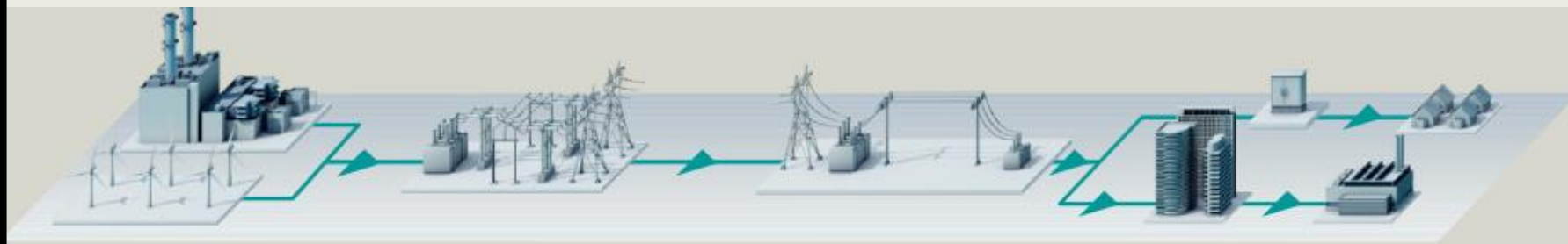


A person in a grey suit is holding a tablet computer. The tablet screen displays a futuristic, glowing blue and white digital grid overlaying a cityscape. The grid consists of interconnected lines and nodes, with several wind turbines and power lines visible. The background shows a real-world cityscape with buildings and a body of water under a blue sky with light clouds.

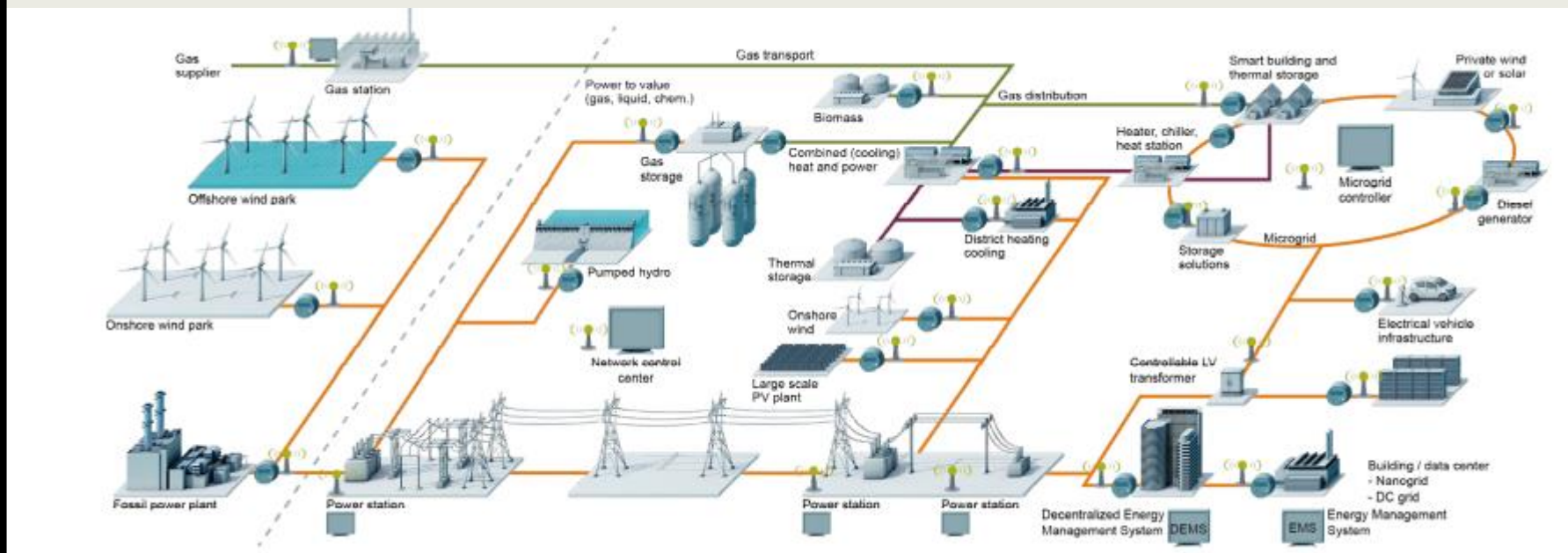
**“Riešenia dispečerských systémov
v prostredí budovania inteligentných sietí”**

Nastupuje výrazná zmena štruktúry energetických sietí, spojená s nutnosťou sofistikovaného riadenia

Tradičná štruktúra energetických sietí v minulosti, ktorá v súčasnosti už končí:



Nová štruktúra nastupujúcich energetických sietí:



Požiadavky na riadiace systémy energetických sietí podľa ich hierarchie:



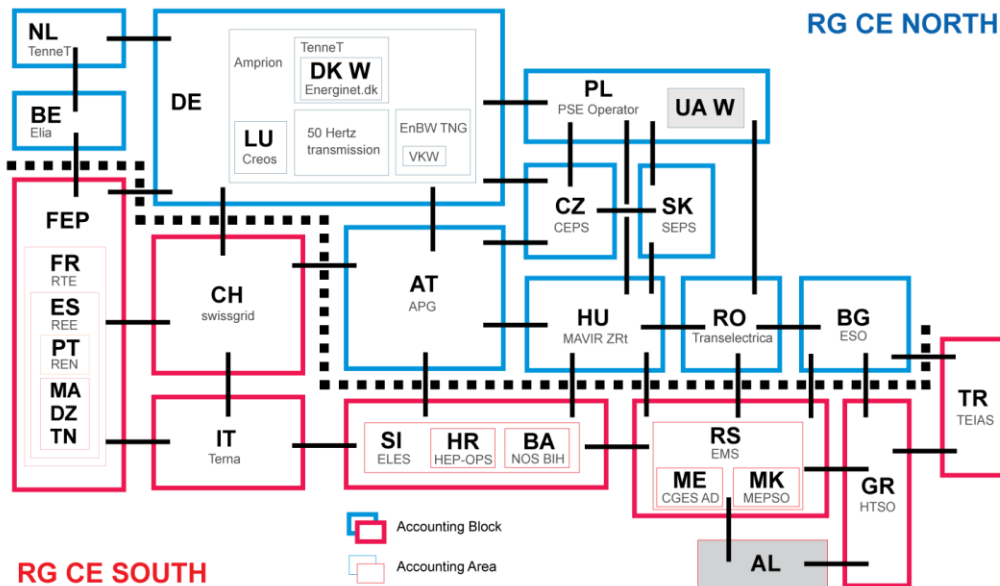
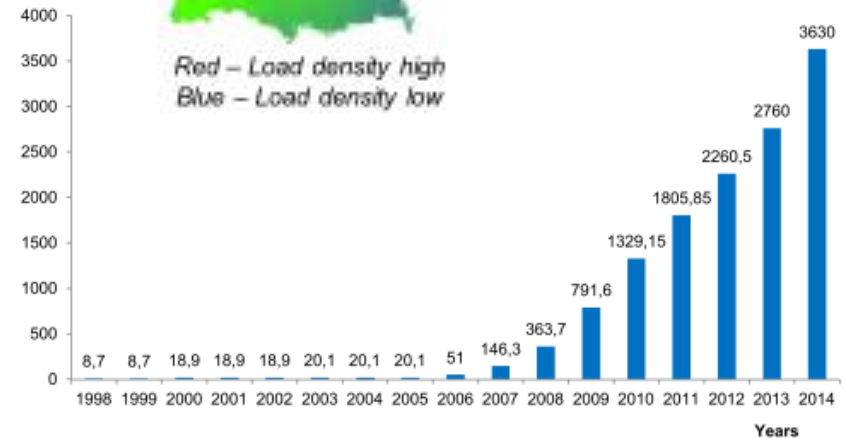
- **TSO Grid systémy**
- DSO Grid systémy
- Microgrid systémy

Koordinácia riadenia prenosových sietí TSO združených v ENTSO-e:

Hlavné problémy prenosových sietí EU:

- Geografická vzdialenosť výroby od spotreby
- Narastajúci podiel výroby z obnoviteľných zdrojov
- Blokovanie výstavby prenosových kapacít
- Prepojenosť jednotlivých prenos.sústav a prehĺbovanie obchodnej a technickej spolupráce
- atď.

Reálna hrozba Blackout-ov

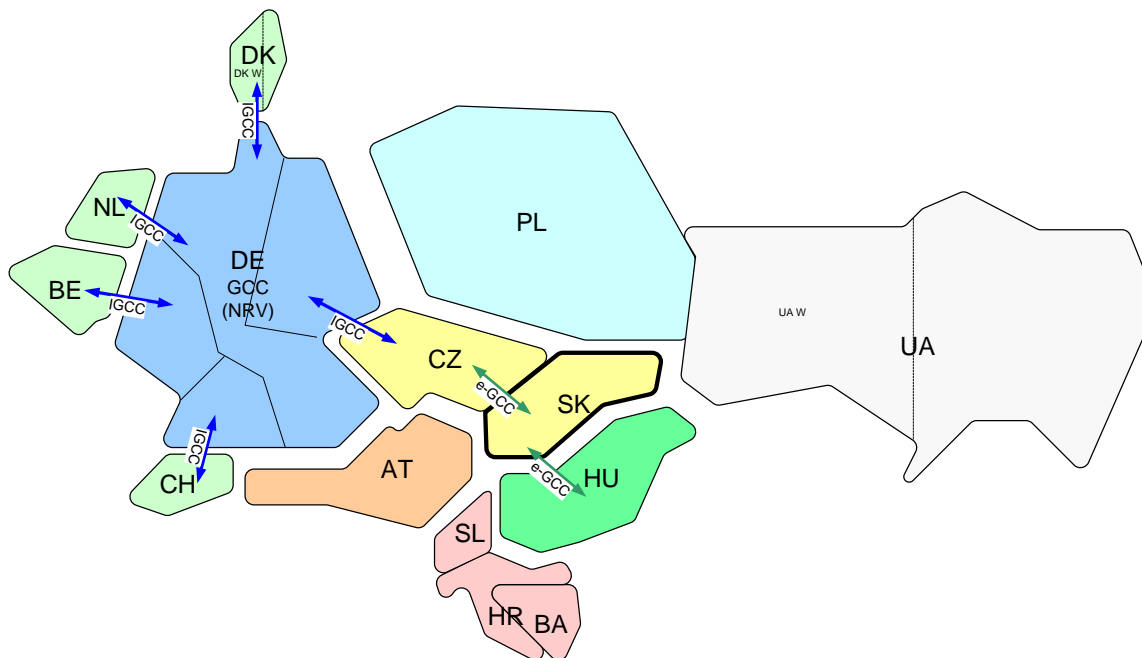


Koordinácia riadenia prenosových sietí TSO zdrožených v ENTSO-e: **Výmena SRV - GCC**

iGCC/e-GCC

Koordinácia výmien regulačného výkonu Sekundárnej regulácie f a P v rámci Grid Control Coordination

- iGCC: Spolupráca TSO spoločností Nemecka, ČR, Dánska, Švajčiarska, Belgie a Holandska
- e-GCC: Spolupráca TSO spoločností Českej republiky, Slovenska a Maďarska



Sofistikované riešenia AGC:

- Multiarea Load Frequency Control s nutnosťou spracovania externej odchýľky
- Náročné modelovanie združených výrobných zdrojov - Virtuálne bloky, ...
- Operatívna úprava SW AGC na základe výsledkov aukcií na PpS
- Prepojenie na Obchodný systém
- Operatívny redispečing
- Sledovanie rezerv, prognózy spotreby
- atď.

Koordinácia riadenia prenosových sietí TSO združených v ENTSO-e: **TSC – TSO security cooperation**

Spolupráca združených TSO pri:

- Koordinácii predpovedí preťaženia
- Koordinácii nápravných opatrení
- Využívaní spoločného toolu pre výmenu dát a realizácii bezpečnostných opatrení
- Operatívne video-konferencie na dennej báze

Spoloč. modelovanie a koordinácia riadenia celej siete ENTSO-e:

- Zadávanie vlastných vstupov + oblasti pozorovateľnosti (napr. DSO).
- Plány výroby, výpadkov(outages), predpovede spotreby a výroby z OZE
- Koordinácia opravných zásahov
- Posielanie Snapshotov, IDCF/DACF v definovaných formátoch vrátane CGMES

Požiadavky na nové SW aplikácie:

- TNA – Transmission Network Analyses.
- Príprava prevádzky s výmenou plánov pre IDCF/DACF
- Nástroje na jednotné modelovanie dát vrátane topológie
- Nové formáty výmeny dát na báze CIM (GCMES)
- Monitorovanie partnerských sietí, vrátane DSO
- atď.

Požiadavky na riadiace systémy energetických sietí podľa ich hierarchie:



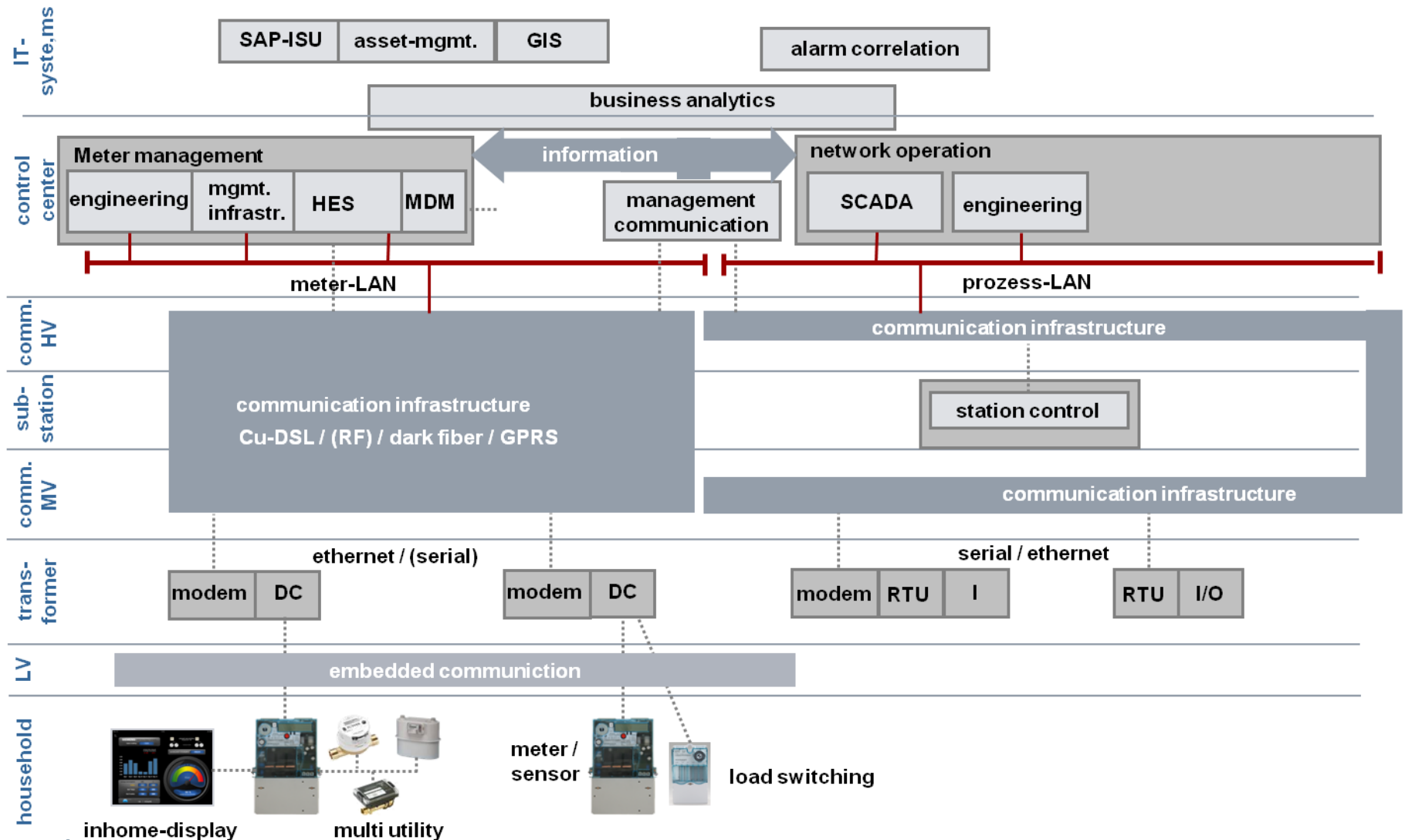
- TSO Grid systémy
- **DSO Grid systémy**
- Microgrid systémy

DSO – Nové úlohy v súvislosti so zmenami v distribučných sieťach: **Smart Grid výzvy**



- Rozsah monitorovaných a riadených sietí sa výrazne zväčšuje – NN sieť
- Distribuovaná výroba elektrickej energie spôsobuje výskyt reverzných tokov výkonu v častiach siete
- Nový druh zákazníkov – „Prosumer“ + „Microgrid“
- Spoľahlivosť dodávok je stále viac dôležitá a sledovaná - nutnosť Outage Management Systémov
- Poskytovanie informácií zákazníkovi - úzke pripojenie na partnerské IT systémy ako Call Centrum, SAP, WEB portál, ...
- Potreba sledovania a optimalizácie kvalitatívnych parametrov siete
- Znižovanie investičných a prevádzkových nákladov

DSO – Pôvodné očakávanie: Smart metering doplní dáta pre SCADA systémy

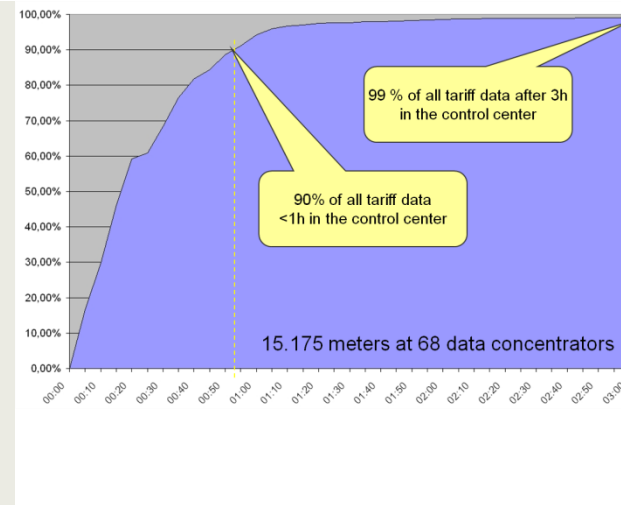


DSO – Skúsenosti z pilotných projektov:

Súčasná technológia smart metering nedokáže SCADA systémom včas poskytnúť požadované merania

Reálne možnosti poskytovania meraných dát z meteringových centráľ do SCADA:

- Nedokážu včas zozbierať všetky merania, zber trvá dlhý čas (1 - 3 hod.), čo nepostačuje pre SCADA riadenie v reál.čase
- Dokážu ale poskytovať:
 - Off-line údaje o meraniach (vhodné napr. pre plánovanie)
 - Profily odberných miest
 - On-line diagnostické údaje o stave siete a stave elektromerov
 - On-line merania pre obmedzený počet vybraných mer.miest



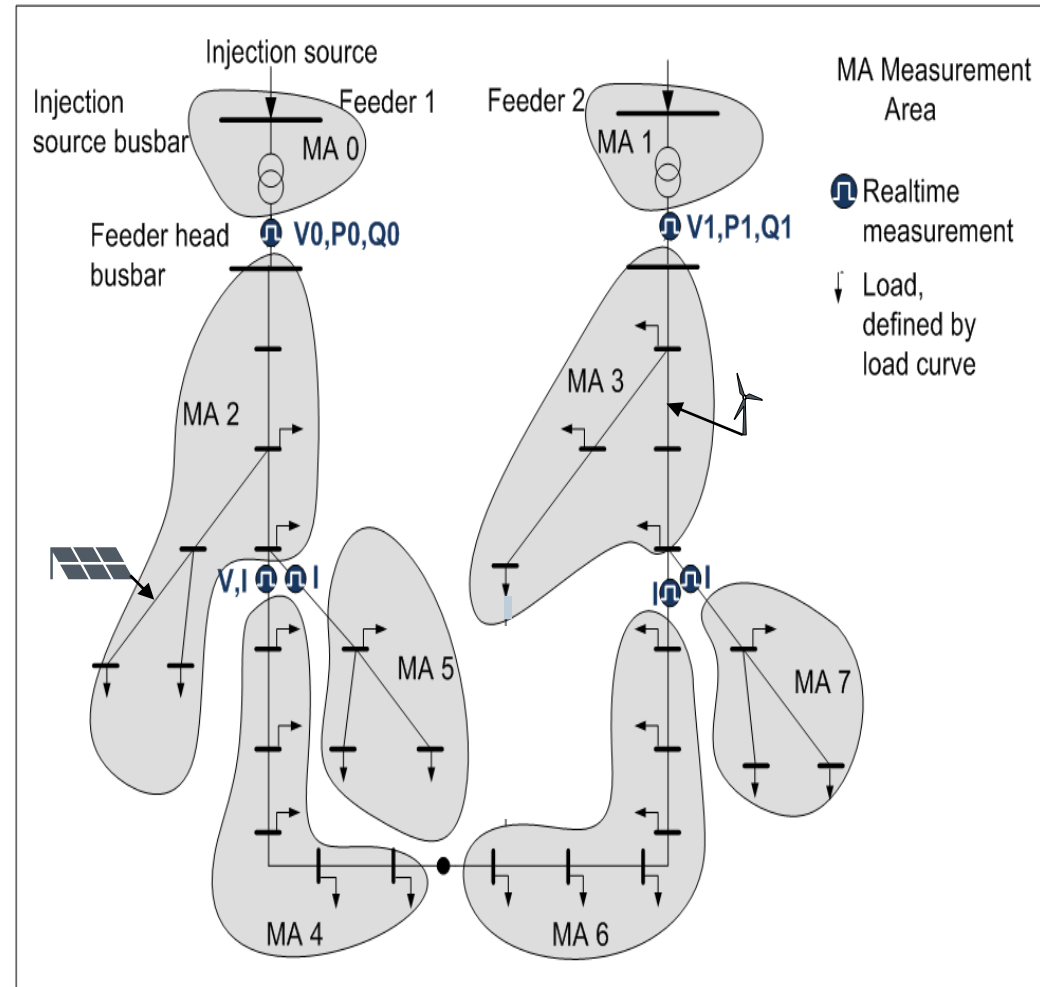
Možnosti využitia meraných dát z metering. centráľ pri riadení sietí:

- Využitie On-Line meraných dát a odberových profilov pre estimáciu chýbajúcich dát
- Off-Line údaje o meraniach sú využiteľné pri analýzach a príprave prevádzky
- On-Line diagnostické údaje z meteringových centráľ umožňujú vysielat' „Ping“ na elektromery v sieti a prenášať čas posledného merania „posledného výdychu“ a čas prvého obnoveného merania
 - zobrazenie stavu bodu siete „no power“
 - overenie funkčnosti elektromera po jeho zapojení
 - Využitie čas. informácie o „poslednom výdychu“ elektromera pri vyhodnocovaní následnosti výpadkov (OMS)
 - Využitie času prvého merania „first breath“ elektromera pre dokumentáciu obnovy napájania

DSO – Nové aplikácie:

Distribution System State Estimator - DSSE

- **Vstupy:**
 - P, Q, I, U merania z ES, RTU a obmedzený rozsah prídavných meraní pozdĺž vývodu
 - Záťažový model
- **Algoritmus:**
 - Estimačná úloha je matematicky definovaná ako minimalizačná funkcia: Počíta estimáciu pre „meranú oblasť“ na základe:
 - P a Q merania
 - Pseudo P a Q merania skupinovej záťaže
 - Merania amplitúdy prúdu a napätia
- **Výstup:**
 - Hodnoty prúdu, napätia a výkonu pre všetky jednotlivé elementy v sieti
 - Vyhodnotenie možného prekročenia napäťových a teplotných medzí
 - Činné a jalové straty výkonu



DSO – Nové aplikácie: Distribution System State Estimator - DSSE

DSSE priebežne počíta parametre siete

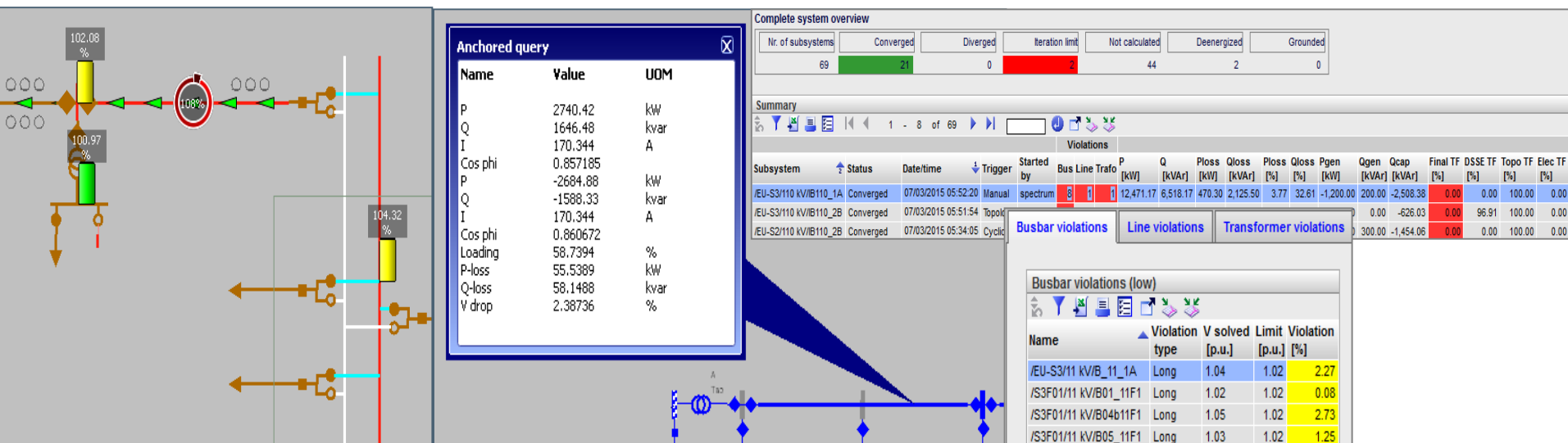
- DSSE beží cyklicky / spúšťaný od zmeny topológie
- DSSE počíta napätia, činný a jalový výkon, atď na základe dostupných meraní a plánov zátáže

DSSE kontroluje nebezpečné ohrozenia

- DSSE kontroluje preťaženie a limity napätia
- Detekované ohrozenia reportuje ako alarmy
- Zobrazuje smer toku a ohrozené zariadenie v jednopólových schémach

Užívateľ analyzuje ohrozenia

- Užívateľ môže vidieť ohrozenia a je navigovaný na jednopólovej schéme k ohrozenému zariadeniu
- Užívateľ môže požiadať o detailné výsledky DSSE cez tzv. query z jednopólovej schémy



DSO – Nové aplikácie:

Short Term Load Scheduler - STLS

STLS spravuje **plány zaťaženia**, z ktorých poskytuje údaje o záťaži pre **výpočet toku výkonu**

Vstupné údaje:

- Inicializačné nominálne záťaže a typizované statické krivky záťaže
- Záťaž môže byť definovaná ako konštantný výkon alebo prúd alebo ako impedancia
- Konformné záťaže (krivka záťaže sleduje vzory v očakávanom / plánovanom čase) a nekonformné záťaže
- Jalová záťaž na báze $\cos \varphi$
- Výsledky z DSSE / estimácie)

Spracovanie:

- STLS rekurzívne počíta krátkodobé plánované záťaže adaptovaním hodnôt z minulosti novými estimovanými hodnotami záťaže. Stupeň adaptácie môže byť ovplyvnený vyhladzovacím faktorom.
Inicializačná plánovaná záťaž je buď škálovaná krivka záťaže alebo nominálna záťaž.

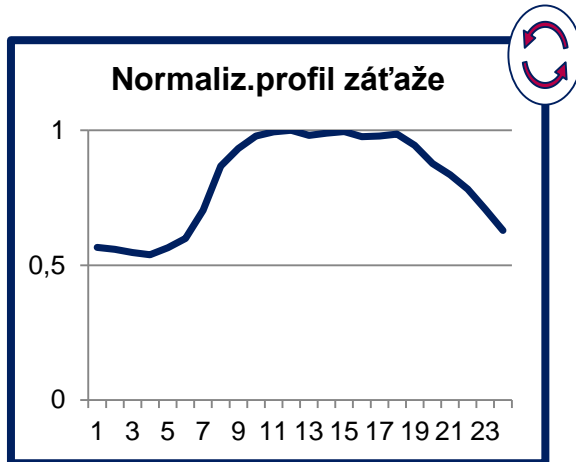
Výsledky:

- Plánované záťaže na týždeň v 15 minútovom intervale

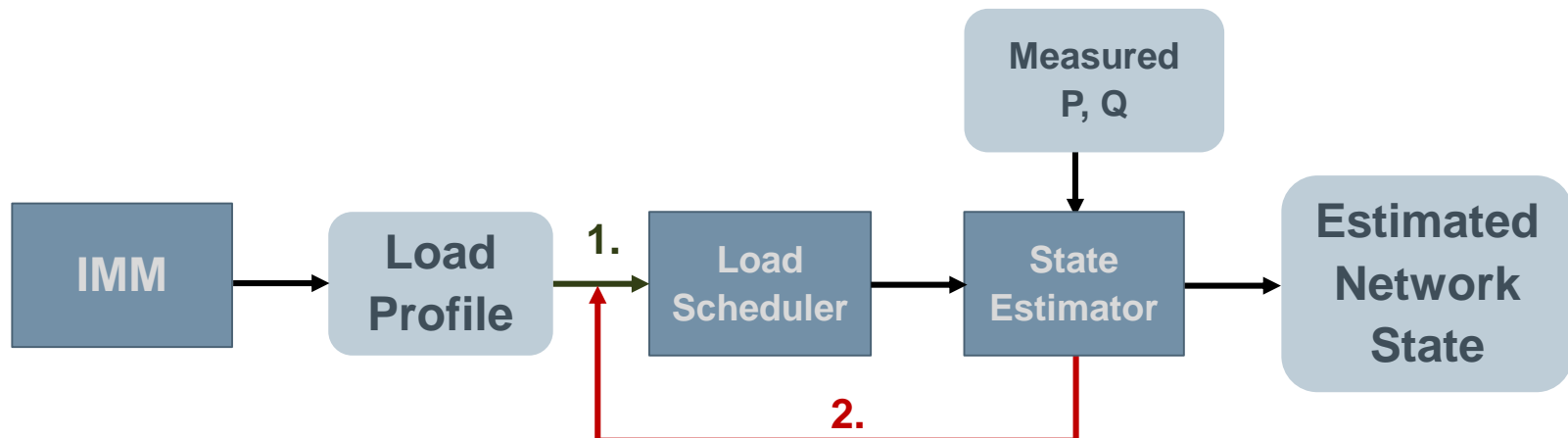
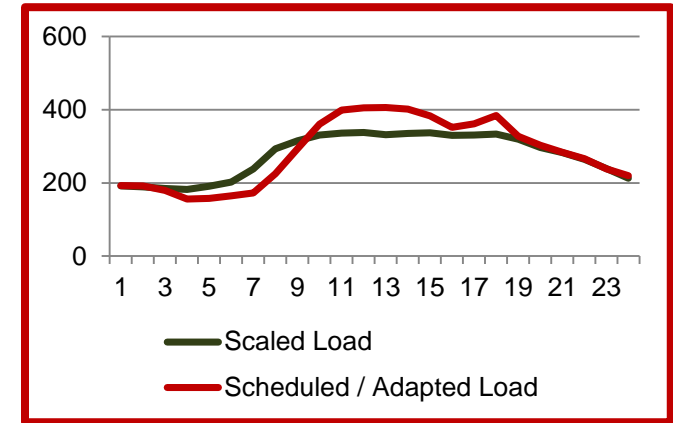


DSO – Nové aplikácie:

Plánovanie zát'aže na základe zát'ažových profilov



1. Škálovanie zát'aže na základe normaliz. profilu zát'aže a nominál. zát'aže
2. Adaptácia zát'aže podľa mer. a estim. hodnôt



Požiadavky na riadiace systémy energetických sietí podľa ich hierarchie:



- TSO Grid systémy
- DSO Grid systémy
- **Microgrid systémy**

MicroGrid – Nové typ energetického subjektu: Energeticky „samostatné“ subjekty

Typické Microgridy

Samostatné obytné štvrte



Priemysel s kritickými procesmi



Vzdialené lokality a ostrovy



Kritická infraštruktúra / Vojenské inštitúcie



Technické výzvy

**Efektívne využitie energie:
EI.energia a teplo**



**Spoľahlivosť /
Bezpečnosť**



Integrácia obnoviteľných zdrojov



Požiadavky zákazníka

Ekonomické kritériá:

Náklady na kWh, energetická bezpečnosť...

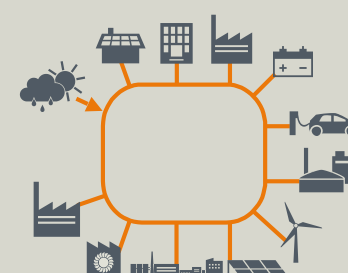
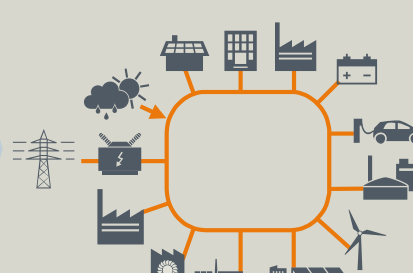
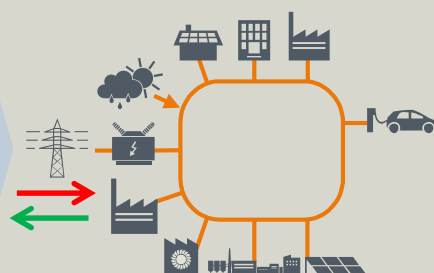
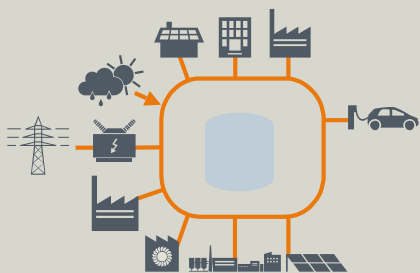
► Pozitívny Business Case

Politické kritériá

Dane za palivo/CO₂, environmentálne ciele, pravidlá regulátora pre obnoviteľné zdroje

► Dlhodobé investície, trvalá udržateľnosť

MicroGrid – Vlastnosti a požiadavky:



Štruktúra subjektu

- Skupina rôznych zdrojov a odberateľov s rôznymi odberovými profilmi
- Časová rôznorodosť výroby a odberu
- Rôzne špecifické požiadavky

Samostatné obchodné subjekty

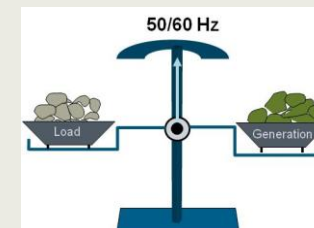
- Optimalizácia vlastnej výroby a nákupu
- Vlastné zmluvy

Optimalizácia energetického Mixu

- Zlepšovanie a optimalizácia vlastného mixu výroby a nákupu
- Zabezpečenie udržateľnosti

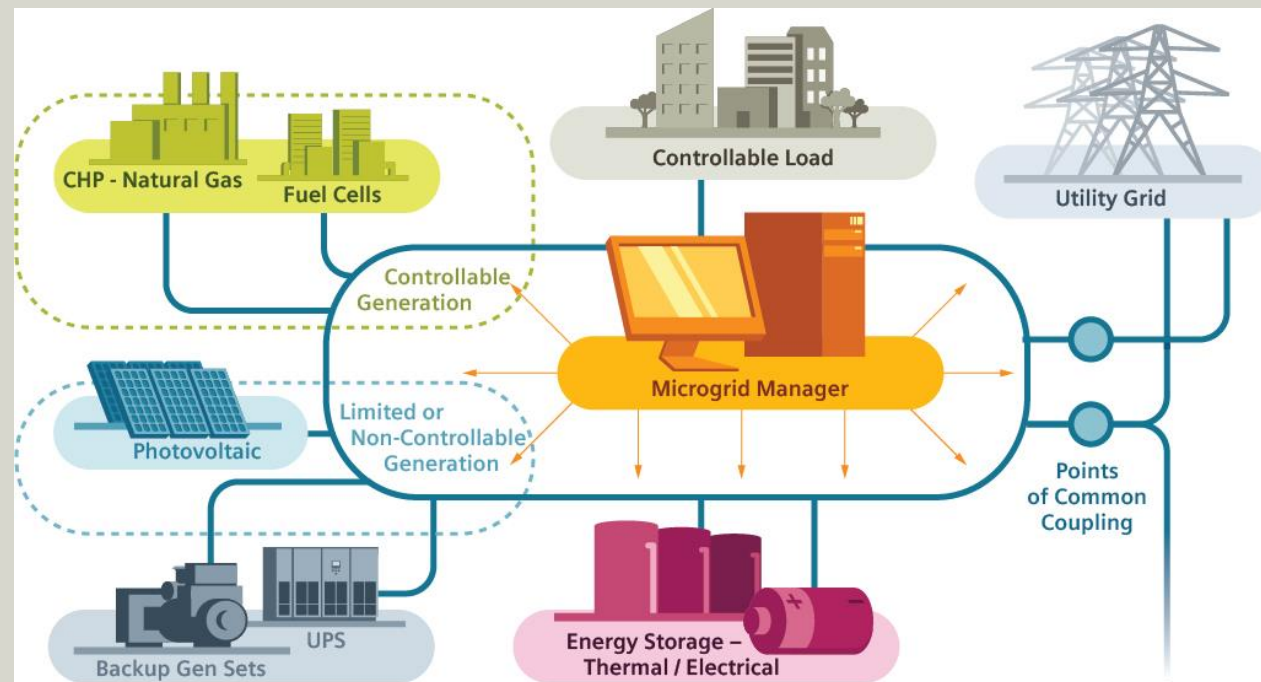
Nezávislosť siete

- Zabezpečenie bezpečnosti a pružnosti vlastnej siete
- Udržateľnosť chodu



MicroGrid – Požadované funkčnosti:

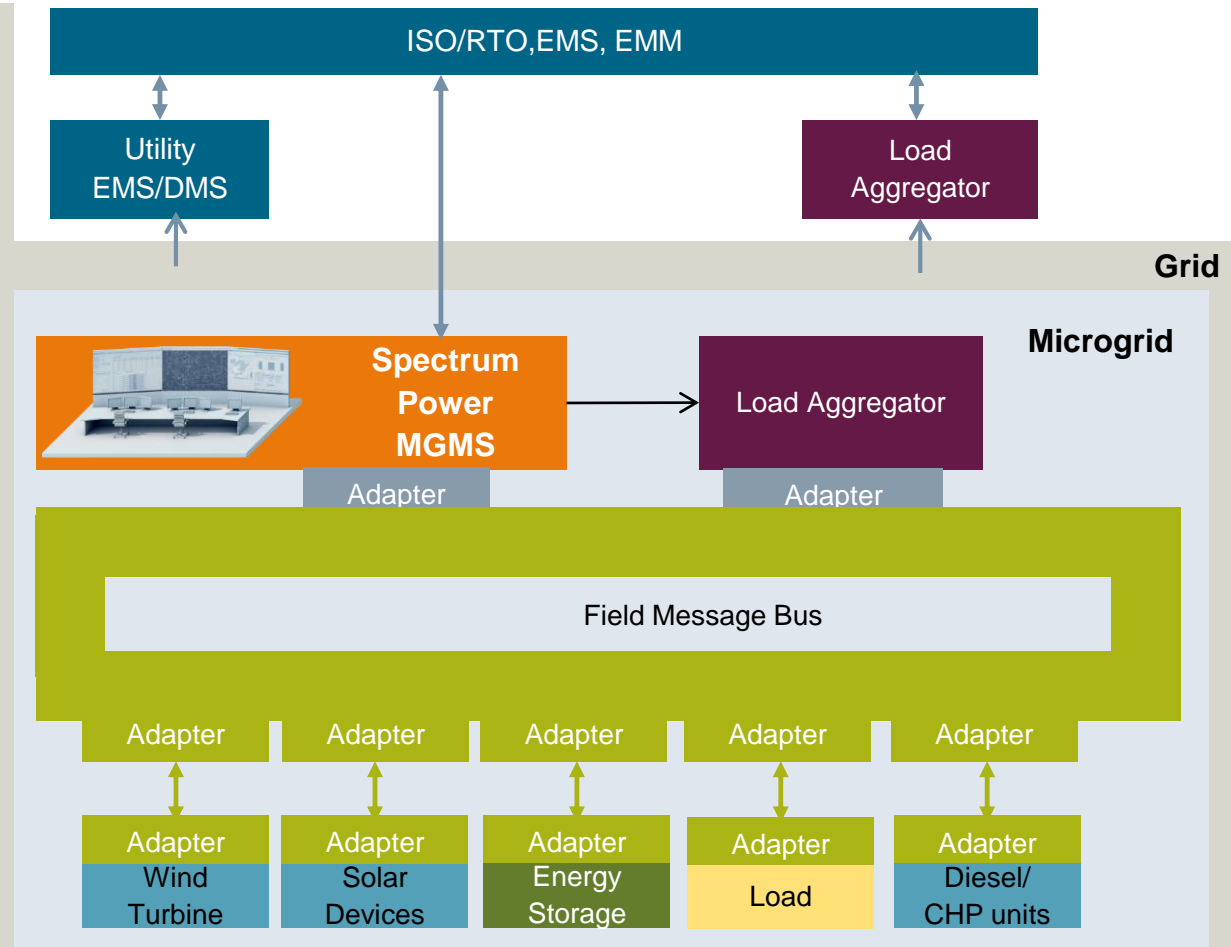
- **Bezpečné manipulácie v sieti** pri rôznych scenároch
- **Zahrnutie všetkých sieťových elementov**, distribuovaná výroba, zásobníkové systémy a záťaže
- **Modulárnosť**, umožnenie flexibilnej štruktúry
- **Predpovede a plánovanie výroby a záťaže**
- **Load Frequency Control**
- **Real-time optimalizácia**



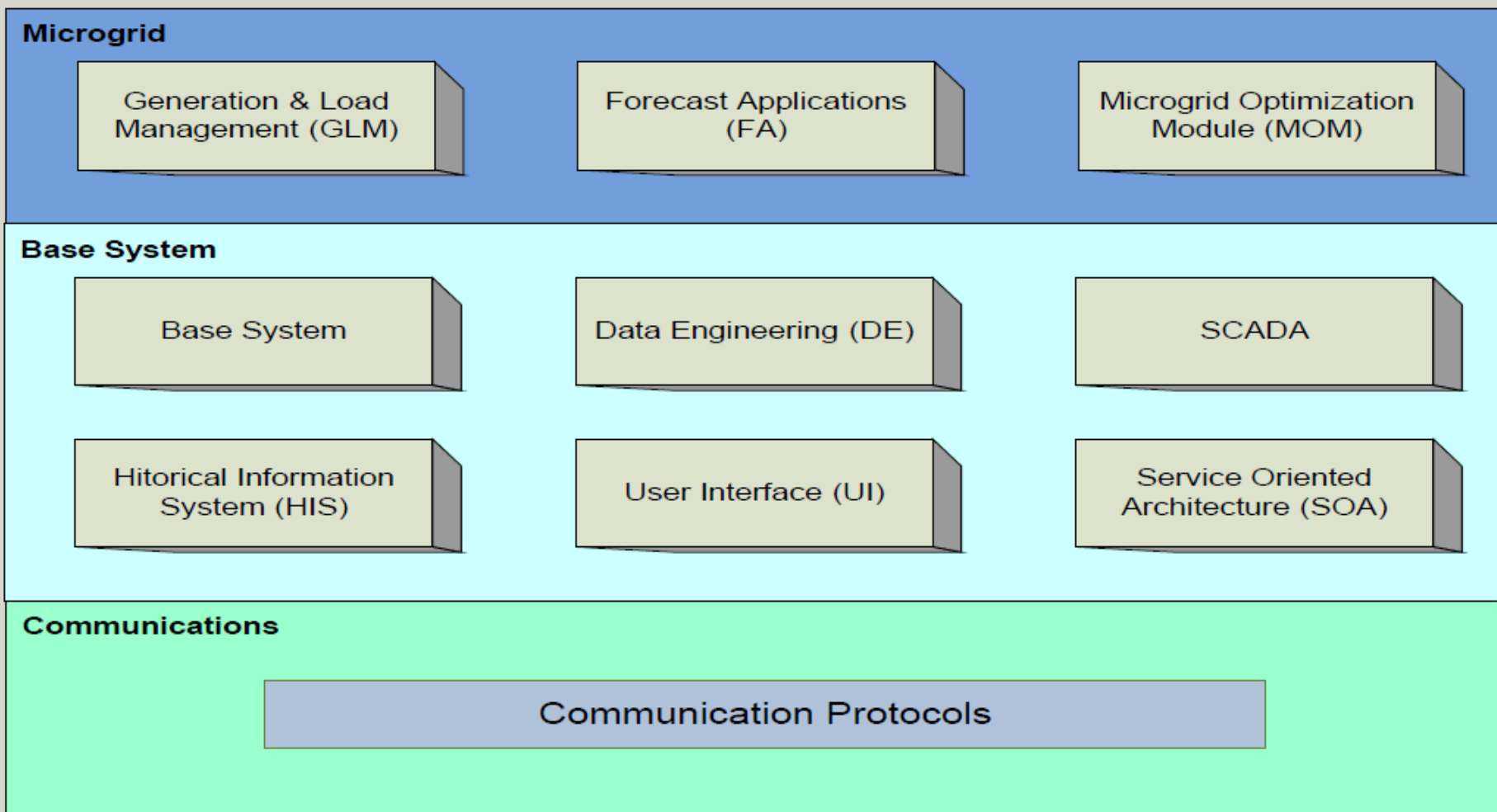
MicroGrid – Typická štruktúra riadiacich systémov:

Sytém pre riadenie Microgrid sietí – ďalšie nutné funkčnosti:

- Kontrola a optimalizácia solárnej a veternej výroby a jej skladovania
- Riadenie záťaže & regulácia napätia
- Demand side management
- Riadenie v ostrovej prevádzke a následná resynchronizácia na vonkajšiu sieť



MicroGrid – Požadované SW aplikácie:



MicroGrid – Požadované funkčnosti na riadenie výroby:

Výroba a Management zát'áže (GLM)

- Podpora obnoviteľných zdrojov (solar, wind) ako aj neobnoviteľných zdrojov (micro turbíny, palivové bunky, dieslové generátory) a zásobníkov
- Riadenie činného ako aj jalového výkonu
- Automatické riadenie napätia a frekvencie v „ostrovnom“ móde
- Regulácia a riadenie importu/exportu s nadradenou sieťou v bode pripojenia

Monitorovanie rezerv (RM)

- Periodický výpočet činných a jalových rezerv
- Alarmovanie pri nedostatku
- Automatické štartovanie optimalizačného modulu pri nedostatočných rezervách

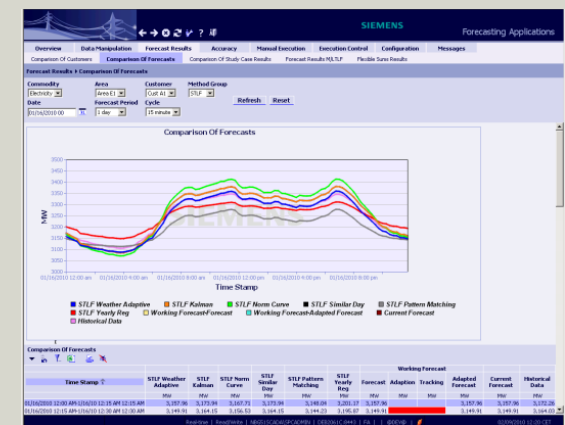
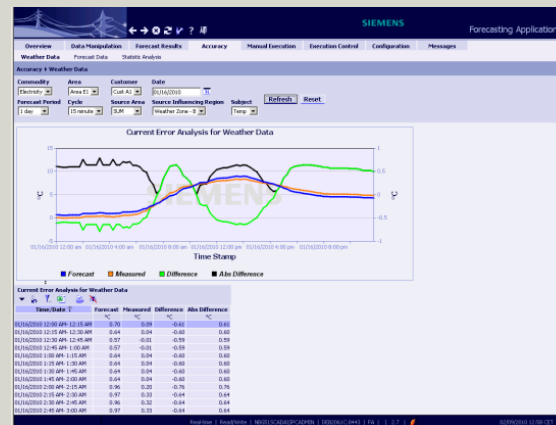
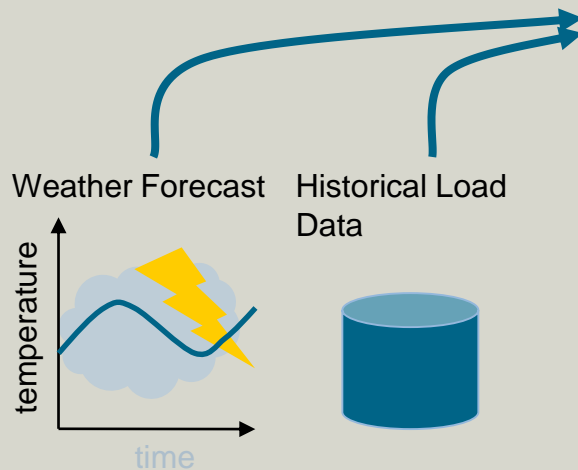


MicroGrid – Požiadavky na funkcie predikcie:



Short Term Load Forecast / Short Term generation Forecast

- Základ pre krátkodobé plánovanie
- Predikcia požadovanej spotreby
- Algoritmy na základe štatistických analýz a predpovedí počasia
- Požadovaní vysoká presnosť prognóz/predikcií - okolo 97%



MicroGrid – Požadované funkčnosti optimalizácie:

Funkcie

- Plánovanie výroby v 15 min. intervale pre nasledujúcich 7 dní
- Optimalizácia pre dosiahnutie ekonomických kritérií (minimalizácia nákladov) alebo enviromentálnych obmedzení (Green mód)
- Príprava nákladov a kapacít na základe ponuky energie na trhu a pre podporné služby

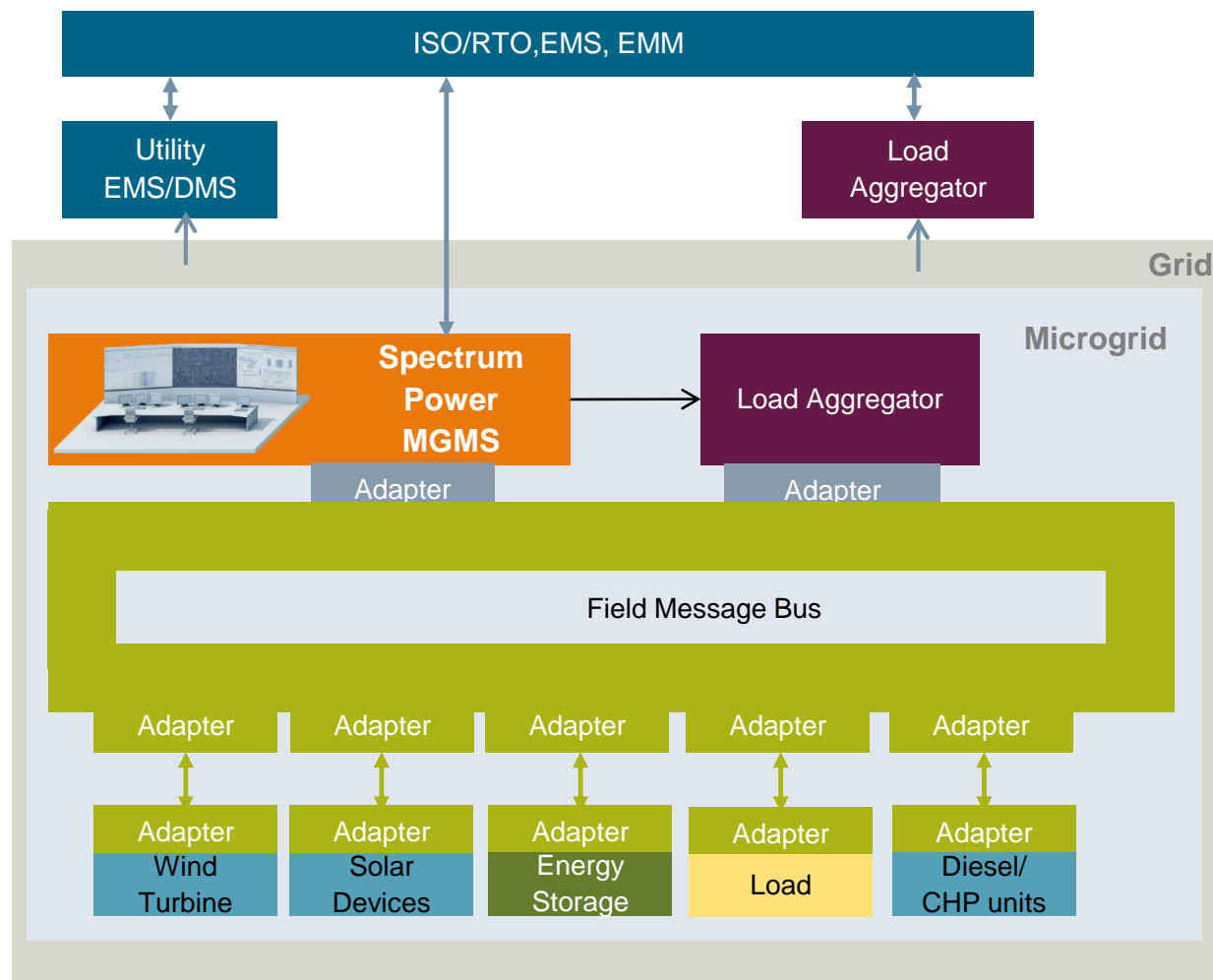
Vlastnosti

- Vysoko flexibilný nástroj
- Používaný štandard Mixed Integer Programming libraries (IBM ILOG CPLEX, Gurobi)
- Musí umožňovať definovať najlepší mix z lokálnej výroby a výmeny
- Podpora Green módu a Ekonomického módu pri optimalizácii
- Potreba zahrnúť možnosti časových taríf pri dodávkach

MicroGrid – Požadované vlastnosti pre integráciu rôznych riadiacich subsystémov:

Potrebná podpora SOA technológií:

- **Štandardy na báze SOA rozhraní**, Web Services pre výmenu dát
- **Nástroj pre riadenie SOA Artifacts**, napr. nástroj pre tvorbu SOA Artifacts z IEC CIM UML modelu
- **Konfigurovateľný SOA Adapter**, napr. adaptér na báze Java, ktorý podporuje vstupnú a výstupnú výmenu dát
- **Model na báze IEC CIM s Model Driven Integration methodology**



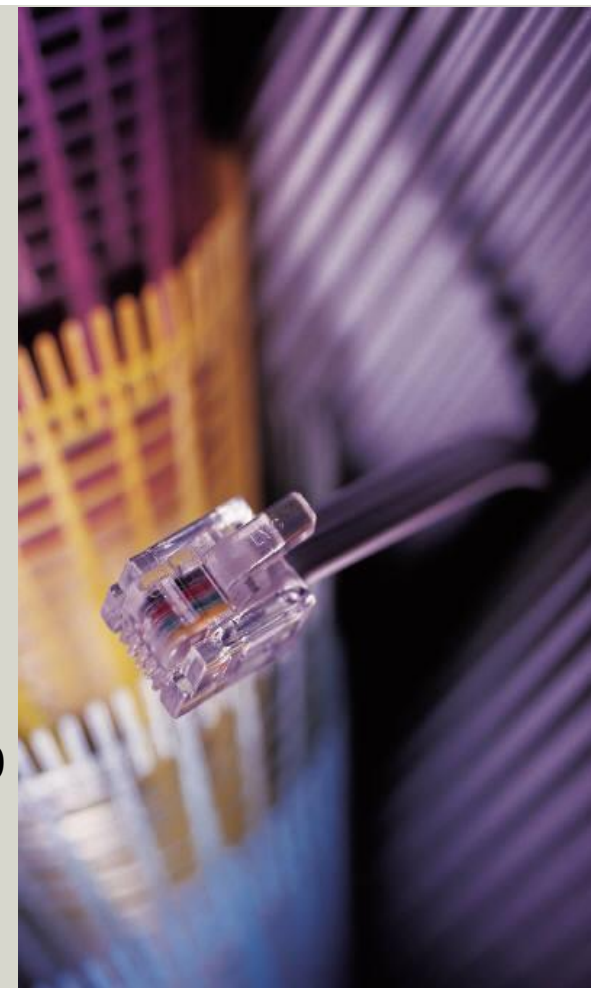
Všeobecné smerovanie riadiacich systémov energetických sietí:

Prekrývanie funkčností pre TSO, DSO a Microgrid

- Systémy pre riadenie TSO sietí vyžadujú údaje z DSO sietí
- Pre riadenie DSO sietí sú taktiež potrebné informácie z TSO sietí ako aj z Microgrid sietí
- Systémy pre Microgrid potrebujú štandardné funkčnosti TSO ako DSO systémy a navyše aj funkčnosti pre podporu obchodu s energiami

Nutnosť komplexnosti a prepájania na partnerské systémy:

- Štandardné protokoly IEC 60870-5-101,-104,IEC 61850
- Protokoly pre priemyselné riešenia ako Modbus RTU
- SOA orientované protokoly s podporou nových štandardov ako je CIM / CGMES



Ďakujem za Vašu pozornosť!