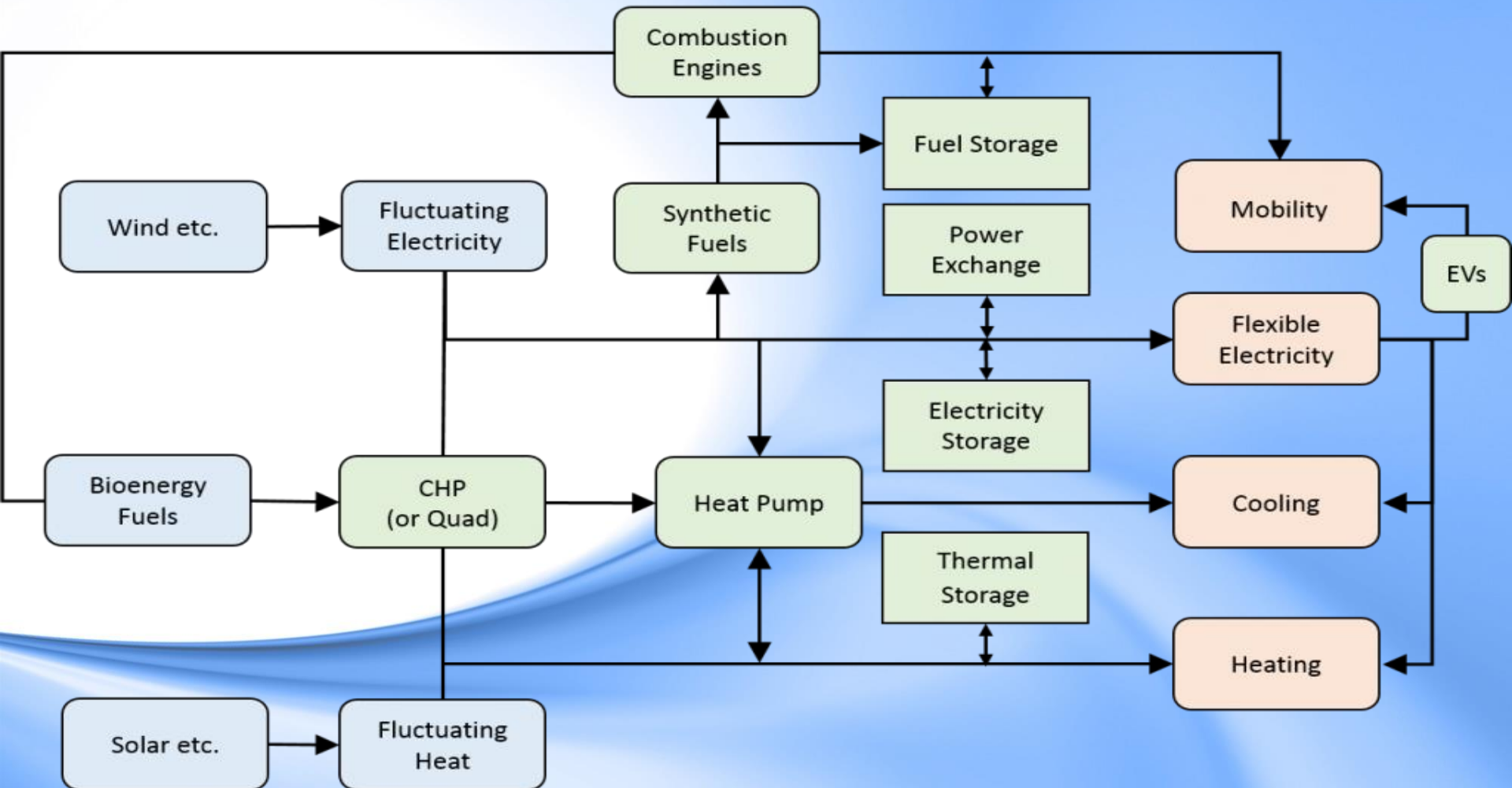
Turvallinen – ei haittaa yleisölle tai työntekijöille

ÄLYKKÄÄN ENERGIAN KETJU

Resources

Conversion

Demands



ÄLYKKÄÄN SÄHKÖVERKON OMINAISPIIRTEET

1. Toimii joustavasti häiriöistä, fyysisistä hyökkäyksistä ja luonnonkatastrofeista huolimatta
2. Mahdollistaa aktiivisten kuluttajien osallistumisen kysynnänohjaukseen
3. Tarjoaa sähköä 21. vuosisadan tarpeisiin
4. Mukautuminen eri sukupolviin ja varastoinnin vaihtoehdot
5. Luo uusia tuotteita, palveluita ja markkinoita
6. Optimoi varat ja toiminnot tehokkaasti

ITSEKORJAUTUVA SÄHKÖVERKKO

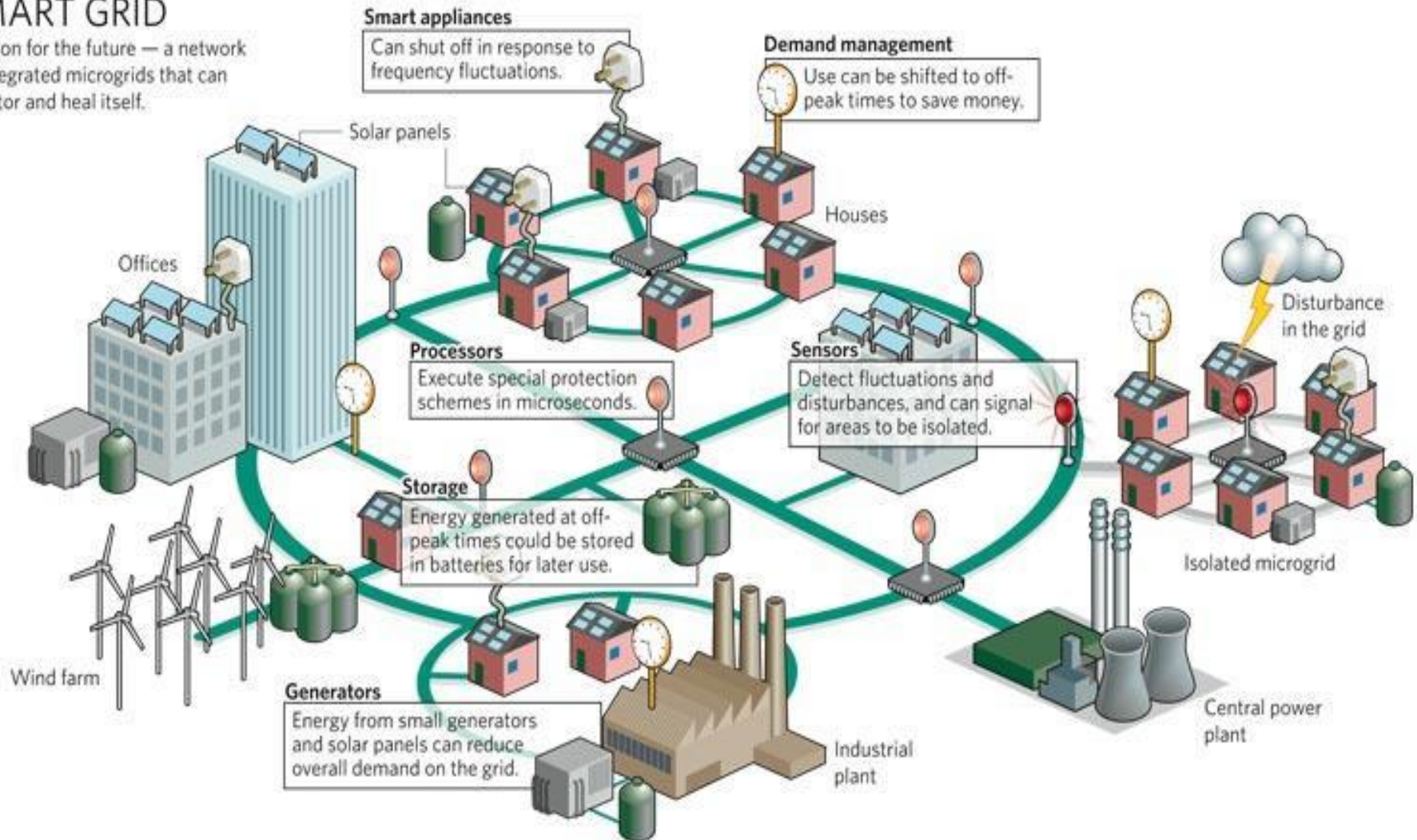
Itsekorjautuvan sähköverkon odotetaan vastaavan uhkiin, materiaalsiin epäonnistumisiin ja muihin epävakautta aiheuttaviin asioihin ehkäisemällä häiriöt:

- Jatkuvalle osien seuraamisella ja pitämällä optimaalisen tilan
- Riskinarvioinnilla, joka perustuu reaaliaikaisiin mittauksiin tunnistaa mahdolliset osien epäonnistumiset
- Reaaliaikaisilla valmiussuunnitelmien analyysillä, jotta voidaan määrittää yleinen verkon toimivuus
- Viestimällä paikallisten ja etälaitteiden kanssa verkon tunnistamiseksi ja ohjaustoimenpiteiden toteuttamiseksi

ONGELMIEN ERISTÄMINEN

SMART GRID

A vision for the future — a network of integrated microgrids that can monitor and heal itself.



SÄHKÖVERKON RESILIENSSI

- Vähentynyt haavoittuvuus fyysisille tai tietoverkkohyökkäyksille
- Uhkien ja heikkouksien tunnistaminen – Vakavan uhan tiedon parantaminen tiivistämällä yhteyksiä verkonhaltijoiden ja hallitusten välillä
- Verkon suojaaminen – Tietoturvateknologioiden toteuttaminen, kuten luvan autentisoinnin, salauksen ja tunkeutumisen havaitsemisen avulla
- Turvallisuusriskin sisällyttäminen järjestelmän suunnitteluun – Koordinoitujen terrori-iskujen ennakointi koko järjestelmän suunnittelussa

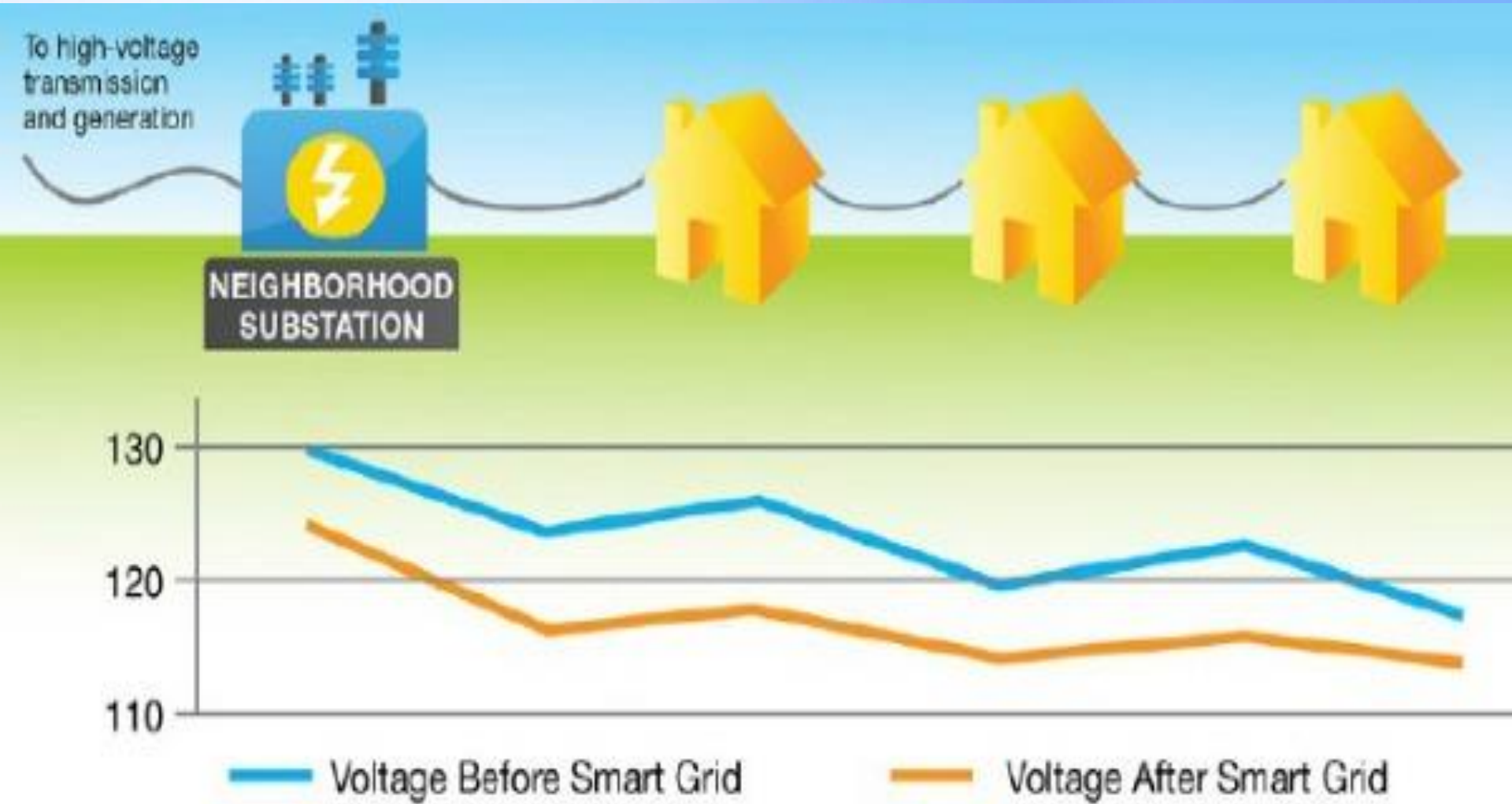
AKTIIVINEN KÄYTTÄJIEN OSALLISTUMINEN

- Kuluttajat valitsevat million, missä ja kuinka paljon sähköä he kuluttavat, tuottavat ja varastoivat
- Uusi käsite “energia prosumer” kuvaa energiamarkkinoiden osallistujaa, joka sekä tuottaa että kuluttaa energiaa
- Järjestelmäelementit, jotka ilmoittavat asiakkaalle kustannuksista ja kulutuksen arvosta reaaliaikaisesti
- Parempi kodin energialaskun hallinta
- Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEV) ja Electric Vehicles (EV) koteihin, toimistoihin ym.

LAADUKAS VIRTA

- Teknologioiden ja laitteiden jakeluverkon hallinta jännitteen ja tehon toimitukseen
- Jännite personoi jokaisen kuluttajan optimoinnin—tarjonta perustuu todellisiin kuluttajien jännitteisiin
- Jännitekuoppien ja tulvien rajoittaminen / puskurointi
- Moderni kytkentä ja kehittynyt ylläpito auttavat palveluntarjoajia estämään hetkelliset tehon vaihtelut, jotka johtuvat käyttäjien digitaalisista laitteista
- Jännitteen epätasapaino

LAADUKAS VIRTA



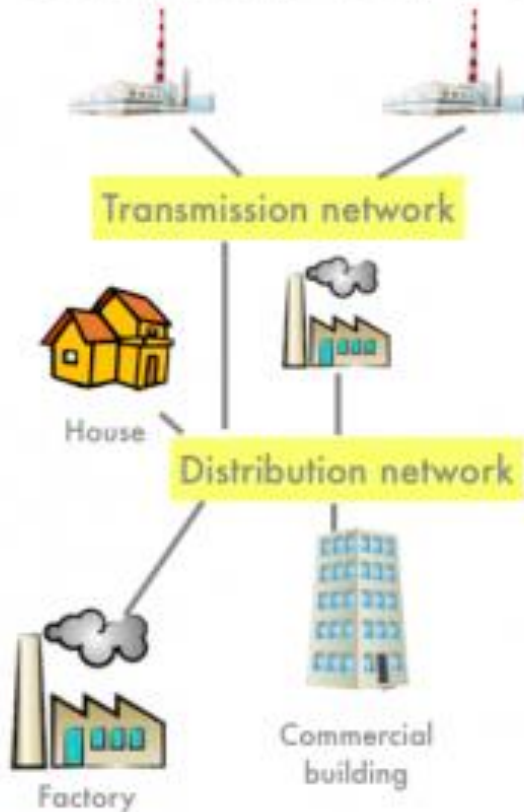
USEAMMAT GENEROINNIT & VARASTOINTIVAIHTOEHDOT

- Mahdollistaa “plug-and-play” yhteenliittämisen
- Parannetut yhteenliittämisstandardit mahdollistavat monenlaisen generoinnin ja varastoinnin mahdollisuudet
- Kaupallisten käyttäjien on helpompaa ja kannattavampaa käyttää omia generointeja ja varastotiloja
- Suuret ympäristöystävälliset tehdaslaitokset ovat valmiita integroitumaan siirtoverkkoon, jolloin fossiilisten polttoaineiden käyttö vähenee
- Hajautettu malli sisältää tasapainon suurten, keskitettyjen voimaloiden ja DER välillä

HAJAUTETTU VIRTAMALLI

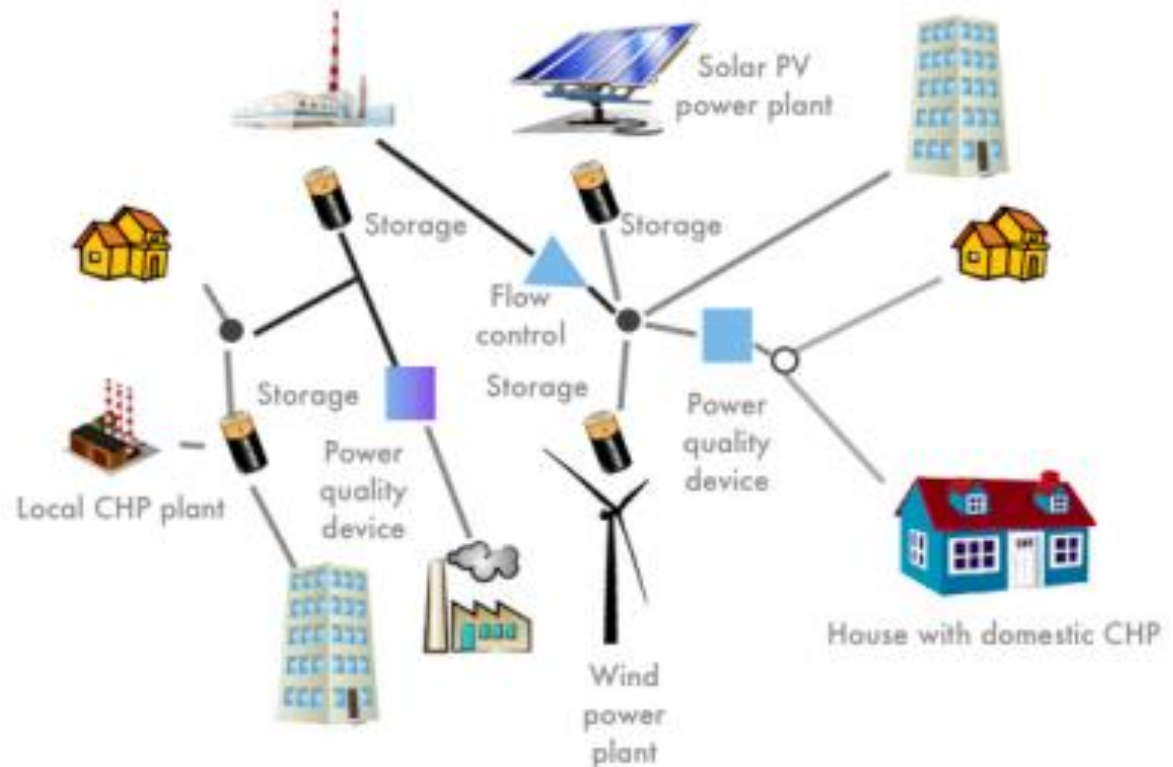
Yesterday

Centralized Power



Tomorrow

Clean, local power

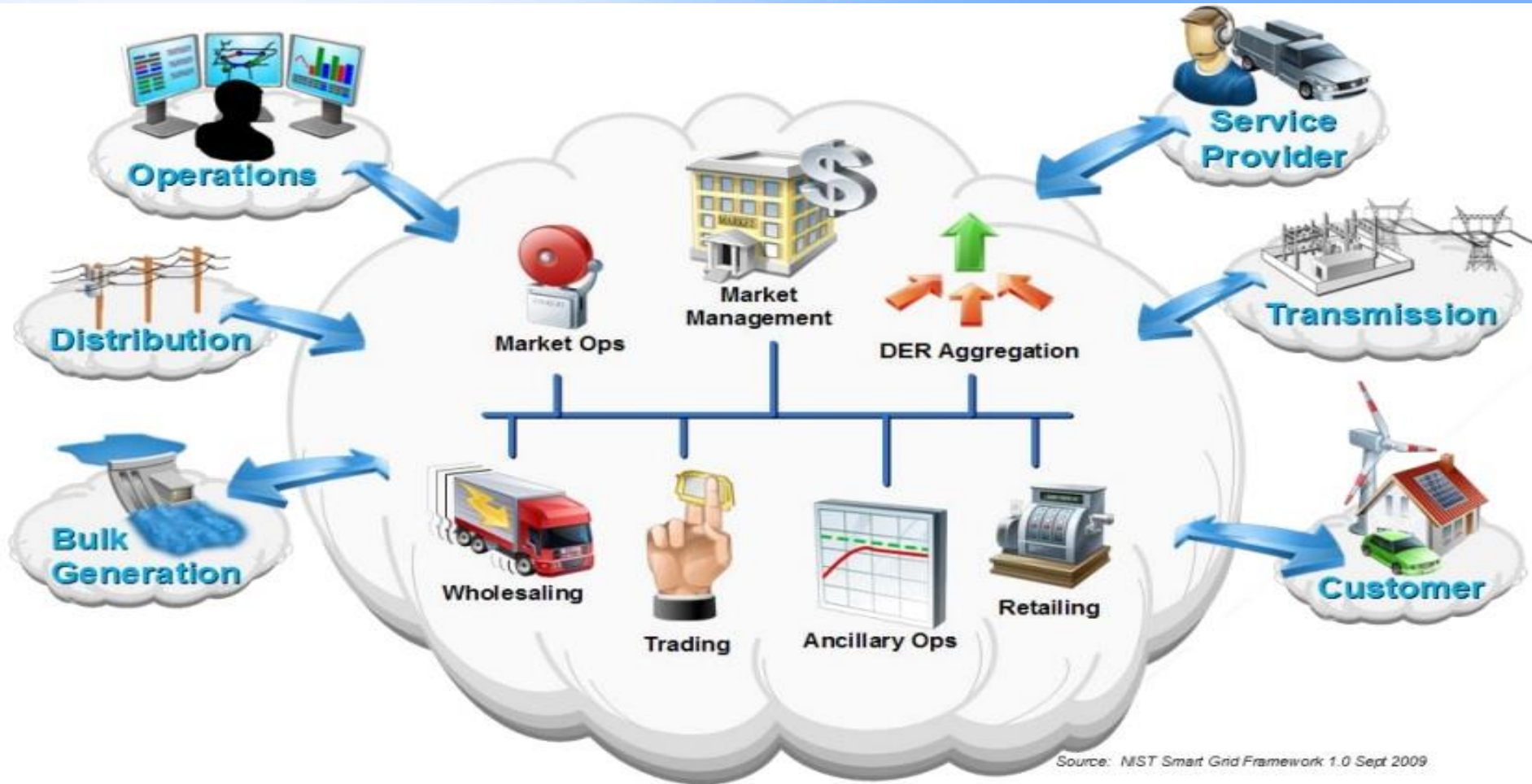


MAHDOLLISTAA MARKKINAT

Nykyaikainen sähköverkko mahdollistaa enemmän markkinoihin osallistumista:

- Lisääntyneillä poluilla
 - Tehokkaammalle kysynnänohjauksien aloitteilla
 - Energian varastoinnin sijoittamisella ja resurssien luotettavammalla jakelujärjestelmällä
- Välittäjät, integraattorit, koostajaorganisaatiot ja käyttäjät ovat reaaliaikaisessa vuorovaikutuksessa sähkömarkkinoilla
 - Vähentämällä ruuhkia, moderni sähköverkko laajenee markkinoilla; se kokoaa yhteen enemmän ostajia ja myyjiä
 - Uudet sähkömarkkinat nousevat uusien kaupallisten tuotteiden ja palveluiden mukana (esim. Puhdas energia)

YLEISKATSAUS MARKKINOIHIN



HYVÄKSYNNÄN OPTIMOINTI JA TEHOKAS TOIMINTA

- Toimitus vain siitä, mitä tarvitaan ja milloin tarvitaan
- Lähes reaaliaikaisten tietojen integrointi kehittyneiden algoritmien kanssa parantaa päätöksentekoa ja optimoi sähköisten palveluiden kapasiteetin ja laadun
- Reaaliaikaisten tietojen avulla kuntoon perustuva huolto parantaa dramaattisesti laitteiden kestävyys määrää ja vähentää ylläpitokustannuksia
- Outages Management Systems (OMS) vähentää merkittävästi havaitsemiseen, paikantamiseen ja katkosten diagnosointiin kuluvaa aikaa

ÄLYKKÄIDEN SÄHKÖVERKKOJEN HYÖDYT

Defining trait	Benefit
Self-healing	Enhances cost savings, reliability and the profitable marketing of surplus power.
Active consumer participation	Consumers use more wisely, helping utilities produce more efficiently resulting in a wide range of environmental benefits
Resists attack	The grid deters or withstands physical or cyber attack
High quality power	Avoids productivity losses of downtime, especially in digital device environments
Multiple generation & storage options	Diverse resources with “plug-and-play” connections multiply the options for electrical generation and storage including new opportunities for more efficient, cleaner power production
Enables markets	The grid’s open-access market reveals waste and inefficiency and helps drive them out of the system while offering new consumer choices such as green power products.
Optimizes assets & operates efficiently	Desired functionality at minimum cost guides operations and the use of assets

KIRJALLISUUS

European SmartGrids Technology Platform (2006). Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future

Faranghi, H. (2010). The Path of the Smart Grid, IEEE power and energy magazine, 8(1), 18-28

National Institute of Standards and Technology. NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards Release 1.0 (Draft), 2009

National Energy Technology Laboratory (2010), Understanding the Benefits of Smart Grids, Pittsburgh

U.S. Department of Energy (2010). The Smart Grid: An Introduction, Washington, DC.

KUVIEN LÄHTEET

<http://www.nature.com/news/2008/080730/images/454570a-6.jpg>

<http://www.whatissmartgrid.org/smart-grid-101/fact-sheets/smart-grid-and-power-quality>

<http://indiasmartgrid.org/en/technology/Pages/Distributed-Generation.aspx>