

## SMART GRID I IEC STANDARDIZACIJA

J.Aleksić\*, „Schneider-Electric Srbija“ d.o.o, Srbija

### UVOD

Dvadeseti vek je u svetu obeležen fiksnom cenom električne energije za sve potrošače. Bez dodatne motivacije potrošači su doprinikli proizvodnji oštrog vrhova opterećenja ukupnog distributivnog konzuma. Usled nemogućnosti skladištenja električne energije, proizvodni i prenosni kapaciteti su morali da budu koncipirani tako da su u mogućnosti da dopreme energiju najvećeg vrha potrošnje konzuma. Porast potrošnje koji je usledio kasnih devedesetih godina, loše održavanje i kapaciteti koji su odavno prešli prag planiranog radnog veka zajedno sa neulaganjem u izgradnju novih kapaciteta počelo je da dovodi do sve češćih ispada nerezerviranih elemenata energetskog sistema, čega nisu bile pošteđene ni razvijene zemlje zapadne Evrope i Američkog kontinenta. I pored svih uočenih problema pravi izazov razvoja energetskih sistema za dvadeset prvi vek počeo je sa ograničenjima emisije gasova koji utiču na efekat staklene bašte kao globalnim ciljem. Kjoto protokol iz 1997. godine a zatim i samit u Kopenhagenu 2009. godine potvrdili su opredeljenost ka energetskoj efikasnosti i smanjenju emisija CO<sub>2</sub>. Električna energija je identifikovana kao jedan od nosioca navedenih promena. Nove tehnologije u energetici, komunikacijama i elektronskoj industriji omogućile su nove alate za rešavanje ovog izazova. Razlozi koji su doveli do potrebe za razvojem:

- Prognoziran porast opterećenja usled pojave novih tehnologija (elektromobili, data centri...),
- Neminovan porast cene energenata a samim tim i električne energije,
- Optimizacija iskorišćenja postojećih proizvodnih i prenosnih kapaciteta,
- Deregulacija tržišta električne energije,
- Smanjenje emisije CO<sub>2</sub> i Kjoto protokol – porast proizvodnje iz obnovljivih izvora,
- Povezivanje mikro distribuirane generacije,
- Potreba za boljim kvalitetom energije i pouzdanosti električne mreže,
- Dostupnost novih komunikacionih tehnologija,
- Otpor stanovništva na nove velike proizvodne kapacitete (nuklearne),
- Starenje postojeće prenosne i distributivne mreže.

Koncept Smart Grid je integracija kompletne energetske mreže kroz dvosmernu digitalnu razmenu informacija između delova sistema i korisnika, uključujući i tehnologiju obnovljivih izvora (pojedinačne i centralizovane), potrošače i aktivne potrošače-proizvođače, a sve sa ciljem da se efikasno isporuči obnovljiva, ekonomična i pouzdana električna energija. Smart grid je danas više marketinška krilatica nego tehnička definicija sistema. Iz ovog razloga nije dovoljno razjašnjeno šta je to „Smart“, a šta nije. Smart Grid nije jedinstven koncept niti jedinstvena tehnologija, već skup različitih pojmova u različitim podsistemima EES.

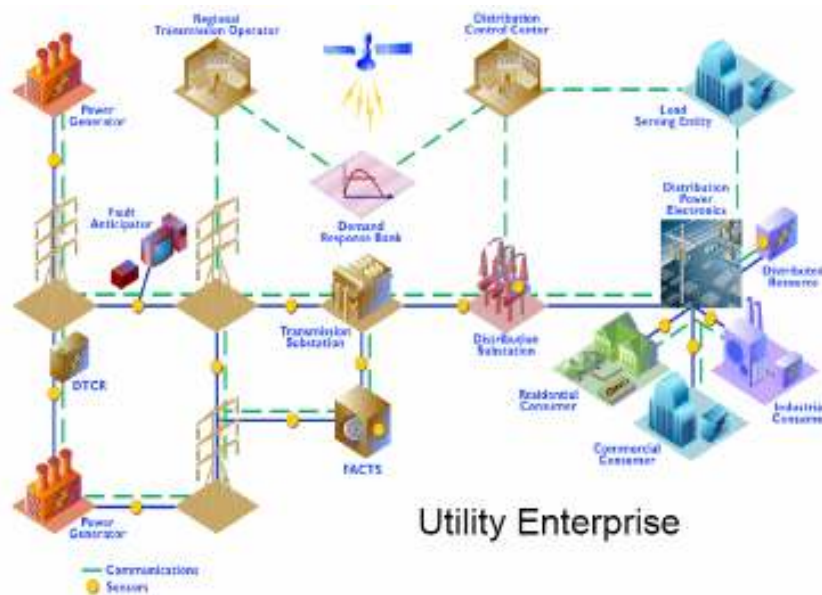
Sa procesom deregulacije i razdvajanja proizvodnje, prenosa i distribucije električne energije, trgovina električnom energijom postaje globalna što utiče na dnevne promene cene električne energije. Usled

\* [josip.aleksic@rs.schneider-electric.com](mailto:josip.aleksic@rs.schneider-electric.com)

povećane potrošnje distributivne kompanije su prisiljene da peglaju vrhove opterećenja konzuma satnim proaktivnim menjanjem tarifnih stavova. Kupci električne energije na lokalnom nivou postaju motivisani da kontrolišu svoju potrošnju kao odgovor na tržišni pristup. Iz navedenih razloga neophodno je da Smart Grid obuhvati širok spektar tehnologija i procesa kao što su:

- Servisno Orijentisana Arhitektura (SOA),
- Trgovina CO2 emisijom (zeleni sertifikati),
- Smart brojila sa kontrolom opterećenja potrošača,
- Sajber sigurnost digitalnih komunikacija,
- Integracija i upravljanje distribuiranom proizvodnjom,
- Mikro mreže (Micro Grids) i ostrvski rad,
- Aktivne električne mreže (sa interakcijom kupac-distributivno preduzeće)

Smart Grid je jedan od glavnih trendova i novih tržišta koje uključuje kompletan lanac celokupne konverzije energije od proizvodnje do potrošača. Smer energije se menja iz jednosmernog (centralizovana proizvodnja → prenos → distribucija → kupac) u dvosmerni protok energije u kome i kupac može da postane proizvođač. Da bi se ostvarilo ovakvo distribuirano upravljanje potrebno je unaprediti nivo opservabilnosti i kontrolabilnosti u već kompleksnom energetskom sistemu sa intenzivnijom razmenom informacija između pojedinih komponenti i podsistema čime Smart Grid postepeno pretvara sistem iz prvobitno statičkog u fleksibilnu, živu strukturu sa proaktivnim upravljanjem. Za razmenu tako velikog broja raznorodnih informacija neophodna je standardizacija koja će definisati takav budući energetski sistem.



Slika 1. Buduća komunikaciona umreženost energetskih sistema

### IEC STRATEGIC MANAGEMENT BOARD – SMART GRID STRATEŠKA GRUPA Br.3:

IEC standardizaciona tela su podeljena na tehničke komitete koji su zaduženi za standardizaciju određenih oblasti. Pored tehničkih komiteta IEC je oformio Stratešku grupu (SG) za Smart Grid koja je identifikovala 24 tehnička komiteta sa objavljenim internacionalnim standardima koji imaju bitnu ulogu u oblasti Smart Grid. Prepoznat je osnovni set standarda koji će poslužiti kao vezivno tkivo između interoperabilnosti, prenosa, brojila, kupaca i sigurnosti sistema za komunikaciju. Kroz plan aktivnosti opisani su delovi i aplikacije Smart Grid, određeni su novi zahtevi, mapirani postojeći standardi i definisana su neophodna unapređenja i sinhronizacija među relevantnim standardima.

Detaljnijim istraživanjem identifikovano je preko 100 standarda važnih za Smart Grid. Tehnički komiteti (TC) koji pokrivaju takve standarde su: TC3, TC8, TC13, TC21, SC22F, SC23F, TC38, TC57, TC64, TC65, TC69, TC77, TC82, TC88, TC95, TC105, i CISPR.

## IEC SMART GRID STANDARDI

Na osnovu zaključaka IEC Smart Grid starteške grupe odlučeno je da se obuhvate sledeće oblasti:

- Komunikacioni sistemi,
- Sigurnost prenosa podataka,
- HVDC/FACTS (High Voltage Direct Current / Flexible Alternating Current Transmission System)
- Prevencija ispada / (Energy management system – EMS)
- Napredno upravljanje distribucijom (Distribution Management System – DMS)
- Automatizacija distributivne mreže (Distribution Automation)
- Automatizacija transformatorskih stanica (Substation Automation)
- Distribuirana proizvodnja (Distributed Energy Resource - DER)
- Napredna merna infrastruktura (Advanced Meter Infrastructure - AMI),
- Upravljanje opterećenjem (Demand Response and Load Management)
- Pametne kuće i automatizacija u zgradama (Smart Home, Home Electronic System-HES)
- Skladištenje električne energije (Electric Storage)
- Aktivno upravljanje distributivnom mrežom (Active Distribution management),
- Transport na električni pogon (Electromobility),

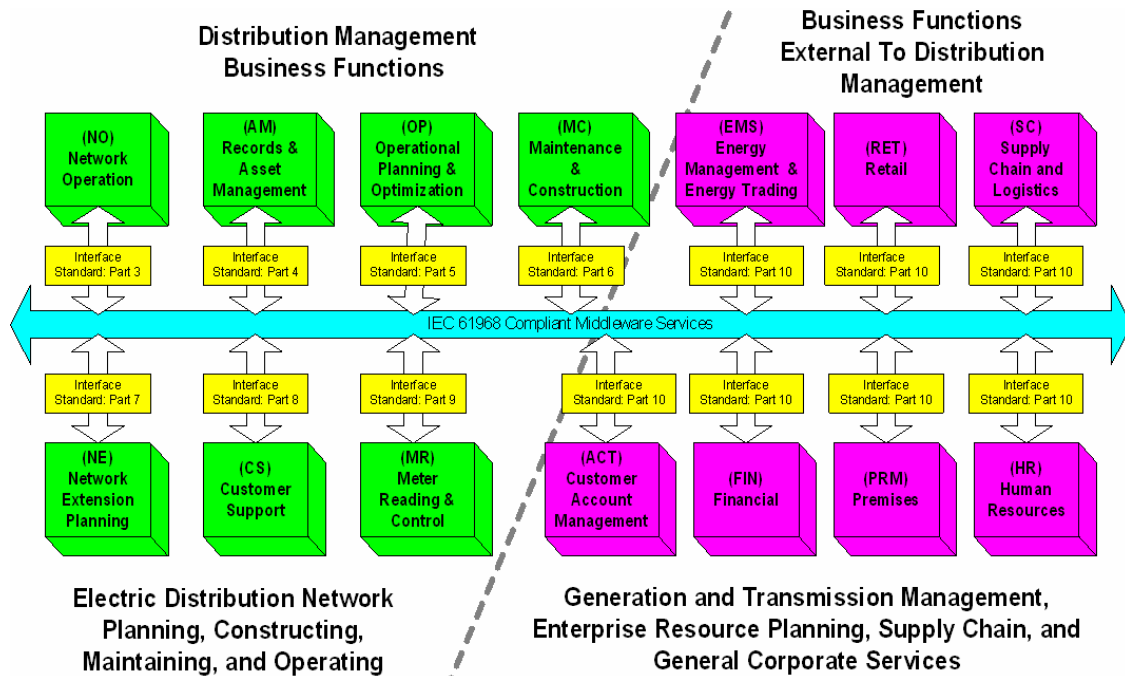
Zajedno sa opštim oblastima kao što su elektromagnetna kompatibilnost (EMC), NN instalacije, identifikacija objekata, PPC, inženjering / planiranje mreže...

### Pregled IEC standarda važnih za Smart Grid

Broj IEC standarda	Naziv standarda	HVDC/FACTS	Blackout / EMS	DMS	Distribution Autom.	Substation Autom.	DER	AMI	DR	Smart Home	Electric Storage	Electromobility	Važnost za Smart Grid
62357	Ref. Architecture – SOA		x	x	x	x	x	x	x		x	x	ključna
61970-301	CIM		x	x	x	x	x	x	x		x		ključna
61850	Substation Automation		x	x	x	x	x	x			x	x	ključna
61968	Distribution management			x			x	x	x				ključna
61970	Energy Management		x	x		x							ključna
62351	Security		x	x	x	x	x	x	x		x	x	ključna
60870-5	Telecontrol		x	x	x	x							velika
60870-6	Inter Control Center Comm.		x	x									velika
TR 61334	DLMS							x					velika
61400	Wind Power Communication		x	x			x						velika
61850-7-410	Hydro Energy Communication		x	x	x	x	x						velika
61850-7-420	Distributed Energy Comm.			x	x	x	x						velika
61851	EV-Communication									x		x	velika
62051-54/ 58-59	Metering Standards			x			x	x	x	x	x	x	velika
62056	COSEM			x			x	x	x	x	x	x	velika
61140	LV-protection against electric shock									x		x	srednja
60904	Solar voltaic						x		x	x			srednja
60364	Electrical installations of buildings						x			x			srednja





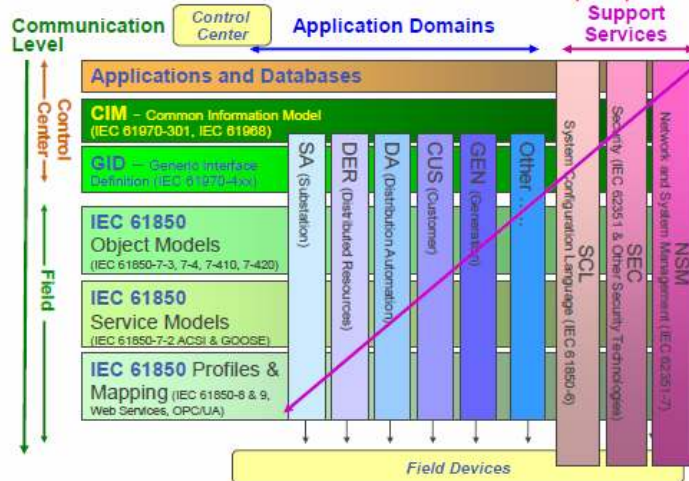


Slika 4. Organizacija razmene podataka podsistema u okviru IEC 61968 standarda

### IEC 61850 Substation Automation.

Važnost standarda: ključna. Primena: EMS, DMS, DA, SA, DER, AMI, Storage, EV. Objavljen 2004. godine u veoma kratkom roku je zadobio veliku važnost u automatizaciji transformatorskih stanica. Predstavlja efikasan odgovor na potrebe otvorenog, deregulisanog energetskog sistema sa svojom pouzdanošću i fleksibilnom tehnologijom za koju se procenjuje da će zadovoljiti očekivane promene i potrebe u narednih 20 godina. Osnovne prednosti su uvođenje standardizovana imena, opis informacije, objektni model podataka koji predefiniše skoro svu opremu u transformatorskoj stanici, horizontalna komunikacija između releja putem GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event), brza ethernet ethernet komunikaciju unutar TS i uvodi se SCL (Substation Configuration Description Language) jezik za komunikaciju baziran na XML što ga čini idealnim formatom za razmenu. Serija dokumenata od IEC 61850-1 do IEC61850-10 definiše i uniformno testiranje i standardnu razmenu podataka između uređaja.

### IEC 61850 Models and the Common Information (CIM) Model



Slika 5 . Sinhronizacija IEC 61850 i CIM modela

**IEC 60870-5 Telecontrol.** Važnost standarda: velika. Primena: EMS, DMS, DA, SA. Ovaj standard uređuje razmenu podataka između dva sistema. Pet dokumenata uređuje osnovu oblast: od IEC 60870-5-1 do IEC 60870-5-5. Prateći standardi:

IEC 60870-5-101 - komunikacioni protokol za komunikaciju TS - Centar upravljanja, IEC 60870-5-102 komunikacioni protokol za utrošenu energiju, IEC 60870-5-103 - komunikacioni protokol za relejnu zaštitu i IEC 60870-5-104 komunikacioni interfejs za IEC 60870-5-101 protokol preko TCP/IP.

**IEC 60870-6 TASE2.** Važnost standarda: velika. Primena: EMS, DMS. Uređuje komunikaciju između dva centra upravljanja.

**IEC 61850-7-410 Hydro Power.** Važnost standarda: velika. Primena: EMS, DMS, DA, SA, DER. IEC 61850-7-410 "Communication networks and systems for power utility automation – Part 7-410: Hydroelectric power plants - Communication for monitoring and control". Ovaj standard je sličan standardu IEC 61850-7-420 ali je sadržaj više specijalizovan.

**IEC 61851 Electrical vehicle charging.** Važnost standarda: velika. Primena: Smart Home, EV. Standardi IEC 60309-1 Ed. 4.1 za priključke i kaplere, IEC 61851-1 do IEC 61851 -23, kao i IEC 61980 regulišu jednosmerne i naizmenične sisteme i komponente za punjenje električnih vozila.

**IEC 61400 – Wind Turbines.** Važnost standarda: velika. Primena: EMS, DMS, DER. Serija standarda IEC 61400-1 do IEC 61400-25-5 reguliše vetro turbine i dizajn generatorskih sistema, buku koju turbine proizvode, kvalitet proizvedene energije, testiranje elisa turbina, zaštitu od atmosferskih prenapona, nadzor i upravljanje vetro farmama.

**IEC 62051-54 i IEC 62058-59 Metering.** Važnost standarda: velika. Primena: DMS, DER, AMI, DR, Smart Home, Storage, EV. Regulise merne uređaje za električnu energiju, razmenu podataka, tarife i kontrolu opterećenja za sve klase tačnosti, kao i testiranje uređaja. Obuhvaćeni su statički, elektromehanički i numerički uređaji.

**IEC/TR 61334 DLMS - Distribution Line Message Specification.** Važnost standarda: velika. Primena: AMI. Serija standarda IEC 61334-1-1 do IEC 61334-6 reguliše upotrebu distributivnih vodova za prenos podataka i pravila za enkodovanje poruka preko ASN.1 notacije.

**IEC 62056 COSEM.** Važnost standarda: velika. Primena: DMS, DER, AMI, DR, Smart Home, Storage, EV. Serija standarda IEC 62056-21 do IEC 62056-62 reguliše razmenu podataka između brojila i sistema za obradu merenja (AMR/AMM), putem GPRS/GSM, IP, PSTN mreža preko COSEM transportnih nivoa.

**IEC/TR 62325 Framework for energy market communications.** Važnost standarda: srednja. Standard uređuje model tržišta električne energije.

**IEC 60904 Solar voltaic.** Važnost standarda: srednja. Primena: DER, DR, Smart Home. Serija standarda koji uređuju foto naponsku generaciju električne energije, upotrebu, priključak, merenja, primenu za ruralnu elektrifikaciju...

**IEC 60364 Electrical installations of buildings.** Važnost standarda: srednja. Primena: DER, Smart Home). Serija standarda IEC 60364-4-41 do IEC 60364-4-41 koja se bavi regulisanjem nisko naponskih instalacija, zaštitom od strujnih udara, izolacijom, uzemljenjenjem, provodnicima...

**ISO/IEC 14543 Information Technology – HES.** Važnost standarda: mala, Primena: Smart home. Sadrži seriju standarda od 145343-2-1 do 145343-4-2 definišući Home electronic system (HES) arhitekturu. Standard definiše modularnosti uređaja, način upravljanja, napredene sisteme komunikacije među urađajima, radio frekvencije i žičane komunikacije kao i nivoe komunikacije

**IEC 60255 Electrical Relays.** Važnost standarda: mala. Primena: zaštitni uređaji, DMS, DA, SA. Ovde se izdvaja standard IEC 60255-24 koji definiše format za razmenu podataka o tranzijentnim pojavama u energetskom sistemu (COMTRADE).

**IEC 60495 Power Line.** Važnost standarda: mala. Primena: AMI, Smart Home. Definiše komunikaciju preko energetskog voda sa malim brzinama. Broadband over power line (BPL) tehnologiju potrebni su novi standardi koji će regulisati veliki protok podataka ali u IEC još uvek nisu dostupni. Američki IEEE radi na seriji standarda P1901, P1675 i P1775 koji će regulisati ovu oblast.

**IEC 60633 HVDC.** Važnost standarda: mala. Primena: HVDC/FACTS. Standardi IEC 60633 , IEC/TR 60919-1, IEC 61803 definišu prenos jednosmernom strujom visokog napona, komutacionu tehniku i gubitke u HVDC konverterima.

## **ZAKLJUČAK**

Preporuke koje je izdala strateška grupa 3 u okviru IEC, odlična je podloga za dalji rad na standardizaciji ovako široke oblasti kao što je Smart Grid. Teškoće i nedoumice izazvane su sporim objavljivanjem novih IEC standardima usled strogo utvrđenih procedura pisanja i usvajanja novih dokumenata od strane svih zemalja članica IEC. Prevazilaženje ovakvog stanja pokušano je pomeranjem fokusa razvoja novih Smart Grid standarda i trenutno gorućih pitanja na organizacije poput NIST, UCAiug i druge, kako bi se ubrzao proces IEC standardizacije.

Druga teškoća je što standardi obrađeni u ovom radu uglavnom nisu standardi za opremu već za podsisteme sistema upravljanja, što ih čini kompleksnijim za promociju i zahteva veći nivo poznavanja oblasti upravljanja od strane zaposlenih inženjera u distributivnim kompanijama.

U Srbiji su do sada tri od pomenutih ključnih standarda našli svoju primenu. Pored IEC 61850 bez koga se više ne može zamisliti novi projekat automatizacije transformatorskih stanica VN/SN ili SN/NN, primenjeni su standard IEC 61970 u prenosnoj kompaniji i standard IEC 61968 koji je u potpunosti zaživeo samo u jednom distributivnom preduzeću u oblasti razmene informacija među poslovnim procesima upravljanja. IEC 61968 standard je ključan i prvi preduslov za pripremu distributivnih kompanija za nesmetani razvoj i budućnost koju donosi Smart Grid. Neophodnost veće primene navedenih IEC standarda nije sporna, već je pitanje koliko će se kasniti za vodećim svetskim distributivnim kompanijama.

## **LITERATURA**

1. Joaquín García-Hernández, 2008 , „A Survey on BPL Communications Standards, IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security“, Vol. 8 No. 10
2. Terrence L. Saxton, 2003, „Reference Architecture for TC57 Draft Report Revision 5a“
3. IEC, 2001, „Power system control and associated communications“
4. Schneider-Electric, utility WG4, 2008, „ Digital Power Solutions “
5. D.Vukotić, V.Bošković-Bogunović, 2006, „Trouble call management TCM within SCADA/DMS in EDB“, YUKOCIREĐ