
Tema 4

Napredno upravljanje snagom kroz koncept virtualne elektrane

Josip Tošić, dipl.ing.
Siemens d.d.

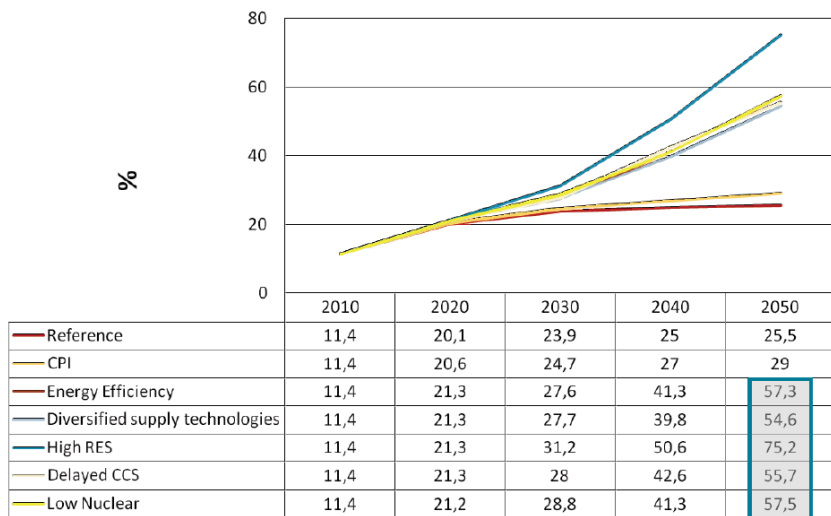
Sadržaj

1. Uvod
2. Napredne mreže
3. Virtualna elektrana
 - Definicija
 - Struktura
 - Upravljanje
 - Poslovni modeli
4. Siemens rješenja – DEMS
5. Virtualne elektrane u svijetu
6. Stanje u Hrvatskoj
7. Zaključak



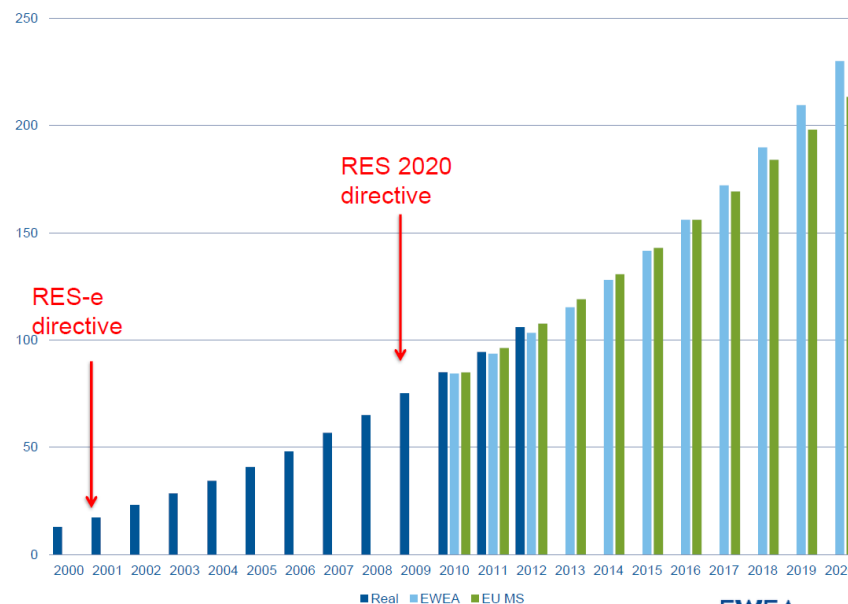
Trendovi EU

High RES in EU-“Energy Roadmap 2050”



Source: European Commission, Energy Roadmap 2050, Graph: EREC

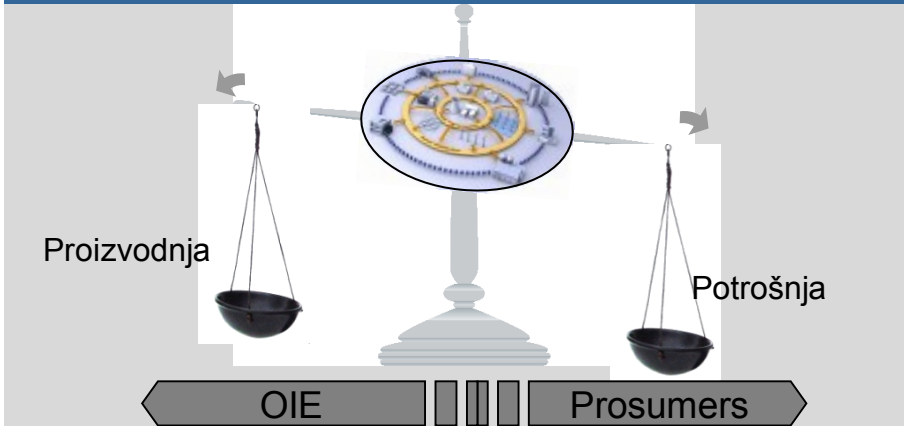
EU cumulative wind power installations (GW)



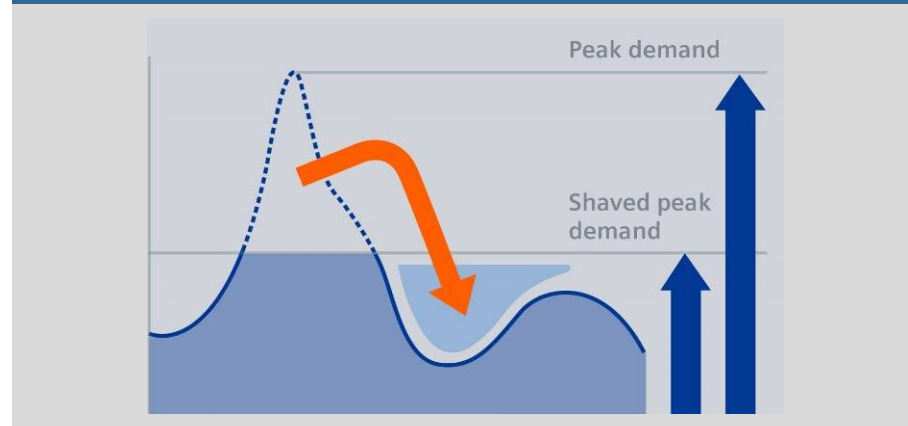
EWEA
THE EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION

Zašto napredne mreže?

Balansiranje



Odgađanje opterećenja



Pouzdanost

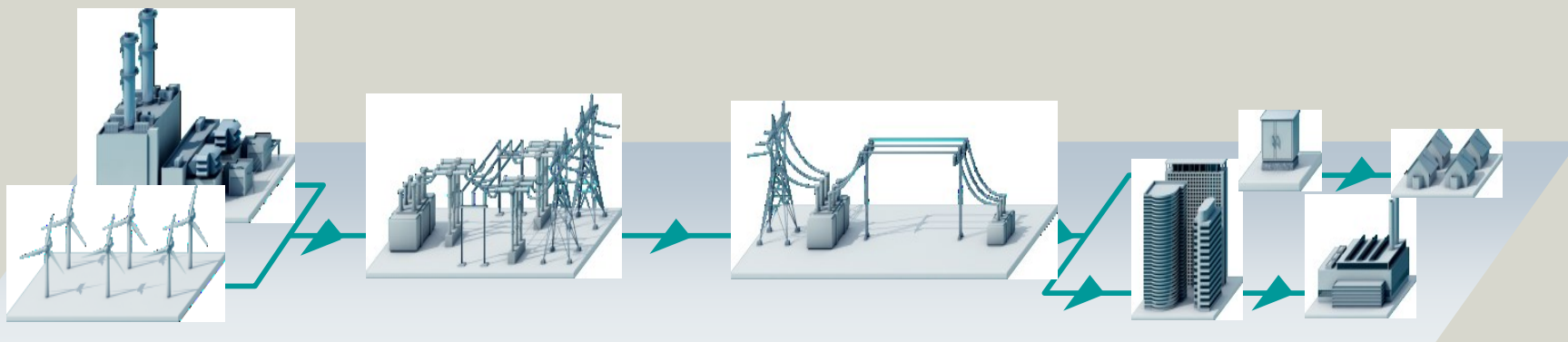
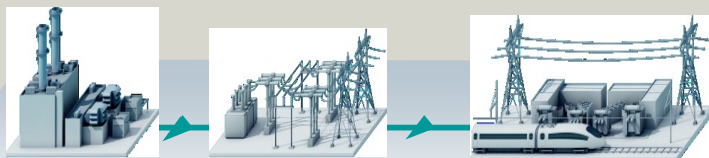


Učinkovitost



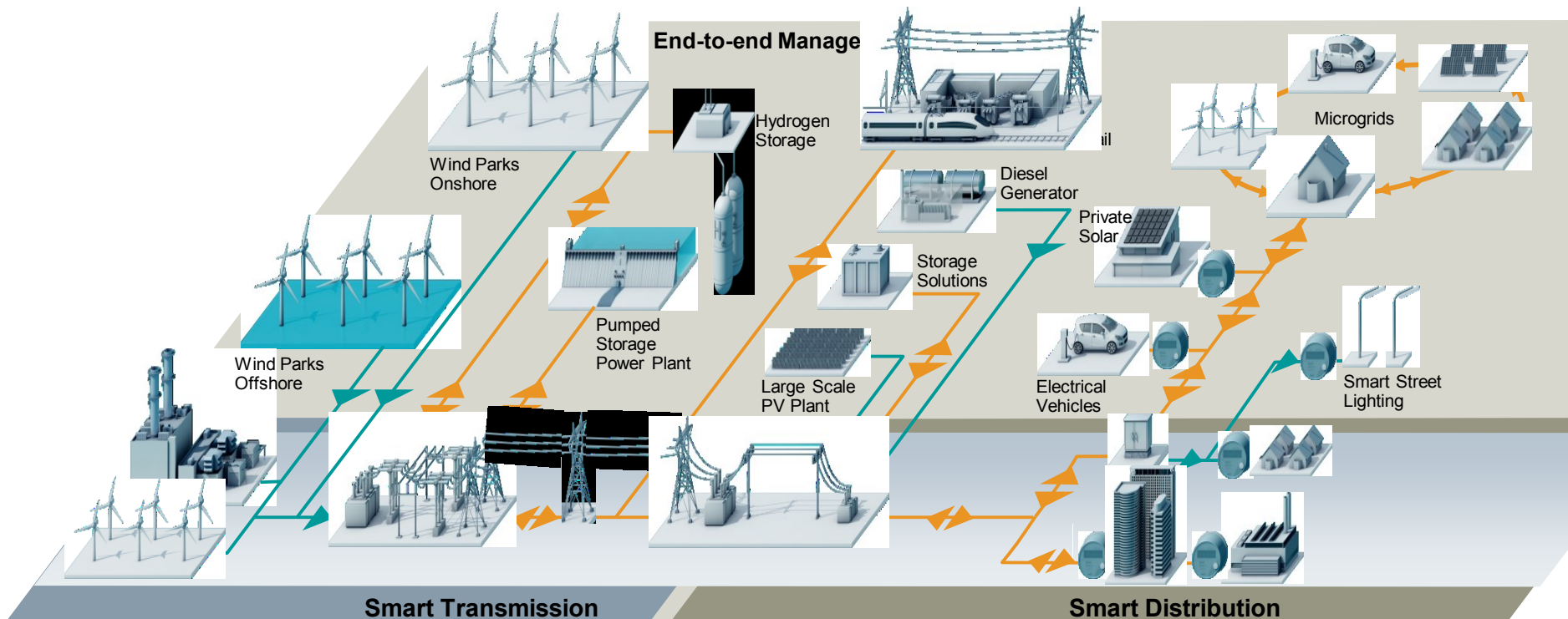
Promjene u EES

Iz centraliziranog sustava sa jednosmjernim tokom energije...



Promjene u EES

... u decentralizirani sustav, sa dvosmjernim tokovima energije i informacija



Promjene u EES zahtjevaju nova rješenja

Izazovi / problemi

Distribuirana proizvodnja (najveći udio su OIE)

Ograničeni kapacitet mreže

Stara i/ili slaba infrastruktura

Toškovi i emisije proizvodnje energije

Gubitak prihoda, npr. netehnički gubici



Smart Grid rješenja

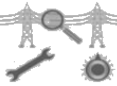
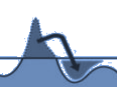
Balansiranje proizvodnje i potrošnje, novi poslovni modeli

Upravljanje potrošnjom i izbjegavanje vršnog opterećenja

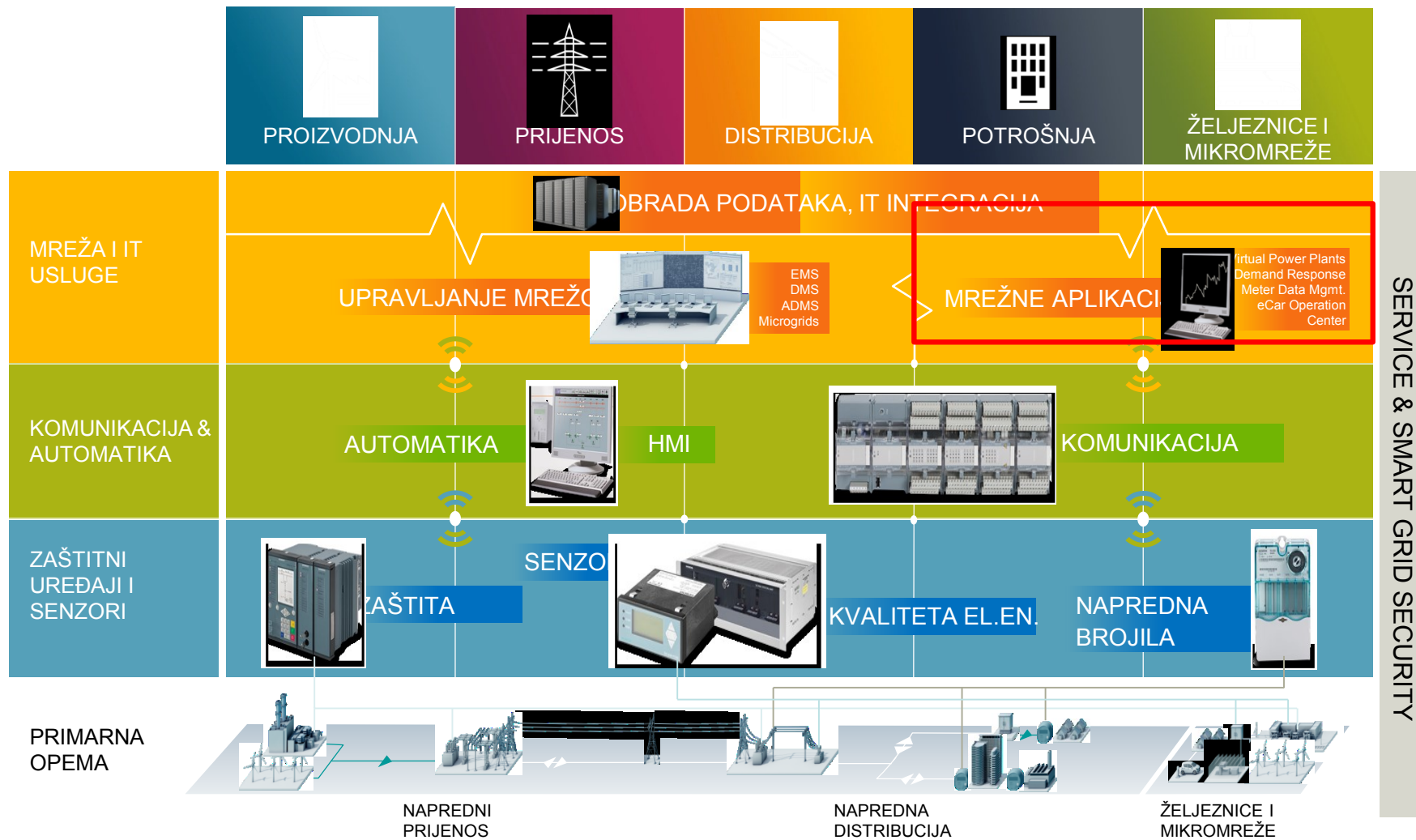
Pouzdanost kroz automatsku prevenciju i rekonfiguraciju mreže

Učinkovitija proizvodnja, prijenos distribucija i potrošnja energije

Potpuna vidljivost i transparentnost sustava



Smart Grid podsustavi



Novi sudionici na tržištu – nove prilike

Agregatori



- Objedinjavanje proizvodnje
- DI u tržišnim uvjetima
- Trgovanje energijom i fleksibilnosti

Trgovci



- Kupnja i prodaja električne energije

Operateri mikromreža



- Upravljanje regionlanim mrežama (“electricity islands”)
- Osigurati stabilnost mreže i pouzdano napajanje

Novi sudionici na tržištu – nove prilike

Agregatori

Trgovci

Operateri mikromreža

Izazovi i prilike

- Balansiranje proizvodnje i potrošnje energije
- Potaknuti tržišni potencijal distribuirane proizvodnje
- Povećati fleksibilnost ponude i iskoristiti nove prilike na tržištu
- Uskladiti ponudu i potražnju energije
- Zadržati povoljne otkupne i prodajne cijene
- Proširiti portfelj
- Steći povjerenje kupaca
- Održati usklađenost proizvodnje i potrošnje, bez obzira na stohastičku narav izvora
- Ekonomski valorizirati isporuku manjka i viška energije u mrežu
- Rad mreže bez fosilnih goriva

Novi sudionici na tržištu – nove prilike

Agregatori

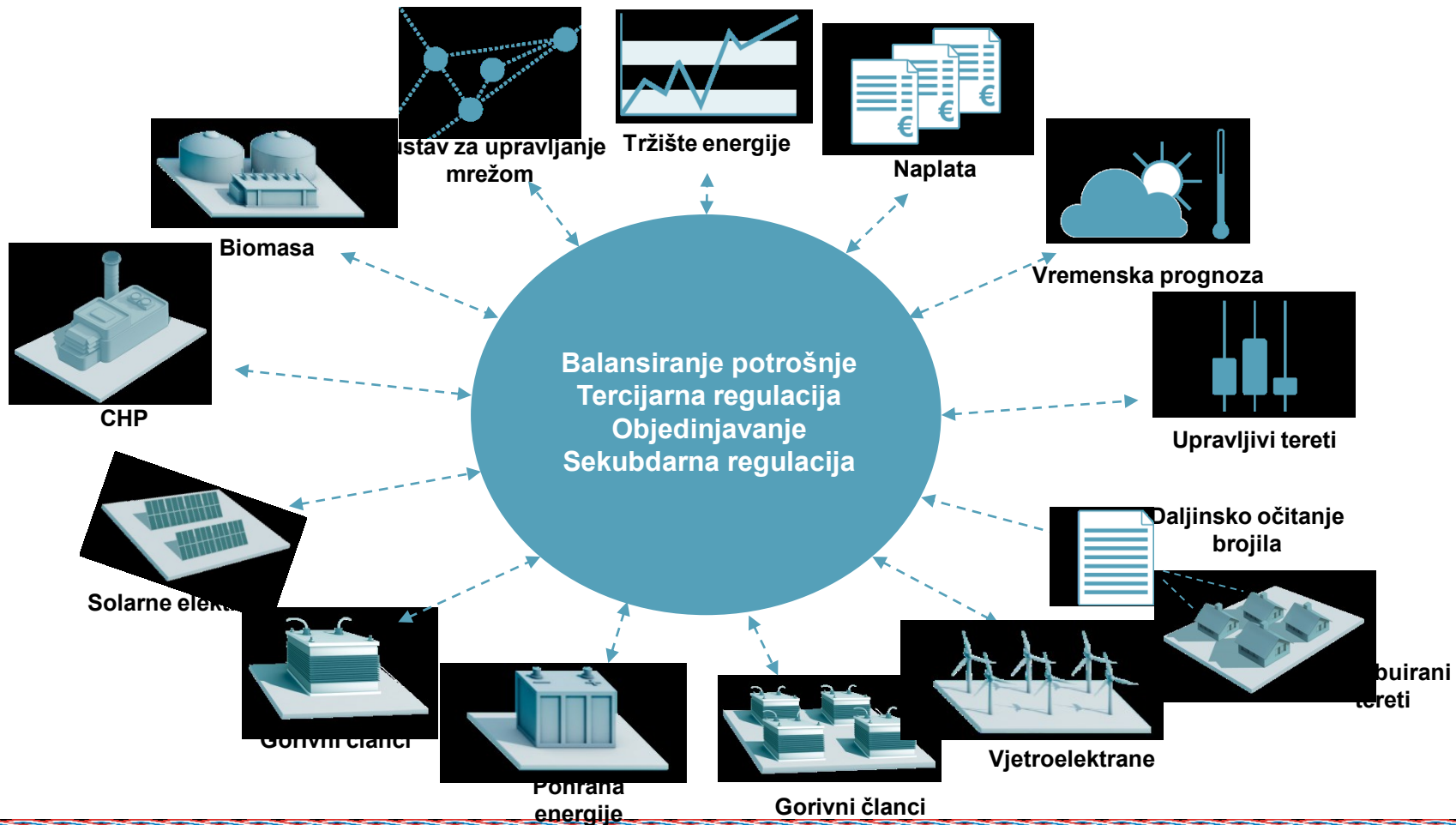
Trgovci

Operateri mikromreža

Kako VEE može odgovoriti na nove izazove?

- Objedinjavanje DI u virtualnu elektranu (VEE)
- Nove prilike i mogućnosti na tržištu
- Fleksibilnost i raznovrsnost proizvodnje (i potrošnje) iskoristiti kao prednost na tržištu
- Prognoziranje proizvodnje i potrošnje omogućava izradu strategija za nuđenje i ugovaranje
- Optimiranje portfelja DI, koristeći napredne algoritme
- Sigurnije planiranje
- Lakše razvijanje novih usluga i proizvoda
- Nadzor i upravljanje DI-ima
- Izrada planova i prognoziranje rada mreže
- Lokalno balansiranje proizvodnje i potrošnje
- Višak proizvedene energije ponuditi na tržištu

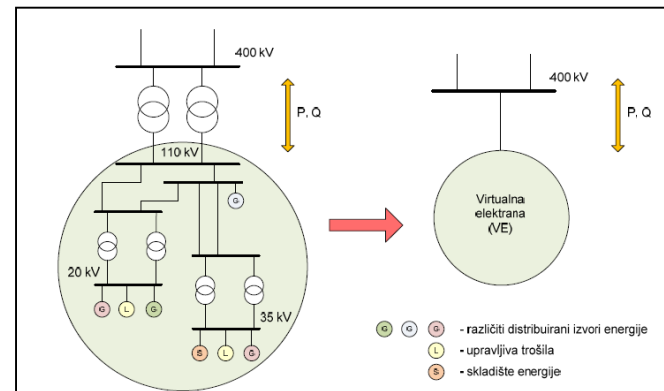
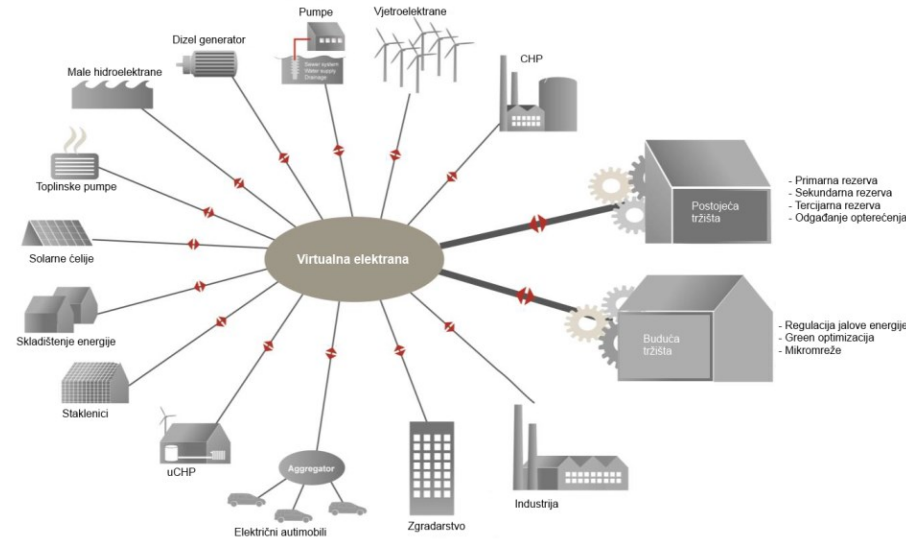
Izgled EES budućnosti



Definicija VEE

Trenutno većina DI, upravljivih tereta i sustava za pohranu energije nisu vidljivi u mreži i operatoru (fit & forget) – okupljanjem u VEE postaju vidljivi

- Udruženje distribuiranih izvora, upravljivih tereta i sustava za pohranu energije
- Na tržištu kao cjelina (sa svim parametrima jedne elektrane)
- Ukupna proizvodnja optimalno raspoređena među DI-ima (aktivno upravljanje)
- Nije nužno da su sve jedinice smještene u blizini
- Nije predviđena za otočni rad



Struktura VEE

- Glavni faktori koji određuju strukturu:
 - Tehnološke mogućnosti
 - Ekonomske prilike
 - Regulatorna ograničenja

- Tipovi VEE:
 - komercijalne VEE (*eng. Commercial Virtual Power Plant – KVEE*),
 - tehničke VEE (*eng. Technical Virtual Power Plant - TVEE*).

Komercijalne VEE (KVEE)

- Kompetitivni sudionik na tržištu električne energije
- DI će se pridružiti u KVEE kako bi optimalno iskoristio svoje mogućnosti na tržištu
- Jedna distribucijska mreža može imati više KVEE koje okupljaju sve DI-e u regiji
- Svaki DI može birati kojoj KVEE će se pridružiti

- KVEE pruža sljedeće usluge:
 - vidljivost DI-a na tržištu
 - sudjelovanje DI-a na tržištu
 - maksimiziranje vrijednost DI-a

Aktivnosti KVEE

- Svaki DI daje informacije o svojim parametrima, troškovima, karakteristikama (profile jedne VEE)
- Dodavanjem podataka o tržištu, KVEE će optimirati rad skupa DI-a
- Obradene podatke šalje u TVEE (terminski ugovori, raspored proizvodnje, troškovi)

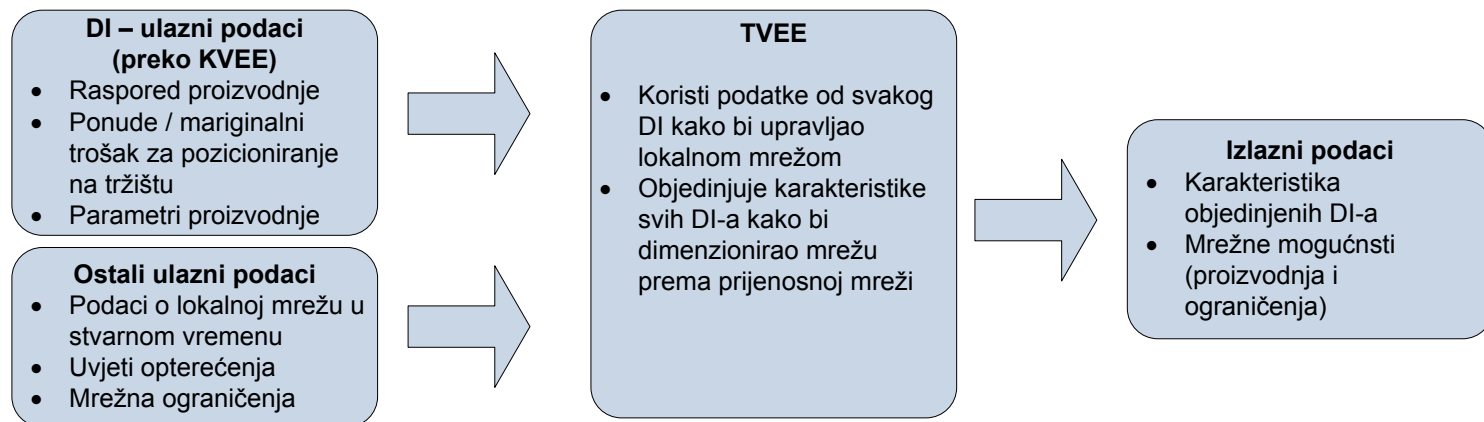


Tehničke VEE (TVEE)

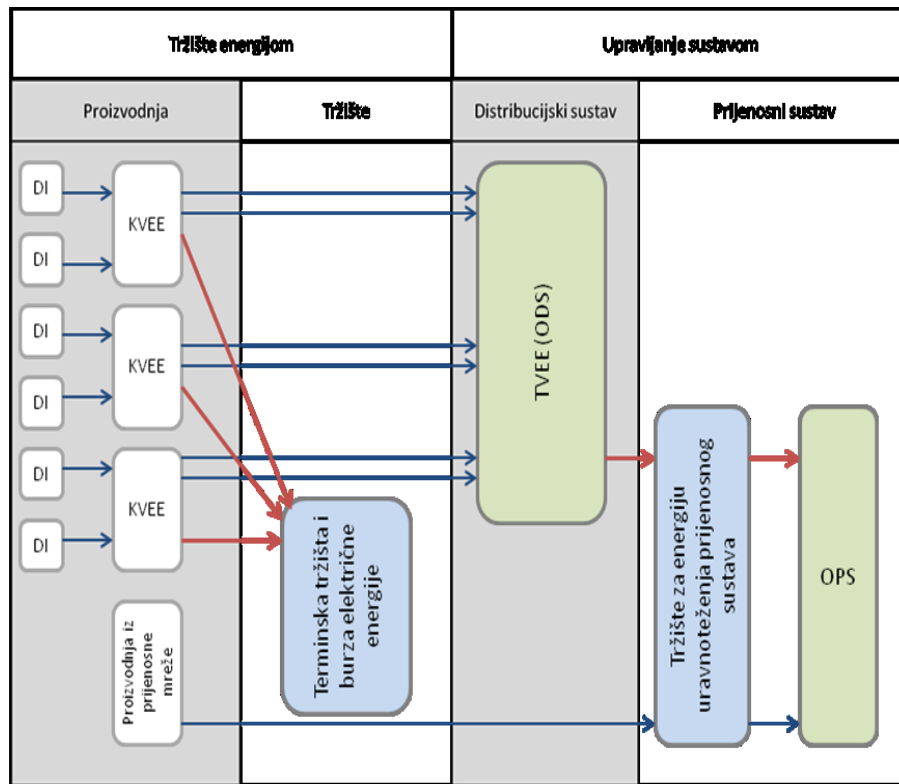
- Unutar TVEE biti će svi DI-i u regiji
- Prikazuje točnu sliku mreže koja se spaja na prijenosni sustav kao i proračun koliki je doprinos svakog DI-a (uzimajući u obzir lokaciju, mrežna pravila, te mrežna ograničenja)
- Koristi parametre za troškove pogona i proizvodnje (koje dobije preko KVEE), te parametre iz lokalne mreže da bi se upravljalo lokalnom mrežom i da bi se napravilo karakteristiku mreže na mjestu gdje se spajaju distribucijska i prijenosna mreža
- TVEE pruža sljedeće usluge:
 - vidljivost DI-a prema operatoru sustava
 - doprinos DI-a u upravljanju sustavom
 - optimalno korištenje DI-a

Aktivnosti TVEE

- Prikuplja podatke i modelira karakteristike sustava koji sadrži DI-e, upravljive terete i mreže u regiji
- Predstavlja jedno tijelo, cijelu lokalnu mrežu
- Tehničke karakteristike su jednake onima koje operator prijenosnog sustava ima za klasične elektrane spojene na prijenosnu mrežu
- Upravljanje lokalnom mrežom i izrada karakteristike lokalne distribucijske mreže
- Preko različitih KVEE dobiva informacije o svim distribuiranim izvorima u mreži
- Koristiti te informacije zajedno sa detaljnim informacijama o samoj mreži (npr. topologija, ograničenja...) kako bi okarakterizirala doprinos distribucijske mreže u prijenosnoj mreži.



Interakcija KVEE i TVEE



→ Individualni parametri: proizvodnja, ugovori, ponude

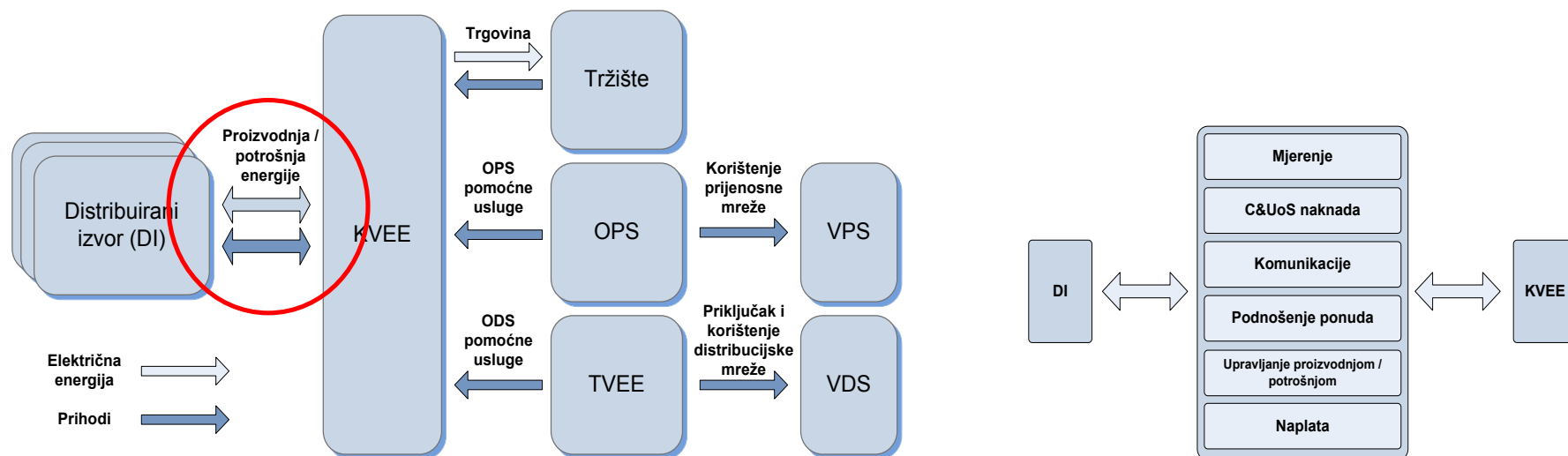
→ Objedinjeni parametri: proizvodnja, ugovori, ponude

- KVEE je aktivan na tržištu i odgovoran za prijenos informacija sa DI-a na TVEE.
- TVEE je odgovoran za upravljanje sustavom kao i za prezentaciju sustava prema prijenosnoj mreži

Regulatorni uvjeti

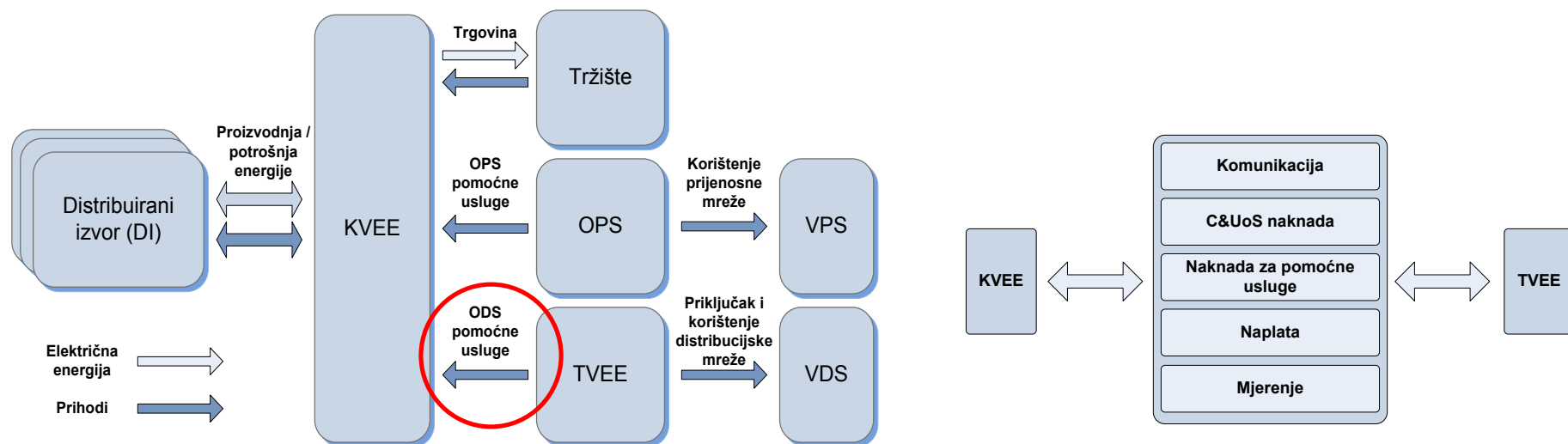
- Ovisno o regulatornim ograničenjima, upravljanje VEE može (ali i ne mora) biti odvojena djelatnost od operatora sustava
- VEE može pružati dodatne usluge u sustavu (regulacija napona i frekvencije, rezerva i sl.)
- Suradnja sa ODS-om i OPS-om: planiranje i usklađivanje proizvodnje i potrošnje za sljedeći dan
- Potrebno detaljno razraditi ograničenja i odgovornosti DI – VEE - ODS - OPS

Struktura ugovora (DI – KVEE)



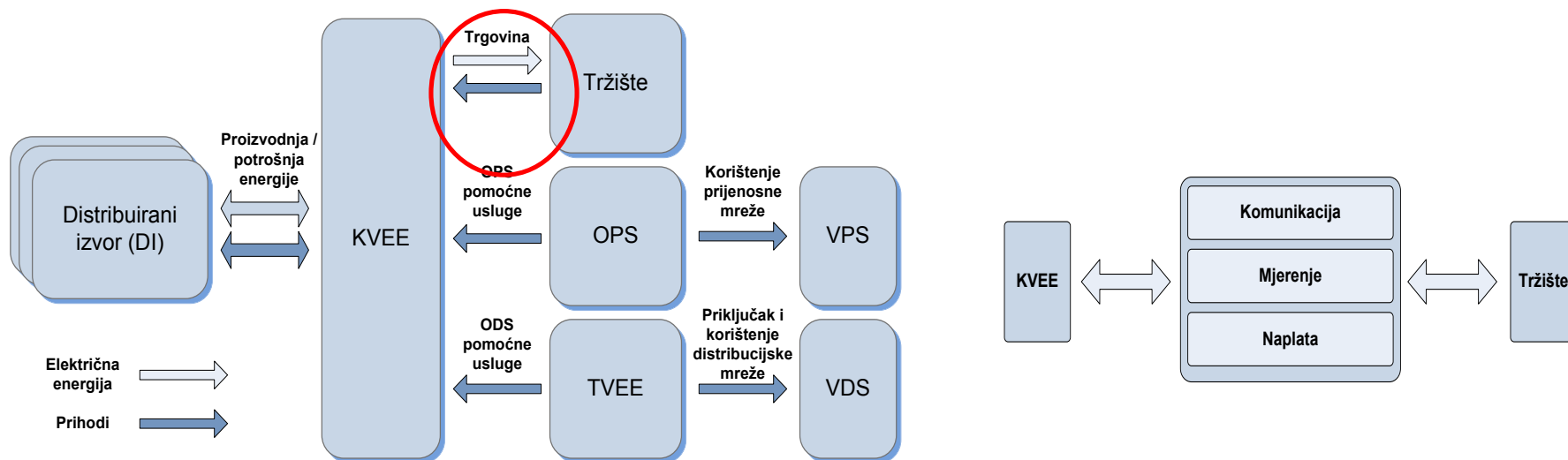
- DI – distribuirani izvor,
- KVEE – komercijalna virtualna elektrana,
- TVEE – tehnička virtualna elektrana,
- OPS – operator prijenosnog sustava,
- VPS – vlasnik infrastrukture prijenosnog sustava,
- ODS – operator distribucijskog sustava,
- VDS – vlasnik infrastrukture distribucijskog sustava.

Struktura ugovora (KVEE – TVEE)



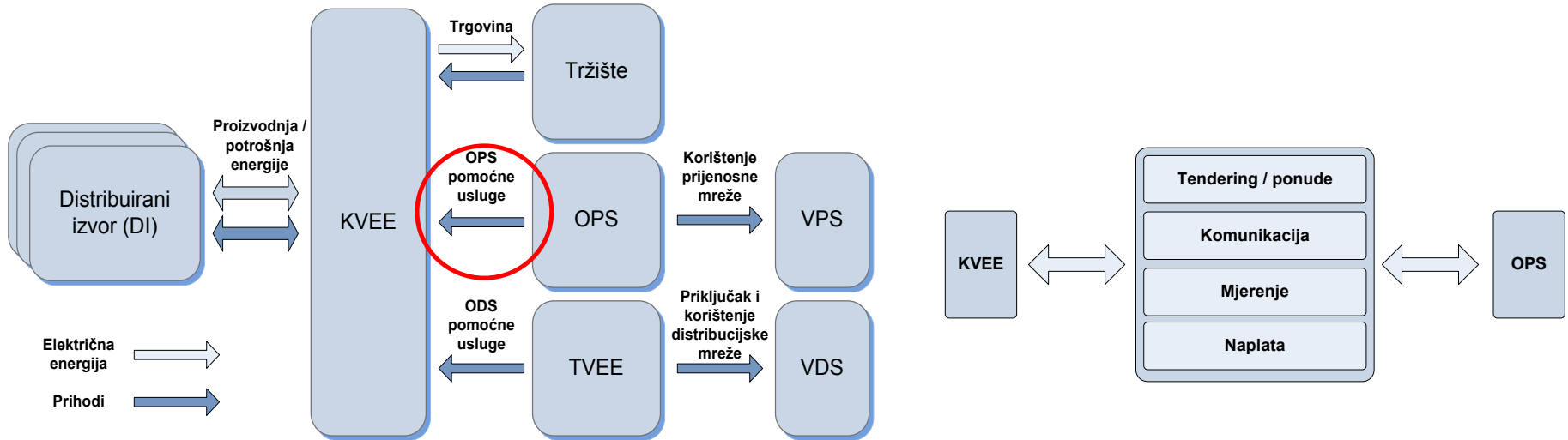
- DI – distribuirani izvor,
- KVEE – komercijalna virtualna elektrana,
- TVEE – tehnička virtualna elektrana,
- OPS – operator prijenosnog sustava,
- VPS – vlasnik infrastrukture prijenosnog sustava,
- ODS – operator distribucijskog sustava,
- VDS – vlasnik infrastrukture distribucijskog sustava.

Struktura ugovora (KVEE – tržište)



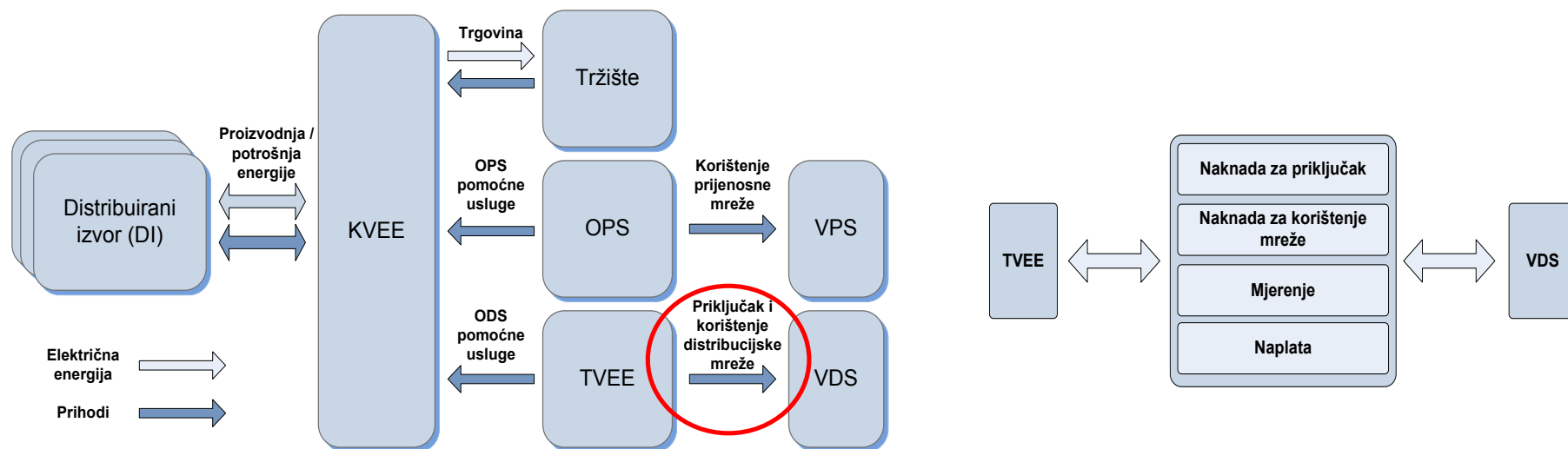
- DI – distribuirani izvor,
- KVEE – komercijalna virtualna elektrana,
- TVEE – tehnička virtualna elektrana,
- OPS – operator prijenosnog sustava,
- VPS – vlasnik infrastrukture prijenosnog sustava,
- ODS – operator distribucijskog sustava,
- VDS – vlasnik infrastrukture distribucijskog sustava.

Struktura ugovora (KVEE – OPS)



- DI – distribuirani izvor,
- KVEE – komercijalna virtualna elektrana,
- TVEE – tehnička virtualna elektrana,
- OPS – operator prijenosnog sustava,
- VPS – vlasnik infrastrukture prijenosnog sustava,
- ODS – operator distribucijskog sustava,
- VDS – vlasnik infrastrukture distribucijskog sustava.

Struktura ugovora (TVEE – VDS)



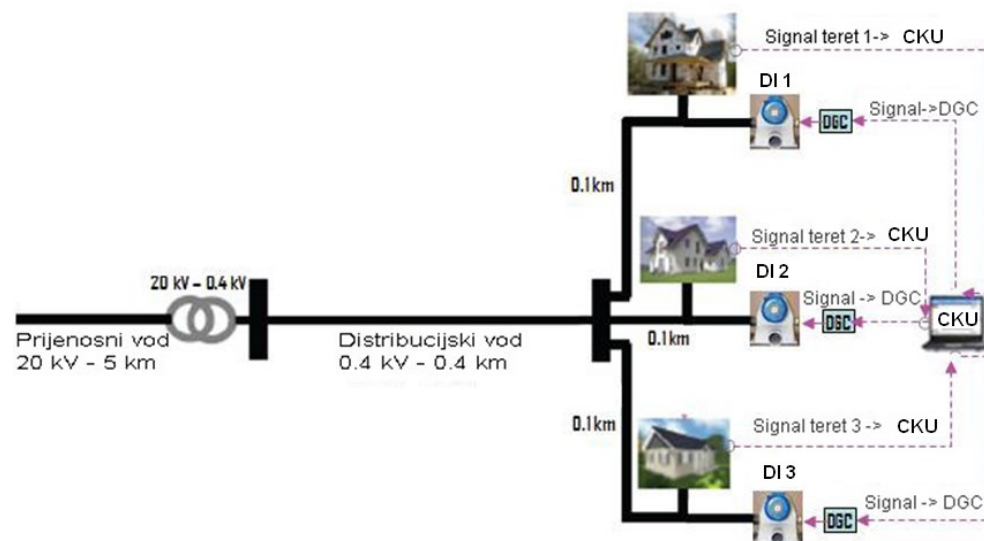
- DI – distribuirani izvor,
- KVEE – komercijalna virtualna elektrana,
- TVEE – tehnička virtualna elektrana,
- OPS – operator prijenosnog sustava,
- VPS – vlasnik infrastrukture prijenosnog sustava,
- ODS – operator distribucijskog sustava,
- VDS – vlasnik infrastrukture distribucijskog sustava.

Upravljanje VEE

- Glavna zadaća VEE je nadzor i upravljanje DI-ima, sustavima za pohranu energije i upravljivim teretima
- Potrebna je odgovarajuća ICT infrastruktura kao i sustavi za predviđanje proizvodnje, potrošnje, te sustavi za napredni nadzor i upravljanje
- Kako bi nadzor i upravljanje DI bilo moguće, potrebno je postaviti napredna brojila i upravljačke uređaje na mjestima priključka na mrežu
- Dva tipa upravljanja:
 - Centralizirano upravljanje
 - Decentralizirano upravljanje

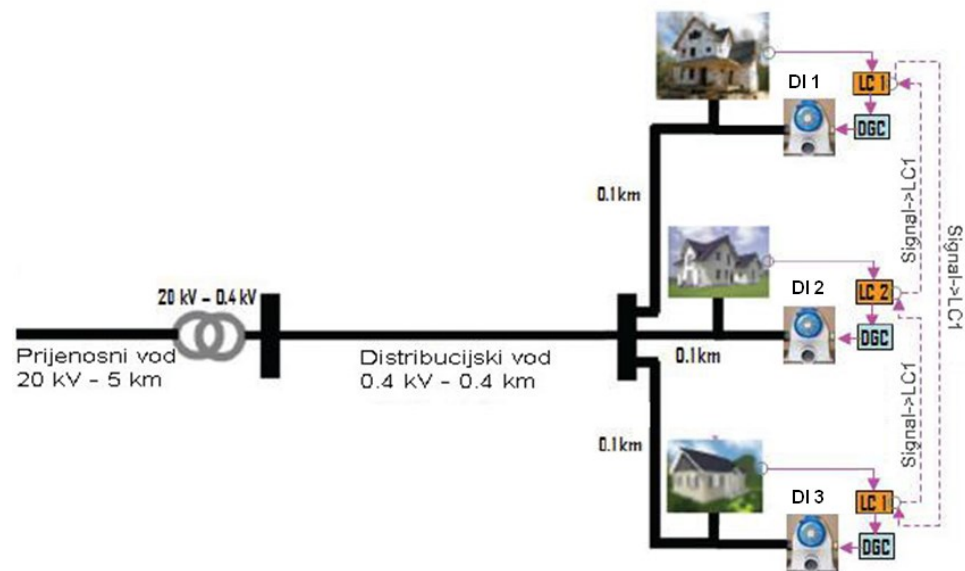
Centralizirano upravljanje

- Svi distribuirani izvori kontroliraju se iz jednog centra upravljanja (CKU)
- Informacije o stanju pojedinog DI prenose se u CKU, gdje se informacije obrađuju
- CKU prenosi nove informacije prema DI-a



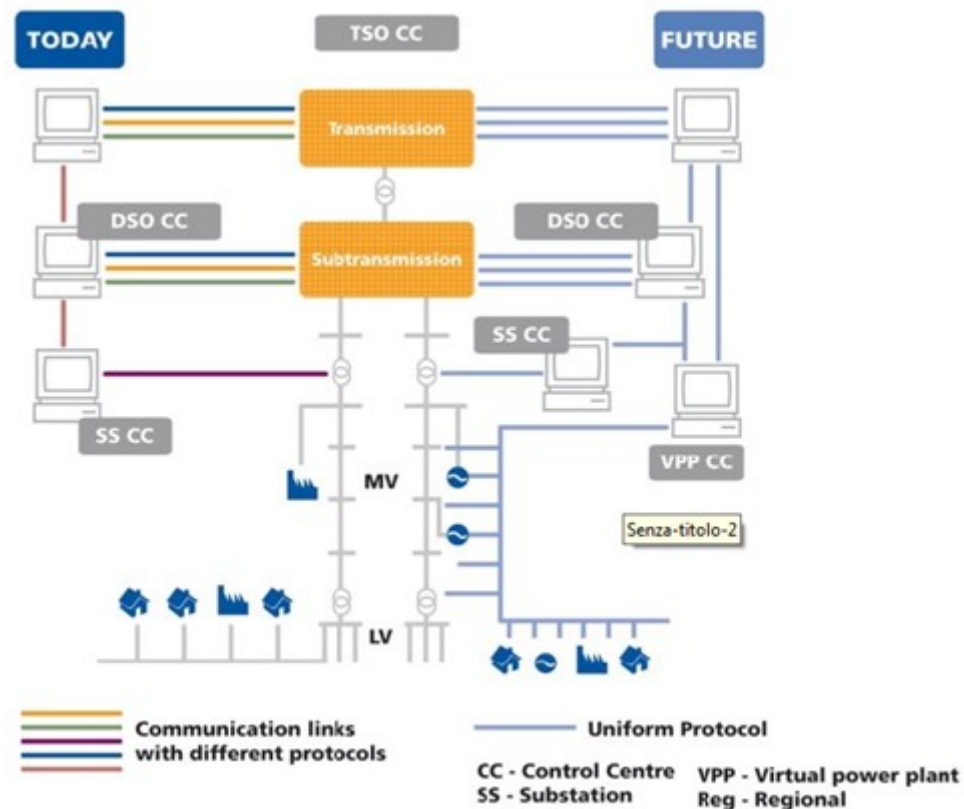
Decentralizirano upravljanje

- Svaki DI je kontroliran lokalno preko lokalnog upravljača (*eng. Local Controller - LC*)
- Djelatna snaga svakog DI-a kontrolirana je preko kontrolera distribuirane proizvodnje (*eng. Distributed Generation Controller - KDP*), a KDP je kontroliran preko LC unutar kojeg su instalirani logički i stohastički algoritmi
- Da bi tvorili zatvoreni sustav, svi LC su međusobno povezani.

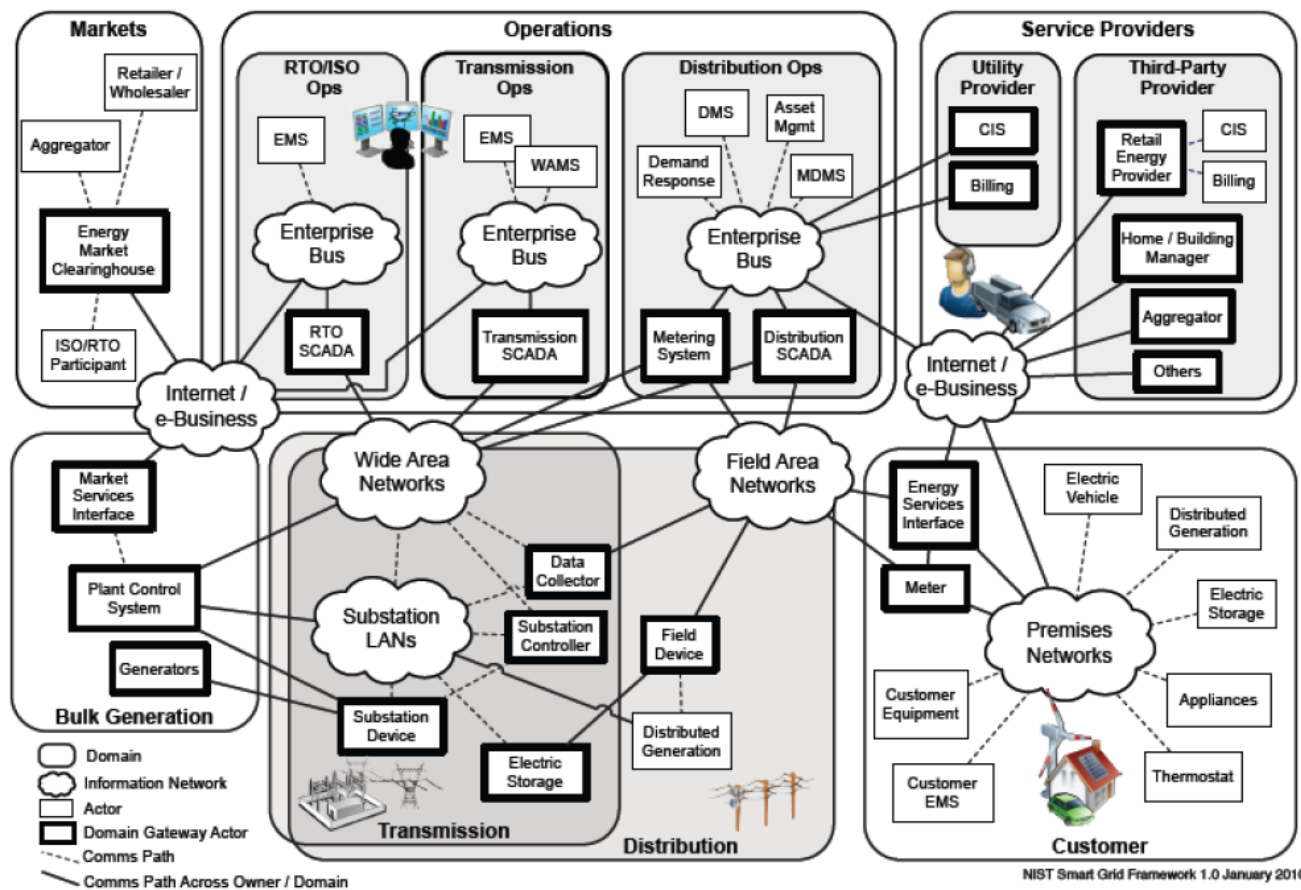


Komunikacija

- Velika razmjena podataka između naprednih brojila, agenata i CKU, a sve kako bi se nadziralo i upravljalo DI, te isporučila ugovorena energija i usluge
- Korištenjem žičane ili bežične komunikacije moguća je brza razmjena velikog broja podataka (IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-104, IEC 61850, IEC 61970)
- Problemi: pouzdanost, protočnost, privatnost podataka, infrastruktura, nedostatak standarda

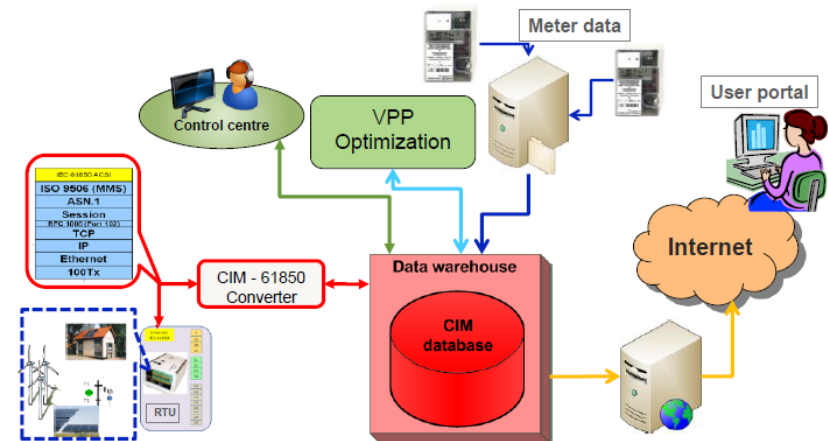
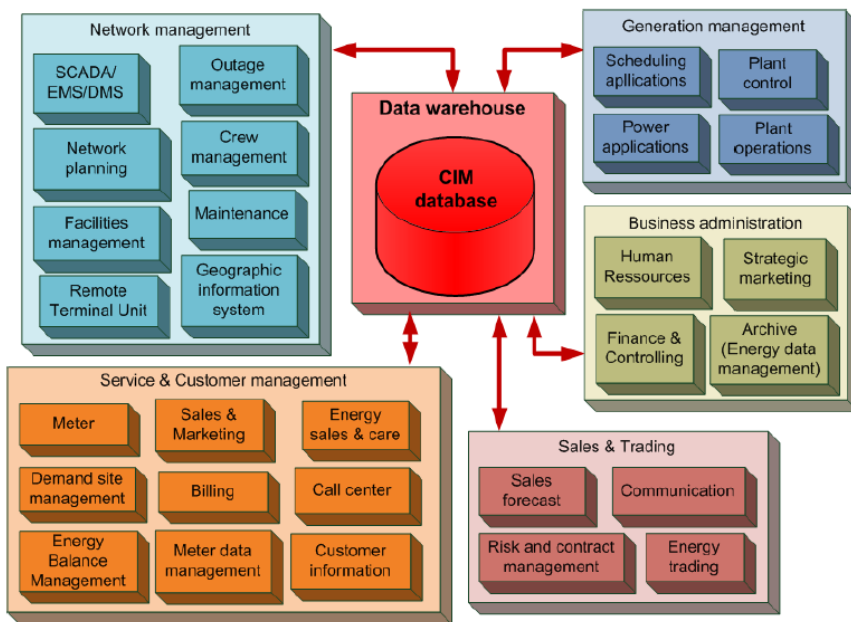


Koncept informacijskog sustava naprednih mreža



CIM baza podataka – alat za koordiniranu razmjenu podatka

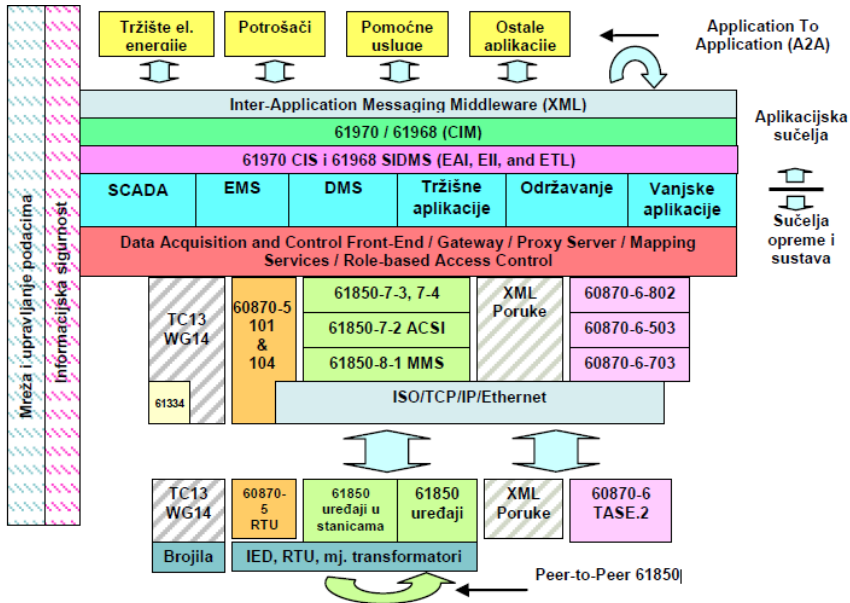
Common Information Model (CIM) u skladu sa standardom IEC 61970



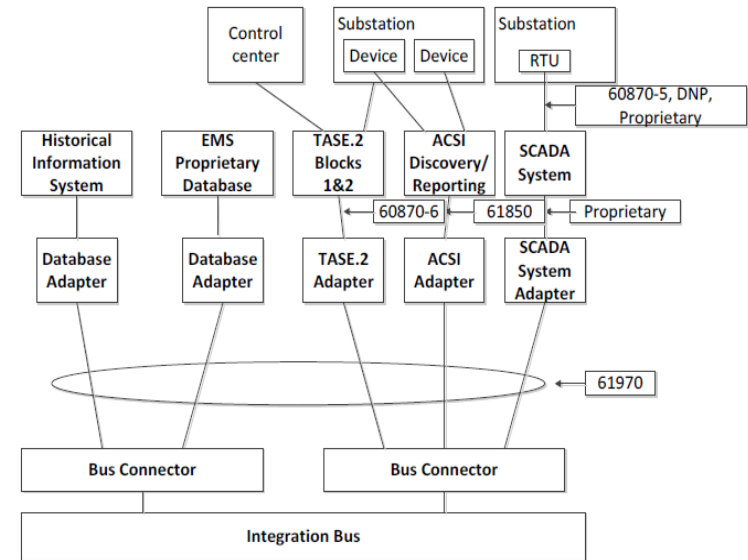
Izvor: www.web2energy.com

IEC 61850 i IEC 61970 (CIM model)

IEC TC57 Referentna arhitektura



Pretvornici protokola i adapteri



- Za integraciju postojećih sustava koji koriste TC57 standarde uobičajena je upotreba različitih aplikacijskih adaptera i pretvornika (konvertera) komunikacijskih protokola.
- Adapteri i pretvornici se koriste kao sučelja za povezivanje sustava različitih funkcionalnosti i najčešće se primjenjuju pri pretvorbi podatkovnih informacijskih modela u CIM model.
- Ograničenja u sustavu: dodatna vremenska kašnjenja prilikom obrada podatka, gubitak semantičkih detalja procesnih informacija zbog neusklađenih modela, te nestandardnim proizvođačkim implementacijama.

Izvor: Sučić, Kopic, Keserica, Martinić: "Referentna arhitektura za napredne elektroenergetske sustave", HO CIGRE 2011

IEC standardi

- Trenutno visoki stupanj primjene IEC 60870-5 standarda
- IEC 61850 će postati jedinstveni globalni standard za automatizaciju postrojenja u EES-u
- Upravo je iz toga razloga ključna semantička integracija IEC 61850 i CIM modela.

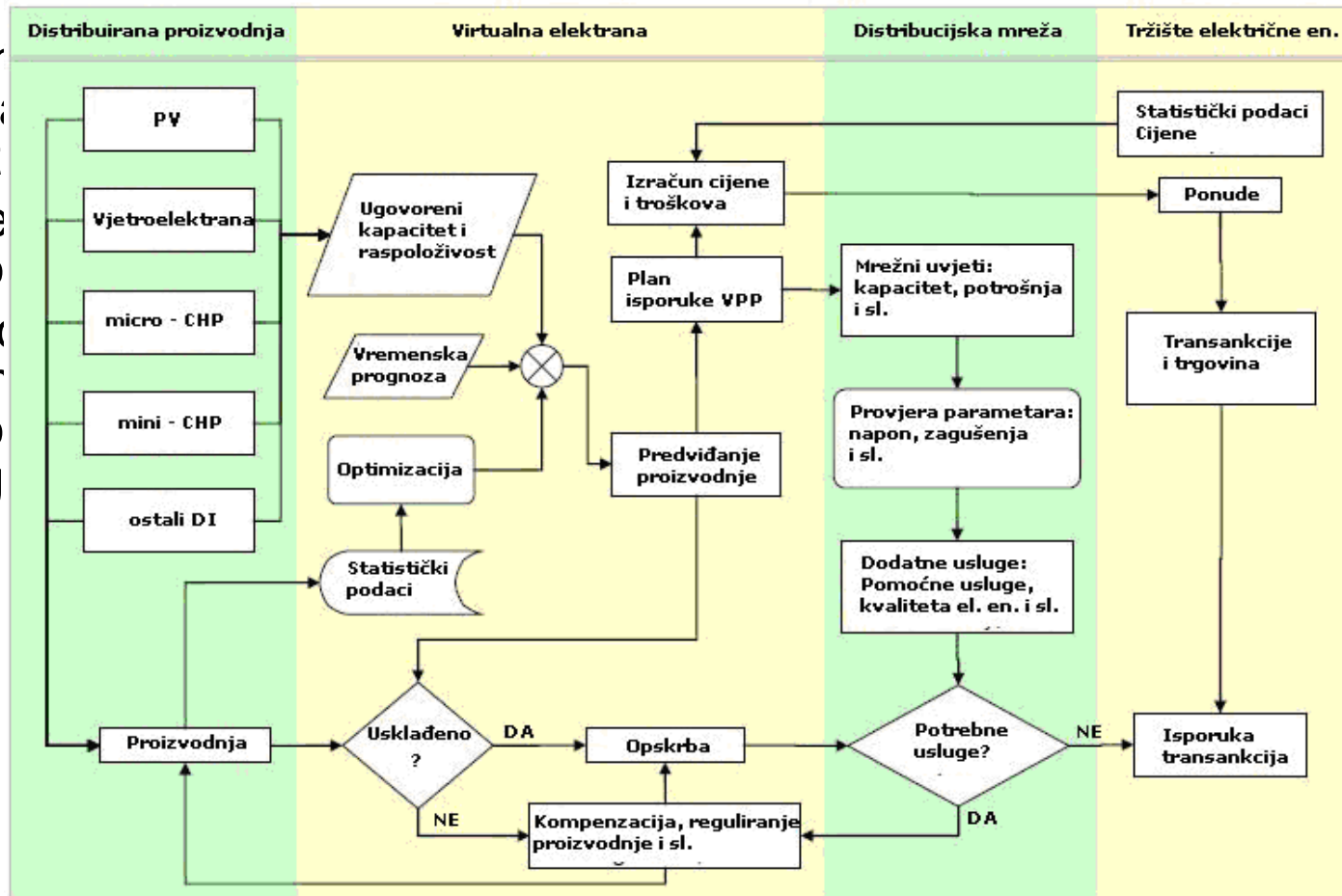
Modelirani objekti	CIM	IEC 61850	TASE.2	IEC 101/104
Mjerenja	x	x	x	x
Stanja	x	x	x	x
SCADA signali	x	x	x	x
Upravljački signali	x	x	x	x
Transformatorska stanica	x	x		
Prekidač	x	x		
Transformator	x	x		
Ožičenje	x	x		
Planiranje	x		x	
Informacijski međuspremnik		x	x	
Generator	x	x		
Dojava ispada generatora			x	
Ugovor	x			

Standardi	Opis
IEC 60870-5	Pouzdana komunikacijski protokoli namijenjeni daljinskom nadzoru i upravljanju automatiziranim postrojenjima u EES-u. Prvenstveno se koriste sa razmjenu podataka između daljinski upravljivih jedinica (RTU) i SCADA sustava.
IEC 60870-6	Skup standarda za opisivanje aplikacijske i komunikacijske arhitekture za razmjenu podatka u stvarnom vremenu (eng. real-time data) između upravljačkih centara. Poznatiji je pod nazivom TASE.2 ili ICCP.
IEC 61334	Ovim standardom opisani su detalji razmjene informacija među upravljačkim uređajima korištenjem distribucijskih vodova. Najznačajnija primjena ovog skupa standarda je u daljinskom očitavanju brojlara.
IEC 61850	Trenutno najvažniji skup TC57 standarda namijenjenih određivanju aplikacijske i komunikacijske arhitekture na razini podsustava EES-a. U početku bio namijenjen za automatizaciju transformatorskih stanica, proširen je za primjenu kod hidroelektrana, distribuiranih izvora energije, vjetroelektrana i električnih automobila.
IEC 61970	Standardi namijenjeni određivanju programskih sučelja (eng. Application Programming Interface - API) za razmjenu informacija među aplikacijama i programskim komponentama koje se koriste za EMS (eng. Energy Management System) funkcije. Osnovni koncepti IEC 61970 standarda su zajednički informacijski model (eng. Common Information Model – CIM) i programska sučelja za dohvat podataka putem programskih komponenti (eng. Component Interface Specifications - CIS)
IEC 61968	Standard određuje pravila integracije aplikacija u DMS (eng. Distribution Management System) sustave. Također definira proširenja CIM modela za distribucijski sustav te se temelji na načelima integracije aplikacija u poslovnim sustavima.
IEC 62351	Standard namijenjen ostvarivanju sigurnosti informacijskih sustava u EES-u. Određuje načine primjene postojećih sigurnosnih tehnologija i principa za IEC TC57 standarde.
IEC 62325	Standard kojim je određeno razvojno okruženje za aplikacije koje se koriste za tržište električne energije. Određene su tehnologije i poslovni modeli te komunikacijski i funkcijski zahtjevi. Standardom su definirana posebna proširenja CIM modela za tržište električne energije.

Izvor: Sučić, Kopic, Keserica, Martinić: "Referentna arhitektura za napredne elektroenergetske sustave", HO CIGRE 2011

Optimizacija rada VEE

- Terrij
- Prije
- pot
- Pre
- pro
- Ra
- kor
- pro
- reg



ie i
a
nja,

Integracija VEE u EES – 3 faze

1. faza:

- Većinu tehnoloških, regulatornih i ekonomskih problema rješava operator VEE
- Cilj VEE je predstaviti novi način nadzora i upravljanja energijom, te standardizirati ekonomske i regulatorne okvire
- Integracija DEMS sustava u postojeće sustave upravljanja energijom (DMS i EMS)

2. faza:

- Naglasak je na tehničke mogućnosti VEE
- Napredne funkcije sustava upravljanja i nadzora
- Rješavaju se regulatorni i ekonomski problemi vezani uz odnos vlasnika i odgovornosti između DI, VEE, ODS, OPS

3. faza:

- U potpunosti se razvija sustav upravljanja i nadzora VEE, ka naprednoj i sofisticiranoj VEE s mogućnosti sudjelovanja na tržištu i nuđenja pomoćnih usluga u sustavu

Integracija VEE u EES – regulatorna pitanja

Općenito	Problem	Preporuke / rješenja
Reguliranje prihoda u distribucijskoj mreži	Prihodi u distribucijskoj mreži temelje se na reguliranim djelatnostim	Regulatori moraju omogućiti vlasnicima distribucijske mreže da imaju finansijsku korist kada koriste aktivno upravljanje mrežom kako bi smanjili/odgodili troškove.
Planiranje mreže	Metodologija planiranje mreže više se temelji na samom priključivanju, nego na funkcionalnom integriranju DI.	Na mjestima gdje nema tehno-ekonomske opravdanosti, ODS ne bi trebao prihvatiti svaki zahtjev za priljučak DI na mrežu.
Ovisnot o lokaciji	Mali DI nemaju dodatnu korist ako proizvode energiju blizu potrošnje	Razviti metodologiju procjene lokacija na kojima će se dodatno poticati proizvodnja blizu mjesta potrošnje
Nevidljivost DI	DI je nevidljiv operatoru sustavu, i time nema mogućnost da sudjeluje u upravljanju mrežom	Potrebno je imati podatke mjerenja u "real-time" za svaki DI
Sudjelovanje na tržištu	Malim opskrbljivačima je teško kupovati, a malim proizvođačima je teško prodavati energiju na spot i budućim tržištima	Kako bi se DI mogli tržišno natjecati, potrebno je omogućiti objedinjvanje proizvodnje kroz VEE i aktivno sudjelovanje na tržištu
Mjerenje i komunikacija	Većina brojila koji se trenutno koriste nemaju IT i komunikacijsku tehnologiju da budu dio VEE	Potrebna je komunikacija u "real time" (ili blizu real-time) s brojilima i sa agregatorima. Regulatori moraju dati mogućnost da se koriste različite tehnologije naprednog mjerenja i upravljanja, pod uvjetom da su sve tehnologije interoperabilne
Pomoćne usluge	Postoje ograničenja na tehnologiju proizvodnje, minimalnu veličinu i tehničke uvjete za pružanje pomoćnih usluga	Postaviti ograničenja u skladu sa aktivnim upravljanjem mrežom. Omogućiti i poticati DI da sudjeluju na tržištu pomoćnih usluga.
Upravljanje potrošnjom	Potrošači nisu izloženi fluktuaciji cijena energije na tržištu. Iz tog razloga nemaju želju/motiv za promjenom svog modela potrošnje.	Kako bi se potaklo i nagradilo učinkovito upravljanje potrošnjom, potrebno je uvesti tarife naplate energije koji bi bile dinamičke i vremenski varijabilne.

VEE poslovni modeli

Organizacija tržišta električne energije u Njemačkoj

European
Energy
Exchange
EEX

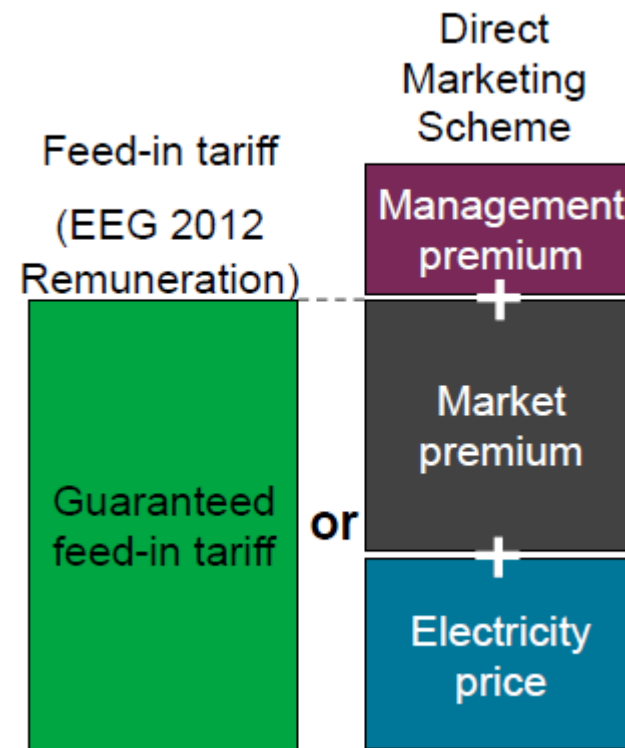
- Europska burza električne energije EEX
- Trgovina sa spot i budućim ugovorima (godina, mjesec, tjedan, dan) i kapacitima (temeljni-*base load*, vršni-*peak load*, noćni- *off-peak load*).

Transmission
System
Operator
(TSO)

- OPS-ovi su odgovorni za održavanje stabilnosti i prijenosnog sustava i pouzdanost opskrbe (primarna, sekundarna i tercijarna regulacija)
- Zahtjevi na regulaciju:
 - Aktiviranje primarne regulacije je do 30 sec, a raspoloživost do 15 min
 - Aktiviranje sekundarne regulacije je do 5 min, a raspoloživost 15 min do 1h
 - Aktiviranje tercijarne regulacije je do 15 min, a raspoloživost 15 min do nekoliko sati

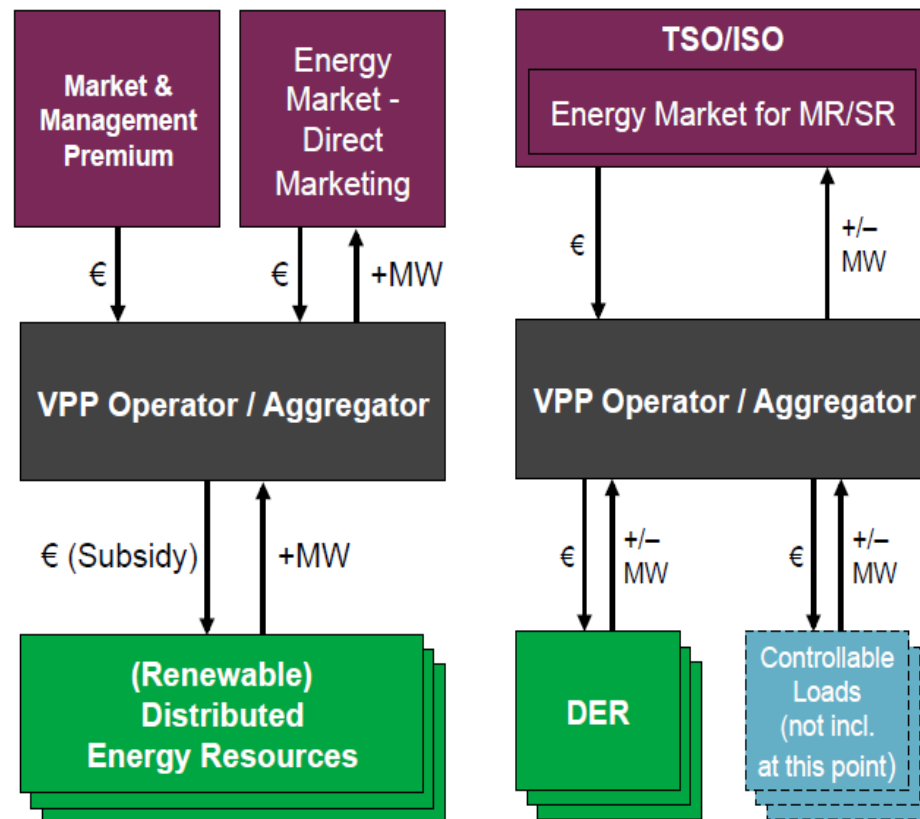
VEE poslovni model

- Nakon dopuna i izmjena zakona o OIE u Njemačkoj (EEG, 2012), veliki interes za objedinjavanjem distribuiranih izvora u VEE, te aktivno sudjelovanje na EEX
- Tržišni model daje poticaj za prodaju proizvedne enegije iz OIE direktno na EEX (*market premium model*, 2012)
- Cilj modela je integrirati različite DI (npr. biomasa, mCHP, vjetroelektrane, PV, mHE i sl.) po cijeloj Njemačkoj
- RWE u 2012 pokrenuo pilot projekt VEE 20MW – plan je do 2015 imati VEE sa 200MW



VEE poslovni model

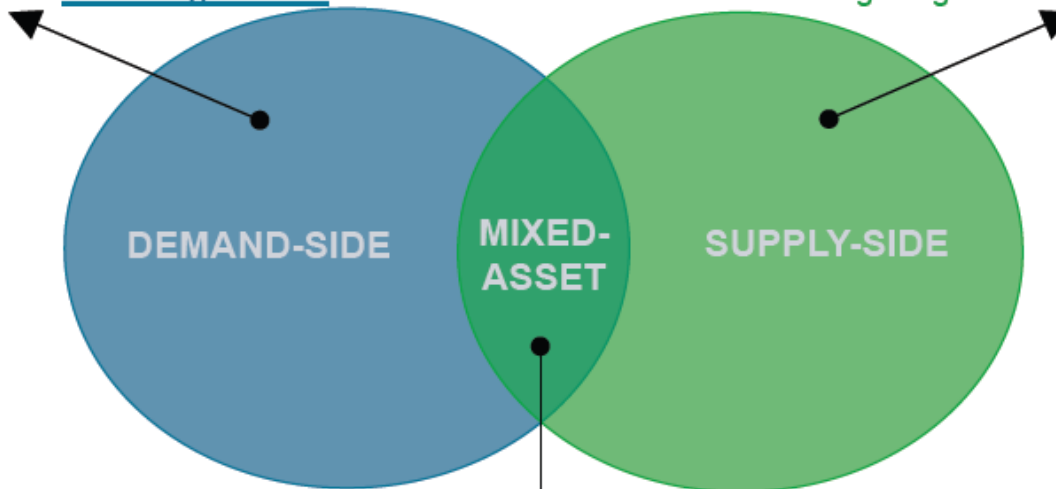
- Prihodi od direktnog sudjelovanja na EEX (energy exchange)
- *Market premium* – za kompenzaciju razlike između EEG feed-in-tarifa i mjesečne prosječne cijene energije na spot tržištu
- *Management premium* – pokriva troškove pristupa EEX, troškove povezivanja na sustav trgovine, i sl. (za 2012. fiksno 1.2 ct/kWh)
- Objedinjavanje DI i sudjelovanje na tržištu (zamjena za prošli nekontrolirani in-feed model):
 - Tržišne djelatnosti (trgovina energijom, upravljanje ugovorima...)
 - Upravljanje distribuiranim izvorima, ugovorima sa vlasnicima DI
 - Nuđenje i ugovaranje pomoćnih usluga OPS-u (*minute regulation/secondary regulation*)



VEE poslovni model - Demand Response tržište

- Aggregation of demand
- Demand Response segment
- Large segment in US energy markets

- Aggregation of distributed generation
- Distributed Resources segment
- Large segment in Europe



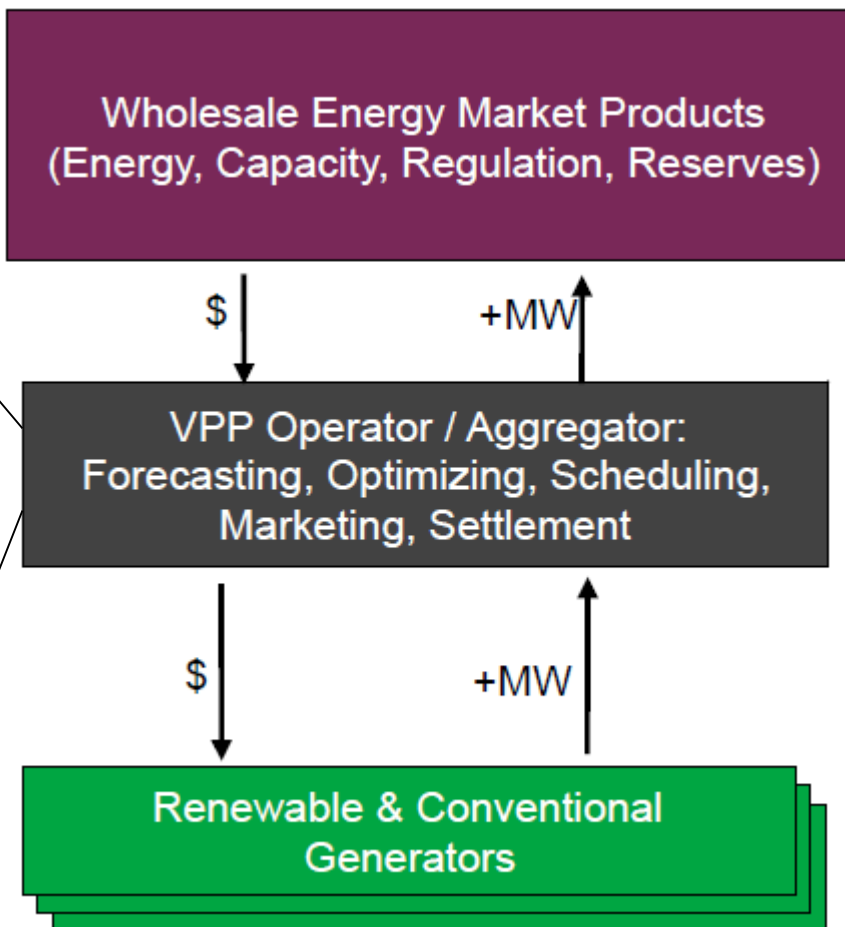
- Combined DER and DR
- Ultimate goal of the VPP concept and expected to flourish longer-term
- The integrated operation of multiple integrated renewable resources, energy storage, demand response are largely uncharted

VEE poslovni model – za operatora VEE

- **Izazov:** stohastička narav OIE i potreba za pomoćnim uslugama

- Objedinjavanje proizvodnih jedinici u vlasništvu jedne ili više različitih kompanija: nuđenje usluga na tržištu (u vidu snage, energije i pomoćnih usluga)

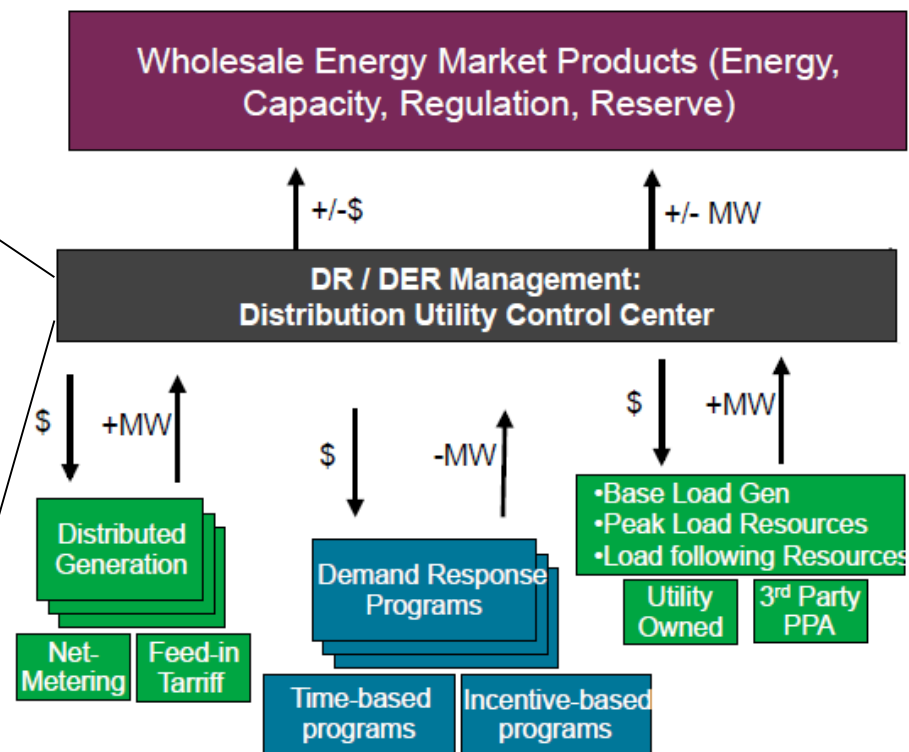
- Karakteristike objedinjene proizvodnje (trošak pokretanja i zaustavljanja proizvodnje, min & max vrijeme zastoja, krivulja troškova proizvodnje i sl.) daju fleksibilnost i smanjuju rizik varijabilnosti OIE



VEE poslovni model – za ODS

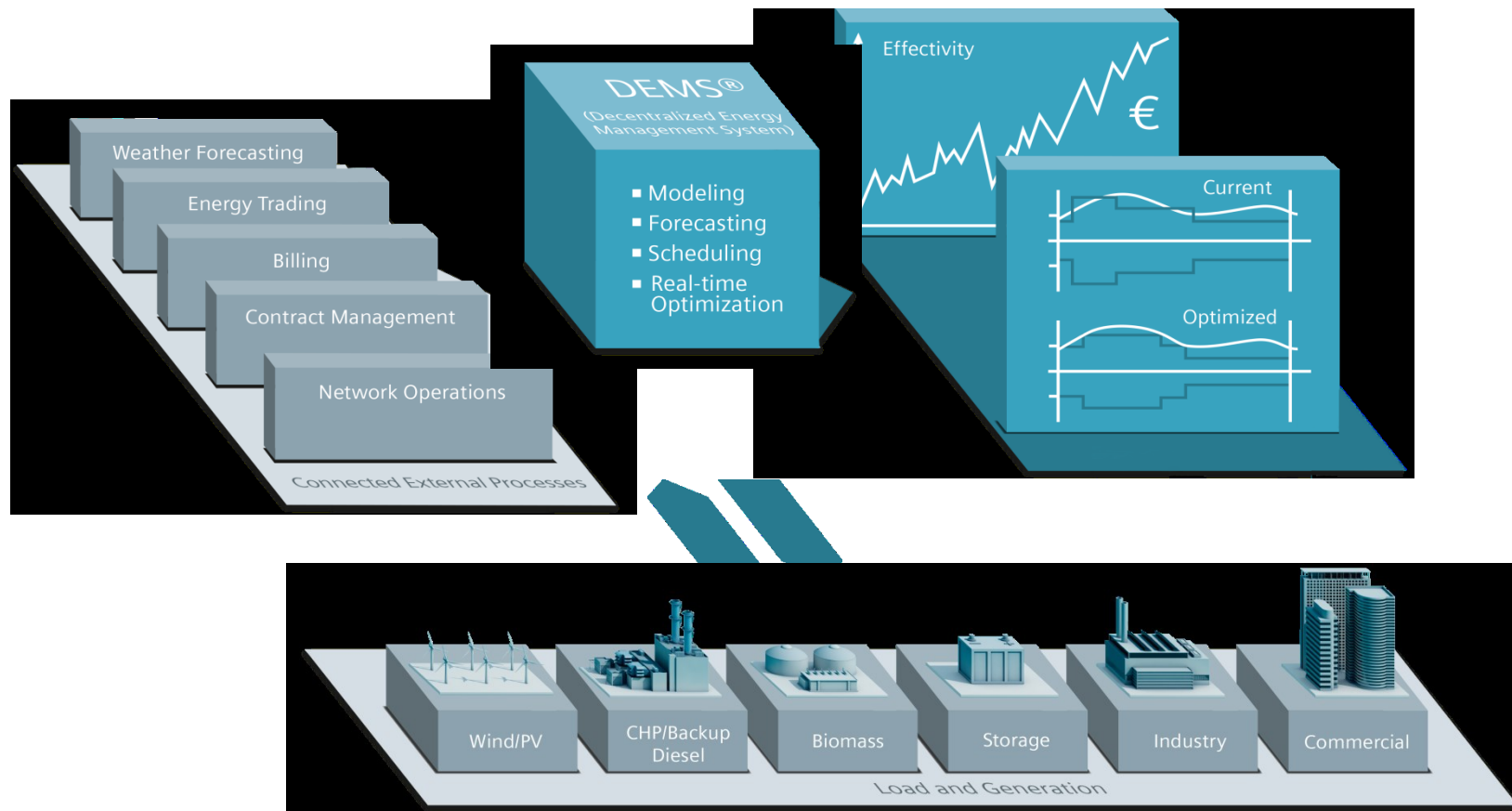
da ima što veću korist od sudjelovanja na tržištu

- **Izazov:** Upravljanje DI (proizvodnjom i potrošnjom), te nuditi usluge (snaga, energija, pomoćne usluge) na tržištu električne energije
- (i) Koordinirati kupnju energije iz mreže OPSa, vlastite proizvodnje, od ostalih kompanija za proizvodnju energije (PPA), kako bi ostavio maksimalne prihode i zadovoljio potražnju
- (ii) Objedinjavanjem optimalno upravljati potrošnjom i proizvodnjom
- Maksimalno iskorisiti mogućnosti: trošak vlastite proizvodnje i PPA vs. upravljanje proizvodnjom i potrošnjom vs. kupnja energije na tržištu
- Koordinirati prisutnost na tržištu energije i na tržištu pomoćnih usluga



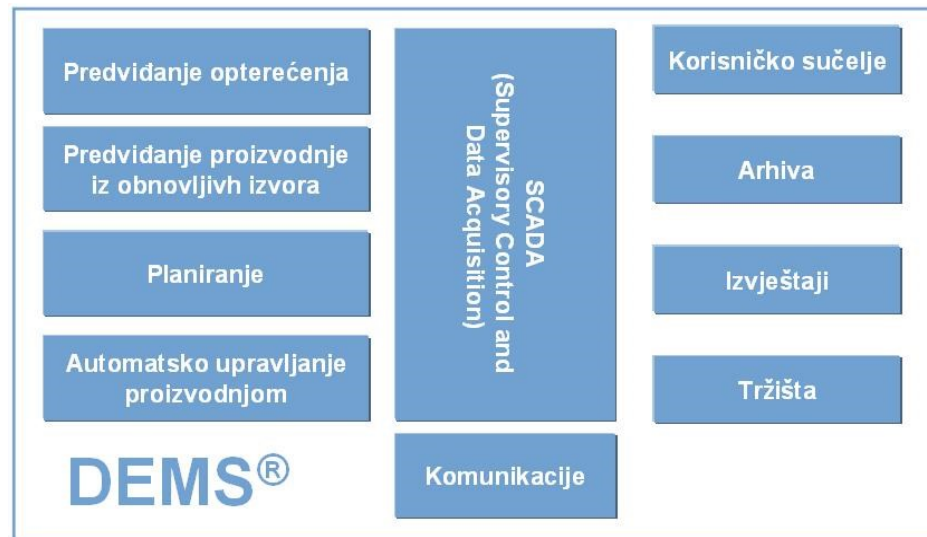
DEMS[®] - Decentralized energy management system

DEMS[®] - Decentralized energy management system



DEMS – sustav upravljanja

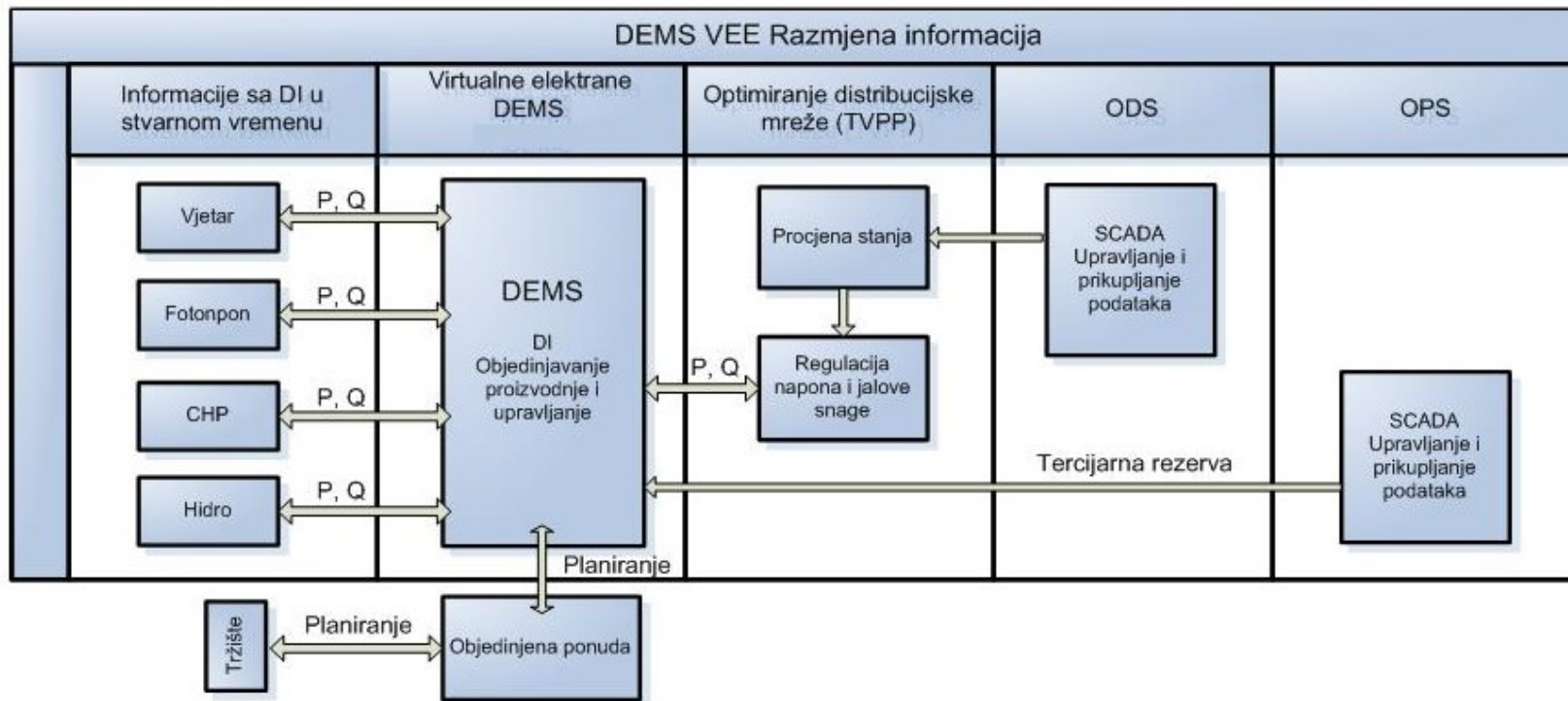
- Okosnica rada VEE je sustav upravljanja energijom (eng. decentralized energy management system – DEMS)
- DEMS mora biti povezan s sustavom za vođenje distribucijskih mreža (DMS) i sustavom za vođenje prijenosnih mreža (EMS) kako bi bila moguća razmjena informacija o stanju mreže i mogućnostima VEE.



- Automatski radi prognoze za proizvodnju električne energije iz OIE (kratkoročno, dugoročno)
- Prognoze potrošnje električne energije
- Na ovaj način, može se optimirati rad sustava za sljedeći dan ili tjedan.
- Uzima u obzir kompleksne ugovore za kupnju/prodaju električne energije
- Prema prikupljenim podacima iz mreže, te prema prije definiranom planu proizvodnje i potrošnje energije, DEMS optimalno kompenzira sva nepredviđena odstupanja, npr. manjak ili višak proizvodnje iz OIE.

DEMS – sustav upravljanja

• DEMS – razmjena informacija



DEMS[®] model

Ugovori za kupnju i prodaju energije

- Primarna energija (plin, ugljen, nafta, biomasa)
- Sekundarna energija (struja, para, toplina)
- Troškovi proizvodnje za svaki DI

Potrošnja energije

- Neupravljivi tereti
- Varijabilni, upravljivi tereti
- Električni/toplinski tereti

Obnovljivi izvori

- Vjetar
- PV sustavi
- male HE
- Solar termalna
- Geotermalna

DEMS[®] model

Energetski sustavi

- Elektrane i pripadajuća postojenja
- Toplane, CHP, plinske turbine, gorivni članci

Sustavi za pohranu energije

- Baterije, toplinske pumpe

Emisije

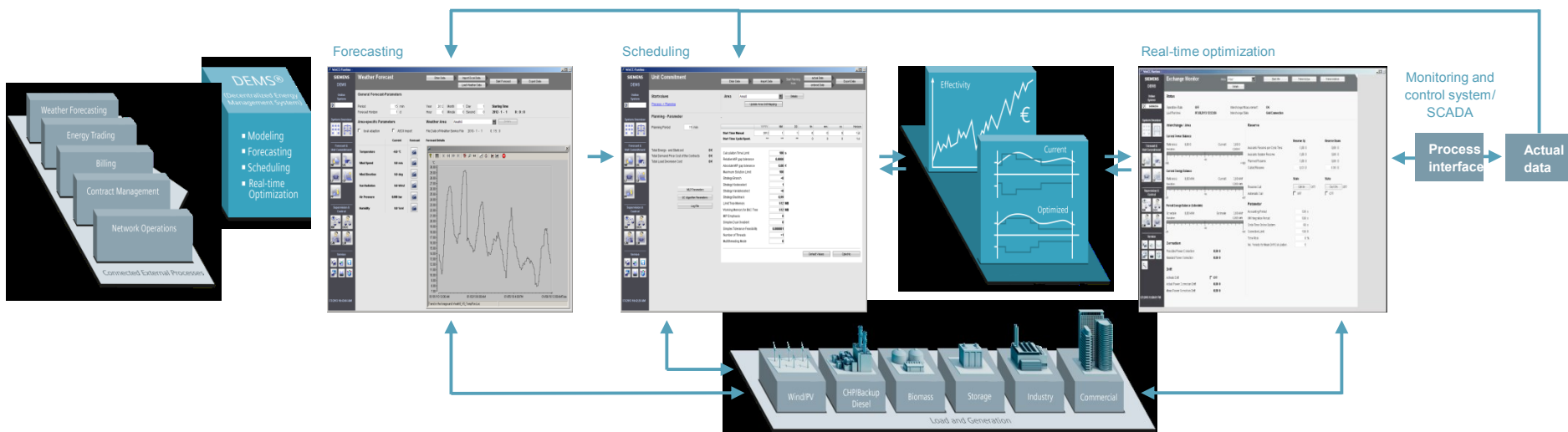
- CO₂, SO_x, NO_x, ...

Rezerve u sustavu

- Nepreciznost u prognoziranju
- Vlastiti kapaciteti za rezervu

DEMS[®] - prognoziranje, planiranje i optimiranje

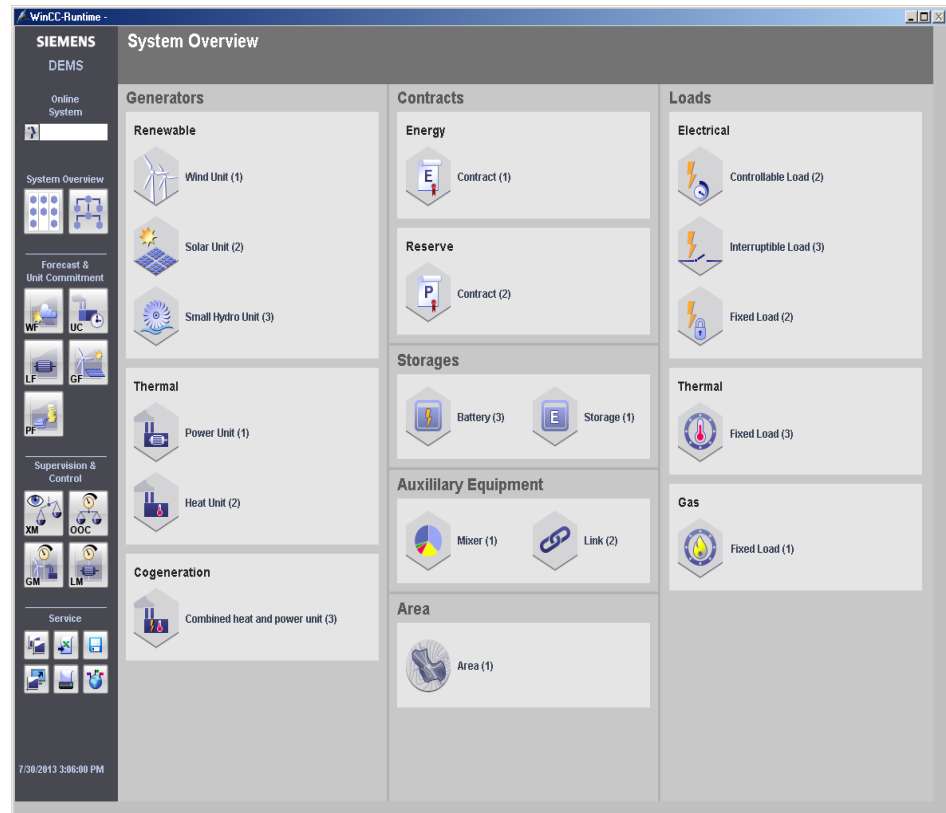
Predviđanje, prognoziranje, planiranje i optimiranje povezani u petlju



DEMS[®] - prognoziranje, planiranje i optimiranje

Sve potrebno za VEE:

- Predviđanje proizvodnje iz OIE i predviđanje opterećenja
- Planiranje proizvodnje i potrošnje
- Nadzor i optimiranje u stvarnom vremenu



DEMS[®] –funkcije za predviđanje

Vremenska prognoza

- Unos podataka o vremenskoj prognozi
- Automatsko osvježavanje podataka

Predviđanje opterećenja

- Tip dana, podaci o vremenu, povijesni trendovi
- Napredni algoritmi i parametri za predviđanje
- Izračun nesigurnosti u predviđanju

Predviđanje proizvodnje iz OIE

- Korištenje podataka o vremenskoj prognozi
- Napredni algoritmi i parametri za predviđanje
- Izračun nesigurnosti u predviđanju



DEMS[®] – planiranje proizvodnje

Optimiranje

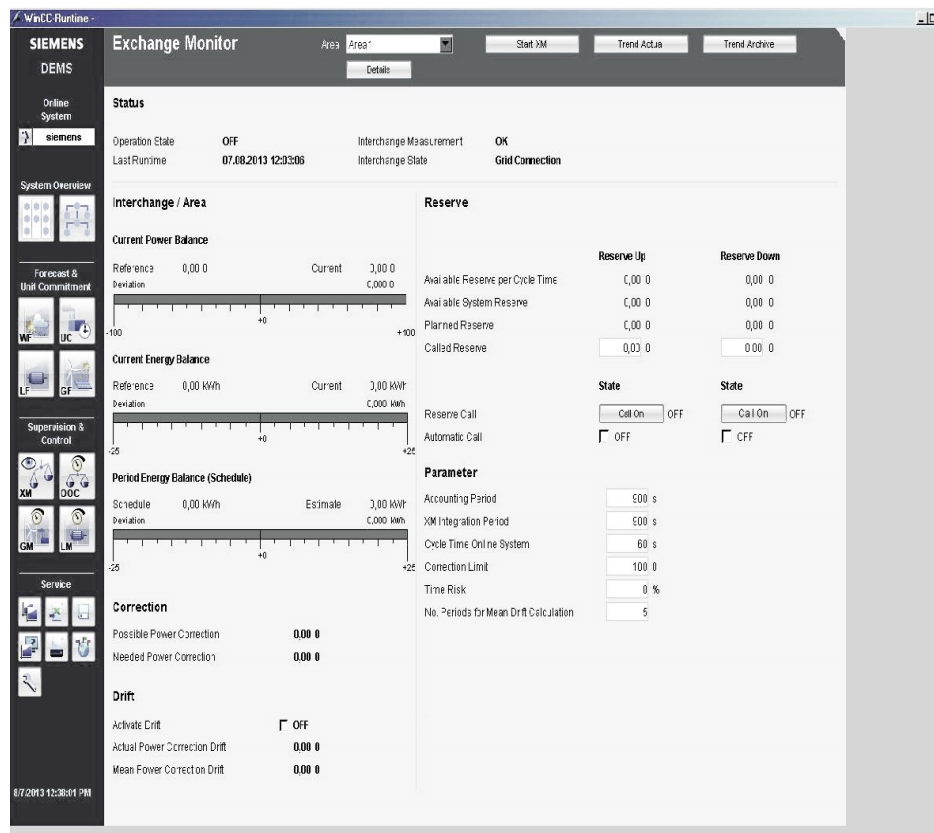
- Vremenska intervali: 15/30/60 minuta; do 7 dana
- Optimalno korištenje svih raspoloživih izvora
- Uzima u obzir:
 - Tokove snaga
 - Potrebnu rezervu i potencijalne rizike
 - Tehničke uvjete
 - Ekološke uvjete
 - Ugovore
 - Cijene goriva, energije i tržišne opcije
 - Trenutno stanje DI
 - Load management in the planning phase
 - Linearno i mješovito-cjelobrojno programiranje
 - Planove za vođenje sustava

	YYYY	MM	DD	hh	mm	ss	Horizon
Start Time Manual	2012	1	1	0	0	0	1 d
Start Time Cyclic/Spont.	**	**	**	0	0	0	1 d

Calculation Time Limit	180 s
Relative MIP gap tolerance	0.0000
Absolute MIP gap tolerance	0.00 €
Maximum Solution Limit	100
Strategy Branch	+0
Strategy Nodeselect	1
Strategy Variablesselect	+0
Strategy Backtrack	0.99
Limit Tree Memory	512 MB
Working Memory for B&C Tree	512 MB
MIP Emphasis	0
Simplex Dual Gradient	0
Simplex Tolerance Feasibility	0.000001
Number of Threads	+1
Multithreading Mode	0

DEMS[®] – optimiranje u stvarnom vremenu

Temeljem plana za vođenje sustava, svaka devijacija u radu, distribuira se (uz minimalan trošak) među generatorima, sustavima za pohranu energije u upravljivim teretima



DEMS[®] – online funkcije

Općenito

- Vrijem ciklusa: 1 minuta ili kraće

Nadzor

- Nadzire različite regije
- Uspoređuje zadane/trenutne vrijednosti proizvodnje i potrošnje energije
- Nadzire rezerve
- Odgovora na zahtjeve za aktivacijom rezerve

Online optimizacija

- Ispravke u proizvodnje dodjeljuje upravljivim DI
- Koristi sustave za pohranu energije, upravljive terete i proizvodne jedinice

DEMS[®] – online funkcije



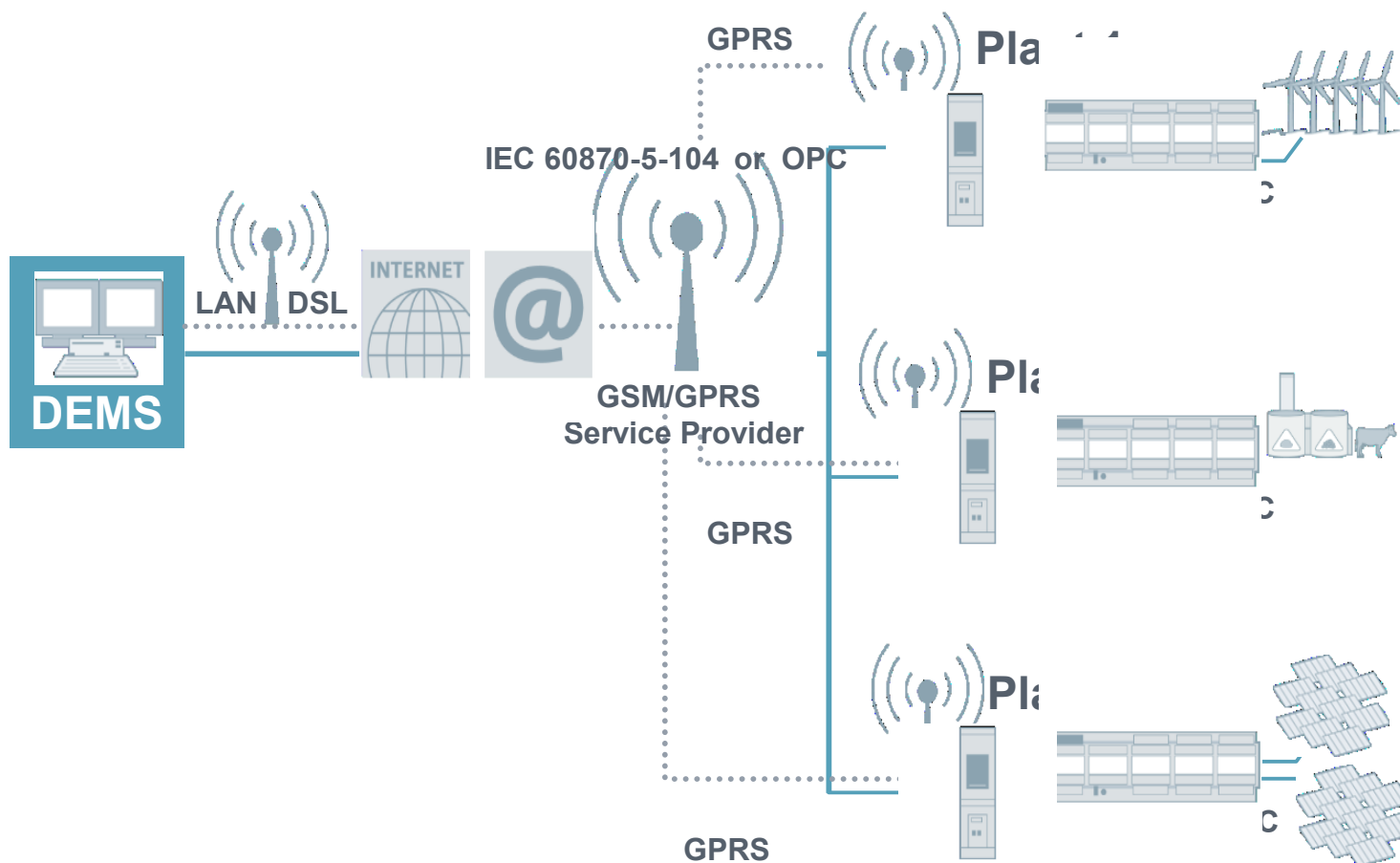
Upravljanje proizvodnjom

- Upravljanje: automatsko, ručno, u skladu sa planom proizvodnje DI
- Uzima u obzir tehnička ograničenja
- Uzima u obzir trenutno stanje DI (u kvaru, upravljanje u lokalu/daljinski)
- Start/stop commands, target value specifications
- Upravlja proizvodnjom radne i jalove energije

Upravljanje potrošnjom

- Upravljanje: ručno, u skladu sa planom proizvodnje
- Rangira trošila prema klasama i operativnim troškovima
- Uzima u obzir trenutno stanje tereta (u kvaru, upravljanje u lokalu/daljinski)
- Prije isključenja, uzima u obzir trenutno stanje tereta

DEMS[®] - komunikacijska infrastruktura



Seminar
NAPREDAN DOM I AKTIVAN KUPAC KAO SASTAVNICE NAPREDNIH MREŽA
Zagreb, 19. prosinca 2013.

DEMS® & DRMS

Nove aplikacija i mogućnosti

DEMS®

Energy management system for DER

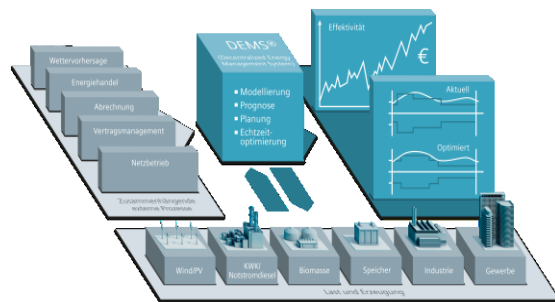
- Forecasting generation and load
- Scheduling
- Monitoring and supervising

Distributed
Energy

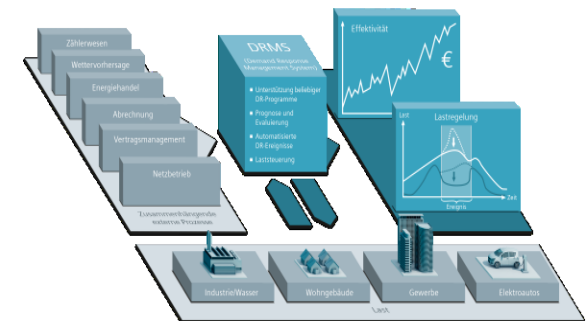
DRMS

Aggregation management system for DER

- Administering loads and participants
- Contract management
- Multiple and flexible aggregations

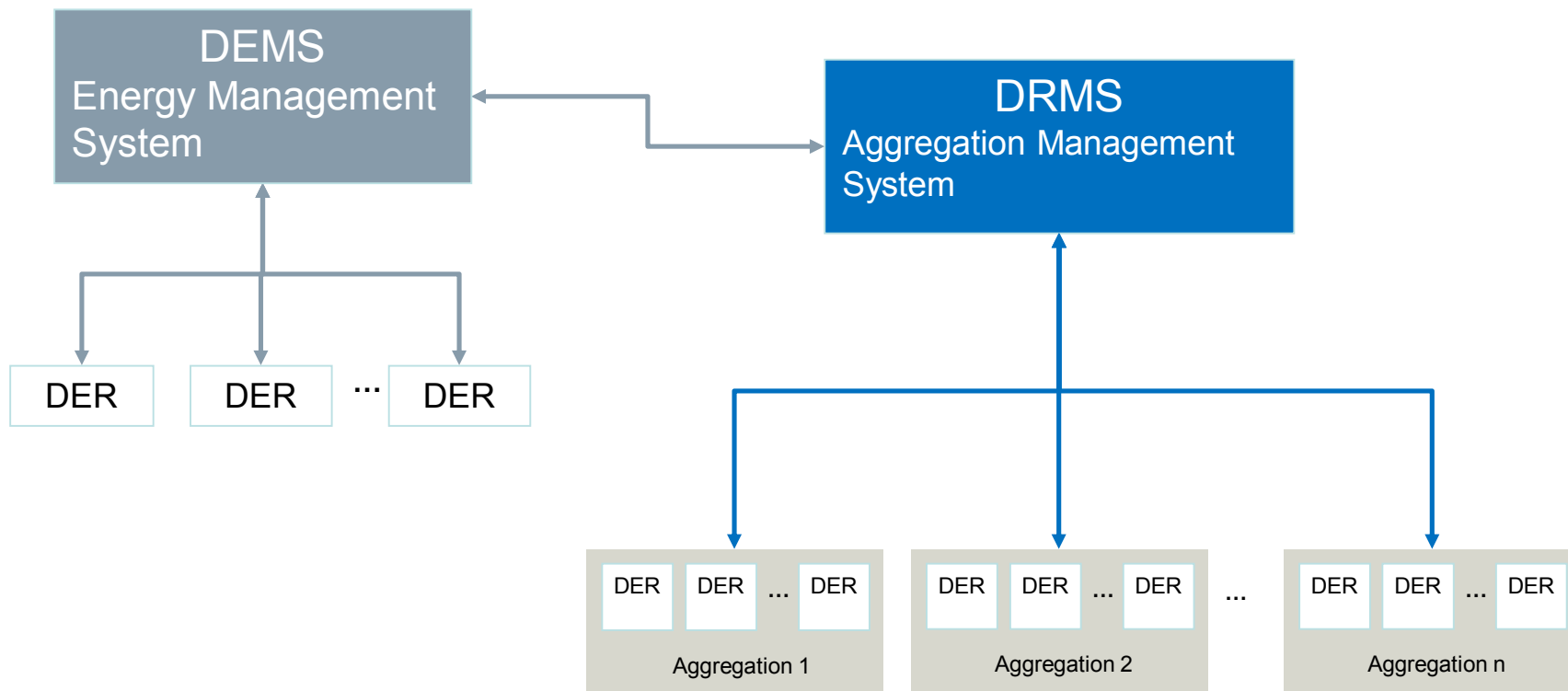


- Enabling optimized energy trading
- Efficient use of decentralized energy resources
- Handling distributed and wide-ranged resources
- Customer satisfaction and loyalty

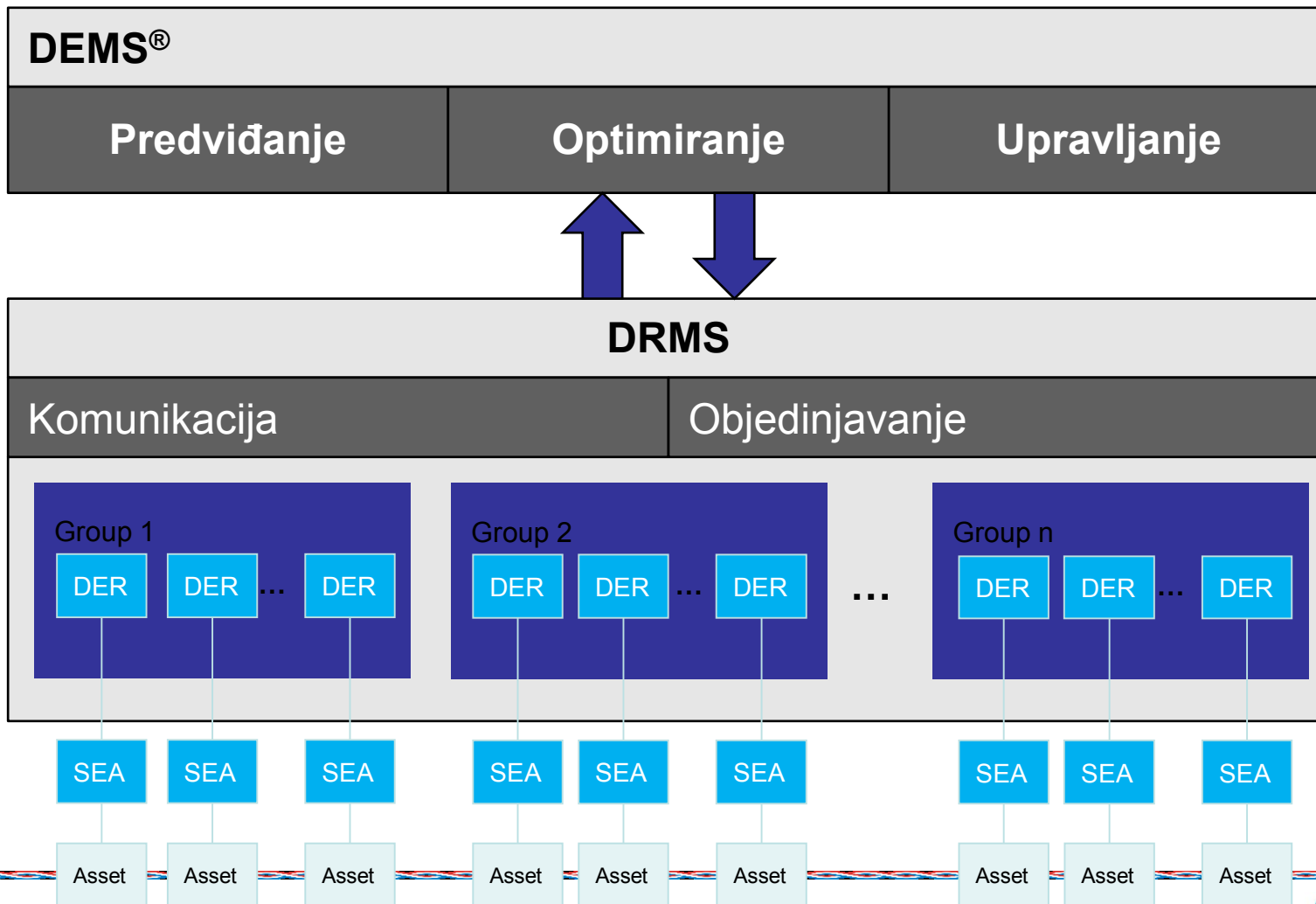


DRMS & DEMS

Zajedno do potpune funkcionalnosti



Tehnička struktura



DER Distributed Energy Resource
SEA Smart Energy Agent

Virtual power plant – E.ON headquarters in Malmö Load balancing / smart building in a smart grid



Project partner: **E.ON**
Country: **Sweden**

Challenge

- E.ON Sverige partnered with Siemens to find technical solutions to support Malmö in becoming Sweden's most climate-friendly city.
- Malmö partnered with its local energy supplier E.ON Sverige to address sustainability targets via a "climate contract". Siemens provided a solution that adjusts local demand to the availability of renewable energy.

Solution

- Project including using flexibility of consumption in E.ON office building
- A distributed energy management system (DEMS®) and a building management system (Desigo®) optimize generation and load in the new suburb of Hyllie, according to the availability of renewable energy.

Benefits

- **Early teaming of Siemens with the local stakeholders and the strategic stakeholders at E.ON**
- **Innovative approach embracing a generation-to-load value chain**

Virtual power plant – RWE: wind-powered heating



Project partner: **RWE**
Country: **Germany**

Challenge

- Integrating storage in the form of electric heating systems for various energy markets, e.g. on the market for minute reserve

Solution

- 50 households were equipped with a DER* Controller
- DEMS® was implemented as energy management system:
 - Communication with the heaters
 - Archiving measured and meter data
 - Calculating and transmitting target values for the heating controllers
 - Forecasting energy consumption

Benefits

- **Economical use of electric heaters as storage units, avoiding investment in batteries.**

Virtual power plant – Stadtwerke München (SWM)



Project partner:
Stadtwerke München
Country: **Germany**

Challenge

- Improving planning and forecast certainty for decentralized energy generation

Solution

- Cogeneration (combined heat and power) plants, a hydroelectric power plant, and a wind farm were combined to form a virtual power plant (VPP)
- Implementation of a decentralized energy management system (DEMS®)
- Automated scheduling and marketing based on consumption and generation forecasts

Benefits

- **New opportunity to market from small, decentralized generators**
- **Reduced costs for generation and supply of system services, thanks to optimized scheduling of decentralized power generators**

Virtual power plant – RWE ProVipp: Aggregation of renewable energy



Project partner: **RWE**
Country: **Germany**

Challenge

- Integrating diverse renewable energy sources
- Defining a variety of energy supply strategies
- Optimum supply strategy for distributed generators

Solution

- A virtual power plant, based on DEMS[®], was set up to integrate different renewable energy plants
- DER* Controller for innovative communication with DEMS[®]

Benefits

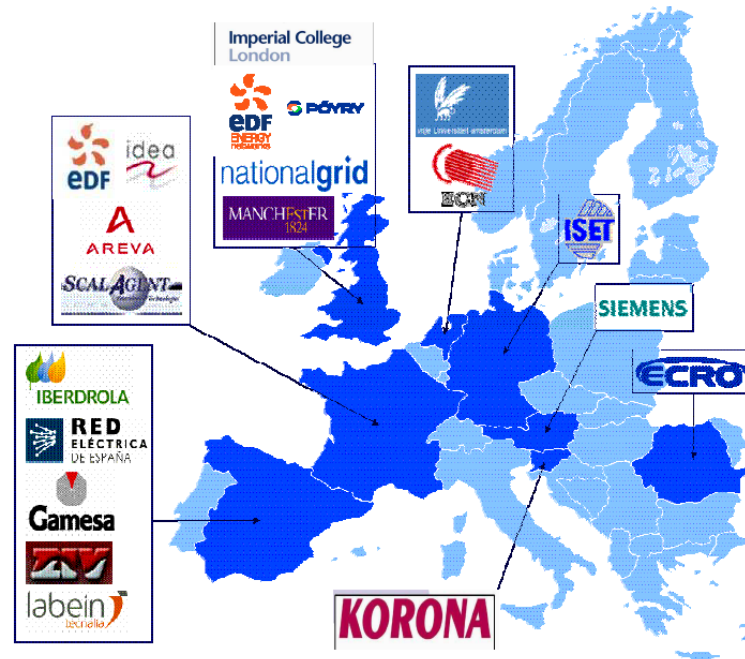
- **Aggregation and direct marketing of renewable energy**
- **Profit optimization when marketing renewable energy**
- **Participation in the German electricity balancing market**

VEE projekti u svijetu

FENIX

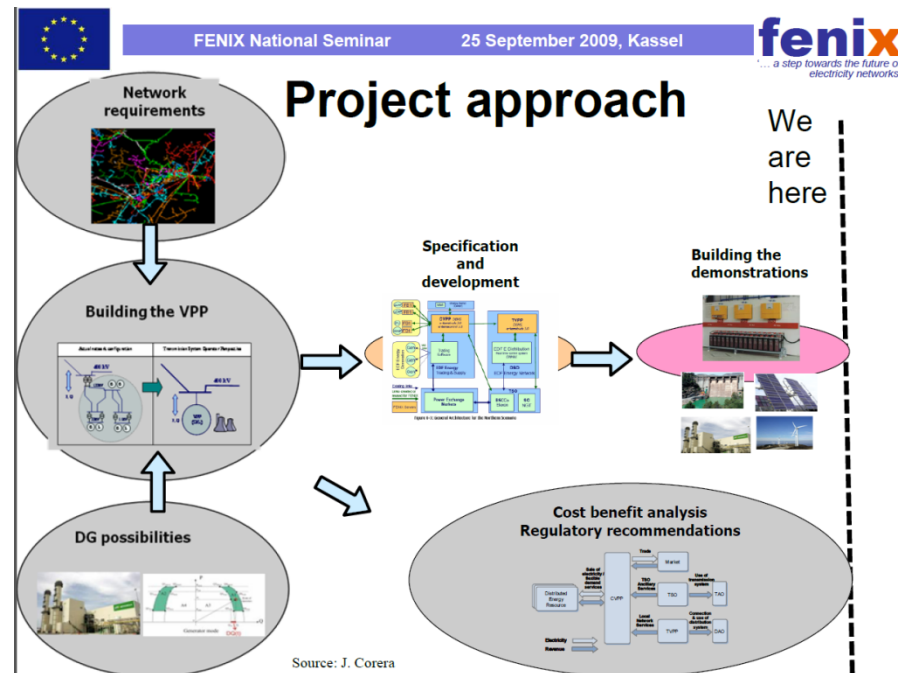
- Europski razvojni projekt financiran sredstvima Europske Komisije u sklopu FP6 programa za istraživanje
- Trajanje projekta: 2005. – 2009.
- 20 partnera iz cijele Europe
- Ukupni budget: 14,7 M€
- Ciljevi projekta: Pokazati da korištenjem DI-a okupljenim u virtualne elektrane, EES može biti učinkovit, pouzdan i održiv

fenix
'... a step towards the future of electricity networks'



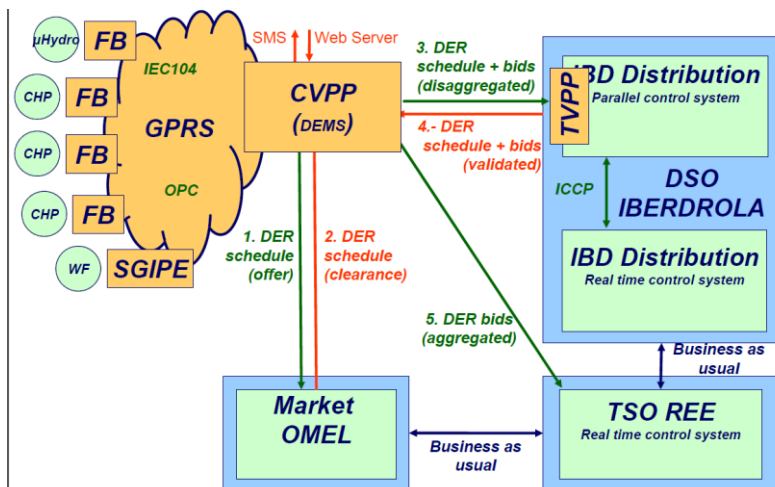
FENIX - izazovi

- Identificirati trenutne i buduće mogućnosti DI da doprinose stabilnosti mreže
- Identificirati mrežne potrebe i kako ih zadovoljiti sa DI
- Prilagoditi regulatorne okvire, potporne mehanizme i ugovorne obveze između svih sudionika tržišta
- Istražiti mogućnosti VEE, kako bi se svladale problemi malih proizvodnih kapacitete i stohastičke naravi OIE
- Razviti ICT arhitekturu koja podržava cijeli sustav
- Dva demonstracijska projekta:
 - UK (EDF Energy)
 - Španjolska (Iberdola)
- Uspostaviti laboratorij za testiranja

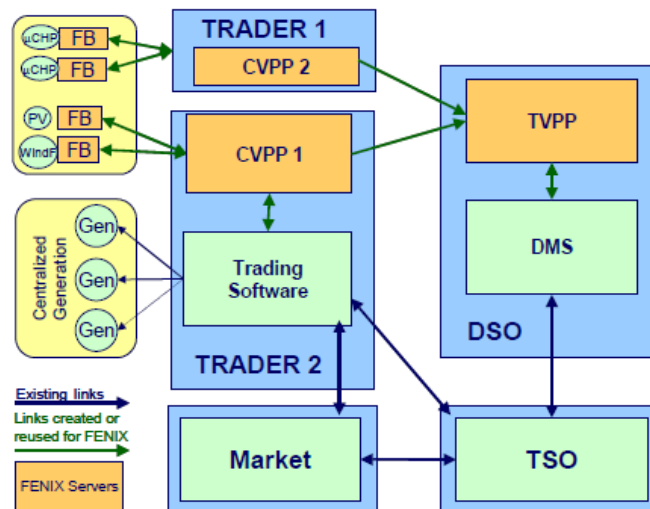


FENIX - Južni i Sjeverni scenarij

- Southern Scenario (Spain, Alava DSO)**



- Northern Scenario (UK, Woking Network)**



- Prodaja radne energije (tržište dan unaprijed), tercijarna rezerva (tržište energije uravnotežena), prodaja jalove energije, regulacija napona...

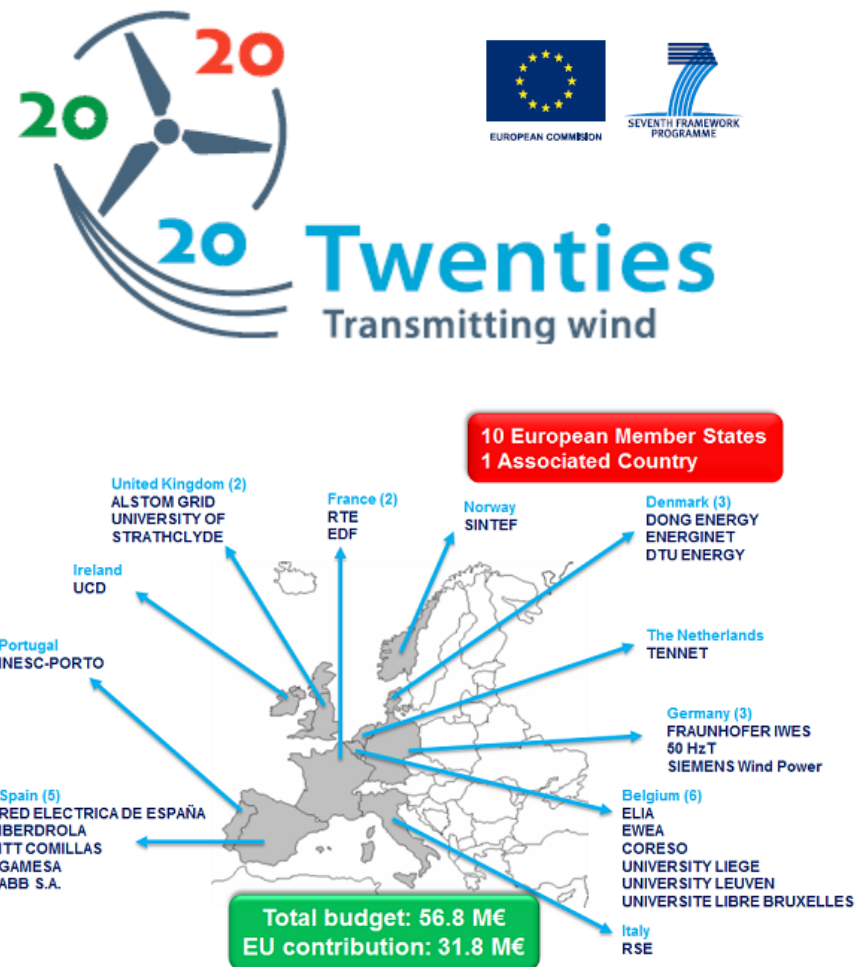
- Prvi puta da je operator sustavao koristio DI za obavljanje pomoćnih usluga u sustavu

FENIX - Zaključak

1. Povećanje udjela DI u mrežu znatno utječe na stanje mreže
 - potrebno je optimirati integrirati DI u mrežu
2. FENIX koncept VEE je tehnološki održiv, te ima ekonomsku dodanu vrijednost
3. Potencijal je veliki:
 - za masovnu upotrebu potrebne su regulatorne izmjene
 - Glavni alati već postoje (proizvodi i rješenja)
 - Veliki troškovi izgranje ICT infrastrukture

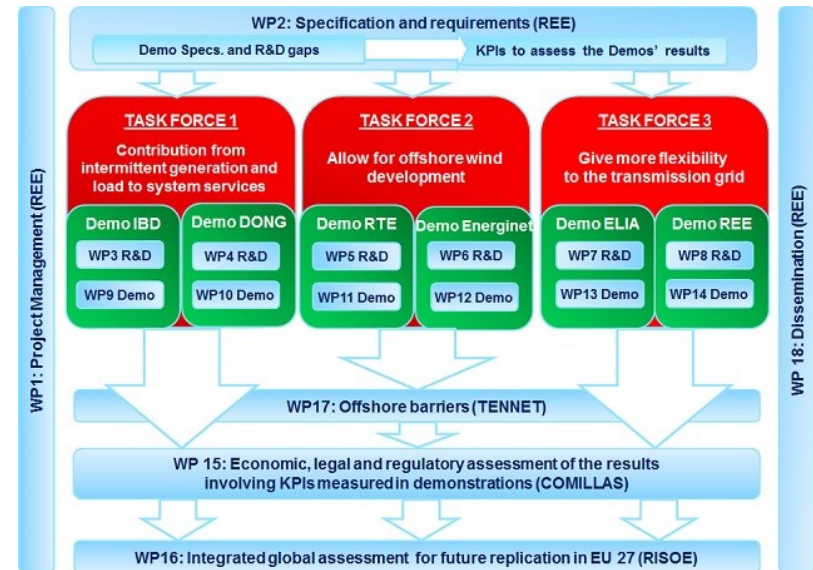
Twenties

- Europski razvojni projekt financiran sredstvima Europske Komisije u sklopu FP7 programa za istraživanje
- Trajanje projekta: 2010. – 2013.
- 26 partners from 10 European Union member countries (Spain, Denmark, France, Belgium, United Kingdom, Netherlands, Germany, Portugal, Ireland and Italy) and one associate country (Norway)
- Ukupni budget: 56,8 M€
- Cilj projekta: demonstracijski projekti, razvoj i primjena novih tehnologija koje podržavaju integraciju OIE (najviše vjetroelektrane) u Europskom EES do 2020.
- 6 velikih demonstracijskih projekata



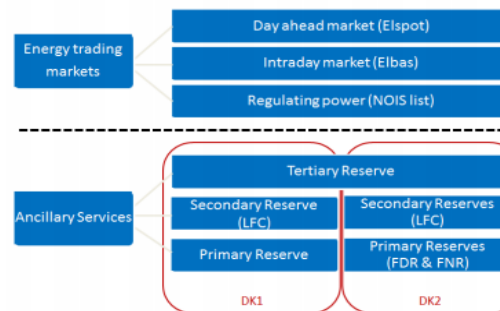
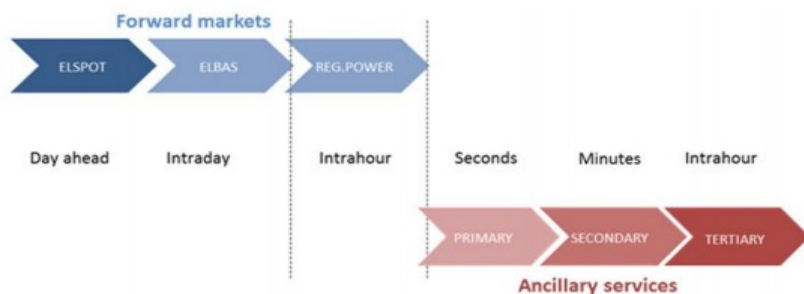
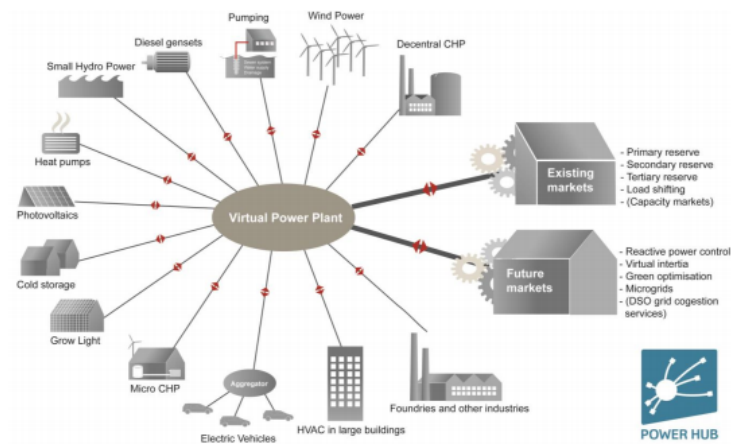
Twenties – 6 demonstracijskih projekata

1. DEMO #1 – System services provided by wind farms (YSERWIND)
2. DEMO #2 – Large scale VPP integration – (DERINT)
3. DEMO #3 – Technical specifications towards offshore HVDC networks – (DC GRID)
4. DEMO #4 – Offshore wind farm management under stormy conditions – (STORM MANAGEMENT)
5. DEMO #5 – Network enhanced flexibility – (NETFLEX)
6. DEMO #6 – Improving the flexibility of the transmission grid - (FLEXGRID)



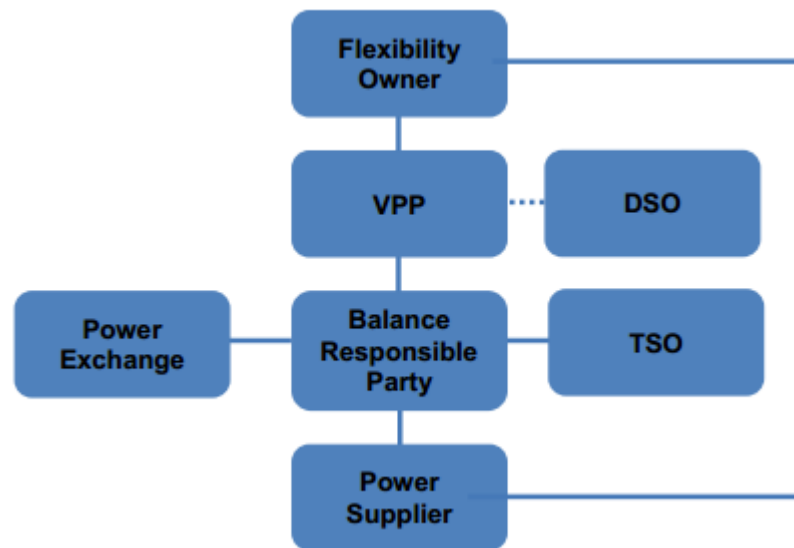
DEMO #2 – Large scale VPP integration – (DERINT)

- Glavni cilj:** demonstrirati kako VEE može pomoći u integraciji OIE u Europski EES. Demonstracija je napravljena razvojem napredne VEE koja radi u Danskoj u tržišnim uvjetima i svakodnevno je aktivna na tržištu pomoćnih usluga i tržištu električne energije.



DEMO #2 – Large scale VPP integration – (DERINT)

- Koncept VEE :
 - IT sustav koji komunicira i upravlja DI
 - Sučelje prema OPS-u i tržištu
 - Mjerljivost pruženih usluga
 - VEE odobrena kao opskrbljivač na tržištu
- Metoda odabira DI sastoji se od:
 - Strategije koji DI odabirati
 - Strategija kako privući željeni DI (sastanci, sustavu naplate i poticaja...)
 - Praktična implementacija komunikacijskih rješenja za nadzor i upravljanje
 - Uspostava sustava mjerenja kod DI.
- Svakodnevni rad VEE:
 - Predviđanje fleksibilnosti svakog DI
 - Predviđanje potrebne fleksibilnosti za različita tržišta
 - Nuđenje na tržištu električne energije i na dan-unaprijed i intraday tržištima
 - Upravljanje DI kako bi odradio uslugu koji je prodao na tržištu
 - Mjerenje količine pružene usluge
 - Naplata na tržištu
 - Naplata kod vlasnika DI



DEMO #2 – Large scale VPP integration – (DERINT)

- Glavni zaključci demonstracijskog projekta DEMO #2:
 - Tehnički je moguće i ekonomski privlačno izgraditi VEE koja upravlja velikim brojem različitih proizvodnih jedinica i jedinica potrošnje
 - VEE mogu pružati veliki broj usluga koje zahtjevaju DI i tržište
 - VEE mogu sa portfoliom stohastičkih proizvodnih jedinica nuditi pouzdanu i fleksibilnu uslugu, a da pri tome ispune primarnu zadaću industrijskih jedinica
 - Nagovoriti industrijske jedinice da sudjeluju u VEE je težak zadatak. Potrebno je uvjeriti vlasnika industrijske jedinice, objasniti ekonomski potencijal i mogućnostima, a da pri tome rad VEE nema utjecaja na njegov primarni rad
 - Postoje ograničenja u većoj primjeni VEE, a vezana su uz regulaciju i tržišnu strukturu. Potrebne su promjene regulatornog okvira kako bi VEE mogla optimalno raditi na tržištu.

Web2Energy

- Konzorcij od 10 partnera (DE, AT, CH, NL, PL)
- Budget: 2,9 MEUR financiran iz EU FP7
- Trajanje projekta: 2009-2012

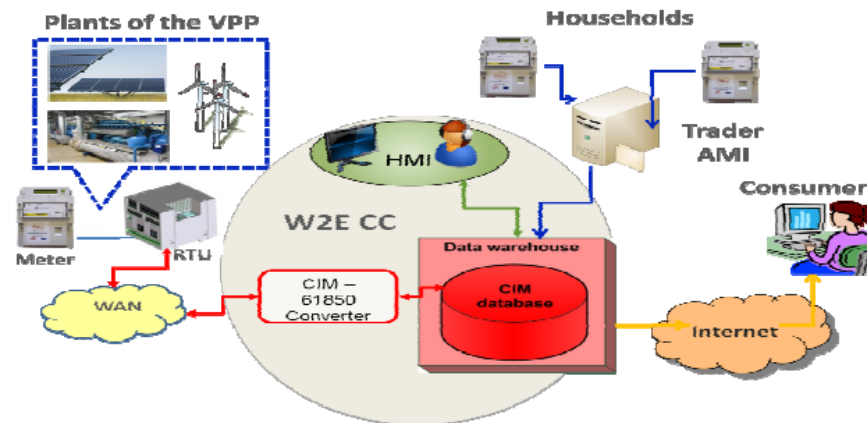
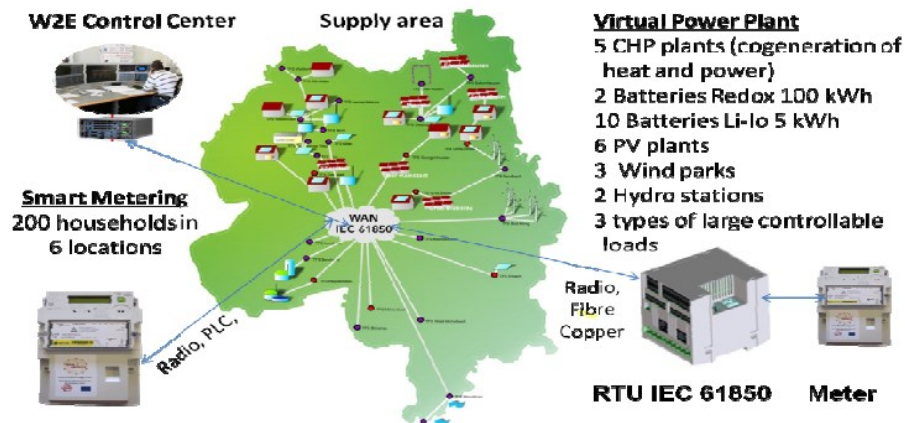


Ciljevi projekta:

1. Smart Metering – potrošač sudjeluje na tržištu energije
2. Smart Energy Management – objedinjavanje malih proizvodnih jedinica
3. Smart Distribution Automation – veća pouzdanost distribucijske mreže

Web2Energy VPP

- Područje 20 kV distribucijske mreže Rhein – Main – Neckar
- Prvi puta da se globalni standardi IEC 61850 i IEC 61968/70 koriste za upravljanje distribucijskim sustavom
- Upravljanje virtualnom elektranom sa kontrolom jedinica za pohranu energije (baterije)
- Napredno upravljanje potrošnjom (DSM, DSR) kroz VEE
- 200 kućanstava (potrošača) su opremljeni sa naprednim brojlilima za DSR
- Razvoj i primjena inovativnih komunikacijskih rješenja kako bi VEE bila u mogućnosti upravljati potrošnjom (DSM, DSR)



EcoGrid

- Europski razvojni projekt financiran sredstvima Europske Komisije u sklopu FP7
- Trajanje projekta: 2011. – 2015.
- 15 partnera iz cijele Europe (industrija, znanost, elektroprivrede)
- Ukupno budget: 21 M€

Ciljevi projekta:

- Demonstracija tržišta (u stvarnom vremenu) za distribuirane izvore energije
- ICT sustavi i inovativna tržišna rješenja koja će omogućiti i malim potrošačima da nude usluge na tržištu
- Demonstracija stvarnog EES sa više od 50% OIE
- Upravljanje OIE i upravljanje potrošnjom

EcoGrid^{EU}
www.eu-ecogrid.net

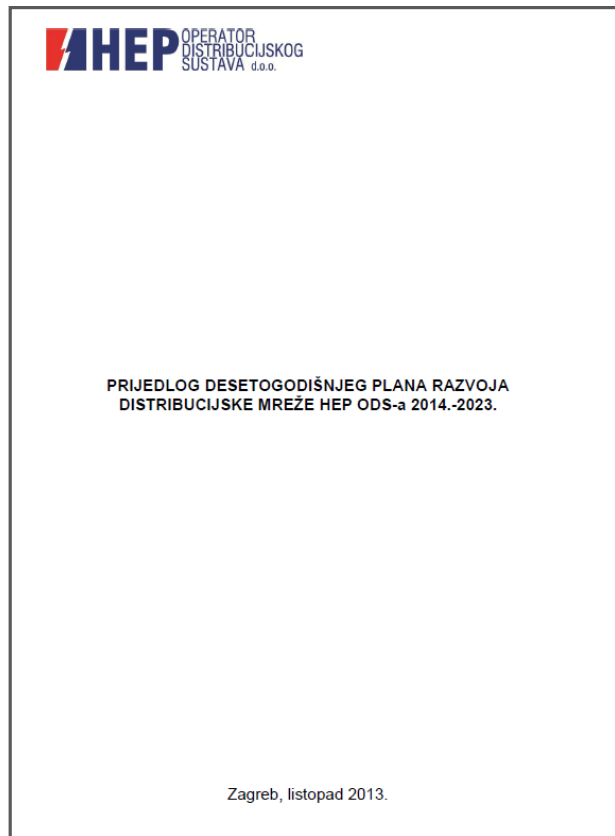


EcoGrid EU Partners



Stanje u Hrvatskoj

Stanje u Hrvatskoj



U narednom razdoblju planirana je provedba sljedećih aktivnosti:

- Nastavak ulaganja u SDV i informatičko-komunikacijske sustave u cilju 100% uključenosti svih TS x/10(20) kV u SCADA sustav,
- Intenziviranje ulaganja u automatizaciju SN mreže – kvantitativni i kvalitativni pomak,
- Nastavak ulaganja u AMR sustav i pilot projekte (PLC i GPRS tehnologije i dr.),
- Pokretanje pilot projekta na „Demand response” području korištenjem izgrađene napredne mjerne infrastrukture,
- Aktivnosti u cilju aktivnije uloge u integriranju distribuirane proizvodnje u DEES,
- Sudjelovanje u izradi Hrvatske Smart grid Platforme.



Slika 6.9 Faze implementacije koncepta Napredne mreže (Smart Grida)

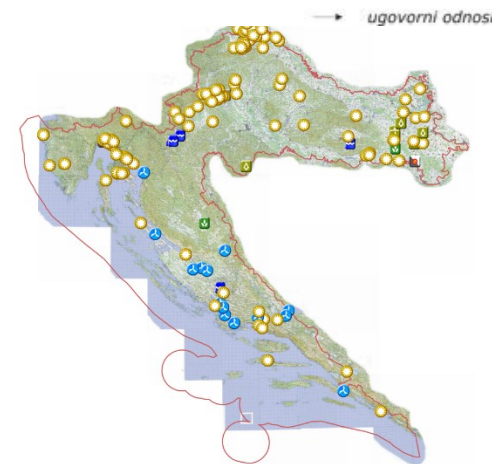
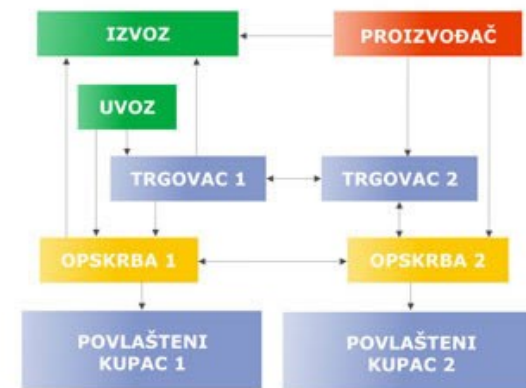
Stanje u Hrvatskoj

- Tržište električne energije i postojeća infrastruktura nisu dovoljno razvijeni za primjenu VEE
- Postoji interes za ulaganje u DI i OIE
- Implementacijski plan za napredne mreže
- Poticati pilot projekte i istraživanje
- Osnivanje nacionalne platforme za napredne mreže

SUSTAV JAVNE USLUGE
OPSKRBE TARIFNIH KUPACA



TRŽIŠTE
ELEKTRIČNE ENERGIJE



Hrvatska Udruga za Napredne Energetske Mreže – HUNEM Smart Grids Croatia

- Ekspertni tim na nacionalnoj razini (elektroprivrede, sveučilište, industrija, zakonodavstvo)
- Predlagati razvojnu strategiju i standarde za implementaciju naprednih mreža
- Zajednička vizija i strategija
- Poticati ulaganja u razvojno-istraživačke projekte u području naprednih mreža
- Koordinacija aktivnosti s uključivanjem u međunarodne projekte
- Organiziranje stručnih skupova

HEP OPERATOR
DISTRIBUCIJSKOG
SUSTAVA d.o.o.



KONČAR



SIEMENS



ERICSSON



Zaključak

- Decentralizacija proizvodnje i sve veća integracija distribuirane proizvodnje (posebno OIE)
- Pasivne distribucijske mreže neće moći udovoljiti novim zahtjevima, a istovremeno zadržati pouzdanost opskrbe i kvalitetu električne energije
- Rješenje se nalazi u primjeni naprednih mreža, koje će dinamički balansirati potrošnju i proizvodnju
- Upravljanje distribucijskom mrežom prijeći će iz pasivnog u aktivno upravljanje
- Trenutni DI nisu vidljivi operatoru i nisu prisutni na tržištu električne energije (liberalizacijom tržišta neće biti konkurentni zbog svojih ograničenja)
- Okupljanjem više DI u VEE omogućit će DI-ima sudjelovanje na tržištu
- Planski napraviti prijelaz prema aktivnoj mreži i korištenju VEE

Zaključak

- VEE prednosti:
 - Upravljanje decentraliziranom proizvodnjom
 - Smanjenje gubitaka
 - Odgađanje investicija u izgradnju mreže
 - Aktivna mreža
 - Veća integracije DI u mrežu
 - Sudjelovanje DI na tržištu (nove usluge)
 - Pozitivan utjecaj na okoliš
- VEE problemi i novi izazovi:
 - Visoki troškovi ulaganja u DP (trenutno isplativo samo uz poticaje)
 - Tehničke prepreke (postojeća infrastruktura, stohastička narav izvora, pouzdanost i brzina komunikacijskog sustava)
 - Nedostatak i neusklađenost standarda (regulatorni okvir)
 - Istraživanje i pilot projekti



**Hvala na
pozornosti!**

Josip Tošić, dipl.ing.

tosic.josip@siemens.com