

Ana Jakovčić, dipl. ing
KONČAR – Inženjering za energetiku i transport d.d.,
Zagreb
ana.jakovcic@koncar-ket.hr

Goran Benčić, dipl. ing
KONČAR – Inženjering za energetiku i transport d.d.,
Zagreb
goran.bencic@koncar-ket.hr

VJETROELEKTRANE – DALJINSKO VOĐENJE

SAŽETAK

Na području velikih energetske sustava (hidroelektrana, termoelektrana, trafostanica, vjetroelektrana) važno je osigurati neku vrstu daljinskog vođenja iz udaljenog centra. Budući da su vjetroelektrane najčešće smještene na područjima gdje je ljudski nadzor otežan ili nije uvijek moguć, centar za daljinsko vođenje predstavlja ključnu komponentu u funkcionalnosti i poboljšanju proizvodnje vjetroelektrane. Radi toga je potrebno na prikladan način osigurati komunikaciju svih podsustava unutar vjetroatagregata, svakog od vjetroatagregata unutar vjetroelektrane, te na kraju stalni protok informacija od lokacije do udaljenog centra. U centru za daljinsko vođenje nalazi se SCADA (engl. Supervisory Control And Data Acquisition) sustav koji prikuplja podatke i upravlja vjetroelektranom potpomognuto upravljačkim računalom u svakom vjetroatagregatu.

Svjetski proizvođači vjetroelektrana koriste različita rješenja u ostvarenju sustava daljinskog vođenja. Sve se više ulaže u proučavanje i korištenje raznih protokola koji osiguravaju brz i siguran protok informacija. U normama za vjetroelektrane IEC 61400 postoji norma isključivo vezana za komunikaciju i nadzor vjetroelektrane (IEC 61400 – 25 – 1..5).

„Končar“ je u rujnu 2008. godine montirao i uspješno pustio u pogon prototip prvog hrvatskog vjetroatagregata snage 1 MW na lokaciji Pometeno brdo. Daljinsko vođenje ostvareno je za postavljeni prototip s centrom u Končar – KET – u, pa se na osnovu njega razvija daljinsko vođenje za sve planirane vjetroatagregate unutar vjetroelektrane na Pometenom brdu.

Ključne riječi: vjetroatagregat, komunikacija vjetroatagregata, daljinsko vođenje, SCADA

WIND FARM – REMOTE CONTROL

SUMMARY

As in all large energy systems, hydroelectric power plants, power stations, substations or wind farms, it is important to ensure some type of remote control from a remote control center. Since wind farms are usually located in areas where human surveillance is difficult and not always possible, a distance center for remote control is a key component for functionality and improvement of wind power production. For this reason it is necessary to adequately ensure communication of all subsystems within the wind turbine, then each of the wind turbines in the wind farm, and at the end provide a constant flow of relevant information from the location to remote control center. All this on a computer in the center for the remote control provides SCADA (engl. Supervisory Control And Data Acquisition) system and a kind of computer in the wind turbine.

Different wind turbine manufacturers use different solutions in the realization of the remote control. The world is increasingly investing in research and use of various protocols that ensure rapid and

secure flow of information. In IEC 61400 standards for wind power plants there is a standard strictly related to communication and control (monitoring engl.) wind power (IEC 61,400 to 25 - 1 .5).

Končar has in September 2008. commissioned and successfully launched into operation a prototype of the first Croatian wind power 1 MW at the site Pometeno brdo. Remote control is achieved at the prototype with center in „Končar“ - KET - in and on the basis will develop remote control for all the planned wind turbines within the planned wind farm in Pometeno brdo .

Key words: wind turbine, wind turbine communication, remote control, SCADA

1. UVOD

Prateći svjetske trendove na području obnovljivih izvora energije, „Končar“ je sredinom kolovoza 2008. postavio prvi vjetroagregat kao pilot projekt na Pometenom brdu, u blizini TS Konjsko. Tijekom slijedeće dvije godine na toj se lokaciji planira izgraditi kompletni vjetropark sa 16 vjetroagregata. Ovaj vjetropark trebao bi „Končaru“ omogućiti ulazak u svjetsko tržište sektora obnovljivih izvora koji iz dana u dan sve više raste. „Končarev“ vjetroagregat rezultat je vlastitog razvoja i praćenja svjetskih trendova u izgradnji vjetroelektrana. To se odnosi, osim na samu konstrukciju vjetroagregata, i na sve pripadajuće podsustave koji čine vjetroagregat funkcionalnom cjelinom.

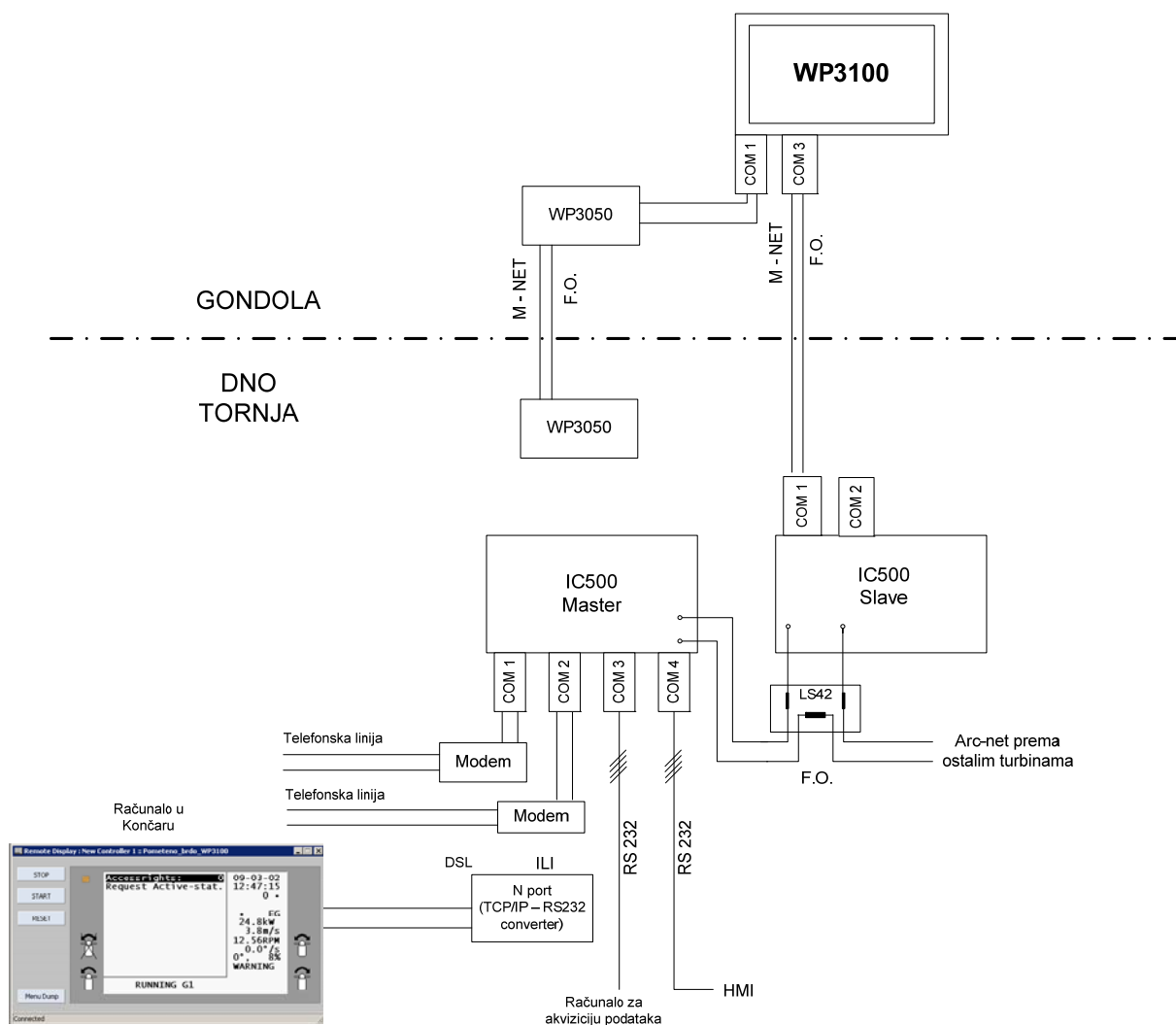
Zbog same karakteristike vjetra, odnosno vjetropotencijala pojedine lokacije, vjetroelektrane su najčešće smještene na području gdje je ljudski nadzor iznimno otežan ili čak nemoguć. Ostvarivanjem komunikacije vjetroelektrane sa centrom za daljinsko vođenje osiguran je daljinski nadzor svih bitnih komponenata sustava kao i mogućnost upravljanja. Pod nadzorom se podrazumijeva uvid u važne procesne veličine sustava, meteorološke podatke, podatke o mreži, generatoru, proizvodnji itd. Također je omogućen uvid u pogonsko stanje vjetroelektrane, primanje i potvrđivanje alarmnih poziva, uvid u aktivne statusne kodove, pristupe glavnom računalu, te različite događaje. Navedeno osigurava računalo s instaliranim SCADA (*engl.* Supervisory Control And Data Aquisition) sustavom konfiguriranim za pripadajuću vjetroelektranu.

U svijetu postoje mnoga razvijena rješenja daljinskog vođenja vjetroelektrane. Na početku je Končar iskoristio već razvijen i prihvatljiv sustav kao što koriste drugi proizvođači vjetroagregata npr. njemačka tvrtka „Nordex“. Sustav je proizvod danske tvrtke „Mita Teknik“ koja se specijalizirala na području sustava upravljanja vjetroagregata. U nastavku rada ukratko je opisano primijenjeno rješenje. Nakon toga je opisan standard IEC 61400 – 25 kao referenca za daljnji razvoj daljinskog vođenja.

2. KOMUNIKACIJA UNUTAR VJETROAGREGATA

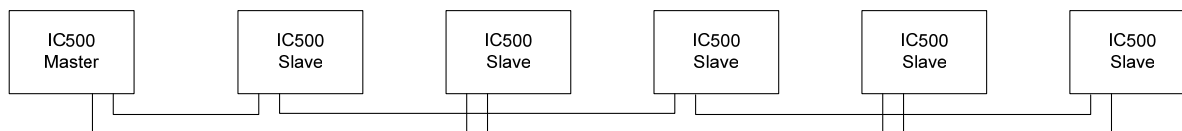
2.1. Komunikacijski kontroleri u vjetroelektrani

Kako bi se ostvarilo daljinsko vođenje potrebno je osigurati komunikaciju svih podsustava vjetroagregata sa glavnim upravljačkim kontrolerom i njegovu komunikaciju s udaljenim centrom. Mikroprocesorski kontroler WP3100 (tvrtke „Mita Teknik“) osnovni je element sustava upravljanja vjetroagregatom. Za komunikaciju s podsustavima vjetroagregata i prikupljanje informacija koristi integrirane ulazno / izlazne jedinice i komunikacijska sučelja. Preko jednog od sučelja povezan je svjetlovodnim kabelom na kontroler IC500 koji ima funkciju komunikacijskog kontrolera. Vjetroagregati unutar vjetroparka su međusobno povezani IC500 komunikacijskim kontrolerom koji se u te svrhe naziva „slave“ kontroler. Svaki vjetropark posjeduje i jedan IC500 „master“ kontroler čija je jedina funkcija ostvarivanje komunikacije između vjetroparka i centra za daljinsko vođenje. Slika 1. prikazuje koncepciju komunikacije između vjetroagregata i centra za daljinsko vođenje.



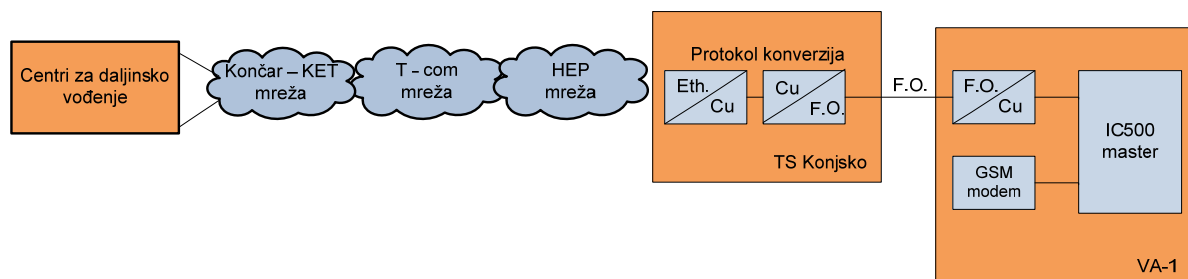
Slika 1. Koncept komunikacije unutar vjetroagregata

Kao komunikacijski protokol između "slave" kontrolera (za međusobno povezivanje vjetroagregata) koristi se ARCNet (token ring bus system). Svaki vjetroagregat se tretira kao komunikacijski čvor kojem se dodjeljuje ARCNet adresa. WP3100 i pripadni mu IC500 slave imaju istu adresu veću od „jedan“, a IC500 master ima uvijek adresu „jedan“. Tako znajući adresu svakog vjetroagregata moguće je iz udaljenog centra pristupiti svakom WP3100. Princip povezivanja vjetroagregata u prstenastu strukturu komunikacije prikazan je na slici 2.



Slika 2. Komunikacija između vjetroagregata unutar vjetroparka

„Master“ kontroler isključivo se koristi za komunikaciju s udaljenim centrom. "Slave" kontroler "masteru" prosljeđuje podatke iz glavnog kontrolera te ih "master" komunikacijskim kanalom šalje u centar. Shema povezivanja master kontrolera s udaljenim centrom prikazana je na slici 3.



Slika 3. Komunikacija prema centru za daljinsko vođenje

Svjetlovodnim kabelom vjetroagregat je povezan sa TS Konjsko u kojoj se konverzijom na Ethernet spaja na HEP mrežu, te preko nje na mrežu T-com-a i potom Končar-KET-a. Računala u Končaru spojena na mrežu Končar-KET-a s instaliranim pripadnim SCADA sustavom imaju mogućnost daljinskog vođenja. Dodatna mogućnost "mastera" je slanje alarmnih poziva putem GSM modema upravljačkom centru, točnije prethodno unesenom broju za dojavu. Postoji mogućnost unosa dva broja, od kojih je jedan broj na koji je, preko modema, spojeno računalo sa SCADA sustavom, a drugi može primjerice biti broj operatera. Operater u tom slučaju prima informaciju o nastalom alarmu, ne može primiti detaljne podatke o alarmu, ali oni ostaju sačuvani u SCADA sustavu.

2.2. SCADA sustav

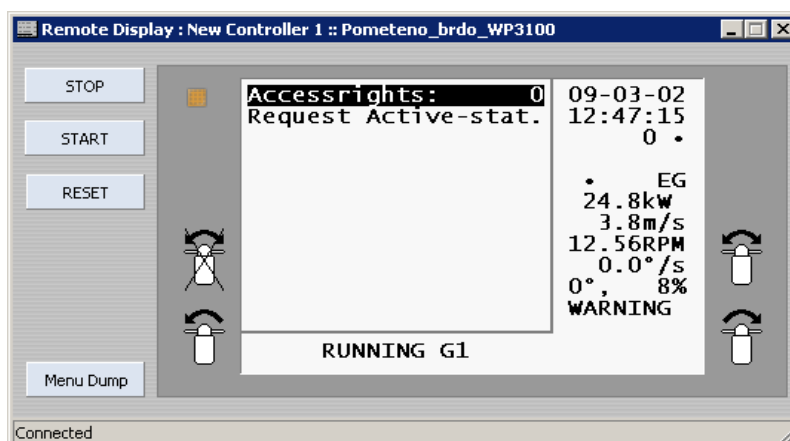
U prethodnom poglavlju opisan je princip komunikacije od vjetroagregata do centra za daljinsko vođenje. Podaci koji se šalju opisanom komunikacijom, prethodno se logiraju i arhiviraju u WP3100. Razne analogne veličine koje WP3100 nadzire u vjetroagregatu, npr. temperatura okoline i brzina vrtnje rotora ne moraju biti uzorkovane jednakim vremenskim intervalom. Prekratko vrijeme uzorkovanja za svaku veličinu koja se prati značilo bi preveliku količinu podataka u komunikacijskom kanalu. Iz tog razloga se za svaku veličinu može odabrati vrijeme uzorkovanja između 100 ms i 30 min. Manje vrijeme uzorkovanja odabire se za veličine koje su brzo promjenjive, kao brzina vrtnje rotora, dok se veličine koje su sporo promjenjive mogu uzorkovati u većim vremenskim razmacima, kao npr. temperatura okoline. Digitalne veličine se prate ovisno o njihovoj promijeni (engl. trigger). Npr. paljenje uzbude se bilježi pri prelasku izlaza iz 0 u 1, i obrnuto gašenje pri prelasku iz 1 u 0.

WP3100 sadrži cirkularne spremnike (engl. buffers) u koje se logiraju podaci. Mogu sadržavati najviše tisuću linija koje su podijeljene u dva cirkularna spremnika. Prelazak iz jednog spremnika u drugi određuje se ovisno o događaju, npr. pobjeg rotora je događaj koji nalaže prelazak iz jednog spremnika u drugi. Pri tome će ostati zabilježene informacije o veličinama koje su se pratile prije nego je došlo do pobjega. Na ovaj način WP3100 logira šesnaest digitalnih i deset analognih veličina.

Osim ovog načina logiranja postoji i permanentno bilježenje srednjih vrijednosti dvadeset analognih veličina (deset tijekom 24 h, a deset tijekom 36 h), nakon čega se spremnici cirkularno brišu, te bilježenje posljednjih 100 statusnih kodova koji opisuju stanje vjetroagregata u svakom trenutku, pristupe glavnom računalu te različite događaje (npr. promjene parametara i sl.).

Podaci koje logira i arhivira WP3100 prate se u centru za daljinsko vođenje. Ovdje je računalni server na kojem je instaliran SCADA sustav Gateway tvrtke „Mite Teknik“.

Preko Gateway-a moguće se je spojiti na bilo koji WP3100 ili IC500 kontroler unutar vjetroagregata. Osnovna značajka ovog sustava je pristup korisničkoj aplikaciji pomoću emulacije upravljačkog panela iz vjetroagregata koji se koristi za upravljanje i nadzor u dnu tornja i u gondoli, (WP3050 na slici 1.) Slika 4. prikazuje grafički prikaz spomenutog panela. Osim funkcije daljinskog upravljanja pomoću Gateway – a moguće je preuzeti 24 i 36 satne snimke procesnih veličina, kronološku listu događaja i alarma. Postoji mogućnost računanja i prikazivanja ukupnih i srednjih vrijednosti pojedinih veličina na dnevnoj, mjesečnoj i godišnjoj bazi, te kroz ukupni vremenski period rada. Podaci mogu biti iskazani numerički i grafički u obliku trenda, histograma i sl.



Slika 4. Grafički prikaz panela

3. IEC 61400 – 25

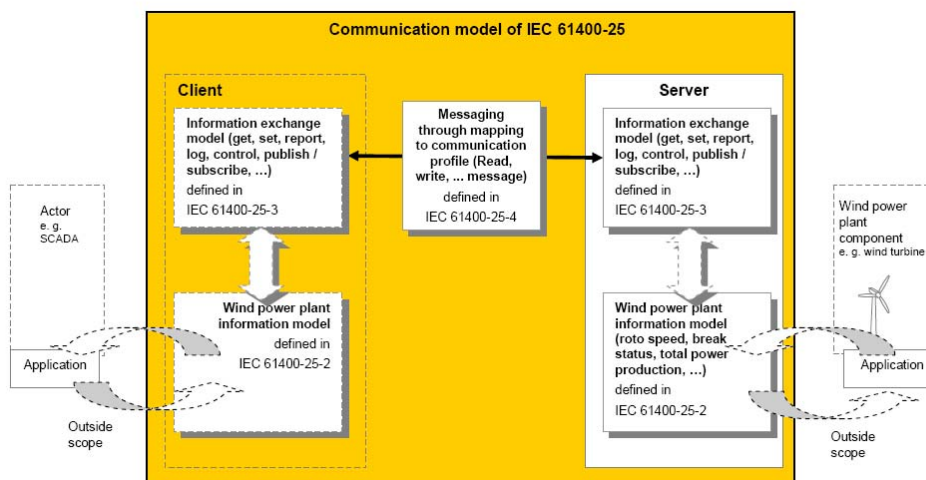
IEC 61400 – 25 dio je IEC 61400 standarda usredotočen isključivo na vjetroagregate, sa specificiranim zahtjevima na dizajn, generator, priključak na mrežu, razinu buke i dr., a obuhvaća i područje vezano uz komunikaciju za monitoring i upravljanje vjetroelektrana sa opisom principa i modela. Nastao je u suradnji velikih svjetskih proizvođača uključenih na tržištu vjetroelektrana i komunikacijskih tehnologija kao što su DONG (Energie E2), EnerNex Corporation, Enercon, Nordex, REpower Systems AG, Siemens Wind Power A/S i dr. Cilj standarda je omogućiti što jednostavniju međusobnu komunikaciju sustavima različitih proizvođača.

IEC 61400 – 25 je svojevrsno proširenje serije standarda IEC 61850 koji prvenstveno definira komunikacijske mreže i sustave u transformatorskim stanicama. IEC 61400 – 25 proširuje IEC 61850 definiranjem specijaliziranih informacijskih modela kako bi se opisale komponente specifične za vjetroagregate, kao što su rotor, turbina i dr. Osim informacijskog modela opisuje se komunikacijski protokol te na taj način standard daje kompletnu sliku komunikacije dijeleći se na tri glavne kategorije:

- informacijski model;
- model razmjene;
- mapiranje na komunikacijski profil.

Dodatna stavka standarda je ispitivanje sukladnosti koja se vrši nakon implementacije kompletnog sustava.

Navedeni standard zasniva se na „client - server“ arhitekturi. Slika 5. prikazuje odnos spomenutih kategorija i arhitekturu.



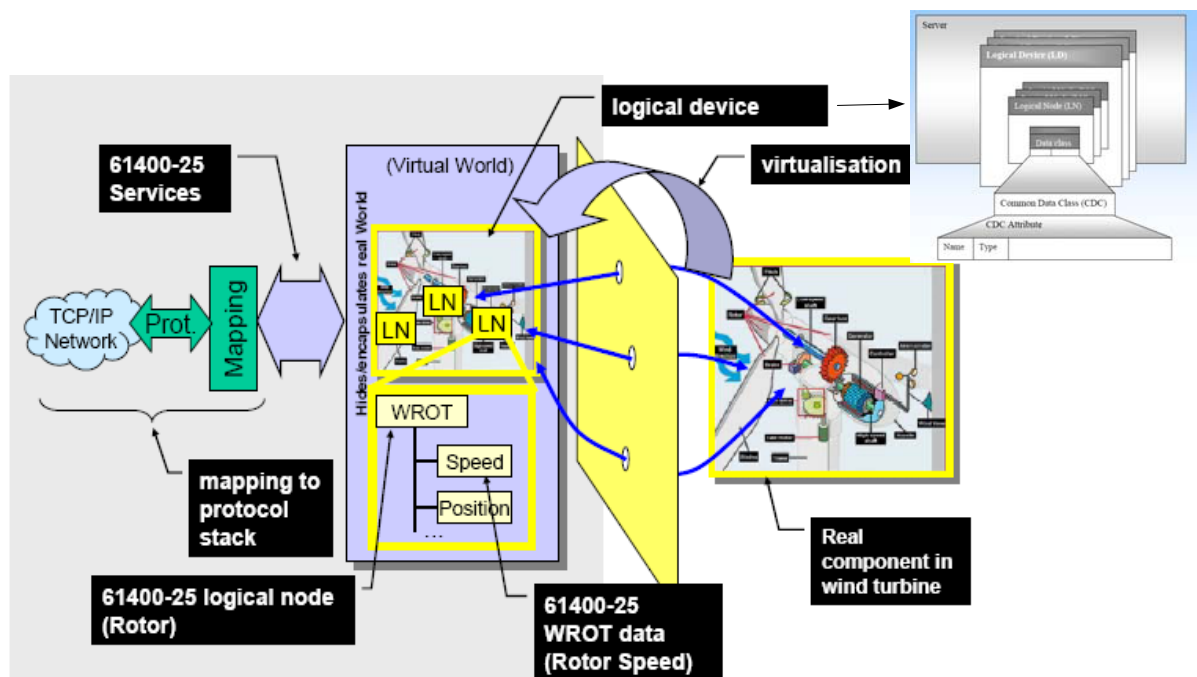
Slika 5. Komunikacijski model definiran prema IEC 61400 – 25

3.1. Informacijski model – IEC 61400 – 25 – 2

IEC 61400 – 25 – 2 specificira egzaktni informacijski model koji sadržava sve bitne skupove podataka koji opisuju komponente modeliranog vjetroagregata. Ovim podacima se pristupa u svrhe monitoringa i upravljanja. Vjetroagregat je zamišljen kao logički uređaj (engl. logical device, LD) kojeg sačinjavaju različiti skupovi podataka koji opisuju stvarni vjetroagregat. Skupovi podataka, koji predstavljaju razne komponente stvarnog vjetroagregata, grupirani su u „logičke čvorove“ (engl. logical node, LN) gdje svaki LN predstavlja jednu komponentu sustava. Osim LN specifičnih za modelirani vjetroagregat, LD sadrži i podatke koji opisuju njega samog odnosno server koji mu služi kao „host“. Ovi podaci su sadržani u posebnom LN nazvanim LPHD (engl. Logical Physical Device Information).

Standard definira obavezne i izborne LN koje LD mora sadržavati. Primjer jednog obaveznog LN je WTUR (engl. Wind turbine general information) u kojem su sadržani podaci o statusu vjetroagregata, proizvodnji i predanoj energiji u mrežu. Još neki od obaveznih LN su WROT (engl. Wind turbine rotor information), WNAC (engl. Wind turbine nacelle information), WGEN (engl. Wind turbine generator information), dok su izborni primjerice WCNV (engl. Wind turbine converter information) i WTRF (engl. Wind turbine transformer information). Struktura LN je definirana prema standardu IEC 61850 – 7 – 2.

Stvarni podaci koji opisuju stanje pojedine komponente su ustvari „klase podataka“ (engl. data classes). Koriste se za definiranje svih podataka sadržanih u LN. Definirane su prema IEC 61850 – 7 – 3 uz dodatak koji ih čini specifičnim za vjetroagregate kao što su npr. postavna veličina, statusna veličina i dr. (opisano u IEC 61400 -25 – 2 poglavlje 7.). Slika 4. prikazuje način modeliranja podataka preuzeta iz IEC 61400 – 25 – 1 s nekim dodacima.



Slika 4. Princip modeliranja podataka prema IEC 61400 - 25 – 2

3.2. Model razmjene – IEC 61400 – 25 – 3

Ovaj dio standarda opisuje model razmjene podataka implementiran na „serveru“ koji omogućuje „klijentu“ pristup i razmjenu podataka u informacijskom modelu. Sadrži opis modela pristupa i autorizacije, modela upravljanja, monitoringa, prijavljivanja i logiranja podataka, te sučelje za komunikaciju koje se nalazi na strani servera (engl. ACSI, Abstract Communication Service Interface). Osnove ACSI - a su preuzete iz IEC 61850 – 7 – 2.

Namjena modela pristupa i autorizacije je osigurati sigurnu razmjenu informacija na relaciji „klijent“ – „server“. Pomoću njega se kontrolira pristup i upravljanje funkcijama „servera“. Zahtjeve koje mora ispuniti veza između „klijenta“ i „servera“ su autorizacija i kontrola pristupa gdje se provjerava identitet klijenta i koja prava izmjene podataka posjeduje, integritet podataka koji podrazumijeva da su

3.4. Ispitivanje sukladnosti – IEC 61400 – 25 – 5

Standard u koracima opisuje provjeru sukladnosti kompletne opreme projektirane za ostvarivanje sustava daljinskog vođenja, pa sve do sukladnosti samih funkcija sustava prema prethodno spomenutim stavkama standarda.

4. ZAKLJUČAK

Iako rješenje za sustav daljinskog vođenja služi kao bitna cjelina u sustavu upravljanja, razvijajući vlastiti sustav upravljanja u „Končaru“, razviti će se i kompletno novi sustav daljinskog vođenja. Kako bi se pratili svjetski trendovi razmatra se korištenje standarda IEC 61850 s nadopunom za vjetroelektrane IEC 61400 - 25 kao budućnost u daljinskom vođenju i kao olakšanje u daljnjoj implementaciji sa drugim proizvođačima. Implementacijom ovog standarda podržava se modularnije rješenje od već postojećeg što bitno olakšava upravljanje vjetroelektranom kao jedinstvenom cjelinom.

LITERATURA

- [1] WP3100 Manual, Končar WPP 1 MW
- [2] Gateway Help, version 2.0
- [3] IEC 61400 – 25 – Communication for monitoring and control of wind power plants, First edition, 2006 – 12
- [4] Prototype for IEC 61400 – 25 Compliant Generic Server, B. Poulsen, K. O. H. Pedersen, 2006.