

IMPLEMENTACIJA SPLOŠNEGA INFORMACIJSKEGA MODELA (CIM) V ELEKTRO GORENJSKA

NEJC PETROVIČ*, ANDREJ SOUVENT**, JURIJ JERINA*, EDVARD KOŠNJEK*

*ELEKTRO GORENJSKA, d.d.

**ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

nejc.petrovic@elektro-gorenjska.si, +386 (0)4 20 83 324

Cilj projekta, ki smo se ga lotili v Elektro Gorenjska, je vzpostaviti na standardih temelječo integracijo tehničnih informacijsko komunikacijskih sistemov v Elektro Gorenjska s ciljem zagotoviti standardizirano podatkovno platformo za prihajajoče tehnično poslovne aplikacije, ki bodo omogočale optimizacijo in racionalizacijo procesov v Elektro Gorenjska. Naša želja in končni cilj je, da bi se katerikoli podatek vnesen ob kateremkoli času na kateremkoli mestu avtomatično, prek strojne razpoznave in brez vpliva človeškega faktorja, nemudoma odrazil v vseh sistemih, ki jih ta podatek zadeva. Projekt implementacije modela CIM predstavlja zahtevno, kompleksno, dolgoročno, multidisciplinarno in kontinuirano pot do sprejemljivega končnega cilja. Izkušnja pilotnega projekta bo med drugim temeljila na preverjanju interoperabilnosti različnih informacijskih sistemov, urejenosti podatkov, ugotavljanju kakovosti notranjih in zunanjih resursov, pridobivanju znanja, problematiki delne nedorečenosti standardov, eventualnem testiranju nadgradnje in ne nazadnje oceni stroškov in časovni dimenziji projekta.

IMPLEMENTATION OF THE COMMON INFORMATION MODEL (CIM) AT ELEKTRO GORENJSKA

NEJC PETROVIČ*, ANDREJ SOUVENT**, JURIJ JERINA*, EDVARD KOŠNJEK*

*ELEKTRO GORENJSKA, d.d.

**ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

nejc.petrovic@elektro-gorenjska.si, +386 (0)4 20 83 324

The goal of the project that we have undertaken at Elektro Gorenjska is to establish a standards-based integration of technical information-communication systems at Elektro Gorenjska for future technical business applications, which will enhance optimization and rationalization of processes at Elektro Gorenjska. It is our desire and ultimate goal to achieve, that any piece of data inputted or modified at any time or any system would automatically be reflected in all systems this piece of data concerns, through the means of mechanical recognition and without human influence. The project of implementing the CIM model represents a difficult, complex, long-term, multidisciplinary and continuous path to an acceptable final destination. Experience gained from the pilot project will be based on verifying the interoperability of different information systems, arrangement and management of data, verifying the quality of interior and exterior human resources, acquisition of knowledge, the issue of partial vagueness of standards, eventual testing of upgrades and last but not least a cost estimations and time schedule for the project.

I. UVOD

Elektrodistribucijska podjetja se soočamo z novimi izzivi, ki jih narekujejo čedalje večje zahteve po učinkovitosti, kot tudi spremenjene razmere v elektroenergetskem sistemu (EES), ki so posledica čedalje večjih zahtev po varčni ter učinkoviti rabi energije, zahtev po večjem deležu proizvodnje električne energije iz obnovljivih razpršenih virov in integraciji novih tehnologij, kot je na primer uporaba električnih avtomobilov in pripadajoče polnilne infrastrukture. Tradicionalno omrežje, za katerega so značilne velike proizvodne enote in centralno vodenje, evolucijsko prehaja v pametno omrežje (SmartGrids), ki poleg centralne proizvodnje vključuje veliko število majhnih proizvodnih enot – t.i. razpršenih virov. Pametna omrežja tudi pomenijo, da bodo imeli uporabniki pomembnejšo vlogo, aktivno bodo prilagajali svojo porabo razmeram v omrežju in kot lastniki malih proizvodnih enot nastopali na trgu kot ponudniki električne energije. Razvoj omrežij v skladu s konceptom pametnih omrežij prinaša nove rešitve, temelječe na sodobnih informacijsko komunikacijskih tehnologijah (IKT).

V konceptu pametnih omrežij bo največji poudarek in izmenjevanju informacij med različnimi sistemi, tako znotraj podjetij, kot z zunanjimi partnerji in napravami oziroma sistemi. Glavno vprašanje v tem primeru ni več kako prenašati podatke med sistemi, temveč kaj prenašati. Sama sintaksa ne zadostuje več, temveč je treba nujno vključiti semantiko – pomen, kar pomeni uporabo semantičnih podatkovnih modelov, ki morajo biti konsistentni skozi celoten elektroenergetski sistem.

Ključnega pomena za uspešnost koncepta pametnih omrežij je sočasna izraba vseh razpoložljivih elementov pametnih omrežij oziroma vseh tehnologij in rešitev, kar zahteva učinkovito izmenjavo podatkov med različnimi napravami in sistemi. To je naloga integracijske platforme. [1], [2]

Temeljni standardizacijski okvir na tem področju je mednarodni standard IEC 62357, ki podaja referenčno integracijsko arhitekturo za integracijo naprav, sistemov in aplikacij elektroenergetskega sistema. Koncept integracije, ki ga standard imenuje brezzapletna integracijska infrastruktura (SIA – Seamless Integration Architecture), je podprt s storitveno usmerjeno arhitekturo (SOA – Service Oriented Architecture). Za integracijo sistemov na aplikacijskem nivoju standard IEC 62537 predpisuje uporabo standardov IEC 61968 in IEC 61970, torej model CIM in pripadajoče integracijske vmesnike. Evropska standardizacija povzema omenjene standarde, arhitekturo pa še podrobneje obravnava in jo postavi v kontekst evropskih specifik. [3]

II. SPLOŠNI INFORMACIJSKI MODEL CIM

Splošni informacijski model CIM (Common Information Model) je objektno orientiran semantični informacijski model elektroenergetskega sistema. Ključna beseda je elektroenergetskega sistema, saj model zajema več kot zgolj opis elementov električnega omrežja. Vsebuje tudi razširitve za trg električne energije, kot tudi objekte, ki opisujejo različne akterje pri prenosu električne energije od proizvodnje do končnega uporabnika. Njegov namen je različni programski opremi omogočiti izmenjavo informacij o konfiguraciji in stanju električnega omrežja. CIM je trenutno vzdrževan kot informacijski model v poenotenem modelirnem jeziku UML (Unified Modeling Language). Definira splošen besednjak in osnovno ontologijo za vidike elektroenergetike. CIM podaja skupno semantiko za izmenjavo informacij, tako da se znajo vsi informacijsko komunikacijski sistemi (IKS), ki so CIM podprti sporazumevati med seboj. Dodatno podaja tudi sheme datotek za izmenjavo med sistemi. Povedano bolj preprosto, si torej želimo, da bi se različni IKS, ki so sedaj komunikacijsko ločeni, sporazumevali v jeziku, ki bo vsem sistemom skupen. Da to dosežemo, je potrebno jezik vsakega sistema prevesti na skupen jezik – v tem primeru CIM.

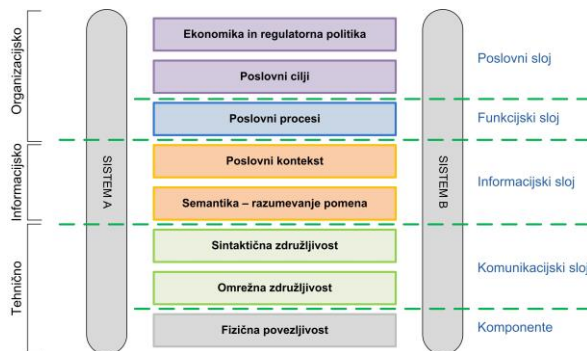
Dosežemo tudi to, da nam ni potrebno graditi povezav med vsemi sistemi, temveč lahko zgradimo samo povezave sistemov do tega kanoničnega podatkovnega modela. Največja prednost pa je v tem, da se izmenjava informacij avtomatizira, saj se sprememba stanja v enem sistemu avtomatično odrazi v vseh sistemih, ki jih sprememba stanja zadeva.

Model v grobem delimo na 3 dele, ki so definirani v treh ločenih družinah standardov: IEC 61970, ki opisuje različne pakete, potrebne za prenos električne energije, funkcije EMS in načrtovanje. IEC 61968, ki model razširja in prilagodi potrebam distribucije električne energije in IEC 62325, ki model dodatno opredeljuje še za vidike trga z električno energijo. Osrednja paketa znotraj modela sta paket »omrežje« in paket »jedro«, ki sta opisana v družini standardov 61970, hkrati pa ta družina dokumentov vsebuje še mnoge druge pakete, kot so SCADA, bremena, zaščita, izpadi, proizvodnja, meritve, topologija in drugi. Družina standardov, kot že omenjeno, razširja CIM v namenom zadostiti potrebam distribucije električne energije, kjer povezane aplikacije vključujejo sistem za upravljanje z distribucijo električne energije DMS (Distribution Management System), sistem za upravljanje z izpadi električne energije, načrtovanje in razvoj, meritve, upravljanje dela, geografski informacijski sistem GIS (Geographical Information System), upravljanje s sredstvi, informacijski sistem za stranke CIS

(Customer Information System), itd. Družina standardov IEC 61968 je namenjena lažjemu povezovanju aplikacij med sistemi znotraj podjetja. IEC 61968 se nanaša na šibko sklopljeno programsko opremo, ki ima večjo heterogenost v programskih jezikih, operacijskih sistemih, protokolih in orodjih za upravljanje. [4]

III. UPORABA CIM MODELA ZA NAMENE INTEGRACIJE SISTEMOV

Integracija sistemov pomeni, da jih medsebojno povežemo na osnovi izmenjave podatkov med njimi, s ciljem doseganja skupnih funkcionalnih in seveda poslovnih učinkov. Za integracijo primerni sistemi morajo biti interoperabilni. Spodnja slika prikazuje interoperabilnostne sloje oziroma integracijski sklad.

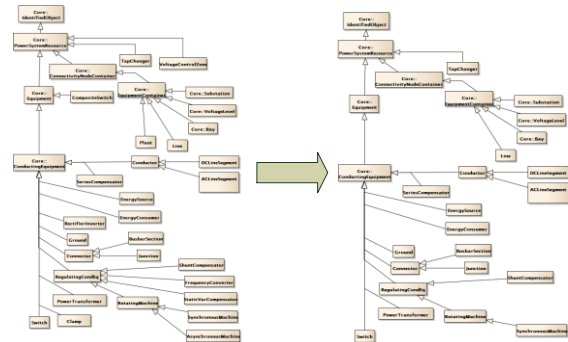


Slika 3.1: Interoperabilnostni sloji [9]

Na zgodnji sliki vidimo, da interoperabilnost zadeva tri področja: tehnično, informacijsko in organizacijsko. Če sklad še podrobneje razdelimo, začnemo na dnu s samo fizično poveljivostjo na nivoju komponent, sledi komunikacijski sloj (omrežje, protokoli za prenos podatkov), informacijski sloj (semantika – razumevanje pomena informacij), poslovni kontekst, funkcijski sloj (poslovni procesi) in poslovni sloj (poslovni cilji in ekonomika ter regulatorna politika). [3]

CIM je v osnovi objektno orientiran informacijski model. Informacijski model je kot pogovorni jezik, ki se neprestano spreminja. Dodajamo mu nove razrede in povezave med njimi, ki opisujejo dodatno znanje s področja uporabe. Ko pa želimo informacijski model uporabiti za namene integracije, ga moramo v nekem trenutku »zamrzniti« in iz njega izpeljati razrede in povezave, ki jih rabimo – pravimo, da ga moramo postaviti v nek kontekst. Dobimo t.i. kontekstualni model, oziroma profil. Konkretno je CIM model, ki ga definirata IEC 61970 in IEC 61968 preobsežen za potrebe posameznega elektrodistribucijskega podjetja. Zato se pri modeliranju poslužujemo profilov, ki

celoten informacijski model (CIM UML) okrnijo do te mere, da je model najbolj primeren za implementacijo za določen namen. Profil je definiran kot družina razredov, atributov in povezav, ki so podmnožica razredov, atributov in povezav, neke druge sheme. Torej je posamezen profil podmnožica bolj splošne sheme. Profili ne morejo razširjati sheme ali dodajati razredov, atributov in razmerij. Profili prav tako dodajajo omejitve na kardinalnost povezav. Profil se običajno tudi poimenuje in označi z verzijo.

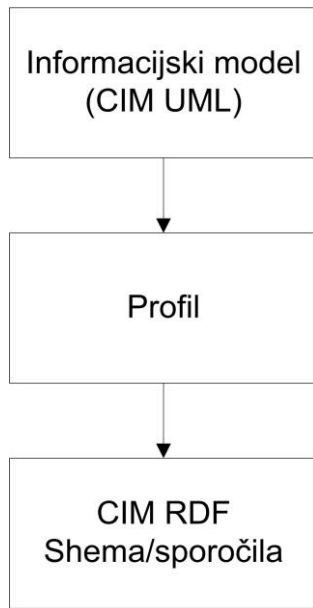


Slika 3.2: Izdelava profila

Najbolj znana že definirana profila sta: CPSM (Common Power System Model) profil in CDPSM (Common Distribution Power System Model) profil. CPSM profil definira podmnožico razredov, atributov in povezav, ki so potrebni za izvajanje EMS aplikacij kot so pretoki moči in ocenjevanje stanja. Ta profil se pogosto uporablja za izmenjavo modela prenosnega omrežja med različnimi operaterji prenosnega omrežja, kot tudi drugimi sodelujočimi podjetji.

Za Elektro Gorenjska pa je najbolj zanimiv CDPSM profil, ki definira podmnožico razredov, atributov in povezav, ki so potrebne za izvajanje številnih DMS funkcij. CDPSM profil je narejen po CPSM profilu.

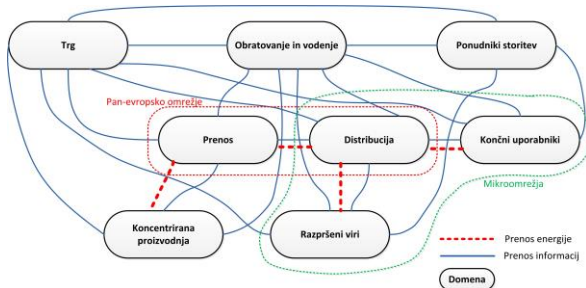
Za konkretno izmenjavo podatkov med sistemi moramo UML model pretvoriti v ustrezen zapis – temu postopku pravimo tudi serializacija modela. Najpogosteje v tej fazi prehajamo iz UML sveta v XML svet, kjer na podlagi profilov prek definicij sporočil ali CIM RDF shem generiramo XML datoteke z zelenimi informacijami za izmenjavo med dvema ali več sistemi. Ta postopek je povsem avtomatski. [5], [6]



Slika 3.3: Pot od informacijskega modela, prek profila do zapisa, primerne za izmenjavo med sistemi

IV. STANJE STANDARDIZACIJE

Spodnja slika prikazuje evropski konceptualni model pametnih omrežij. Temeljna področja (domene) so koncentrirana proizvodnja, prenos, distribucija in končni uporabniki. Za razliko od ameriškega modela, evropski vsebuje še razpršene vire na nivoju distribucijskega omrežja. Ostale domene so še: trg, obratovanje in vodenje ter ponudniki storitev.



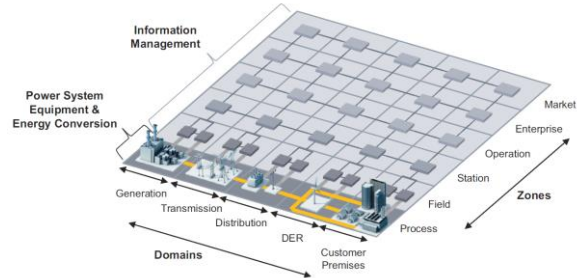
Slika 4.1: Evropski konceptualni model pametnih omrežij [9]

Na zgornji sliki vidimo, da poteka pretok energije le med temeljnimi domenami (debeli rdeči prekinjeni črta), pretok informacij pa med vsemi (modra polna črta).

Naslednja slika prikazuje t.i. informacijsko ravnino pametnih omrežij. Ena os ravnine predstavlja domene: koncentrirano proizvodnjo, prenosno omrežje, distribucijsko omrežje, razpršene vire in končne uporabnike, druga os pa t.i. cone, ki so naslednje:

- proces (osnovni procesi, ki potekajo v domenah),
- polje (naprave v polju, npr. zaščitni releji),

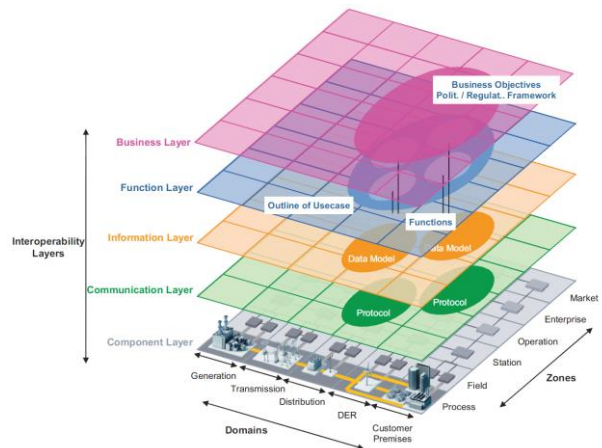
- postaja (nadzor in vodenje na nivoju (R)TP),
- obratovanje (SCADA/DMS/EMS),
- podjetje (IT sistemi v podjetju),
- trg (IT podpora trgu z energijo).



Slika 4.2: Informacijska ravnina pametnih omrežij [8]

Na zgornji sliki vidimo, da gre - razen v procesni coni - za obvladovanje informacij v okviru pametnih omrežij.

Sedaj na to ravnino dodajmo še interoperabilne sloje, ki smo jih opisali v tretjem poglavju. Dobimo tri-dimenzionalno shemo, ki jo prikazuje spodnja slika. Namen teh shem je, da lahko naše primere uporabe hitro preslikamo na ustrezna mesta v informacijski ravnini, potem pa po interoperabilnostnih slojih pogledamo v standardizacijski okvir, kateri standardi so za povezave med conami in domenami za naš primer na voljo.



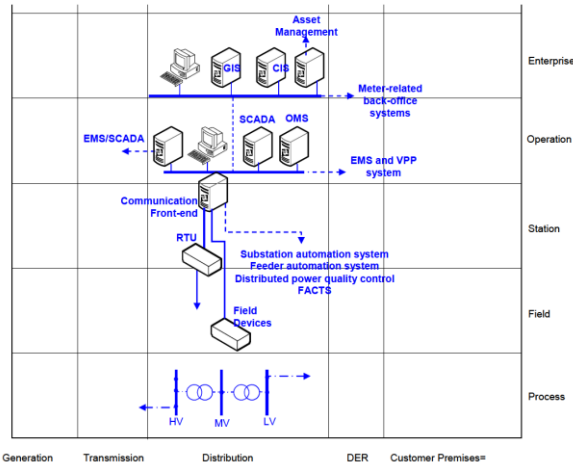
Slika 4.3: SGAM – Evropski arhitekturni model pametnih omrežij [8]

Če želimo na primer ugotoviti, kateri standardi so relevantni za integracijo SCADA/DMS in GIS v elektrodistribuciji, jih najprej namestimo na ustrezna polja v informacijski ravnini. Iz spodnje slike vidimo, da je za integracijo sistemov med conama »obratovanje« in »podjetje« za komunikacijski sloj relevanten standard IEC 61968-100, ki določa izmenjavo podatkov preko tehnologij storitveno

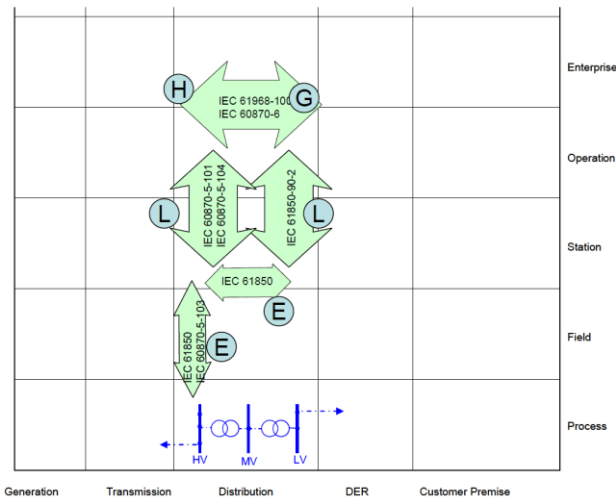
usmerjene arhitekture, za informacijski sloj (slika 4.6) pa standardi iz družine IEC 61968 in 61970 – torej CIM standardi.

Prav tako lahko iz obeh slik vidimo, kateri standardi so relevantni za integracijo informacijskih sistemov cone »obratovanje« s sistemi v coni »postaja«.

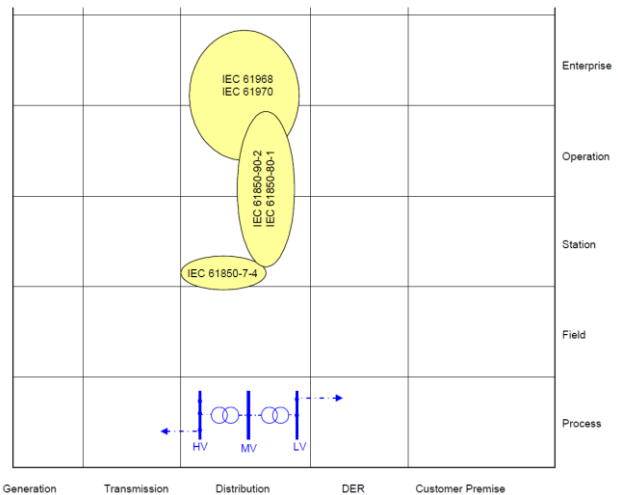
Na podoben način umestimo in preslikamo katerikoli sistem v okviru koncepta pametnih omrežij. [7], [8]



Slika 4.4 Preslikava SCADA, DMS in GIS sistemov na informacijsko ravnilo pametnih omrežij



Slika 4.5: Komunikacijski sloj



Slika 4.6: Informacijski sloj

V. PROJEKT CIM V ELEKTRO GORENJSKA

Cilj projekta, ki smo se ga lotili v Elektro Gorenjska, je vzpostaviti na standardih temelječo integracijo tehničnih informacijsko komunikacijskih sistemov s ciljem zagotoviti standardizirano podatkovno platformo za prihajajoče tehnično poslovne aplikacije, ki bodo omogočale optimizacijo in racionalizacijo procesov v EG. Želja je, da bi se katerikoli podatek vnesel ob kateremkoli času na kateremkoli mestu avtomatično, prek strojne razpoznavne in brez vpliva človeškega faktorja, nemudoma odrazil v vseh sistemih, ki jih ta podatek zadeva. Projekt CIM predstavlja zahtevno, kompleksno, dolgoročno, multidisciplinarno in kontinuirano pot do končnega cilja. Izkušnja pilotnega projekta bo med drugim temeljila na preverjanju interoperabilnosti IS, urejenosti podatkov, ugotavljanju kakovosti notranjih in zunanjih kadrovskih resursov, pridobivanju znanja, problematiki delne nedorečenosti standardov, eventualnem testiranju nadgradnje in ne nazadnje oceni stroškov in časovni dimenziji projekta. Na tem projektu sodelujemo z Elektroinštitutom Milan Vidmar.

Prva faza pilotnega projekta CIM uvodoma poda problematiko, ki spodbuja potrebe po integraciji sistemov, sploh v luči uvajanja pametnih omrežij. Predstavi koncept integracije sistemov in se osredotoči na informacijski sloj in CIM model. Poda stanje standardizacije v okviru IEC in CENELEC. Narejena je bila podrobna analiza CIM profila za distribucije (CDPSM), predvsem v preverjanju ustreznosti za uporabo v Elektro Gorenjska. Analiziran je bil tudi primer modela, ki smo ga dobili iz francoskega EDF. Opravljen je bil podatkovni inženiring in analiziran opis omrežja v različnih obstoječih sistemih (BTP, SDMS, Gredos, SCADA), kot tudi pregled orodij, ki smo jih uporabili ali srečali,

v zvezi s tematiko tega projekta. Prišli smo tudi do splošnih priporočil za uvedbo CIM v podjetju, ter oceno virov in potrebnih tehnologij za nadaljnje faze projekta.

Uvedba modela CIM in koncepta SIA v Elektro Gorenjska je velik izziv, ki mora biti skrbno načrtovan in postopoma izveden. Zahteva prilagoditev vseh v integraciji sodelujočih sistemov, ter prilagoditev pripadajočih procesov. Nujna bo vpeljava konceptov strateškega planiranja integracije in poslovno-informacijske arhitekture tudi na področje procesne informatike.

Potreben je podatkovni inženiring, kar pomeni, da obstoječi sistemi v distribuciji ne uporabljajo CIM in pripadajoče integracijske arhitekture, zato je pomembno, da se pred uvedbo skrbno analizira kako bodo obstoječi sistemi in njihovi podatki modificirani, prilagojeni ali morebiti zamenjani. Največ dela je treba vložiti v analizo obstoječih podatkov in kako jih preslikati na CIM.

Ključna pridobitev uporabe CIM je racionalizacija upravljanja s podatki. To pomeni da so podatki jasneje definirani in da minimiziramo redundanco podatkov. Hkrati je pomembno da se določi lastništvo nad podatki – kateri sistem je izvor in kateri ponor podatka. Nadalje je treba določiti vmesnike, ki skrbijo za izmenjavo podatkov in primerno arhitekturo. Določiti je potrebno tudi skrbništvo nad podatki in na kak način in s kakšnimi pravicami se bo do njih dostopalo. Vsemu temu pravimo sistemski inženiring, ki je komplementaren podatkovnemu in jih je treba izvajati hkrati.

Zavedati se moramo, da sta podatkovni in sistemski inženiring zelo zahtevni opravili in jih nikakor ne smemo jemati zlahka, ali jih celo zapostaviti. Izkušnje iz tujine kažejo, da je v podjetju treba ustanoviti posebno skupino oziroma oddelek za nadzor nad podatkovnim in sistemskim inženiringom. Člani te skupine so strokovnjaki iz elektroenergetike, ki imajo tudi IT znanja, kot tudi IT strokovnjaki s področja integracije sistemov in podatkovnih baz, semantike in ontologije. Naloga te skupine je predvsem koordinacija projektov načrtovanja, implementacije in vzdrževanja modela CIM in povezane systemske arhitekture.

Ugotovili smo, da je pomembno, da ne poizkušamo uvesti sistema na ravni celega podjetja v enem projektu, temveč je potrebno izdelati jasno vizijo uvedbe za celo podjetje z okvirno oceno potrebnega časa in stroškov. Glede na vizijo je potem potrebno izdelati strategijo – definirati projekte in faze, ki jih je mogoče izvesti v okviru projekta, ter pripadajoče terminske in finančne plane. Projekti pa naj bodo zastavljeni tako, da že takoj po zaključku prinašajo

korist. Prav tako je potrebno biti pripravljen na spremembo in prilagoditev poslovnih procesov ali pa uvedbo novih z namenom dobro izkoristiti arhitekturo in programsko opremo.

V naslednji fazi pilotnega projekta bomo v Elektro Gorenjska izdelali konkreten primer modela dela distribucijskega omrežja, ki bo zajemal naslednje elemente:

- RTP,
 - o VN del z daljnovodnimi polji,
 - o VN/SN transformatorje,
 - o sistem zbiralk,
 - o SN del s celicami,
- izvode,
- TP-je,
- NN omrežje,
- merilna mesta,

pri čemer bomo modelirali tudi geografijo. Za to fazo je bil izbran RTP Radovljica z izvodom Kropa, saj se je izkazal kot najbolj primeren. Model bo izdelan v skladu s CDPSM profilom. Ta faza je nujna, ker je potrebno teoretično znanje iz prve faze preizkusiti na konkretnem primeru omrežja, model pa nato verificirati glede na zadnjo verzijo standardiziranega CDPSM profila in ugotoviti skladnost z njim.

Predmet naslednje faze pa je tudi mednarodno sodelovanje s francoskim EDF, s katerim bomo v naslednjih mesecih sodelovali pri mednarodnem projektu pod okriljem DERri (Distributed Energy Resources Research Infrastructures), kjer je cilj razviti generično strategijo za standardizirano integracijo sistemov za elektrodistribucijska podjetja. Namreč, kljub vsem raziskavam in dostopnosti standardizacijskega okvira je večina evropskih distribucij še vedno prepuščenih samim sebi, saj ni na razpolago nikakršne jasne splošne strategije ali poti, kako implementirati CIM in kako integrirati ključne sisteme v funkcijskem in poslovnem sloju. Za to so potrebne dodatne raziskave in dobra izmenjava zaključkov in izkušenj.

VI. ZAKLJUČKI

V Elektro Gorenjska se soočamo z novimi izzivi, ki so posledica sledenja poti, ki vodi k tako imenovanim pametnim omrežjem. Z ozirom na dejstvo, da temelj omrežja še vedno predstavljajo primarni sistemi, se postopoma lotevamo prenove različnih sekundarnih sistemov, kar povzroča povečan pretok informacij tako znotraj podjetja, kot z zunanji partnerji in z njim povezane težave. Na podjetju smo se s problemom spopadli z uvedbo tako imenovanega podatkovnega modela CIM, s katerim želimo doseči lažjo obvladljivost in večjo preglednost pretoka, v prvi meri predvsem tehničnih informacij. Podatkovni model CIM smo izbrali, ker je mednarodno

standardiziran in tudi v Evropi počasi postaja vedno bolj uveljavljen. Naša želja in končni cilj gledano zgolj iz tehničnega vidika pa je, da bi se katerikoli podatek vnesen ob kateremkoli času na kateremkoli mestu avtomatično, prek strojne razpoznave in brez vpliva človeškega faktorja, nemudoma odrazil v vseh sistemih, ki jih ta podatek zadeva. Pot bo sicer še dolga in zahtevna, vendar naši začetki so obetavni in so že deležni mednarodnega odobravanja. To nam vliva dodatno prepričanje, da smo na dobri poti in še korak bližje »bolj« pametnemu omrežju.

REFERENCE

- [1] "Program razvoja pametnih omrežij v Sloveniji, del I: Distribucijsko omrežje", Ljubljana, 2012
- [2] "Program razvoja pametnih omrežij v Sloveniji - izhodišča, del I: Distribucijsko omrežje", Ljubljana, 2012
- [3] Smart Grid Mandate M490, Standardization Mandate to European Standardisation Organisations (ESOs) to support European Smart Grid deployment, European Commission, Directorate-general for energy, Brussels, 1st March 2011
- [4] Petrovič, Nejc, »Integracija informacijskih sistemov v Elektro Gorenjska«, diplomsko delo, Ljubljana, 2012
- [5] "Common Information Model Primer", First Edition, EPRI, november 2011
- [6] The Common Information Model for Distribution: An Introduction to the CIM for Integrating Distribution Applications and Systems. EPRI, Palo Alto, CA: 2008. 1016058
- [7] SGCG/M490/B_Smart Grid Report First set of standards; v2.0; CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group; November 2012
- [8] Smart Grids Reference Architecture, V3.0; CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group; November 2012
- [9] Souvent, Andrej; Nejc Petrovič, "Splošni informacijski model – CIM, poročilo 1. faze pilotnega projekta", Elektro Gorenjska in EIMV, november 2012