

POLAZIŠTA ZA IZGRADNJU NAPREDNOG MJERNOG SUSTAVA – ISKUSTVA POSTOJEĆEG STANJA

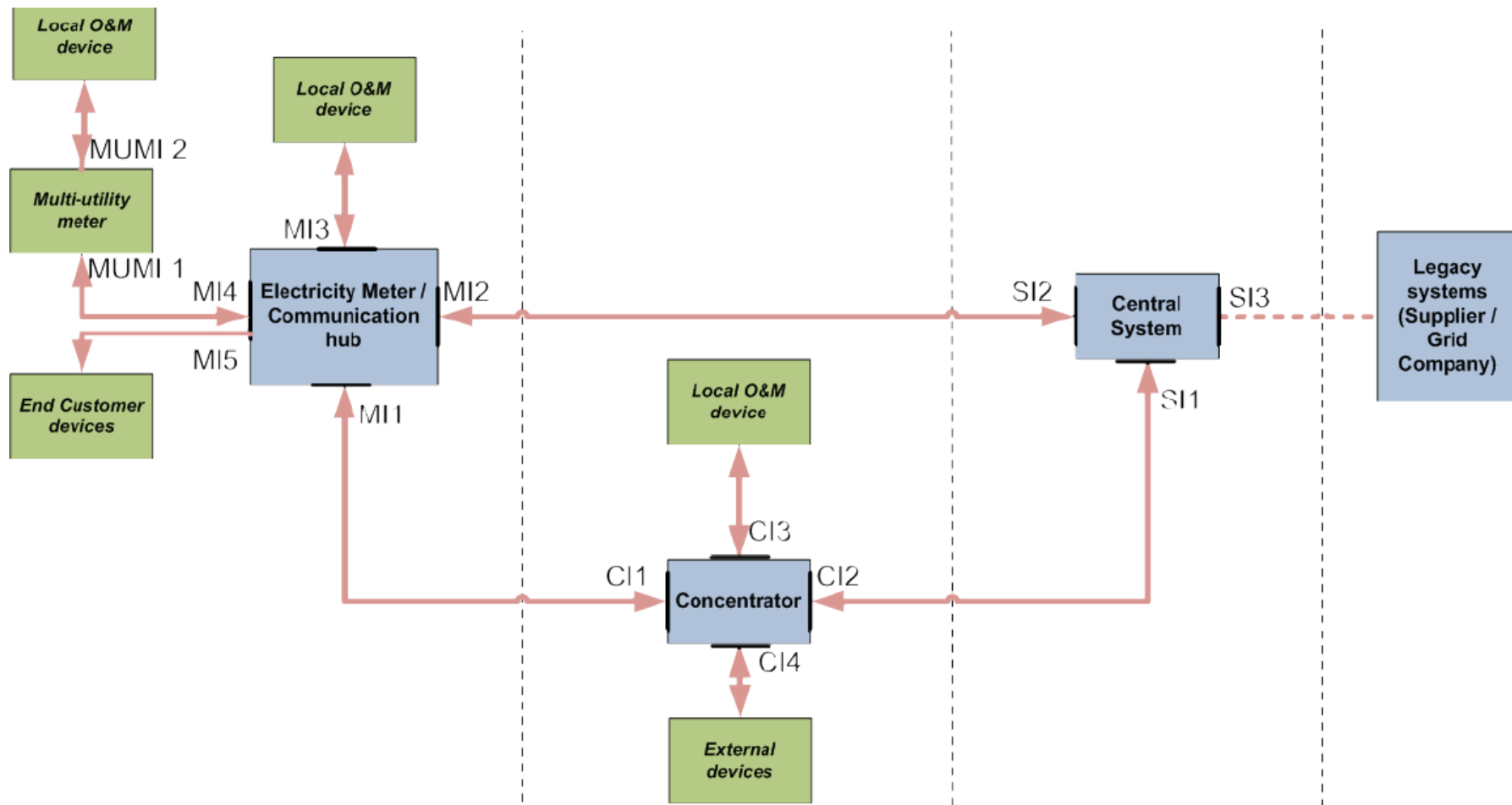
Ivica Hadjina

Zagreb, 15. prosinac 2016. godine.

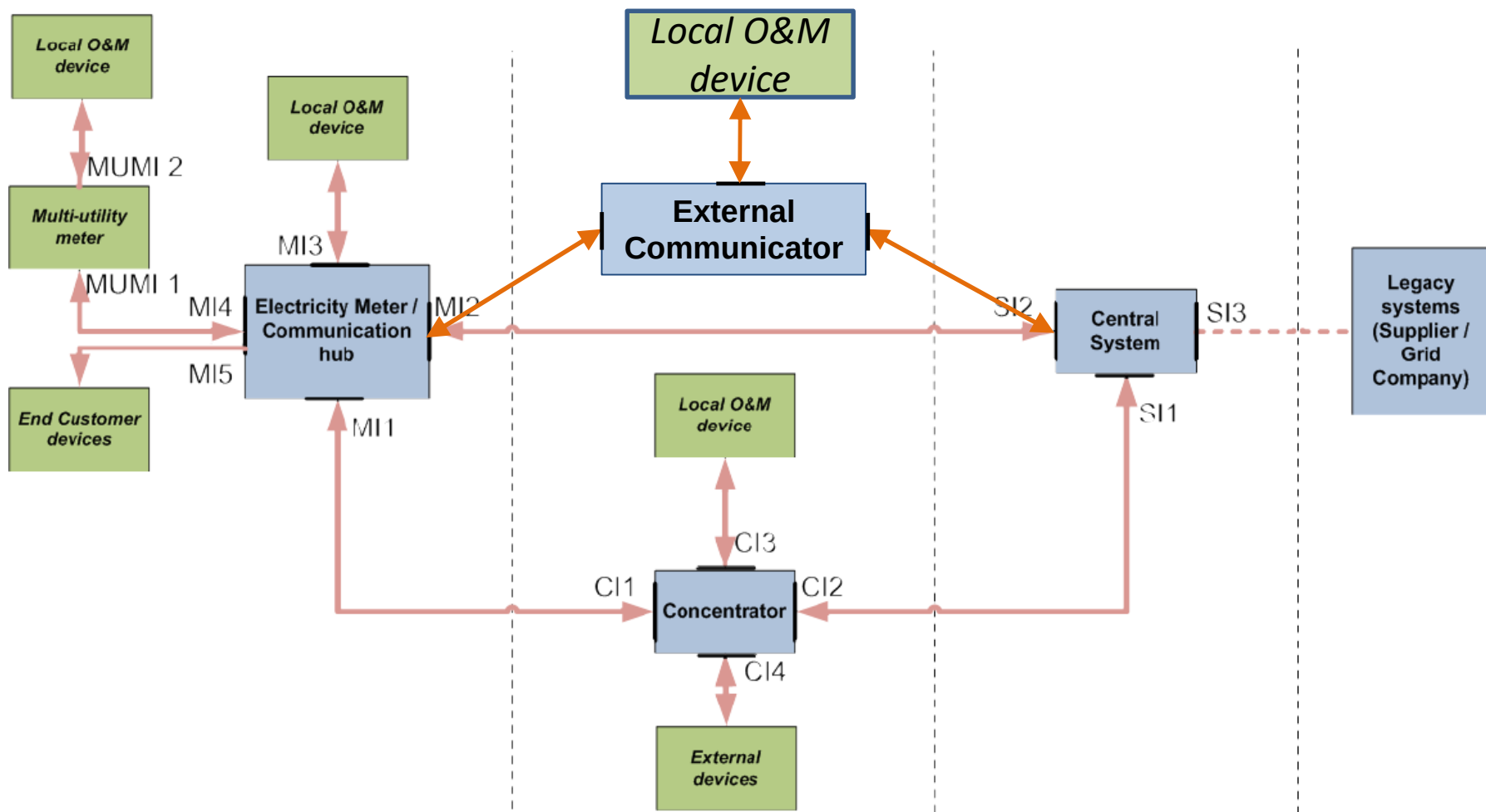
SADRŽAJ

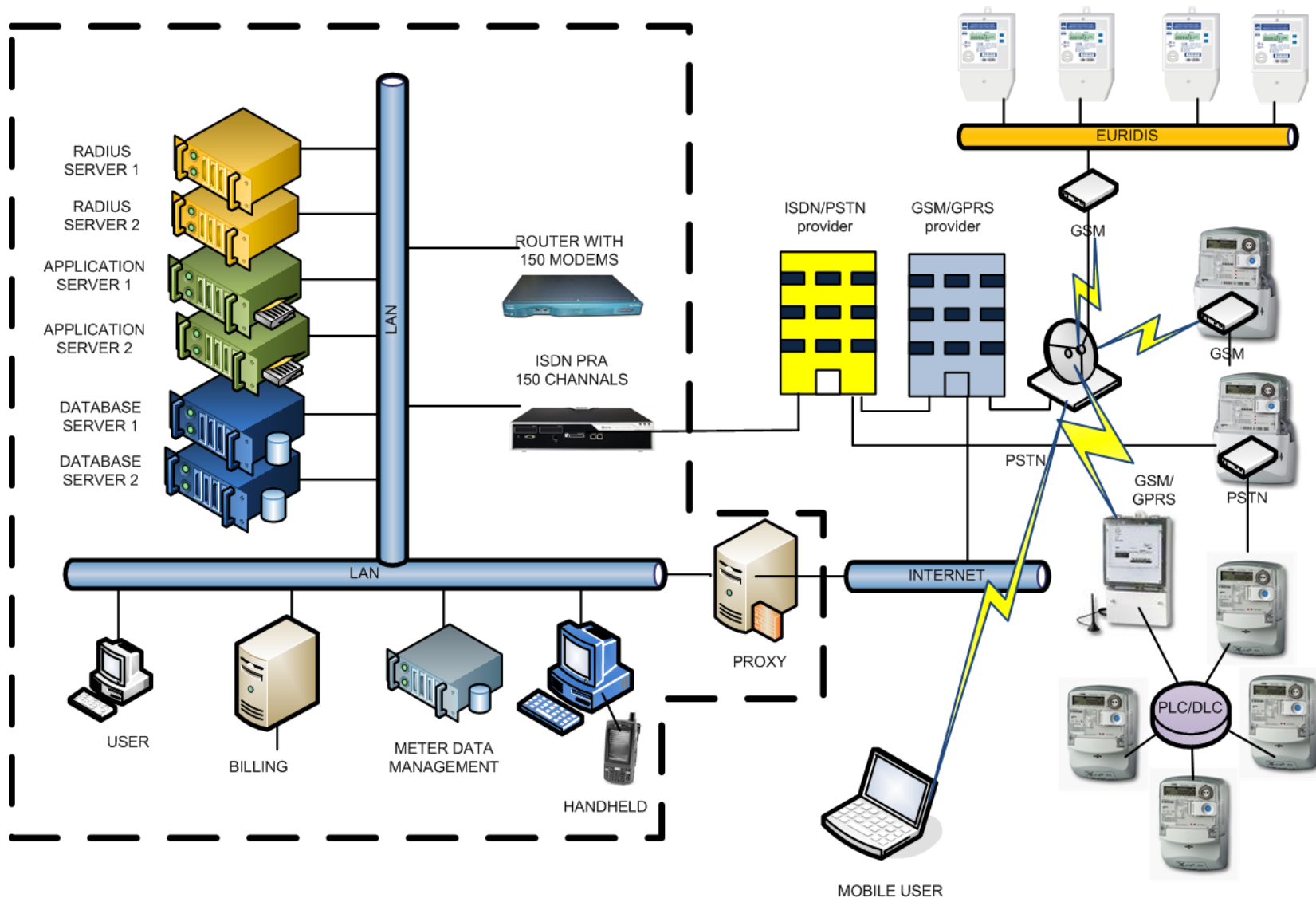
- ☐ **Arhitektura sustava naprednih mjerenja danas**
- ☐ Komponente mjernog sustava
- ☐ Sučelja
- ☐ Komunikacijski protokoli
- ☐ Mjerni podatci – količine, dostupnost i pouzdanost
- ☐ Ostvarenje mjerne usluge ODS-a
- ☐ Tehnologije, mediji prijenosa i obrada podataka
- ☐ Promišljanja za izgradnju novog sustava
- ☐ Zaključak i pitanja

ARHITEKTURA NAPREDNOG MJERNOG SUSTAVA OPENmeter PROJEKT



ARHITEKTURA NAPREDNOG MJERNOG SUSTAVA





SADRŽAJ

- ☐ Arhitektura sustava naprednih mjerenja danas
- ☐ **Komponente mjernog sustava**
- ☐ Sučelja
- ☐ Komunikacijski protokoli
- ☐ Mjerni podatci – količine, dostupnost i pouzdanost
- ☐ Ostvarenje mjerne usluge ODS-a
- ☐ Tehnologije, mediji prijenosa i obrada podataka
- ☐ Promišljanja za izgradnju novog sustava
- ☐ Zaključak i pitanja

BROJILA ELEKTRIČNE ENERGIJE



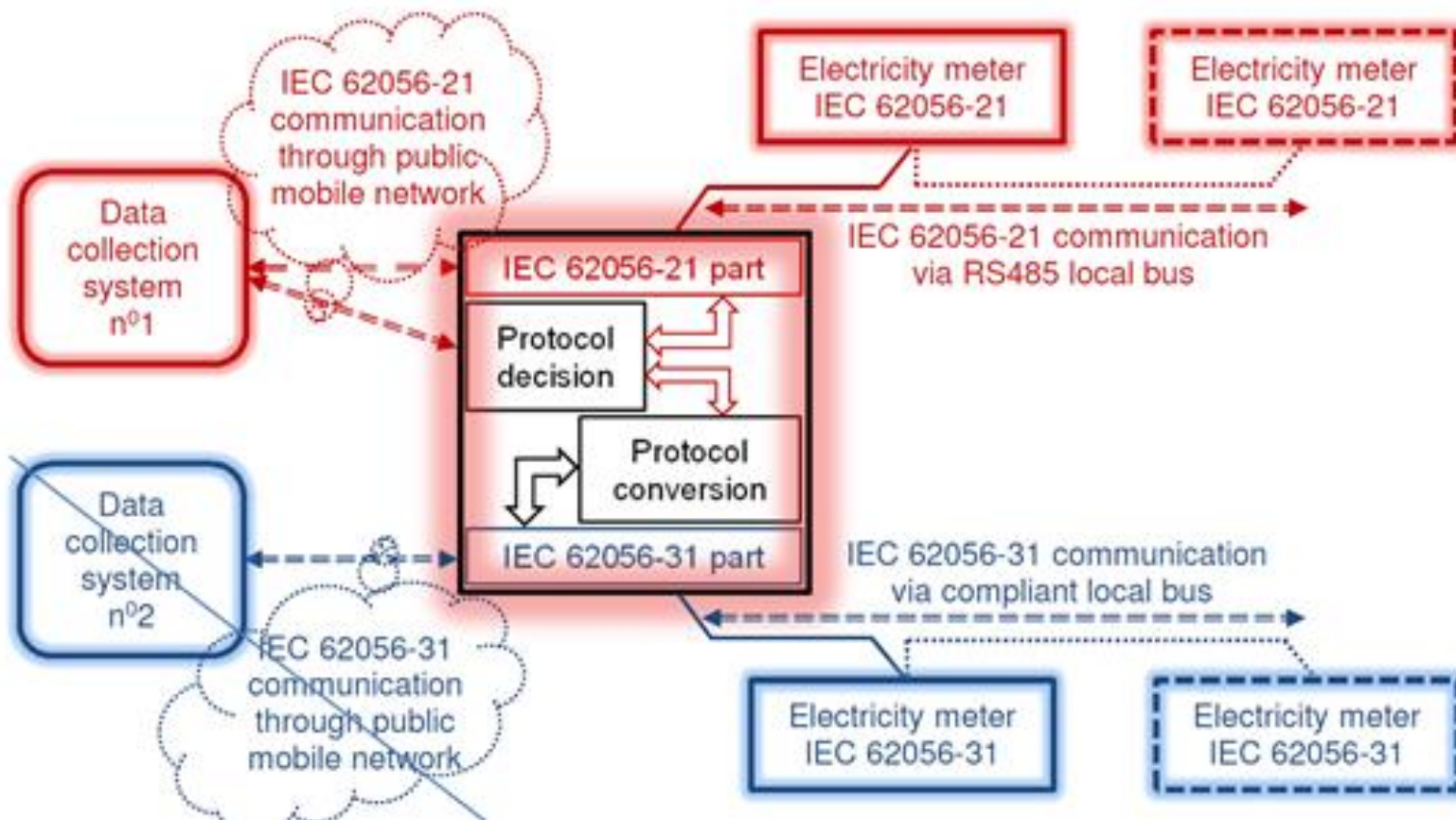
PREPORUKA EK 2012/148/EU

- a) Osigurati očitavanja potrošnje izravno za kupca i treću stranu
- b) Najmanji period od 15 minuta i pohrana podataka za analizu
- c) Očitavanje mjernih i kontrolnih podataka za operatora mjerenja
- d) Dvosmjerna komunikacija
- e) Očitavanja dovoljno česta za planiranje rada mreže
- f) Daljinska podrška i kontrola naprednih tarifa, TOU registara, prosljeđivanje informacije izravno do kupca
- g) Daljinsko uključenje/isključenje, ograničavanje snage
- h) Sigurna i zaštićena komunikacija, zaštita privatnosti
- i) Sprječavanje prevara i neovlaštenog korištenja energije
- j) Dvosmjerno mjerenje radne i jalove energije

BROJILO – KOMUNIKACIJSKI RAZDJELNIK

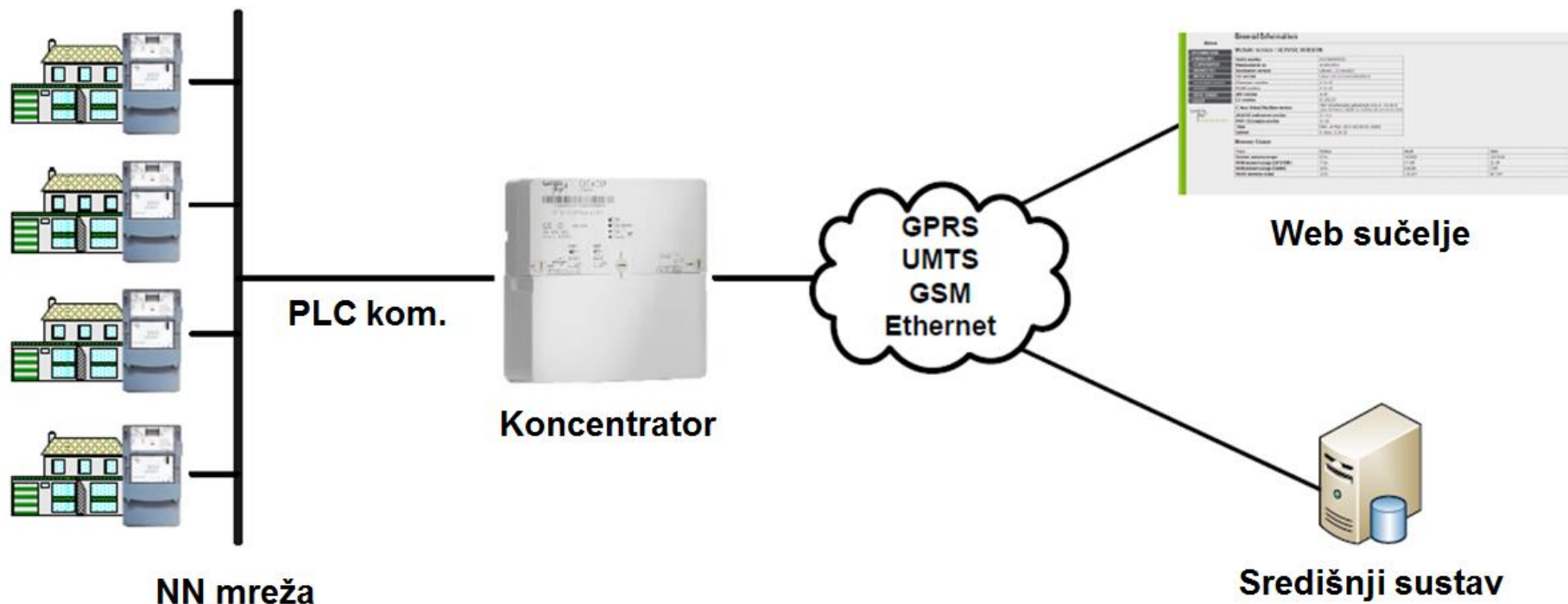
- ☐ **Delegirani pristupnik** (Proxy Gateway) – prikuplja i sprema podatke drugih uređaja, a sustav za prikupljanje podataka ih normalno dohvaća kao pohranjene podatke
- ☐ **Pristupnik** (Gateway) – sustav za prikupljanje podataka izravno dohvaća podatke iz drugih brojila (vodomjer, plinomjer i mjerač potroška topline)
- ☐ Brojilo ima ulogu **poslužitelja** (Server) za druga komunalna brojila, uređaje kod kupca i sustav za prikupljanje mjernih podataka
- ☐ Svi ostali moduli infrastrukture naprednih mjerenja su **klijenti** (Client), zahtijevaju uslugu od poslužitelja

VANJSKI KOMUNIKATOR



KONCENTRATOR PODATAKA

→ PAMETAN I NEUMORAN RADNIK



PLC statistics

[illegible]

G3 neighbor table

Unit Id	Short address	Tx Modulation	Modulation scheme	TxGain	TxRes	TxCoef	ToneMap	Reverse LQI	Rx LQI	PhaseDifferential	TMRValidTime	NeighbourValidTime
4C475A66722C1488 (LGZ-102-7-36443272)	0x0013	QPSK	differential	0dB	6dB	0x0000000000000000	000000000000000000111111 (0x3F)	97 (14.25dB)	52 (3.00dB)	240 degree	0s	4h 10m 0s
4C475A66722C1489 (LGZ-102-7-36443273)	0x0012	ROBO	differential	0dB	6dB	0x0000000000000000	000000000000000000111111 (0x3F)	56 (4.00dB)	24 (-4.00dB)	240 degree	1m 0s	4h 11m 0s
4C475A66722C148B (LGZ-102-7-36443275)	0x0006	ROBO	differential	0dB	6dB	0x0000000000000000	000000000000000000111111 (0x3F)	56 (4.00dB)	16 (-6.00dB)	240 degree	0s	4h 5m 0s

STATUS	STATISTICS	UNITS SUMMARY	UNITS G3 SUMMARY	G3 EVENT HISTORY	G3 PATHS	ROUTE TA
G3 ADP IB	G3 PAN TOPOLOGY					

Path statistics

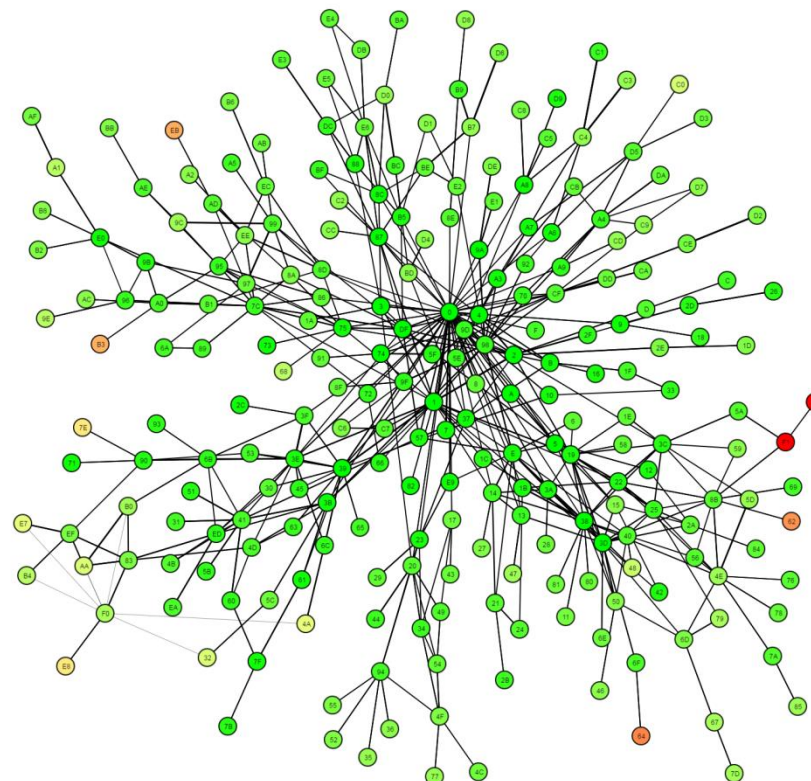
Count of paths:	242
Maximum path length:	20
Average path length:	6.4
Average path cost:	69.0

Path length distribution

Hop count	Units (%)	Units
2	9.5 %	23
3	2.1 %	5
4	19.4 %	47
5	9.5 %	23
6	16.9 %	41
7	9.1 %	22
8	11.6 %	28
9	7.0 %	17
10	5.4 %	13
11	4.1 %	10
12	2.9 %	7
13	0.8 %	2
14	1.2 %	3
15	0.0 %	0
16	0.0 %	0
17	0.0 %	0
18	0.0 %	0
19	0.0 %	0
20	0.4 %	1

Paths

Unit id	Short address	Path reading time	Hop count	hop 1	hop 2	hop 3	hop 4	hop 5	hop 6	hop 7	hop 8	hop 9
4C475A66722886C7 (LGZ-102-7-36210375)	0x00EC	2016.12.12 04:50:18	6	0x0001 / 9	0x0075 / 11	0x008D / 11	0x00EC / 11	0x008D / 11	0x0000 / 14	-	-	-
4C475A66722886CC (LGZ-102-7-36210380)	0x00EB	2016.12.12 04:44:31	9	0x00DF / 9	0x0075 / 10	0x007C / 10	0x00AD / 10	0x00EB / 12	0x00AD / 11	0x008A / 11	0x00DF / 10	0x0000 / 11



SREDIŠNJI SUSTAV

- ☐ Upravlja svim informacijama i podacima
- ☐ Odgovara za konfiguraciju, nadzor i upravljanje sistemskim komponentama
- ☐ Upravlja radom komunikacijskih sustava, obrađuje alarme i događaje
- ☐ Zaprima radne naloge/naredbe koji izvrši prema mreži, provjerava pravodobnost izvršenja
- ☐ Vraća natrag potvrde izvršenja i rezultate operacija

NASLIJEĐENI SUSTAV

- ☐ Sustav za upravljanje uređajima i podacima za obračun
- ☐ Odgovoran za upravljanje poslovnim procesima poput prijave brojila, očitavanja, tarifiranja, uključivanja/isključivanja, obračuna, upravljanja ispadima
- ☐ Ovaj sustav ne treba ništa znati o brojilima, komunikacijskoj infrastrukturi, protokolima i tehnologijama
- ☐ Usmjeren je na operativne radove i poslovne procese

OSTALE KOMPONENTE

- ☐ Uređaji za rad i održavanje (O&M devices) - prijenosna računala, dlanovnici, servisni softver i druga specijalistička oprema
- ☐ Druga komunalna brojila (plin, voda, toplina)
- ☐ Pomoćna oprema kod kupca (END Customer Devices) – displej, mobitel, TV kanal – omogućuje kupcu pristup brojilima i trošilima
- ☐ Vanjski uređaji spojeni na koncentrator – SCADA, DER, daljinski senzori instalirani u TS

SADRŽAJ

- ☐ Arhitektura sustava naprednih mjerenja danas
- ☐ Komponente mjernog sustava
- ☐ **Sučelja**
- ☐ Komunikacijski protokoli
- ☐ Mjerni podatci – količine, dostupnost i pouzdanost
- ☐ Ostvarenje mjerne usluge ODS-a
- ☐ Tehnologije, mediji prijenosa i obrada podataka
- ☐ Promišljanja za izgradnju novog sustava
- ☐ Zaključak i pitanja

Sučelje	Vrsta	Tehnologija i protokoli nižeg sloja	Protokoli višeg sloja i model podataka
Brojilo EE - središnji sustav	Bežično	GSM → GPRS → EDGE → LTE	IEC 62056-31 IEC 62056-21 DLMS/COSEM
Brojilo EE - koncentrator	PLC	IEC 61334-5-1 (S-FSK) → ITU-T G.9903 (G3-PLC)	DLMS/COSEM
Brojilo EE - vanjski komunikator	Upletena parica	IEC 62056-31 (Euridis) RS-485	IEC 62056-31 IEC 62056-21 DLMS/COSEM
Brojilo EE - komunalno brojilo	Bežično	IEEE802.15.4 IEEE802.11-2007 (WLAN) EN 13575-4:2005 (Bežični M-bus)	DLMS/COSEM
Brojilo EE - lokalni servisni uređaj	Bežično	IEEE802.15.4 (Bluetooth) IEEE802.11-2007	DLMS/COSEM
Brojilo EE - uređaj kod krajnjeg kupca	Bežično	Bluetooth (IEEE802.15.1-2002) ZigBee	DLMS/COSEM
Koncentrator - središnji sustav	Bežično	GPRS → EDGE → LTE	DLMS/COSEM
Koncentrator - središnji sustav	LAN	Remote Ethernet	DLMS/COSEM
Koncentrator - lokalni servisni uređaj	LAN	Local Ethernet	DLMS/COSEM
Koncentrator - vanjski uređaj	Bežično	ZigBee WiFi	DLMS/COSEM IEC 61850
Vanjski komunikator - središnji sustav	Bežično	GSM → GPRS → EDGE → LTE	IEC 62056-31 IEC 62056-21 DLMS/COSEM
Komunalno brojilo - lokalni servisni uređaj	Bežično	IEEE802.15.4 IEEE802.11-2007	DLMS/COSEM

Značajka	RS-485	Euridis
Definirani OSI sloj	fizički	fizički i podatkovni
Napajanje	aktivno	pasivno
Signal	digitalan	analogan
Polariteti	bitni su	nisu bitni
Mogućnost spajanja	do 32 uređaja	do 100 uređaja
Najveći domet	1200m (pri brzini 100kb/s)	500m (pri brzini 1200b/s)
Najveća brzina	10Mb/s (za udaljenost do 12m)	1200b/s
Način umrežavanja	paralelno ulančavanje	paralelno ulančavanje spajanjem u zvijezdu ili stablo bez povratne petlje

SADRŽAJ

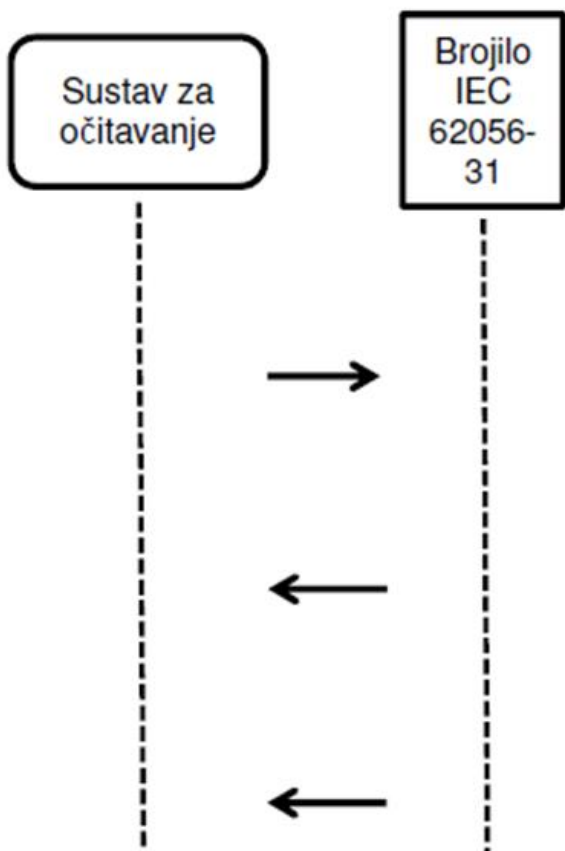
- ☐ Arhitektura sustava naprednih mjerenja danas
- ☐ Komponente mjernog sustava
- ☐ Sučelja
- ☐ **Komunikacijski protokoli**
- ☐ Mjerni podatci – količine, dostupnost i pouzdanost
- ☐ Ostvarenje mjerne usluge ODS-a
- ☐ Tehnologije, mediji prijenosa i obrada podataka
- ☐ Promišljanja za izgradnju novog sustava
- ☐ Zaključak i pitanja

KOMUNIKACIJSKI PROTOKOLI

- ☐ Komunikacijski protokol predstavlja skup pravila kojim se određuje format i način na koji će se prenositi podatci
- ☐ IEC 62056-31(Euridis)
- ☐ IEC 62056-21
- ☐ Zbog pojednostavljenja zahtjeva na sustav daljinskog očitavanja uvedena pretvorba IEC 62056-31/IEC 62056-21
- ☐ DLMS/COSEM (Device Language Message Specification/Companion Specification for Energy Metering)

KOMUNIKACIJSKI PROTOKOLI

→ IEC62056-31 (EURIDIS)



Euridis okviri koji se razmjenjuju:

Okvir za daljinsko očitavanje podatka definiranog TAB poljem

1	6	1	1	1	2
oktet	okteta	oktet	oktet	oktet	okteta
N	ADS	ADP	COM	TAB	CRC

Okvir pozitivne potvrde sa traženim podatkom u DATA polju

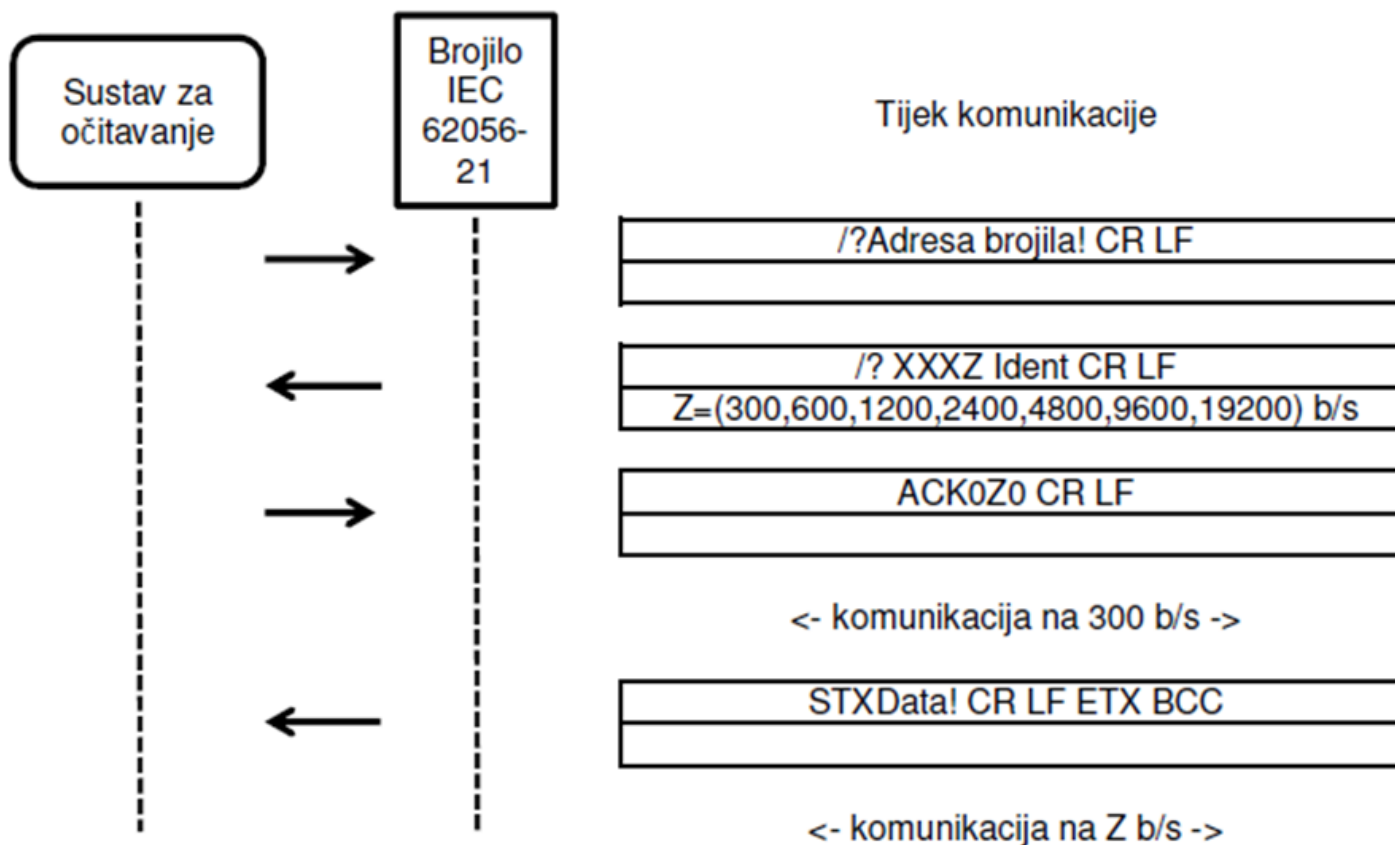
1	6	1	1	1	0 do 116	2
oktet	okteta	oktet	oktet	oktet	okteta	okteta
N	ADS	ADP	COM	TAB	DATA	CRC

Okvir negativne potvrde (nepoznat TAB identifikator)

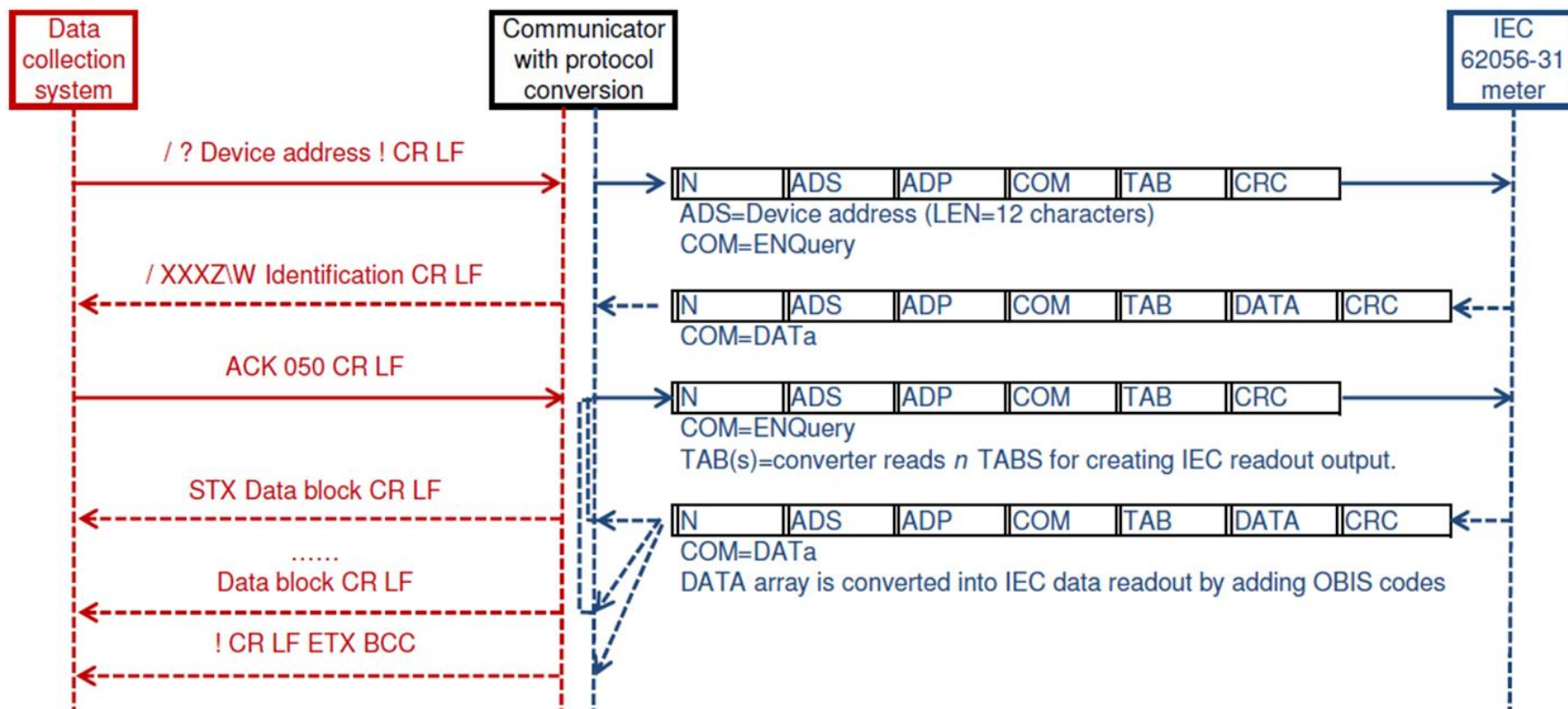
1	6	1	1	2
oktet	okteta	oktet	oktet	oktet
N	ADS	ADP	COM	CRC

KOMUNIKACIJSKI PROTOKOLI

→ IEC62056-21



PRETVORBA IEC 62056-31/IEC 62056-21



DLMS/COSEM

1. Modeliranje: Model podataka u mjernoj opremi i pravila za identifikaciju podataka
2. Slanje poruka: Komunikacijski servisi i protokoli za mapiranje elemenata podatkovnog modela u APDU
3. Prijenos podataka: Usluge i protokoli za prijenos poruka kroz komunikacijski kanal

1. Modeliranje

Objekti COSEM sučelja

Register	0..n	0..n	version=0
Attribute(s)	Date Type	Max	Def
1. logical_name	(static)	octet-string	
2. value	(dyn.)	instance of	
3. scalar-unit	(static)	scalar-unit	
Method(s)			
1. reset			

DLMS User Association

Uslužni protokoli za pristup atributima i metodama

2. Slanje poruka

Komunikacijski protokol

Messages :

Service_Id(Class_Id, Instance_Id, Attribute_Id/Method_Id)

Encoding: (APDU)

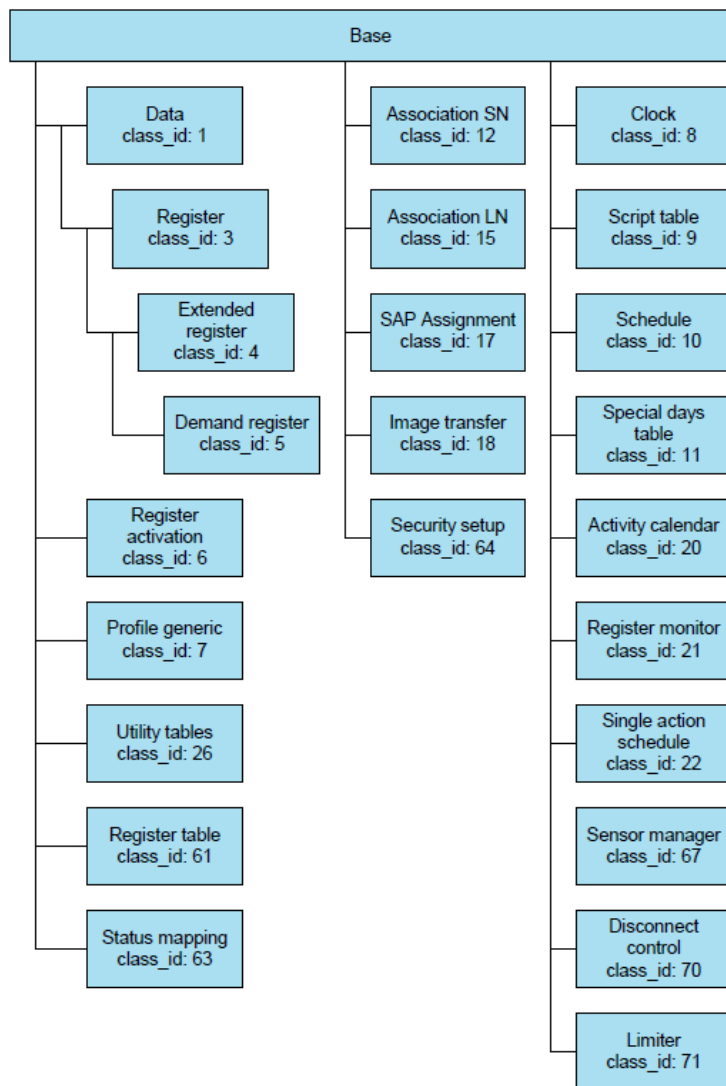
C0	01	00	03	01	01	01	08	00	FF	02
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

3. Prijenos podataka

ISO, IEC, ...



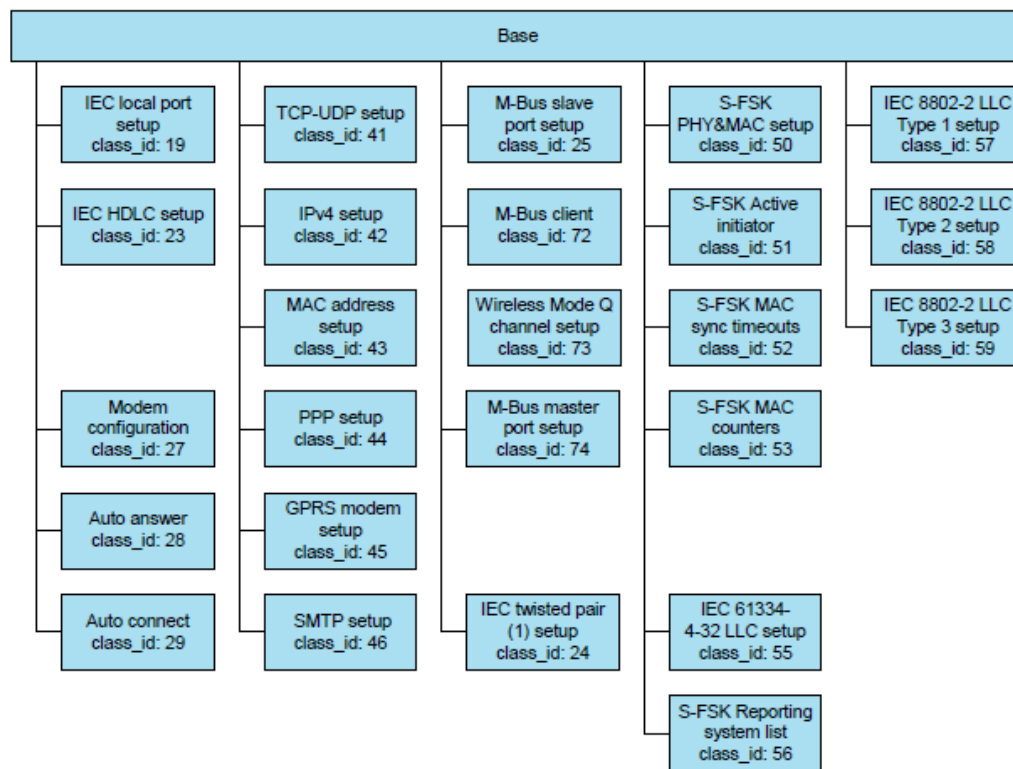
COSEM – KLASE SUČELJA



Data storage

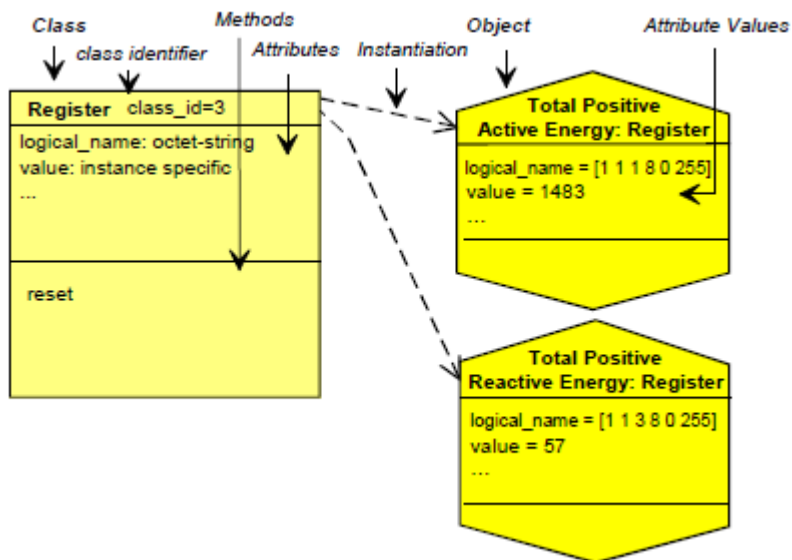
Access control
and
management

Time- and event
bound control



Communication channel setup

COSEM



- ❑ Adresiranje logičkim imenom (atributi i metode objekata se dohvaćaju indeksima)
- ❑ Adresiranje kratkim imenom (svaki atribut i metoda se identificiraju 13-bitovnim cijelim brojem)

ISK1020767488584

Limiter 1
Logical name: 0-0:17.0.0*255, Class ID: Limiter (71), Version: 0

☐ Monitored value

Class ID: 3
Logical name: 1.0.90.7.0.255
Attribute index: 2

☐ Threshold active
999

☐ Threshold normal (when in normal operation)
999

☐ Threshold emergency (when emergency profile is active)
999

☐ Minimal over threshold duration in seconds
180

☐ Minimal under threshold duration in seconds
180

☐ Emergency profile

Profile ID: 0
Activation time: 01.01.2012. 00:00:00 ☐ Not defined
Duration [s]: 0

☐ Emergency profile group ID list

Emergency profile group id
0
*

☐ Emergency profile active
False

☐ Actions
Action over threshold

Search (650 items)

DLMS

→ SLAGANJE PORUKA I KODIRANJE

```

>> 7EAO450223C9102148E6E6006036A1090607608574050801018A0207808B0760E
| RTS: 0
| RTS: 0
| RTS: 1
| DTR: 1
| RTS: 0
<< 7EAO39C902233022BDE6E700612AA1090607608574050801
<< 01A203020100A305A103020100BE11040F080100065F1F04000007C1F04000007?
| FlushTX
| FlushRX
| RTS: 1
>> 7EAO1A0223C932AF55E6E600C0010000030100010801FF0000B64D7E
| RTS: 0
| RTS: 0
| RTS: 1
| DTR: 1
| RTS: 0
<< 7EAO26C90223528A23E6E700C40100000103090601000108
<< 01
<< FFO60E6EA71102020F00161E293D7E

```

Name:
Formula:

Channel:

Method:

- DefaultSubstation
- ExecuteMethod
- ReadBillingProfile
- ReadBillingRegister
- ReadObject**
- ReadProfile
- ReadSystemTime
- SetObject

Arguments:

Substation » ...

Class » ...

InstanceID » ...

Attribute » ...

DLMS/COSEM - SIGURNOST PODATAKA

- ❑ Sigurnost **pristupa podacima** se može ostvariti na dvije razine:
 - LLS (Low Level Security) - jedino se verificira zaporka klijenta
 - HLS (High Level Security) - potrebna uzajamna autentikacija klijenta i poslužitelja
- ❑ Sigurnost **prijenosa podataka** se ostvaruje kriptiranjem xDLMS APDU koju šaljemo.
- ❑ Za autentikaciju i enkripciju se koristi Galois/Counter Mode sa AES-128 (Advanced Encryption Standard).
- ❑ Globalni ključevi se štite sa AES-128 algoritmom ključa ovojnice (generiraju se na zasebnom serveru)

EU - SIGURNOST PODATAKA

- ❑ ENISA – EU Agency for Network and Information Security
- ❑ U kolovozu 2016. donesena Direktiva za sigurnost mreža i informacijskih sustava (NIS Directive)
- ❑ Smart Meters Coordination Group – uvođenje certifikata za sigurnost naprednih brojila
- ❑ EU FP7 projekt SEGRID (Security for Smart Electricity GRIDs) – povećati sigurnost naprednih mreža od cyber napada

SADRŽAJ

- ☐ Arhitektura sustava naprednih mjerenja danas
- ☐ Komponente mjernog sustava
- ☐ Sučelja
- ☐ Komunikacijski protokoli
- ☐ **Mjerni podatci: količine, dostupnost i pouzdanost**
- ☐ Ostvarenje mjerne usluge ODS-a
- ☐ Tehnologije, mediji prijenosa i obrada podataka
- ☐ Promišljanja za izgradnju novog sustava
- ☐ Zaključak i pitanja

MJERNI PODATCI - KOLIČINE

- ☐ 1 Skup registara $\approx 5\text{KB}$
- ☐ Dnevna krivulja opterećenja sa 1 mjernom veličinom $\approx 4\text{KB}$, sa 6 mjernih veličina $\approx 20\text{KB}$
- ☐ PLC brojila $\approx 1\text{ KO}$, industrijska $\approx 12\text{-}15\text{ KO}$
- ☐ 1 Knjiga događaja $\approx 2\text{KB}$
- ☐ Iskustveno 1 TS sa 200 PLC brojila generira oko 500.000 mjernih rezultata mjesečno, a za 1 kontrolno brojilo u TS oko 50.000 rezultata
- ☐ On-line dio baze $>1,5\text{TB}$ (2,5 godina)

MJERNI PODATCI

→ DOSTUPNOST I POUZDANOST

- ☐ Kupac ispuni zahtjev i dobije pristup svojim mjernim podacima preko web poslužitelja
- ☐ Pouzdanost mjernih podataka omogućuju tehničke validacije (središnji sustav) i obračunske validacije (naslijeđeni sustav)

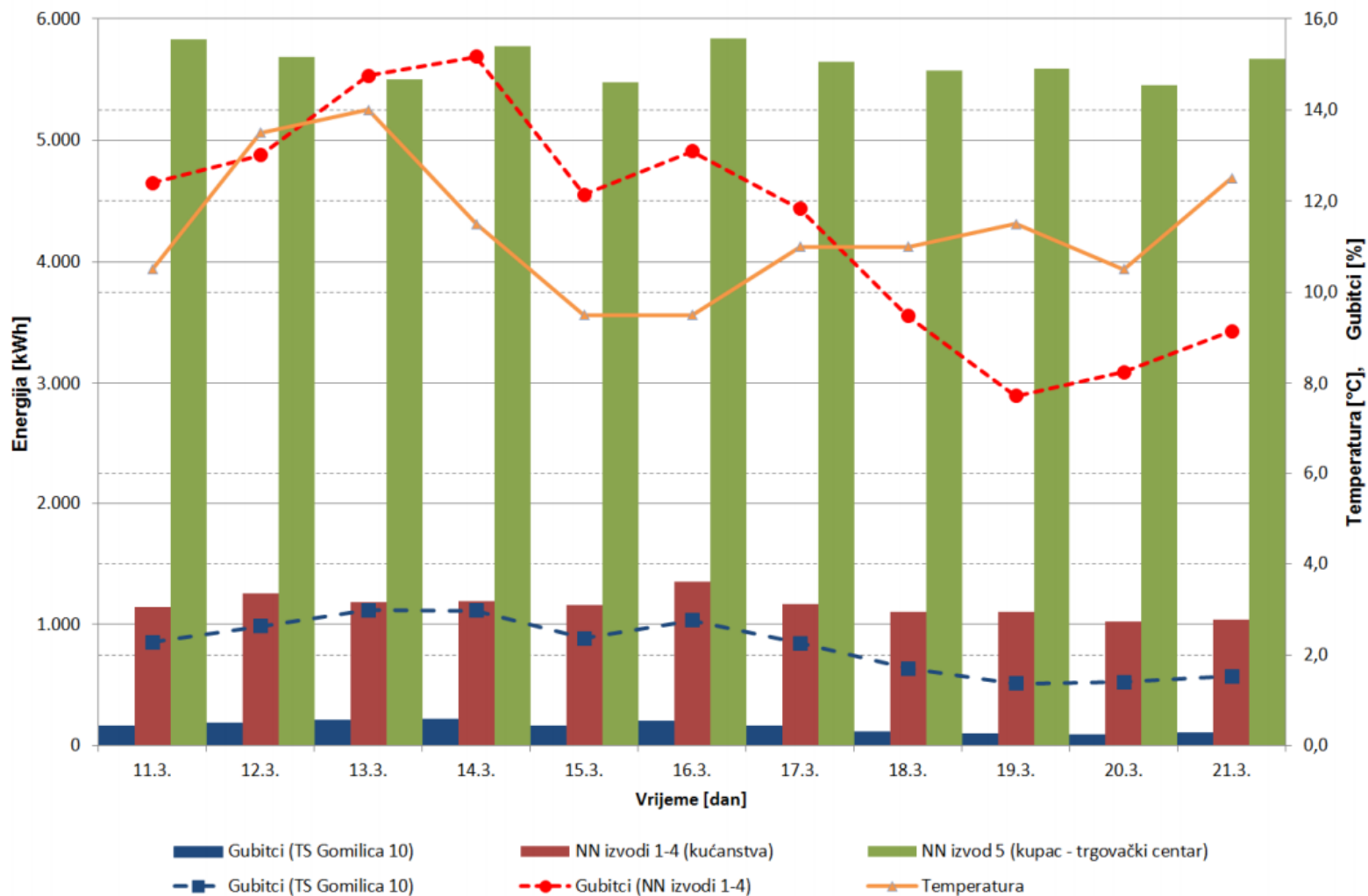
TRAFOSTANICA	UGRAĐEN O G3 BROJILA DO SADA	DANAS OČITANO	% DANAS OČITANIH	JUČER OČITANO	PREKJUČER OČITANO	% OČITANIH ZADNJA TRI DANA	NIJE OČITANO U ZADNJA TRI DANA
TS VIR KOZJAK	417	392	94,00%	22	1	99,52%	2
TS GOMILICA 2	377	373	98,94%	3	1	100,00%	
TS METKOVIĆ 16	241	240	99,59%	1		100,00%	
TS OMIŠ 4 (PAZAR)	212	206	97,17%	6		100,00%	
TS GOMILICA 10	97	97	100,00%			100,00%	
TS METKOVIĆ 6	74	74	100,00%			100,00%	
TS KULA NORINSKA	1	1	100,00%			100,00%	
UKUPNO	1419	1383	97,46%	32	2	99,86%	2

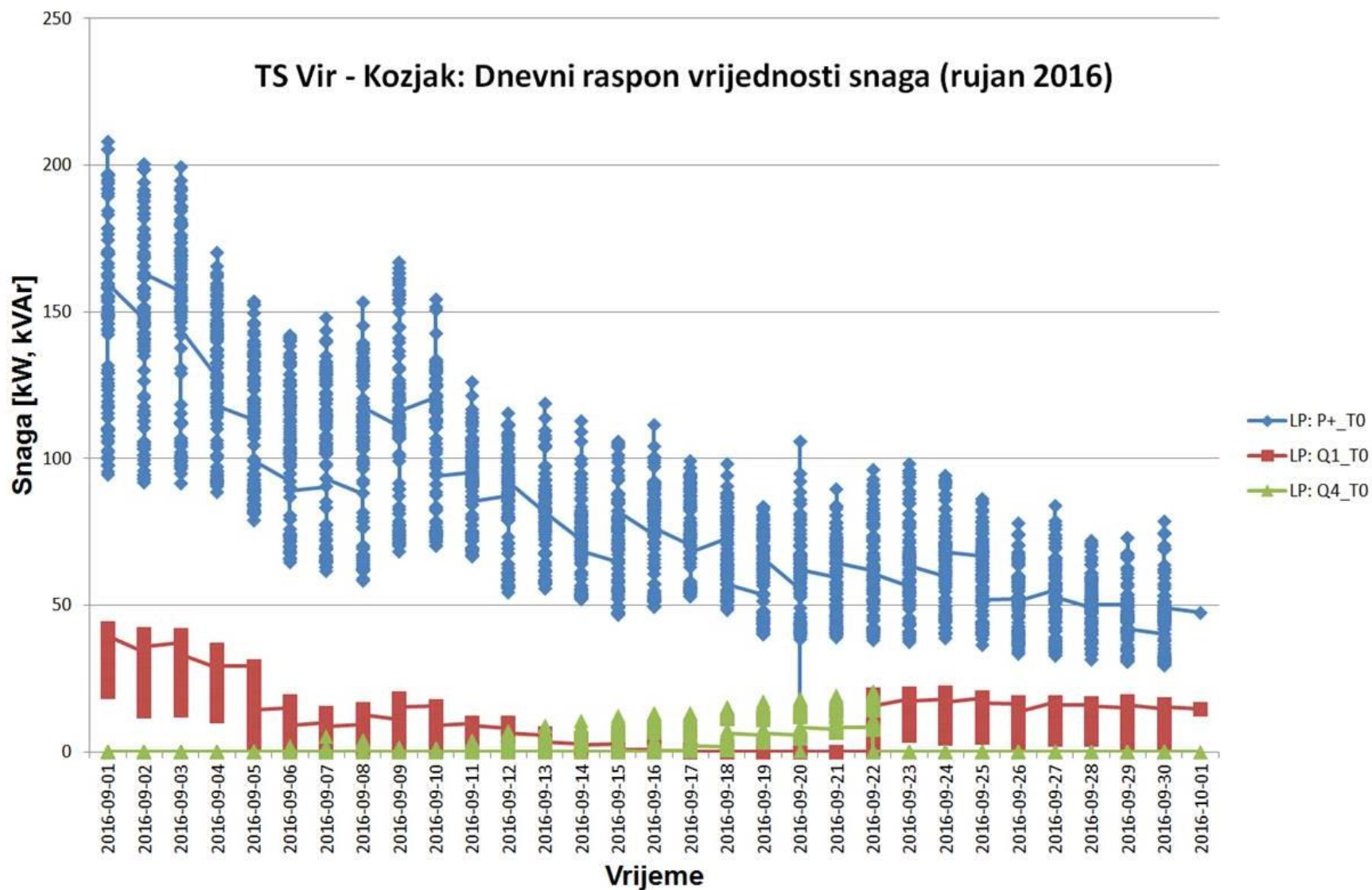
MJERNI PODATCI

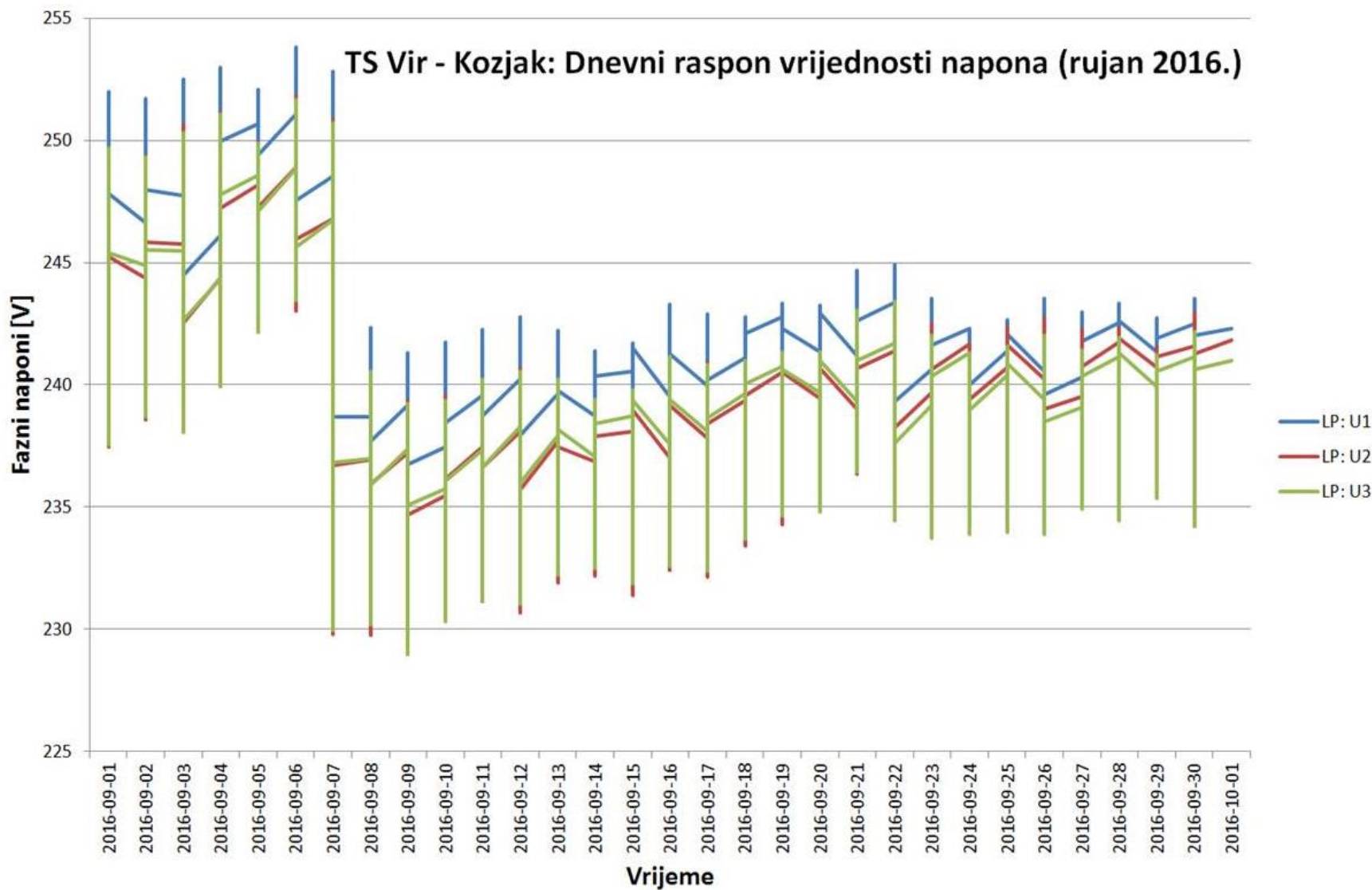
→ DOSTUPNOST I POUZDANOST

DP	Naziv DP-a	Ukupno MM	LP nije OK	Postotak OK	Ukupno MM	LP nije OK	Postotak OK
4001	ELEKTRA ZAGREB	4.892	85	98,26	133	1	99,3
4002	ELEKTRA ZABOK	499	8	98,40	29	0	100,0
4003	ELEKTRA VARAŽDIN	727	3	99,59	123	0	100,0
4004	ELEKTRA ČAKOVEC	585	0	100,00	123	0	100,0
4005	ELEKTRA KOPRIVNICA	441	2	99,55	34	0	100,0
4006	ELEKTRA BJELOVAR	354	3	99,15	27	0	100,0
4007	ELEKTRA KRIŽ	678	13	98,08	40	0	100,0
4008	ELEKTROSLAVONIJA OSIJEK	1.284	18	98,60	391	1	99,7
4009	ELEKTRA VINKOVCI	661	33	95,01	98	3	96,9
4010	ELEKTRA SLAVONSKI BROD	449	10	97,77	112	0	100,0
4011	ELEKTROISTRA PULA	1.593	56	96,48	83	2	97,6
4012	ELEKTROPRIMORJE RIJEKA	2.263	16	99,29	106	1	99,1
4013	ELEKTRODALMACIJA SPLIT	2.243	102	95,45	50	1	98,0
4014	ELEKTRA ZADAR	907	29	96,80	32	0	100,0
4015	ELEKTRA ŠIBENIK	507	3	99,41	35	0	100,0
4016	ELEKTROJUG DUBROVNIK	597	28	95,31	9	1	88,9
4017	ELEKTRA KARLOVAC	734	7	99,05	30	0	100,0
4018	ELEKTRA SISAK	344	6	98,26	33	0	100,0
4019	ELEKTROLIKA GOSPIĆ	299	5	98,33	6	0	100,0
4020	ELEKTRA VIROVITICA	203	3	98,52	32	1	96,9
4021	ELEKTRA POŽEGA	172	3	98,26	20	0	100,0
Ukupno:		20.432	433	97,88	1546	11	99,3

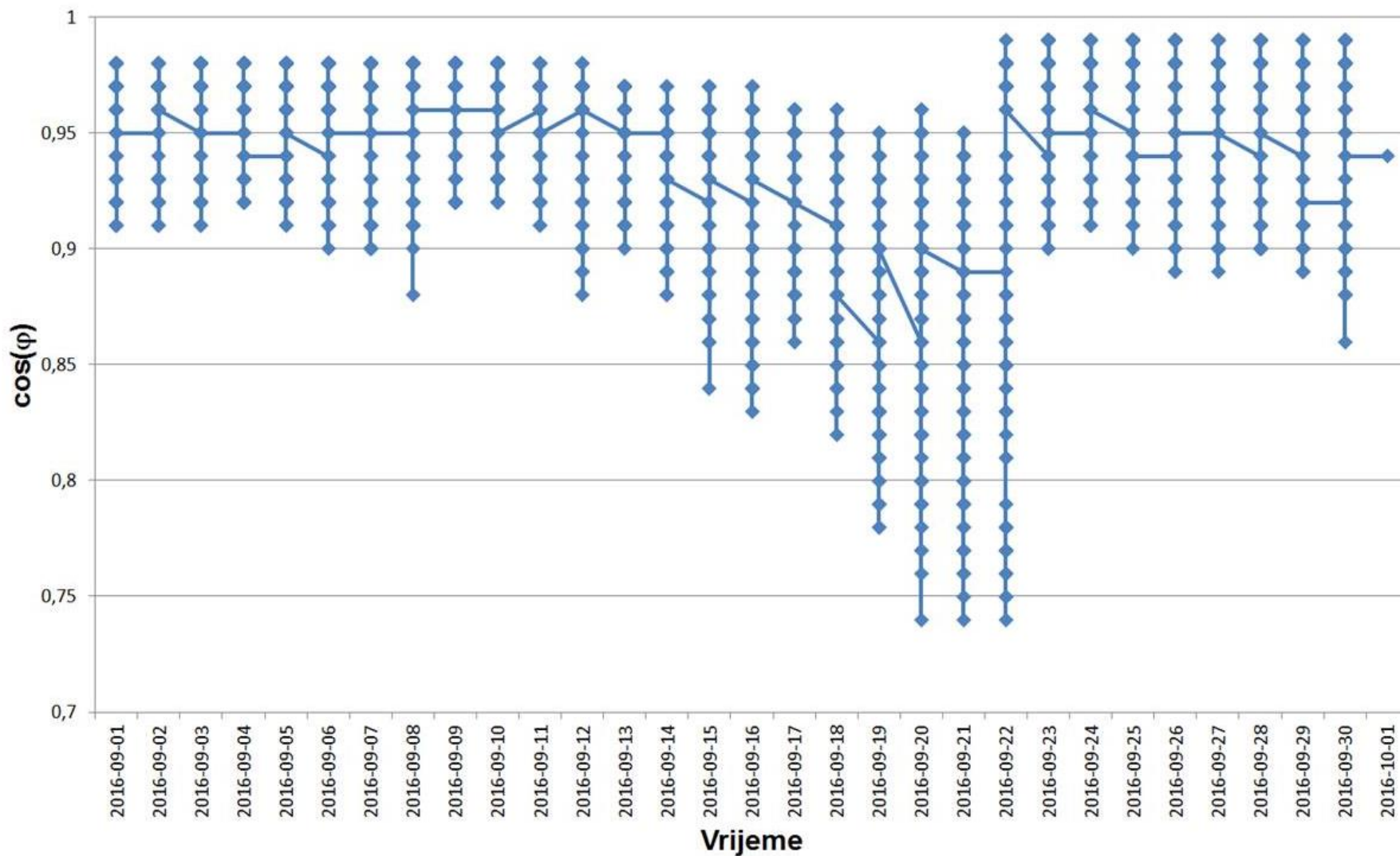
MJERNI PODATCI - PRIMJERI







TS Vir - Kozjak: Dnevni raspon vrijednosti $\cos(\varphi)$ - rujan 2016.



SADRŽAJ

- ☐ Arhitektura mjernog sustava danas
- ☐ Komponente mjernog sustava
- ☐ Sučelja
- ☐ Komunikacijski protokoli
- ☐ Mjerni podatci – količine, dostupnost i pouzdanost
- ☐ **Ostvarenje mjerne usluge ODS-a**
- ☐ Tehnologije, mediji prijenosa i obrada podataka
- ☐ Promišljanja za izgradnju novog sustava
- ☐ Zaključak i pitanja

IZDVAJANJEM OPSKRIBNE DJELATNOSTI

→ POSLOVI ODS-a VEZANI ZA KUPCE

- ☐ Priključenje na distribucijsku mrežu
- ☐ Vođenje evidencije o korisnicima mreže (novi kupac, promjena vlasništva, najam nekretnina)
- ☐ Sklapanje ugovora o korištenju mreže
- ☐ Prikupljanje i obrade mjernih podataka
- ☐ Dostava energetske i financijske podatke prema opskrbljivačima
- ☐ Održavanje mreže i obračunskog mjernog mjesta
- ☐ Obračun i naplata naknade za korištenje mreže ovisno o modelu
- ☐ Proces promjena opskrbljivača
- ☐ Terenske aktivnosti (isključenje, nestandardne usluge)
- ☐ Zaprimanje i rješavanje reklamacija na mjerne podatke

IZDVAJANJEM OPSKRIBNE DJELATNOSTI

→ POSLOVI HEP ELEKTRE

- ☐ Nabava energije za kupce
- ☐ Vođenje evidencije o kupcima (održavanje podataka o postojećim kupcima, novi kupac)
- ☐ Sklapanje ugovora o opskrbi
- ☐ Izdavanje računa temeljem mjernih podataka
- ☐ Naplata
- ☐ Zaprimanje i rješavanje reklamacija na račune
- ☐ Posredovanje kod reklamacija na mjerne podatke koje su zaprimljene od kupaca

U prijelaznom razdoblju (do kraja 2017.) poslovi nisu precizno podijeljeni, ali u konačnici će biti kao i za svakog vanjskog opskrbljivača.

SADRŽAJ

- ☐ Arhitektura mjernog sustava danas
- ☐ Komponente mjernog sustava
- ☐ Sučelja
- ☐ Komunikacijski protokoli
- ☐ Mjerni podatci – količine, dostupnost i pouzdanost
- ☐ Ostvarenje mjerne usluge ODS-a
- ☐ **Tehnologije, mediji prijenosa i obrada podataka**
- ☐ Promišljanja za izgradnju novog sustava
- ☐ Zaključak i pitanja

BEŽIČNE PRISTUPNE TEHNOLOGIJE JAVNE MOBILNE MREŽE

Tehnologija	Silazna brzina (kbit/s)	Uzlazna brzina (kbit/s)
GSM - Global System for Mobile Communications	9,6	9,6
GPRS - General Packet Radio Service	85,6	21,4
EDGE - Enhanced Data rates for GSM Evolution	236,8	59,2
UMTS - Universal Mobile Telecommunications System	384	384
LTE - Long Term Evolution	30.000	16.000

USKOPOJASNI OFDM PLC – CENELEC A

	ITU-T G.9902 (G.hnem)	ITU-T G.9903 (G3-PLC)	ITU-T G.9904 (PRIME)	IEEE P1901.2 ^a
Frequency range (kHz)	35.9–90.6	35.9–90.6	42–89	35.9–90.6
Sampling frequency (kHz)	200	400	250	400
Number of carriers	128	128	256	128
Cyclic prefix (μs)	100/160	75	192	75
Guard interval (μs)	60/120	55	192	55
Window size (samples)	8	8	0	8
Subcarrier spacing (Hz)	1562.5	1562.5	488.28125	1562.5
OFDM symbol duration (μs)	700/760	695	2240	695
Modulation	M-QAM	M-DPSK ^b	M-DPSK	M-DPSK
FEC	Conv+RS	Conv+RS	Conv ^c	Conv+RS
Interleaving over	Fragment/AC cycle	Packet	OFDM symbol	Packet
Robust modes	Yes	Yes	No	Yes
PHY frame efficiency	Multiple RS	Single RS	≤63 symbols	Single RS
Max PHY rate for $M = 2$ (kbps)	25.3	20.3	20.5	20.0
Max PHY rate for $M = 4$ (kbps)	50.6	34.9	41.0	34.1
Max PHY rate for $M = 8$ (kbps)	76.0	46.0	61.4	44.6
Max PHY rate for $M = 16$ (kbps)	101.3	N/A	N/A	N/A

^a At the time of writing, specifications can change before approval.

^b Differential modulation is mandatory, and an optional coherent mode has been specified in Revised G.9903.

^c The convolutional code in PRIME is optional.

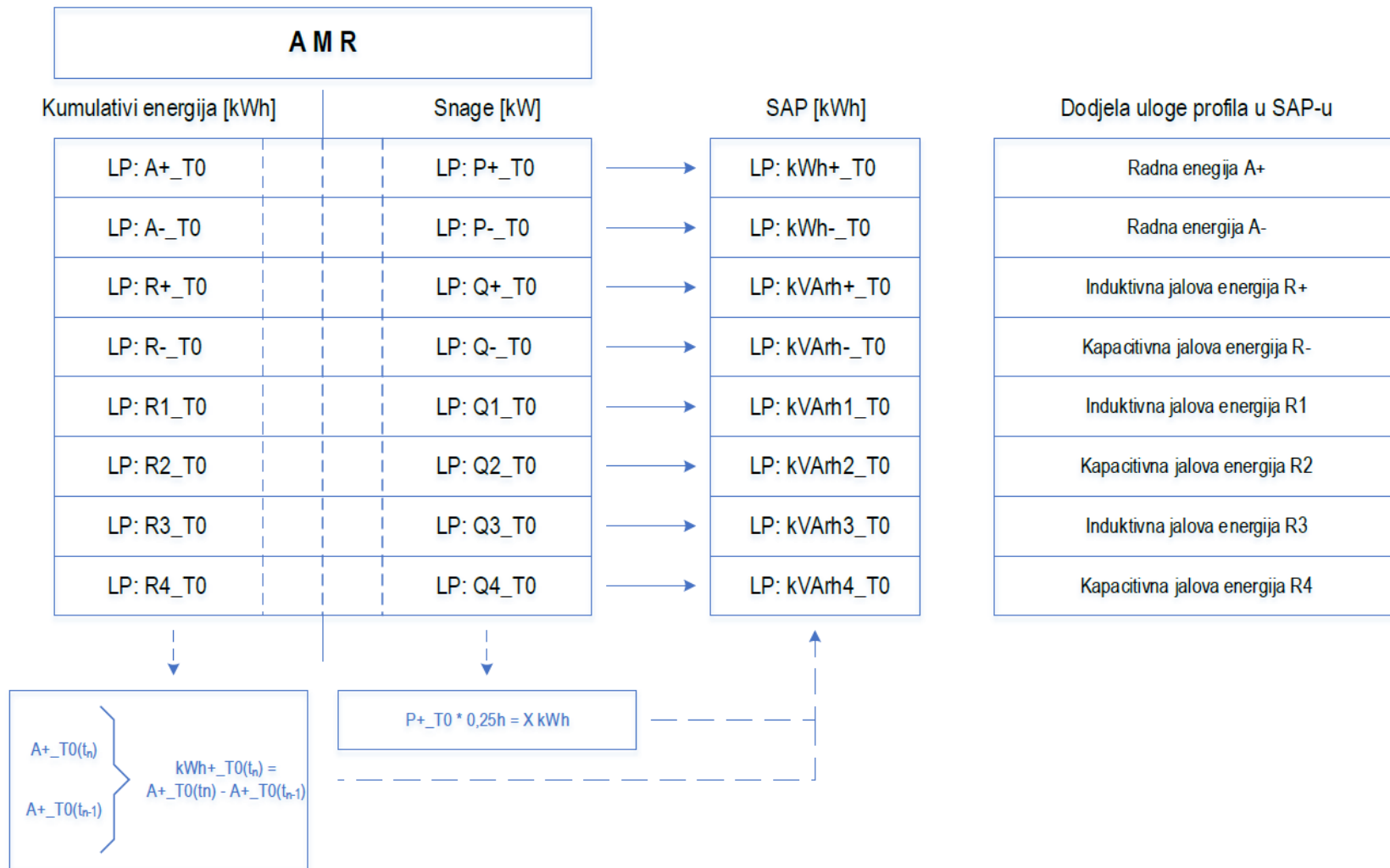
BEŽIČNE PRISTUPNE TEHNOLOGIJE

Tehnologija	ZigBee	6LoWPAN	Wireless M-bus
Norma	IEEE 802.15.4	IEEE 802.15.4	EN 13575-4:2005
Frekvencija (ISM pojas-EU)	868-868.6 MHz	868-868.6 MHz	868.3 MHz ili 868.95 MHz
RF kanala	1	1	1
Maks. brzina	100-250 kbit/s	100-250 kbit/s	16/66 kbit/s
Doseg	10-100m	20m	10-100m

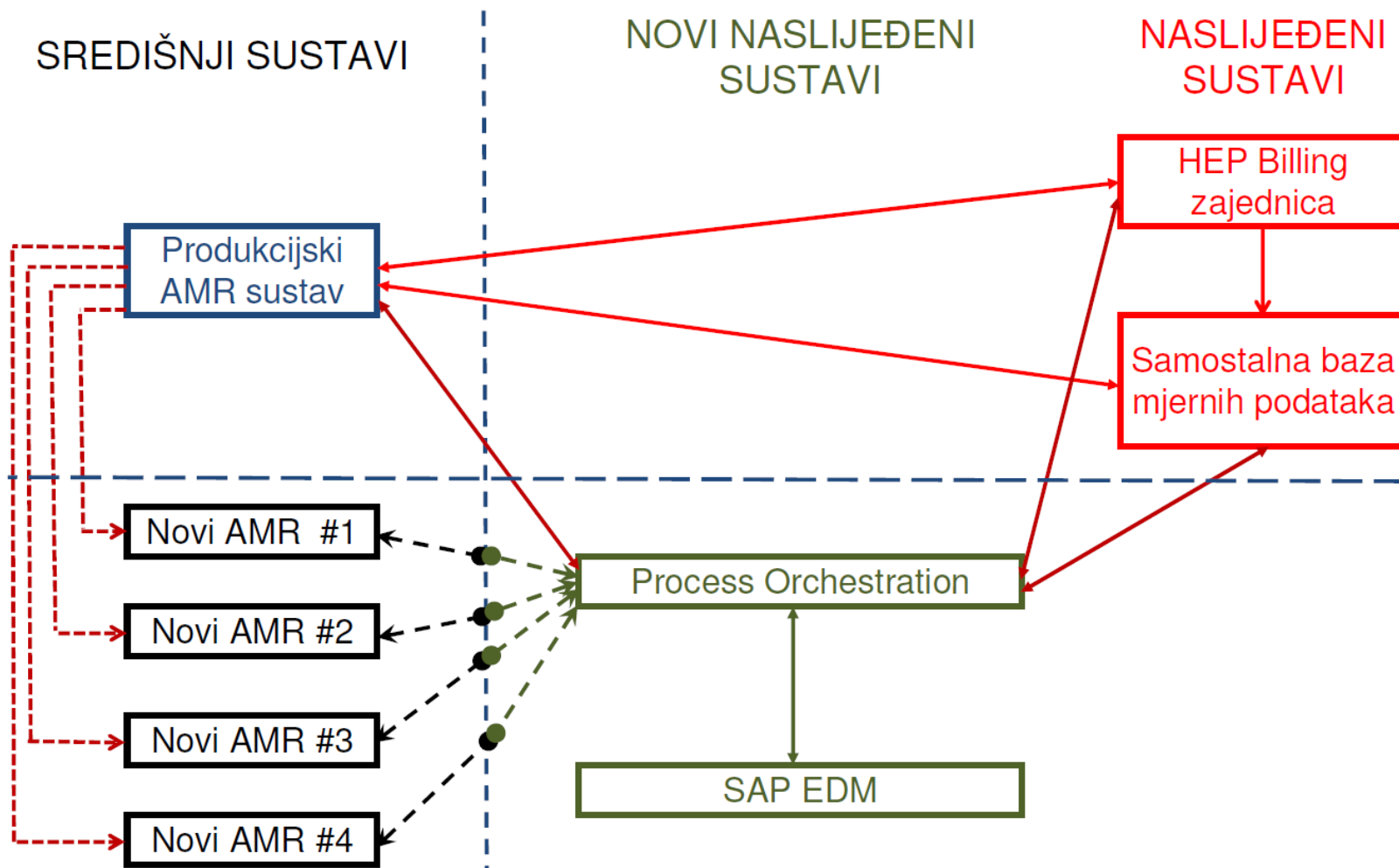
PRISTUPNE TEHNOLOGIJE DO KOMUNALNIH BROJILA

Short name	Phy medium	Phy layer	Link layer	Application layer
M-bus TP	Twisted pair base band signalling	EN 13757-2	EN 13757-2	M-Bus dedicated application layer EN 13757-3 + IEC 62056-53 DLMS/COSEM
M-Bus TP DLMS/COSEM	Twisted pair	EN 13757-2	IEC 62056-46 HDLC	IEC 62056-53 DLMS/COSEM
Wireless M-Bus	Radio 886 MHz	EN 13757-4 various modes	EN 13757-4	M-Bus dedicated application layer EN 13757-3 +IEC 62056-53 DLMS/COSEM
Euridis 2 DLMS/COSEM	Twisted pair carrier signalling	IEC 62056-31 Ed.2: 200x	IEC 62056-31 Ed.2: 200x	IEC 62056-53 DLMS/COSEM
IEEE 802.15.4 radio	Radio 886 MHz or 2,4 GHz	IEEE 802.15.4	IEEE 802.15.4	IEC 62056-53 DLMS/COSEM
ZigBee DLMS/COSEM tunneling	Radio 886 MHz or 2,4 GHz	IEEE 802.15.4	IEEE 802.15.4	IEC 62056-53 DLMS/COSEM

OBRADA PODATAKA - PRIMJER



PRIJELAZ IZ STARIH NA NOVE SUSTAVE



SADRŽAJ

- ☐ Arhitektura mjernog sustava danas
- ☐ Komponente mjernog sustava
- ☐ Sučelja
- ☐ Komunikacijski protokoli
- ☐ Mjerni podatci – količine, dostupnost i pouzdanost
- ☐ Ostvarenje mjerne usluge ODS-a
- ☐ Tehnologije, mediji prijenosa i obrada podataka
- ☐ **Promišljanja za izgradnju novog sustava**
- ☐ Zaključak i pitanja

NAPREDNA MJERNA INFRASTRUKTURA

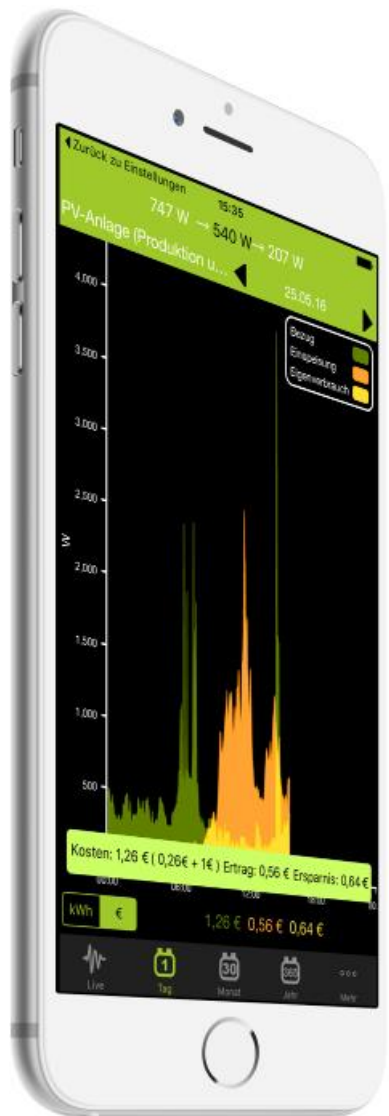
→ IZAZOVI KOJI TRAŽE RJEŠENJA

- ☐ Mjerni podatci – **ново zlato** koje treba na vrijeme iskopavati iz rudnika
- ☐ Tko je **vlasnik** podataka – operator mjerenja ili kupac?
- ☐ kWh iz obnovljivih izvora $\uparrow = \downarrow$ kWh iz konvencionalnih izvora
- ☐ **Tranzicija** poslovnog modela: umjesto energije - usluge
- ☐ Integracija obnovljivih izvora energije u ODS mrežu i programa upravljanja opterećenjem → cilj lokalno uravnotežiti proizvodnju i potrošnju → **procesni sustav ODS-a**
- ☐ Napredna mreža kao **digitalizirana** elektroenergetska mreža nije moguća bez mjernih podataka u realnom vremenu i dobro uspostavljene infrastrukture naprednih mjerenja

INFRASTRUKTURA NAPREDNIH MJERENJA → BUDUĆNOST JE VEĆ POČELA

- ☐ Upravljanje distribucijskom mrežom i maloprodajne usluge temeljit će se na mjernim podacima u **realnom vremenu**
- ☐ Decentralizacija upravljanja - niže komponente AMI sustava će dobiti veću autonomnost rada, složenije funkcije i veću inteligenciju
- ☐ Imaju li operatori distribucijskih sustava snage za brze promjene kadrovske i organizacijske strukture?
- ☐ Zamka implementacije novih tehnologija bez adekvatnog prijenosa znanja vodi ka izvozu tih poslovnih procesa iz ODS-a
- ☐ Jesu li telekomunikacijske i informatičke tvrtke novi distributeri digitalizirane električne energije u **transakcijskoj** elektro-energetskoj mreži ulančanih blokova podataka u oblaku?
- ☐ Je li moguće **Android** napredno brojilo? Hoće li eksponencijalne organizacije inovacijama potisnuti etablirane proizvođače opreme?

INFRASTRUKTURA NAPREDNIH MJERENJA → ANDROID BROJILO



- ☐ LTE-IoT ili PLC-IoT brojilo (pojmovi tvrtke Huawei)
- ☐ Guranje (push) mjernih podataka u oblak? Ili ne?
- ☐ Odijeljenost komercijalnih podataka (za trgovanje i nove usluge - podliježu privatnosti) od podataka za upravljanje mrežom (nisu privatni i koristi ih ODS)
- ☐ Kupac namjenski pristupa podacima izravno na brojilu web uslugom ili posredno iz oblaka pomoću Android mobilne aplikacije iz Google trgovine
- ☐ Android brojilo treba priključnicu, sklopovlje za mjerenje i komunikacijski čip, ali ...
- ☐ Treba li uopće Android brojilo displej?
- ☐ Treba li Android brojilo veliku pohranu podataka?
- ☐ Treba li Android brojilo biti inteligentni agent za autonomno trgovanje?

NAPREDNA MJERNA INFRASTRUKTURA

→ PAMETNI KONCENTRATOR MOŽE BITI PAMETNIJI

- ☐ Ako ne može biti na daljinskom Ethernetu trebao bi koristiti LTE
- ☐ Uspostaviti topologiju elektroenergetske mreže, GPS koordinate brojila i tako unaprijediti LOADng protokol za komunikacijske rute
- ☐ Integrirati topološke podatke sa Google mapama
- ☐ Samostalno evidentirati PLC brojila po fazama i NN izvodima
- ☐ Očitavati uz PLC brojila i LTE brojila koja su na tom TS području
- ☐ Konfigurirati PLC-LTE brojila sa odličnim susjednim G3-PLC putovima kao mini-koncentratore i zaprimati podatke nakupine brojila preko LTE sa tih PLC-LTE brojila
- ☐ Autonomno računati gubitke i slati sintetička izvješća
- ☐ Slati alarme kontrolnih mjerenja TS u SCADA sustav
- ☐ Samostalno procjenjivati krivulje iz povijesnih podataka
- ☐ Umjetnom inteligencijom i povijesnim podacima predviđati i sprječavati ispade
- ☐ Uravnotežiti proizvodnju obnovljivih izvora promjenom opterećenja

IZGRADNJA NOVOG SUSTAVA

→ BITNA POLAZIŠTA

- ❑ Standardna rješenja potvrđena međunarodno priznatim certifikatima → dugotrajna funkcionalnost sustava i interoperabilnost proizvoda
- ❑ Središnji sustav (Head-End System) treba osigurati jamstvo tržišne utakmice različitim tehnologijama i svim proizvođačima mjernih uređaja sa normiranim i certificiranim rješenjima
- ❑ Pratiti smjernice EU i raditi dobru procjenu trendova uz zajamčen suživot tehnologija → evolucija i ravnomjeran razvoj
- ❑ Zahtijevati korištenje mjernih podataka svih odjela ODS-a kojima su od koristi u poslovanju
- ❑ Uvesti obveznu dozvolu ODS-a za masovnu ugradnju uređaja → potvrda kakvoće višemjesečnim testiranjem kroz pilot projekte
- ❑ Osmisliti cjelokupan proces masovne ugradnje, organizirati pravodobne obuke, praktično uvježbati zamjenu mjernih uređaja, upravljanje skladištem te administraciju poslova

NOVI MJERNI SUSTAV

→ PRIJEDLOG ORGANIZACIJE, IZGRADNJE I ODRŽAVANJA

- ❑ **Služba za mjerenje:** Odjel za razvoj mjernog sustava i
Odjel za upravljanje mjernim podacima
- ❑ **Služba za podršku tržištu:** Odjel za podršku tržištu i
Odjel za energetske bilancu i gubitke
- ❑ Infrastruktura naprednih mjerenja sa središnjim sustavom
(Head-End System) kao temelj za integraciju obnovljivih
izvora energije i upravljanje potrošnjom i drugim akcijama
u distribucijskoj mreži → **procesna informatika**
- ❑ Naslijeđeni sustav za obračun, planiranje i upravljanje
poslovnim procesima → **poslovna informatika**

ZAKLJUČAK

- ☐ Nema besprijekorne tehnologije (sukob kvalitete i cijene)
- ☐ Zaprimati nove tehnologije uz istodobno korištenje starih u trajanju njihovog životnog vijeka (načelo evolucije)
- ☐ Infrastrukturu naprednih mjerenja treba otvoriti i lokalnoj proizvodnji (Distributed Energy Resources) i upravljanju opterećenjem sa signalom cijene (Demand Response)
- ☐ Zamjena brojila EE do 2028. je prespora
- ☐ Nova vrijednost je u rudniku informacija iz mjernih podataka - poboljšati poslovanje, stvarati nove aplikacije i radna mjesta
- ☐ Uz dobro osmišljen tržišni model razvoja infrastrukture naprednih mjerenja može se dati zamah razvoju softverske i elektroničke industrije u RH

PITANJA...?

Hvala na pozornosti.