

Ivan Koprivnić
ABB Zagreb d.o.o.
ivan.koprivnic@hr.abb.com

ISKUSTVO S INTEGRACIJOM OBRAČUNSKIH MJERENJA IZ TS 110/35/10 kV RAHOVECI, KOSOVO U POSTOJEĆI AMR SUSTAV

SAŽETAK

Realizacijom projekta izgradnje TS 110/35/10kV Rahoveci, Kosovo nametnula se potreba za uvođenjem obračunskih mjerenja iz TS Rahoveci u postojeći sustav obračunskih mjerenja (AMR) u Prištini. Budući da se obračunska mjerenja prenose za potrebe i KEK-a (Distribucija) i KOSTT-a (Prijenos) bilo je potrebno ostvariti dva odvojena sustava na razini trafostanice i barem dva komunikacijska kanala. AMR sustavi u KEK-u i KOSTT-u su postojeći sustavi s unaprijed određenim zahtjevima na integraciju novih obračunskih mjerenja o kojima je trebalo voditi računa prilikom realiziranja novog sustava. U ovom radu opisani su zahtjevi na integraciju novih obračunskih mjerenja u postojeće AMR sustave, problemi koji su se pojavili u realizaciji sustava te način na koji su ti problemi riješeni.

Ključne riječi: obračunska mjerenja, AMR, IEC1107, DLMS, GSM, GPRS

EXPERIENCE ON THE INTEGRATION OF REVENUE METERING FROM SS 110/35/10 kV RAHOVECI, KOSOVO TO AN EXISTING AMR SYSTEM

SUMMARY

Realization of the project SS 110/35/10 kV Rahoveci, Kosovo imposed a need for the integration of revenue metering from SS Rahoveci to an existing AMR system in Pristine. Since the revenue metering was realized for the needs of KEK (Distribution company) and KOSTT-a (Transmission company) it was necessary to realize two separate systems at the substation and at least two communication channels. AMR systems in KEK and KOSTT have predefined requirements when it comes to integration of the new revenue metering points. During the integration of the new revenue metering in the existing AMR systems it was need to satisfy the predetermined requirements, and implement the system.

This paper describes the requirements on the integration of revenue metering to the existing AMR systems, the problems that had occurred in the implementation of the systems, and their solutions.

Key words: revenue metering, AMR, IEC1107, DLMS, GSM, GPRS

1. UVOD

Ugovaranjem posla realizacije TS 110/35/10kV Rahoveci predviđena su i isporučena brojila električne energije za obračunska mjerenja tvrtke *Landis+Gyr* tip ZMQ202 i tvrtke *Elster* tip A1500. Brojila ZMQ202 isporučena su za:

- potrebe prijenosne kompanije (KOSTT) te
- potrebe distributivne kompanije (KEK) na 35 kV.

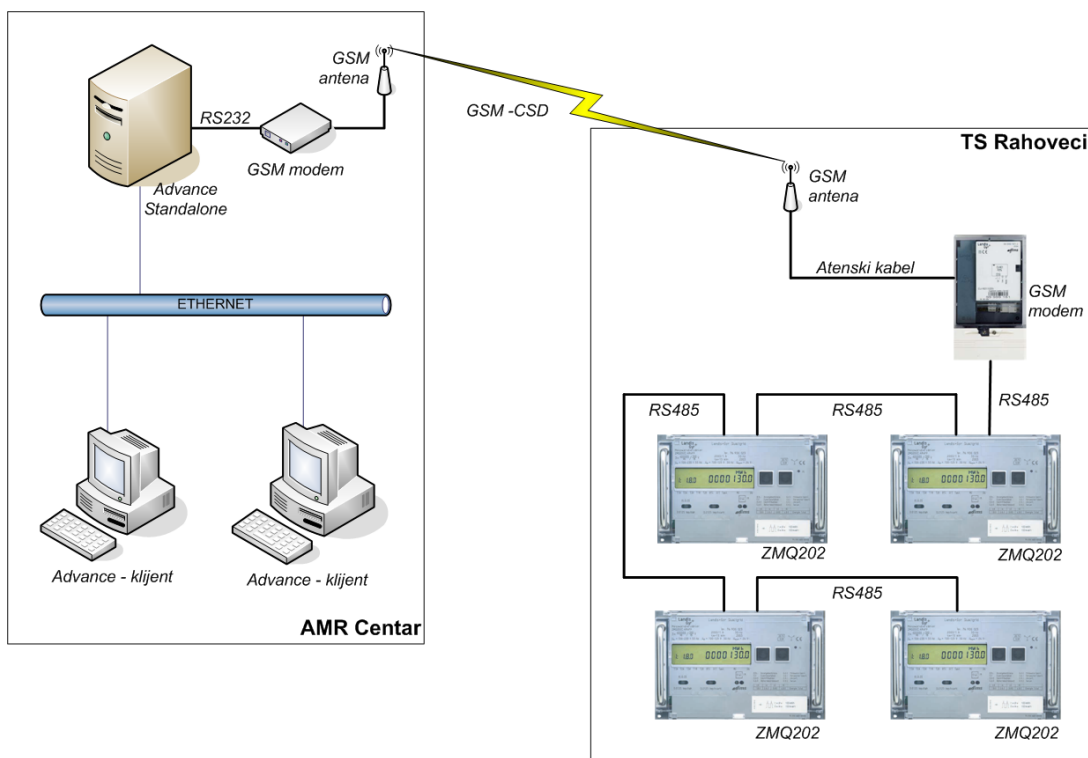
Brojila tvrtke *Elster* tipa A1500 isporučena su za potrebe distribucije (KEK) na 10kV odvodima.

Objе vrste brojila su visokokvalitetni proizvodi koji zadovoljavaju najviše svjetske standarde s klasom točnosti 0.2, mjesečnom i dnevnom pohranom svih traženih obračunskih veličina te mogućnošću daljinskog očitavanja i parametriranja. Brojila tvrtke *Landis+Gyr* isporučena su s komunikacijskim sučeljima RS232 i RS485, dok su brojila tvrtke *Elster* isporučena sa komunikacijskim sučeljem RS232. Brojila tvrtke *Elster* za daljinsko očitavanje podržavaju komunikacijski protokol opisan u standardu IEC 62056-21 (prije IEC1107). Brojila tvrtke *Landis+Gyr* podržavaju komunikacijski protokol određen skupinom standarda IEC 62056, kojeg je i IEC 62056-21 dio, a koji je poznatiji pod nazivom DLMS.

U postojećim AMR centrima u KEK-u i KOSTT-u instalirani su AMR sustavi *Advance* tvrtke *Landis+Gyr* koji podržavaju očitavanja raznih tipova brojila po raznim protokolima. Među podržanim protokolima su i IEC1107 te DLMS. Komunikacija AMR sustava u KOSTT-u i pripadnih brojila obračunskih mjerenja u trafostanicama ostvarena je GSM modemima podatkovnim prijenosom podataka CSD (*Circuit Switched Data*). Komunikacija između brojila i komunikacijskog servera unutar AMR sustava u KEK-u ostvarena je GPRS (*General Packet Radio Service*) mrežom. Za potrebe ostvarenja komunikacijskih kanala, i KEK i KOSTT koriste usluge mobilnog operatera VALA.

Ove činjenice bile su polazište za osmišljavanje tehničkog rješenja realizacije uvođenja obračunskih mjerenja iz TS Rahoveci u postojeće AMR sustave.

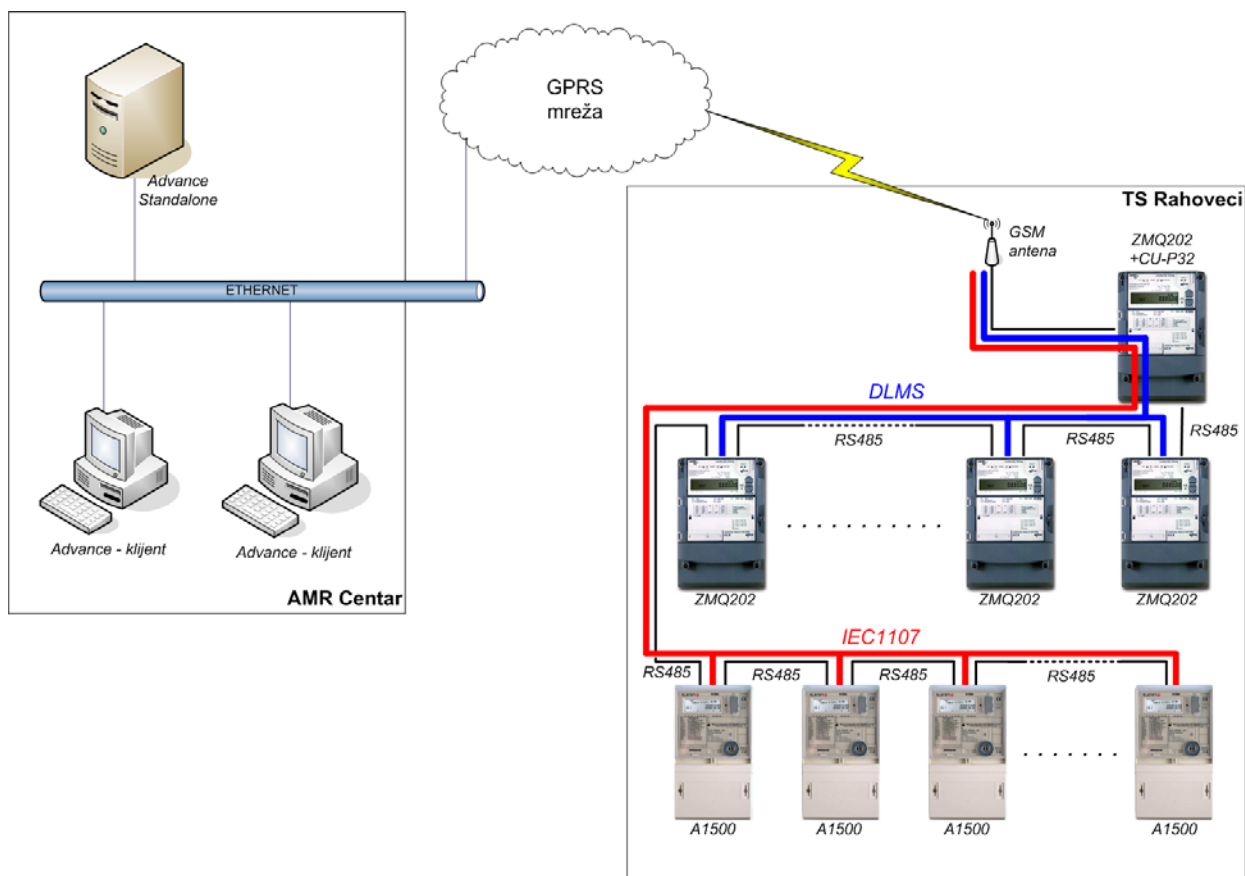
1.1. Polazno tehničko rješenje



Slika 1. Blok shema komunikacije AMR sustava u KOSTT-u

AMR sustav u KOSTT-u je *Advance* aplikacija u server/klijent verziji [1]. Sastoji se od računala na koji je instalirana baza podataka i komunikacijski server, te klijentskih računala za obradu i prikaz obračunskih podataka koja se daljinski spajaju na bazu podataka na serveru. Na tri COM porta na serveru spojena su tri GSM modema koja periodički prozivaju modeme u trafostanicama i tako ostvaruju komunikaciju s brojilima. U pravilu, u svakoj trafostanici postoji po jedan GSM modem na koji su sva brojila spojena u RS485 petlju. Za njihovu komunikaciju koristi se protokol DLMS. Za potrebe uvođenja TS Rahoveci u AMR sustav koristi se jedan od postojećih GSM modema u centru, dok je u trafostanicu isporučen novi modem. Blok shema tehničkog rješenja u KOSTT-u prikazana je slikom 1.

AMR sustav u KEK-u je *Advance* aplikacija u server/klijent verziji. Sastoji se od računala na koji je instalirana baza podataka i komunikacijski server, te klijentskih računala za obradu i prikaz obračunskih podataka koja se daljinski spajaju na bazu podataka na serveru. Računala se nalaze unutar KEK-ove računalne mreže. S mobilnim operaterom VALA postoji ugovor kojim VALA osigurava GPRS mrežu između trafostanica i centra. U svakoj trafostanici koja je u AMR sustavu postoji barem jedan GPRS modem sa SIM karticom operatera VALA kojoj se pristupa preko zaštićene pristupne točke s unaprijed određenom IP adresom. Ta IP adresa dohvatljiva je jedino unutar KEK-ove mreže. U TS Rahoveci isporučen je jedan GPRS modem koji se u KEK-ovoj mreži vidi kao i svako drugo računalo. Sva brojila su spojena u jednu RS485 petlju sa svojom adresom i GPRS modemom kao *masterom*. Blok shema tehničkog rješenja prikazana je slikom 2.



Slika 2. Blok shema komunikacije AMR sustava u KEK-u

Treba uočiti da u istoj RS485 petlji AMR sustav komunicira koristeći dva protokola: IEC1107 u komunikaciji s brojilima *Elster A1500* (označeno crveno na slici 2), a DLMS u komunikaciji s brojilima *Landis+Gyr ZMQ202* (označeno plavo na slici 2). Zbog toga AMR sustav prvo proziva brojila po jednom protokolu, a nakon toga po drugom.

2. PROBLEMI TIJEKOM REALIZACIJE PROJEKTA

Tijekom realizacije AMR sustava u KOSTT-u nije bilo previše problema zato što je ova trafostanica uvedena u AMR sustav na potpuno isti način kao i sve trafostanice do tada. U svima njima koristi se isti tip brojlara i isti način komunikacije. Unatoč tome, pri uspostavljanju veze između centra i trafostanice primijećene su male poteškoće. Uspostavljanje komunikacije bilo je uspješno u prosjeku u jednom od deset pokušaja da bi AMR sustav pročitao tražena mjerenja. Također, događao se i prekid komunikacije usred samog prijenosa podataka. Ovo ne predstavlja velik problem ako je AMR sustav postavljen da tijekom noći automatski prikuplja obračunske podatke. Problem se javlja kada korisnik želi ručno prikupiti podatke pa mora neko vrijeme bezuspješno pokušavati dok ne uspije.

Realizacija AMR sustava u KEK-u bila je malo složenija. Prvi problem javio se jer IEC1107 protokol koji podržava proizvođač *Elster* [2] nije bio kompatibilan s IEC1107 *driverom* razvijenim za *Advance* sustav proizvođača *Landis+Gyr*. Iz tog razloga trebalo je razviti novi *driver* koji podržava komunikaciju s brojlilima proizvođača *Elster*. Treba napomenuti da je za bilo kakav napredniji rad na *Advance* sustavu bilo neophodno shvatiti arhitekturu instaliranog sustava. Samo za instalaciju novih *drivera* trebalo je ustanoviti kako se oni prozivaju, kako se puni baza podataka, na kojem fizičkom računalu se obavlja normalizacija podataka, validacija i slično.

Komunikacija između *Advance* sustava i brojila u trafostanici nije ostvarena modemom. U samom *Advance* sustavu prilikom realizacije komunikacijskog kanala odabirom komunikacijskog protokola IEC1107 ili DLMS treba odabrati i broj modema koji se poziva. To u ovom slučaju nije bilo moguće pa je za te potrebe razvijen DLMSi *driver*. On je zapravo *driver* za DLMS protokol s podrškom za IP. S obzirom na to da do tada za IEC1107 nije bilo razvijeno ništa slično, poslužili smo se aplikacijom IMEGA koja je unutar *Advance* aplikacije „glumila“ modem. Broj koji se poziva je zapravo IP adresa naše SIM kartice. Problem je time djelomično riješen jer aplikacija ne radi kao *windows* servis pa je neophodno da je netko stalno prijavljen na serversko računalo. Na ovaj način ostvarena je komunikacija protokolom IEC1107 s brojlilima u trafostanici, ali nije bilo moguće postaviti automatsko očitavanje tih brojila.

Brojila proizvođača *Landis+Gyr* koja podržavaju DLMS protokol implementirana su u sustav jednostavnim odabirom DLMSi *drivera* prilikom realizacije novih mjernih kanala. Trebalo je jedino paziti da se u *Advance* sustavu naprave dva logički odvojena komunikacijska kanala jer je nemoguće u jednom kanalu na razini brojila određivati komunikacijski protokol.

Ispitivanje ovako realiziranog sustava je pokazalo slične probleme koji su se javljali prilikom realizacije AMR sustava u KOSTT-u. Prilikom čitanja podataka sa brojila proizvođača *Elster* niti jedan put nisu pročitani svi tipovi podataka sa svih brojila. Svaki puta su neki tipovi podataka sa nekih brojila stohastički pročitani a neki nisu. Malo uspješnije je bilo čitanje podataka sa brojila proizvođača *Landis+Gyr* iako statistički puno lošije od očitavanja brojila istog tipa u AMR sustavu instaliranom u KOSTT-u.

Treba napomenuti da se TS Rahoveci nalazi na prostoru gdje je pokrivenost GSM signalom operatera VALA jako slaba, a antene GSM modema bile su instalirane unutar same trafostanice.

3. ANALIZA I RJEŠENJE PROBLEMA

Prije same analize kratko ćemo opisati važne stvari za razumijevanje opisanih problema. Bitna razlika između AMR sustava u KEK-u i KOSTT-u je ostvareni komunikacijski kanal. Za potrebe KEK-a koristi se GPRS mreža, a za potrebe KOSTT-a GSM modem, odnosno CSD podatkovni prijenos.

GPRS je paketno komutiran digitalni prijenos podataka poznat kao 2.5G. Pruža umjerenu brzinu prijenosa podataka koristeći neiskorištene TDMA (*Time Division Multiple Access*) kanale u GSM mreži [3]. Točnije, više korisnika može dijeliti isti prijenosni kanal, a ukupna širina pojasa može biti odmah dostupna svim korisnicima u trenutku slanja poruka. Time se pruža veće iskorištenje prijenosnog kanala u odnosu na CSD uslugu prijenosa podataka GSM mreže. CSD prijenos uspostavlja vezu i zauzima cijeli prijenosni kanal cijelo vrijeme trajanja veze.

Nadalje, bitno je razlikovati protokole po kojima brojila ostvaruju komunikaciju. IEC1107 je stariji protokol i osnovna namjena mu je bila očitavanje i parametriranje brojila lokalno [4]. Na fizičkoj razini, taj protokol omogućuje komunikaciju putem optičke glave ili para žica (CS – 20 mA strujna petlja, RS485 ili RS232). S vremenom se pojavila mogućnost i potreba daljinskog očitavanja brojila pa se iskoristilo RS232 ili RS485 sučelje na brojlilima. Zajedno s modemima ostvarena je komunikacija na daljinu. Ipak, standard nije predvidio komunikaciju na daljinu te kao takav nije predvidio kašnjenja u komunikacijskom kanalu.

Za razliku od IEC1107, DLMS je protokol novije generacije. Nove energetske smjernice, razvoj i liberalizacija tržišta energije, nove tehnologije i razvoj pametnih brojila i mreža postavile su nove smjernice na području izmjene podataka mjernih uređaja. U tu svrhu, udruženje korisnika DLMS je 1997. godine pripremio specifikaciju DLMS / COSEM, koja omogućuje razmjenu podataka između uređaja i softvera od različitih proizvođača putem različitih komunikacijskih kanala. Specifikacija DLMS / COSEM određuje protokol aplikacijskog sloja DLMS te apstraktni model COSEM mjernih uređaja koji nam omogućuje da uređaj predstavimo sa skupom unaprijed određenih vrsta objekata [5]. Protokol je kompleksniji te standardom predviđa komunikaciju na daljinu putem RS232, RS485, PSTN-a, GSM-a, GPRS-a, PLC-a, Interneta i tako dalje [6].

Na kraju, važno je razumjeti kako rade operateri mobilnih mreža. Ono o čemu se ne vodi računa u područjima dobre pokrivenosti GSM signalom jest broj odašiljača, odnosno baznih stanica. U

područjima loše pokrivenosti GSM signalom (kao što je bila naša trafostanica na Kosovu) jačina signala nije jedini problem. Brzina komunikacije se logaritamski smanjuje s udaljenosti od bazne stanice. Svaki operater po baznoj stanici ima unaprijed određen broj istovremenih konekcija te određen prioritet veze. U slučaju da se u isto vrijeme pokušava spojiti više korisnika, najveći prioritet ima glasovni poziv (*speech*), zatim podatkovni prijenos (CSD), a tek na kraju slanje paketa GPRS mrežom [7].

Prema tome, glavni i zajednički problem koji je uzrokovao nezadovoljavajuću komunikaciju između AMR centara i same trafostanice jest loša pokrivenost GSM signalom. Najjednostavnije rješenje tog problema bilo bi promijeniti GSM operatera, ali to nije bilo moguće zbog ugovorne obveze operatera i KEK-a, odnosno KOSTT-a.

Problem otežanog uspostavljanja veze AMR sustava u KOSTT-u jest posljedica loše pokrivenosti GSM signalom na području TS Rahoveci. U samoj trafostanici na mjestu instalirane GSM antene izmjerena je snaga GSM signala od -95 dBm. Prema tvorničkim podacima za GSM modem, teoretski dovoljna snaga signala potrebna za uspostavljanje komunikacije je -99 dBm. Za kvalitetnu komunikaciju treba postići snagu signala od -79dBm [8]. Prirodno rješenje bilo bi postaviti antenu izvan samog objekta, što se i napravilo. Pri tome, trebalo je voditi računa da se instalira antena za vanjsku montažu te da se osigura zaštita od groma. Također, trebalo je paziti na dužinu antenskog kabela. U našem slučaju (POPE H155), atenuacija signala na 10 m kabela iznosi 15 dB. Postavljanjem usmjerene antene u smjeru bazne stanice, snaga GSM signala povećana je za 20 dB, odnosno na -75 dBm, čime je osigurana odlična veza sa AMR centrom i riješeni su problemi u komunikaciji.

Problem otežanog uspostavljanja veze AMR sustava u KEK-u također je posljedica loše pokrivenosti GSM signalom. Bitno je uočiti kako se taj problem odražava na AMR sustav u KEK-u. *Elster* brojila, koristeći IEC1107 protokol preko GPRS mreže, gotovo da nisu mogla komunicirati s AMR centrom. Razlog za to je nizak prioritet slanja podataka preko GPRS mreže, ali i slaba pokrivenost GSM signalom. Radi slabe pokrivenosti GSM signalom pojavljuje se puno neuspjelo poslanih paketa podataka koji se tada ponovno šalju (*retransmission*), čime se jako povećava kašnjenje u komunikacijskom kanalu. Kada se po IEC1107 protokolu jednom uspostavi komunikacija, podaci se trebaju slati određenom brzinom i određenim redoslijedom.

Brojila korištena u ovom projektu imaju nekoliko tipova podataka: krivulju opterećenja (engl. *Load profile*), registre (engl. *Readouts*), knjigu događaja (engl. *Events*) i pogreške (engl. *Errors*). U našem slučaju, prilikom očitavanja *Elster* A1500 brojila, AMR sustav je rijetko pročitao tip podatka *Load profile*. Nakon detaljnije analize ustanovljeno je da po IEC1107 protokolu kako je realizirano u AMR sustavu algoritam nakon inicijalizacije brojila prvo pošalje upit za očitavanjem podatka tipa *Load profile*. Ako ne dobije odgovor unutar određenog vremena, šalje automatski upit za slijedeći tip podataka, tj. *Readout* i tumači da u brojilu nema podataka tipa *Load profile* (15-minutne vrijednosti snage). Nakon prozivanja svih tipova podataka proziva se slijedeće brojilo i sustav nema algoritam ponovnog očitavanja istog brojila. Na taj način AMR sustav završi prikupljanje podataka s brojila, a da nisu pročitani neki ili svi podaci. Korištenjem jednako realiziranog komunikacijskog kanala, *Landis+Gyr* brojila su DLMS protokolom i uz veliko kašnjenje uspijevala poslati podatke, ali otežano. Jedan od razloga je i taj što se DLMS protokolom ne šalju cijeli skupovi podataka nego svaki podatak posebno.

Budući da je slaba pokrivenost GSM signalom u GPRS mreži unosila velika kašnjenja u komunikacijskom kanalu, odlučeno je da se i za potrebe KEK-a ostvari komunikacija GSM modemima.

Ugradnjom vanjske usmjerene antene i prelaskom na CSD prijenos podataka smanjeno je kašnjenje unutar komunikacijskog kanala, čime su riješeni problemi u komunikaciji.

4. ZAKLJUČAK

Kao prvo, treba napomenuti da su u ovom projektu po prvi puta u AMR sustav *Advance* proizvođača *Landis+Gyr* integrirana brojila proizvođača *Elster* A1500. Problemi koji su se javili samo su manjim dijelom bili vezani za nekompatibilnost dvaju proizvođača. Pokazalo se da je modifikacijom IEC1107 *drivera* čitanje svih podataka s brojila proizvođača *Elster* bilo uspješno. Velike probleme uzrokovala je loša pokrivenost GSM signalom koja se nije mogla predvidjeti prije same realizacije projekta. Jednako tako, u većini slučajeva nema problema s pokrivenosti signalom pa se mnogim potencijalnim problemima ne pridaje dovoljna pažnja. Prilikom realizacije AMR sustava najčešće se ne može utjecati na odabir protokola kojim će brojila komunicirati. U postojećim trafostanicama starija brojila najčešće podržavaju samo protokol IEC1107 ili čak niti taj. Danas svi proizvođači brojila imaju barem

jedan tip brojila koja podržavaju DLMS protokol. Ako se komunikacija ostvari žicom, ne bi trebalo biti većih problema. Ako žica ili neko treće rješenje nije moguće, treba razmotriti odabir GSM (CSD) ili GPRS.

Prednosti GPRS mreže su da se može uspostaviti zatvoren i siguran sustav gdje se brojilima ne može pristupiti osim sa unaprijed određenih i dozvoljenih adresa. Cijena, koja je bitan faktor, ovisi o ostvarenom prometu, a ne o vremenu očitavanja podataka. S druge strane, najveći nedostatak GPRS mreže je u tome što se u slučaju loše pokrivenosti GSM signalom javlja veliko kašnjenje u prijenosu podataka zbog puno pogrešno poslanih paketa.

Prednost CSD prijenosa podataka jest da loša razina GSM signala ne utječe na kašnjenje u komunikacijskom kanalu. Najčešće se ostvaruje i brža komunikacija od GPRS mreže, u slučaju da više korisnika koristi GPRS istovremeno. S druge strane, veliki nedostatak takvog prijenosa podataka je loša sigurnost. Ukratko, svakim modemom se s bilo koje lokacije može spojiti na brojilo uz uvjet da se poznaje telefonski broj i adresa brojila. Cijena usluge kod operatera ovisi o vremenu zauzeća linije, a ne o količini prenesenih podataka.

Ako se u AMR sustav trebaju integrirati brojila koja podržavaju samo IEC1107 protokol, a pokrivenost GSM signalom je loša, preporuka je koristiti uslugu CSD prijenosa podataka GSM mreže u slučaju da ne postoji neko treće rješenje.

LITERATURA

- [1] Matjaž Malovrh, „Advance System - User manual“, Landis+Gyr, May 2008
- [2] Frank Dewald, „A1500/A2500 Firmware Version 4.xx Protocol Definition“, Elster, November 2006
- [3] J. B. Bates, „GPRS: General Packed Radio Service“, Kindle Edition, December 2001
- [4] IEC 62056-21 Electricity metering – Data exchange for meter reading, tariff and load control – Part 21: Direct local data exchange, May 2002
- [5] DLMS User Association, www.dlms.com
- [6] IEC 62056-53, Electricity metering – Data exchange for meter reading, tariff and load control – Part 53: COSEM Application Layer, December 2006
- [7] Mike Hogg, „GPRS Wireless solutions“, Miri Technologies
- [8] H7102000314 User Manual CU-G2x, Landis+Gyr, 2007