

Miro Antonijević
Končar-KET
miro.antonijevic@koncar-ket.hr

Stjepan Sučić
Končar-KET
stjepan.sucic@koncar-ket.hr

Ivana Kolman
Končar-KET
ivana.kolman@koncar-ket.hr

PROJEKT OS4ES-OTVORENA PLATFORMA ZA AUTOMATIZACIJU I INTEGRACIJU NAPREDNE ELEKTROENERGETSKE MREŽE

SAŽETAK

Projekt Open System for Energy Services (OS4ES) je međunarodni istraživački projekt namijenjen razvoju platforme koja će omogućiti automatsko uključivanje distribuiranih izvora električne energije i punionica električnih automobila u u sustav vođenja elektroenergetske mreže na temelju načela „plug-and-play“. Važan cilj projekta je razviti prilagodljivo, otvoreno i jednostavno dostupno okruženje za SCADA sustave namijenjene upravljanju sve većim brojem obnovljivih izvora električne energije i njihovo uključivanje u upravljački portfelj operatora distribucijskih sustava.

U ovom radu prikazani su trenutni rezultati projekta koji se temelje na primjeni tehnologije Web servisa za ostvarivanje IEC 61850 komunikacije, te su opisane poveznice sa IEC standardizacijskim aktivnostima kako bi rezultati projekta bili izravno primjenjivi u industriji. Pomoću rezultata OS4ES projekta omogućit će se bolje iskorištenje postojeće energetske i komunikacijske infrastrukture i olakšati razvoj napredne elektroenergetske mreže nove generacije (engl. Smart Grid)..

Ključne riječi: : OS4ES, IEC 61850, Web servisi

PROJECT OS4ES-AN OPEN PLATFORM FOR AUTOMATION AND INTEGRATION OF A SMART GRID

SUMMARY

Project Open System for Energy Services (OS4ES) is an international research project aimed at developing a platform that will enable automatic inclusion of renewable energy sources and electric vehicles in the electricity network based on the plug-and-play principle. An important objective of the project is to develop a flexible, open and easily accessible environment for SCADA systems that should manage an increasing number of renewable energy sources and their inclusion in the control portfolio of distribution system operators.

This paper presents the current results of the project that are based on the use of Web services technology for achieving IEC 61850 communication, and describes links with IEC standardization activities so that project results would be directly applicable in the industry. With the results of the OS4ES project it will be able to better utilize the existing energy and communication infrastructure and facilitate the development of the advanced electricity network of the new generation—the Smart Grid.

Key words: OS4ES, IEC 61850, Web Services

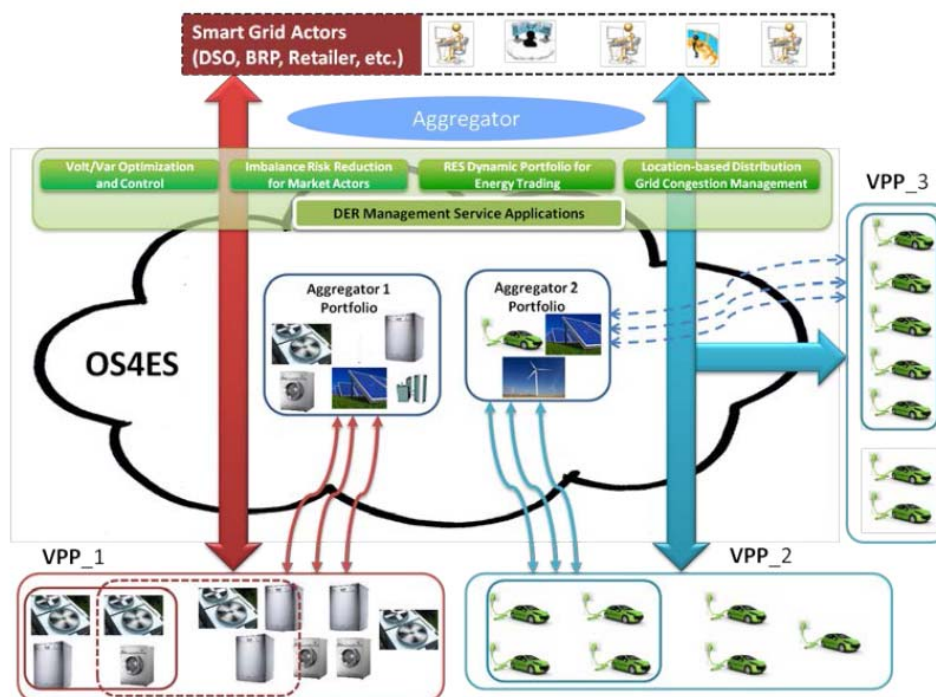
1. 1. UVOD

1.1. Ciljevi OS4ES projekta

Prisutnost sve većeg broja distribuiranih izvora energije (DIE) unutar elektroenergetske mreže ima nepoželjne utjecaje na njenu pouzdanost i robusnost, te otežava operatorima distribuiranih sustava (ODS) upravljanje mrežom. Glavni cilj projekta OS4ES jest stvoriti sustav za ostvarivanje energetske usluge temeljen na otvorenim tehnologijama za sudionike unutar napredne energetske mreže (engl. *Smart Grid*) koji će omogućiti dinamično i automatsko uključivanje distribuiranih izvora električne energije i punionica električnih automobila u elektroenergetsku mrežu.

Detaljniji opis ciljeva OS4ES projekta [1] uz prikladnu vizualizaciju na Slici 1 jest sljedeći:

- Isporučiti referentnu arhitekturu za OS4ES sustav koja će omogućiti DIE dinamičko povezivanje sa aplikacijama za upravljanje električnom energijom.
- Implementirati referentnu arhitekturu uz uvjet da je u skladu sa postojećim standardima, te da omogućuje DIE i ODS dinamično i integrirano zajedničko djelovanje.
- Testirati OS4ES sustav pod realnim uvjetima u laboratorijima za testiranje, a poslije toga i na terenu. Testiranje će se sastojati od velikog broja testova za glavne slučajeve primjene stvorene prema zahtjevima ODS-ava i operatora tržišta energije.
- Konačne rezultate projekta OS4ES učiniti dostupnima za široku upotrebu u obliku otvorenog programskog koda (engl. *open source*) i objaviti ključne rezultate putem sudionika OS4ES industrijske skupine korisnika.
- Pripremiti zahtjeve za standardizaciju - otvoreni standardi su nužni za uspjeh bilo kojeg sustava aplikacija za upravljanje električnom energijom. Stvaranje sučelja za programiranje aplikacija (engl. *Application Programming Interface – API*) koja će biti u skladu s postojećim standardima postavljenim od strane ovlaštenih standardizacijskih tijela (primjerice TC57 WG17) – sučelje za aplikacije koje upravljaju električnom energijom, sučelje za prijavu distribuiranih izvora energije u registar i sučelje za komunikaciju distribuiranih izvora energije. Ukoliko odgovarajući standardi ne postoje, stvorit će se zahtjev za njima (engl. *New Work Item Proposals – NWIP*).

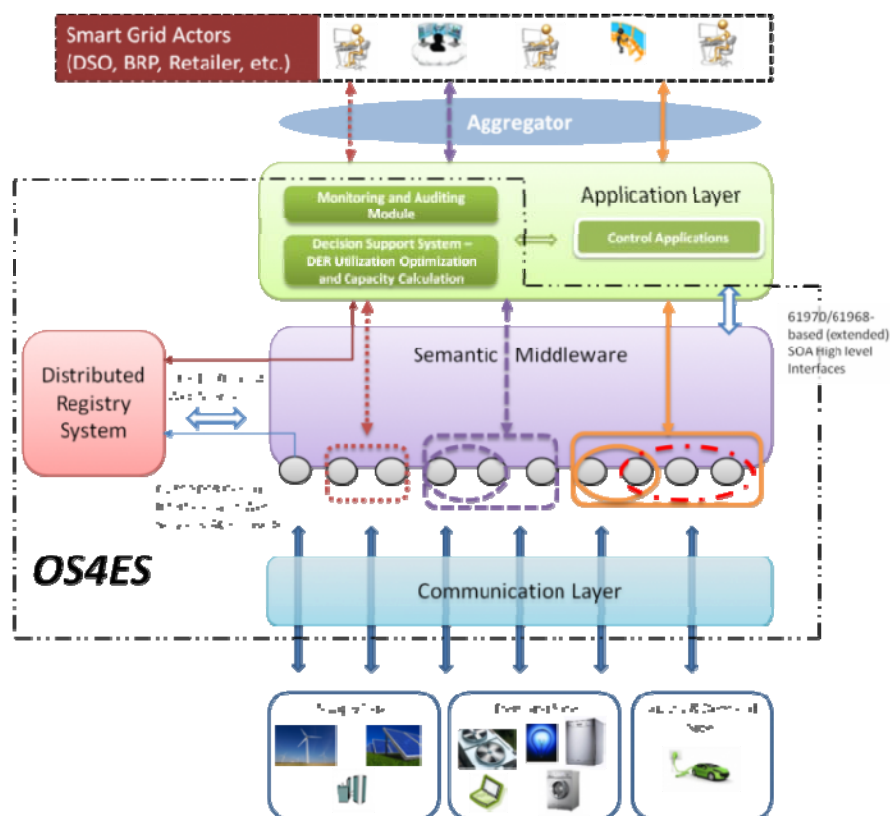


Slika 1. Vizualizacija OS4ES sustava i njegovih ciljeva [1]

1.2. Arhitektura OS4ES sustava

Slika 2 prikazuje predviđenu arhitekturu visoke razine (engl. *high-level*) OS4ES sustava. Različiti DIE u naprednoj elektroenergetskoj mreži (*Smart Grid*) povezani su posebnim ugovorima sa *Smart Grid* sudionicima (ODS), te će biti u mogućnosti dijeliti podatke i usluge putem OS4ES sustava. Točnije, sudionici napredne elektroenergetske mreže će moći putem OS4ES sustava objavljivati unutar OS4ES registra koji DIE pripadaju u njihove upravljačke portfelje i semantički ih unaprjeđivati kako bi se bolje istaknule njihove sposobnosti (dostupnost, geografski položaj, ugovori za sudjelovanje u posebnim programima, itd.), i kako bi se olakšalo optimalno otkrivanje distribuiranih izvora energije i formiranje virtualnih elektrana (engl. *Virtual Power Plant – VPP*) za bolju iskoristivost usluga koje izvori nude.

Glavna poveznica svih OS4ES komponenti koja će omogućavati komunikaciju između sudionika napredne elektroenergetske mreže i distribuiranih izvora energije jest semantička posrednička tehnologija koje se temelji na razmjeni poruka (engl. *message oriented middleware - MOM*) korištenjem otvorenih tehnologija.



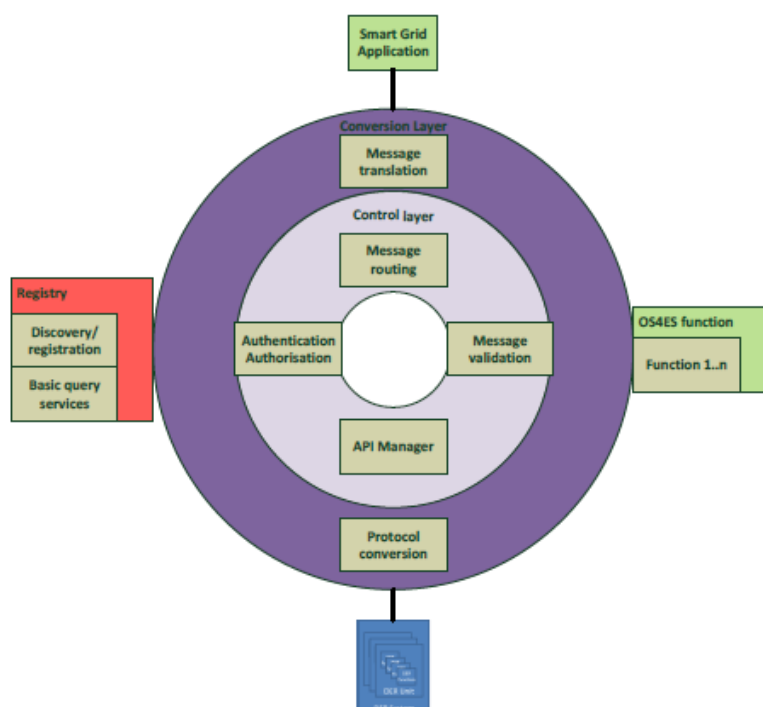
Slika 2. Pregled arhitekture OS4ES sustava [1]

Nešto detaljniji funkcionalni prikaz arhitekture OS4ES sustava vidljiv je na Slici 3. Sastojať će se od sljedećih dijelova zajedno sa odgovarajućim funkcijama [2]:

- *Registar* – centralni repozitorij OS4ES sistema. Nudi usluge registracije distribuiranih izvora energije i njihovih informacija u sustav (ime, lokacija, kapacitet, itd.), registracije i detektiranja OS4ES funkcija, te postavljanja upita o DIE i OS4ES funkcijama.
- *OS4ES funkcije* – dodatne funkcije koje nadilaze jednostavne upite koji upućene prema registru. Primjer takve funkcija je složeno pretraživanje distribuiranih izvora energije unutar registra s obzirom na njihovu lokaciju unutar distribucijske mreže.
- *Sloj za konverziju* – osigurati kompatibilnost između inače nekompatibilnih korisnika sustava OS4ES. Potrebno je raditi konverzije postojećih protokola i podatkovnih struktura (IEC 61850, IEC 60870-101, itd.) na "unaprijeđeni IEC 61850" protokol koji će se koristiti unutar OS4ES sustava.

- *Sloj za kontrolu* – kontrolira tok poruka korisnika OS4ES sustava i njegovih preostalih komponenti. Da bi to bilo moguće potrebno je implementirati usmjeravanje poruka povrh TCP/IP komunikacije, njihovu validaciju kako bi one bile u skladu sa podatkovnim modelima i protokolom komunikacije u sustavu, servis za autorizaciju i autentifikaciju. Također, potrebno je pripremiti dobro dokumentirano sučelje za sve dijelove sustava (komponente i vanjske aktere).

S ovakvom arhitekturom različiti sudionici napredne elektroenergetske mreže moći će zauzimati poslovnu ulogu objedinitelja (engl. *aggregator*) ne samo kako bi mogli u realnom vremenu analizirati podatke pripadnih upravljačkih portfelja (upravljanje, izračun kapaciteta), već i provoditi specifične kontrolne strategije nad određenim skupinama (engl. *clusters*) distribuiranih izvora energije i iskoristavati njihove sposobnosti na optimiziran način. Unutar projekta OS4ES, Končar-KET će svoj doprinos dati u definiranju i implementaciji komunikacijskog sloja opisanih u sljedećem poglavlju.



Slika 3. Funkcionalna arhitektura OS4ES sustava [2]

2. KOMUNIKACIJSKI SLOJ OS4ES SUSTAVA

2.1. Koraci razvoja komunikacijskog sloja

Unutar OS4ES projekta dio koji se bavi komunikacijom zastupljen je unutar radnog paketa 3 (engl. *Working Package 3 – WP3*) [3]. Cilj tog paketa je razviti prototip komunikacijskog protokola koji će biti korišten za dvosmjernu razmjenu podataka između daljinski upravljivih distribuiranih izvora energije i odgovarajućih aplikacija za upravljanje. Ciljevi paketa uključuju:

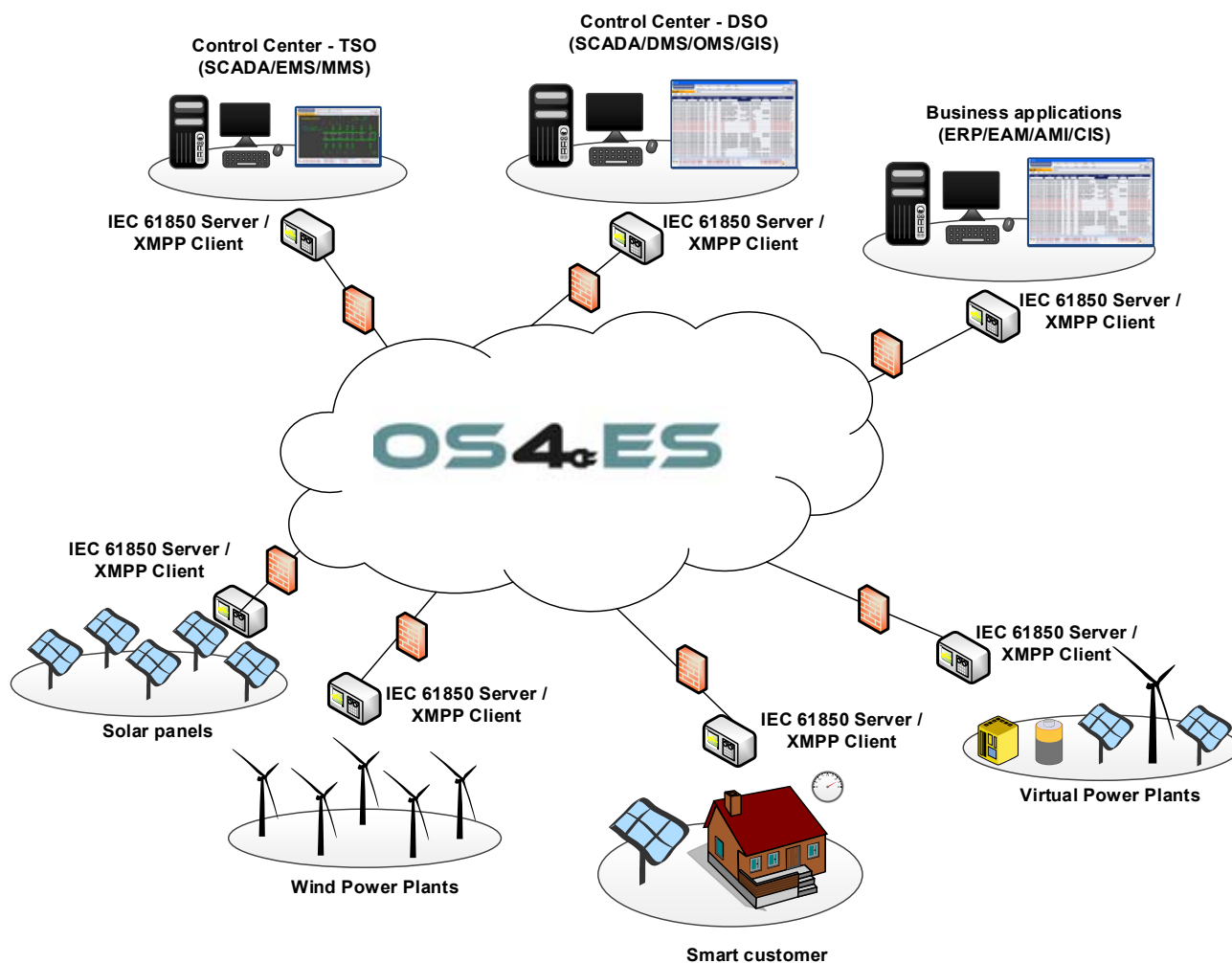
- Analizu komunikacijskih zahtjeva za daljinsko upravljanje komponentama napredne elektroenergetske mreže.
- Razvoj komunikacijskog protokola koji nije ovisan o tehnologiji i koji će odgovarati komunikacijskim zahtjevima.
- Analizu postojećih komunikacijskih protokola koji se koriste za daljinsko upravljanje distribuiranim izvorima energije.
- Procjena široko korištenih mrežnih komunikacijskih protokola koji koriste otvorene tehnologije i koji su kandidati za primjenu u komunikacijskom protokolu OS4ES sustava.
- Razvoj prototipa komunikacijskog protokola na temelju odabrane mrežnetehnologije

- Razvoj pretvornika (engl. *gateways*) za postojeće komunikacijske protokole u upotrebi.
- Testiranje razvijenog prototipa komunikacijskog protokola u simulacijskom okruženju i testiranje pristupnika.

Kao komunikacijski protokol koji će se koristiti kao temelj za komunikaciju unutar OS4ES sustava odabran je protokol IEC 61850.

2.2. Komunikacija u OS4ES sustavu pomoću IEC 61850 protokola

Komunikacija u automatiziranim elektroenergetskim podsustavima koji se temelje na IEC 61850 standardu moguće je podijeliti na horizontalnu (komunikacija koja se odvija između uređaja) i vertikalnu. Horizontalna komunikacija odvija se između uređaja, dok se vertikalna odvija između uređaja (npr. relej) i aplikacija (npr. SCADA - engl. *Supervisory Control and Data Acquisition*). Promatrat ćemo vertikalnu komunikaciju unutar IEC 61850 sustava. Trenutačno se vertikalna komunikacija temelji na klijent – server modelu koji se ostvaruje pomoću MMS (engl. *Manufacturing Message Specification*) protokola. MMS je definiran ISO 9506 standardom [4] koji propisuje binarno serijaliziranu komunikaciju temeljenu na potpunom OSI (engl. *Open Systems Interconnection*) modelu. Zbog složene programske implementacije i funkcionalnih udvostručenosti uvedenih korištenjem cjelokupnog OSI stoga, MMS nije prikladan za implementaciju u dinamičnim i promjenjivim upravljačkim modelima napredene mreže kao što su virtualne elektrane i mikromreže. Zbog navedenih razloga, u sklopu rada IEC-ovog tehničkog odbora 57 (TC57) započet je razvoj novog standardiziranog mapiranja za vertikalnu IEC 61850 komunikaciju koje se temelji na Web servisima. Novo mapiranje omogućit će olakšanu implementaciju programske potpore te bržu i jednostavniju integraciju novih IEC 61850 sustava.



Slika 4. XMPP mreža

2.3. XMPP protokol

Jedna od predloženih web tehnologija za ostvarivanje vertikalne komunikacije u IEC 61850 protokolu, koja je ujedno i glavni kandidat za isto unutar OS4ES projekta, jest XMPP (engl. *eXtensible Messaging and Presence Protocol*) protokol [5].

XMPP je posrednička tehnologija (engl. *middleware*) koja propisuje komunikacijski protokol za izmjenu poruka baziranih na XML-u (engl. *eXtensible Markup Language*). XMPP Omogućuje izmjenu strukturiranih, ali proširivih podataka između dva entiteta na mreži u gotovo realnom vremenu. Razvijen je od strane *Jabber* grupe kao otvorena tehnologija za izmjenjivanje poruka, dojavljivanje postojanja na mreži i za održavanje liste kontakata. : Protokol je ostvaren je da bude proširiv te je zbog toga korišten u sustavima na pretplaćivanje (engl. *publish-subscribe*), signaliziranju VoIP (engl. *Voice over IP*), prijenosu podataka, industriji videoigara, društvenim mrežama i u naprednim elektroenergetskim mrežama. Protokol je osmišljen tako da bude decentraliziran i uvelike je sličan sustavima za ostvarivanje komunikacije elektroničkom poštom. Klijenti izmjenjuju XML poruke (engl. *stanzas*), dok serveri imaju ulogu usmjerivača komunikacijskog toka (engl. *relay*), služe održavanju veze s drugim serverima i upravljaju određenom adresnom domenom. Primjer strukture XMPP mreže koja je prilagođena IEC 61850 sustavima se može vidjeti na Slici 4.

Poruke koje će klijenti izmjenjivati će se kreirati na način da MMS poruku koju želimo prenijeti prvo enkodiramo u XML obliku, te je zatim integriramo u XML poruku XMPP protokola kao dio jedne XML poruke (engl. *stanze*). Na taj način smo dobili jednostavnu proceduru izgradnje poruka. Takve poruke će biti prosljeđene serveru koji će se komunikacijom sa ostalim serverima pobrinuti da stignu odredišnom klijentu.

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu smo vidjeli koji je cilj i stanje OS4ES projekta. Detaljnije smo proučili način na koji će se pristupiti komunikacijskom dijelu za koji je zadužen Končar-KET i definirali sljedeće korake projekta. Odlučeno je da će se za komunikaciju koristiti IEC 61850 protokol, te je definiran način na koji će se MMS poruke prenositi putem XMPP koji predstavlja potencijalno najbolju opciju za ostvarivanje komunikacijskog sloja OS4ES projekta.

4. LITERATURA

- [1] OS4ES konzorcij, "Deliverable 1.1 – Requirement Specification for an OS4ES", 2014
- [2] OS4ES konzorcij, "Deliverable 1.2 - 'OS4ES System Architecture, Component Requirements and Communication Infrastructure', 2015
- [3] WP3 Communication Protocols, dostupno na: <http://www.os4es.eu/Project-Plan/WP3-Communication-protocols/>
- [4] ISO 9506 (all parts), "Industrial automation systems – Manufacturing Message Specification"
- [5] XMPP protocol, dostupno na <http://xmpp.org/xmpp-protocols/>