



Univerza v Mariboru

Fakulteta za elektrotehniko,
računalništvo in informatiko
Smetanova ulica 17
2000 Maribor, Slovenija



Janez Zrnec

**NADZOR USTREZNOSTI PAMETNIH
ŠTEVCEV ELEKTRIČNE ENERGIJE SKOZI
NJIHOVO PRIČAKOVANO ŽIVLJENJSKO
DOBO**

Diplomsko delo

Maribor, november 2013

**NADZOR USTREZNOSTI PAMETNIH ŠTEVCEV
ELEKTRIČNE ENERGIJE SKOZI NJIHOVO
PRIČAKOVANO ŽIVLJENJSKO DOBO**

Diplomsko delo

Študent: Janez Zrnec
Študijski program: VS ŠP Elektrotehnika
Smer: Močnostna elektrotehnika
Mentor: red. prof. dr. Jože Pihler
Lektorica: mag. Nataša Koražija



Univerza v Mariboru

Fakulteta za elektrotehniko,
računalništvo in informatiko
Smetanova ulica 17
2000 Maribor, Slovenija

FERI

Številka: E1020711

Datum in kraj: 08. 04. 2013, Maribor

Na osnovi 330. člena Statuta Univerze v Mariboru (Ur. l. RS, št. 46/2012)
izdajam

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

1. **Janezu Zrncu**, študentu visokošolskega strokovnega študijskega programa ELEKTROTEHNIKA, smer Močnostna elektrotehnika, se dovoljuje izdelati diplomsko delo pri predmetu Visokonapetostna tehnika.
2. **MENTOR:** red. prof. dr. Jože Pihler
3. **Naslov diplomskega dela:**
NADZOR USTREZNOSTI PAMETNIH ŠTEVCEV ELEKTRIČNE ENERGIJE SKOZI NJIHOVO PRIČAKOVANO ŽIVLJENJSKO DOBO
4. **Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:**
COMPLIANCE CONTROL OF SMART METERS THRU THEIR EXPECTED LIFE TIME
5. Diplomsko delo je potrebno izdelati skladno z "Navodili za izdelavo diplomskega dela" in ga oddati v treh izvodih (dva trdo vezana izvoda in en v spiralo vezan izvod) ter en izvod elektronske verzije do 08. 04. 2014 v referatu za študentske zadeve.

Pravni pouk: Zoper ta sklep je možna pritožba na senat članice v roku 3 delovnih dni.

Dekan:

red. prof. dr. Borut Žalik



Obvestiti:

- kandidata,
- mentorja,
- odložiti v arhiv.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju red. prof. dr. Jožetu Pihlerju, ki je brez oklevanja prevzel mentorstvo za moje diplomsko delo. Med nastajanjem naloge me je sprotno popravljaj, spodbujal in mi pomagal z zelo koristnimi nasveti. Vedno mi je dajal podporo v pravem času, ko je bilo potrebno.

Hvala podjetju Elektroservisi, d. d., iz Trzina za omogočeno možnost izobraževanja ob delu in za vso podporo sodelavcem.

Na koncu pa se seveda močno zahvaljujem mojim staršem, sestram ter puncu Maruši, da so mi stali ob strani in me spodbujali v času mojega študija.

Nadzor ustreznosti pametnih števecv električne energije skozi njihovo pričakovano življenjsko dobo

Ključne besede: pametni števeci, napredna merilna infrastruktura, standardizacija, meroslovna kontrola, preskušanje, meritve

UDK: 621.311.68:621.314.214(043.2)

Povzetek

Diplomsko delo obravnava najustreznejši sistem nadzora pametnih števecv električne energije, ki izhaja iz zakonodaje, standardizacije in je povzet iz dobre tuje ter domače prakse. Celovit nadzor skozi celotno življenjsko dobo posameznega števca ali družine števecv bo omogočal napovedovanje oz. predvidevanje pravilnega delovanja ali nedelovanja tekom celotnega življenjskega obdobja. Na podlagi pridobljenih izkušenj se bo vzpostavil sistem, ki bo omogočal analize in napovedi z realnimi podatki s preskušanj v laboratoriju in na terenu.

Compliance control of Smart Meters thru their expected life time

Key words: Smart meters, Advance Metering Infrastructure, standardization, metrology control, testing, measurements

UDK: 621.311.68:621.314.214(043.2)

Abstract

This dissertation discusses the optimal control system of smart electricity meters, based on legislation, standardization and the adaptation of the best foreign and domestic practice. Complete control over the entire lifespan of an individual meter or the life spans of family meters allow us to predict or anticipate whether a certain meter will function correctly or become inactive during its lifespan. Based on experience a system will be established enabling further analysis and prognosis on the basis of real data acquired through various testing in the laboratory and on the field.

KAZALO

1	UVOD	1
2	NAMEN.....	3
3	PREDSTAVITEV PAMETNIH ŠTEVCEV ELEKTRIČNE ENERGIJE	4
3.1	Merilni sistem – merilni transformator	6
3.2	Merilni sistem – tuljava rogowskega.....	7
3.3	Merilni sistem - hallova sonda	8
4	STANDARDIZACIJA, PRAVILNIKI, VODILA	10
5	FAZE NADZORA PAMETNIH ŠTEVCEV skozi življensko dobo	14
5.1	Uvrščanje pametnih števecv v nabor merilne opreme.....	14
5.2	Prezemne kontrole pametnih števecv	19
5.2.1	Prezemna kontrola delnih dobav pametnih števecv za Elektro Ljubljana	23
5.2.2	Uporabljena merilna oprema	24
5.2.3	Merilna negotovost	26
5.2.4	Merilno poročilo	28
5.3	Statistično vzorčenje pametnih števecv	28
5.4	Izvedba prvega statističnega vzorčenja na populaciji števecv Landis & Gyr ZMF 120AC v Elektro Ljubljana	32
5.5	Vmesna kontrola pametnih števecv in drugih merilnih naprav.....	36
5.6	Izredne kontrole pametnih števecv	42
5.6.1	Izredna kontrola števca električne energije na mali sončni elektrarni.....	43
5.6.2	Podatki sončnih elektrarn MSE Ovsenik 1 in MSE Ovsenik 2	45

5.6.3	Uporabljena merilna metoda	47
5.6.4	Uporabljena merilna oprema	47
5.6.5	Zaključek o meritvi na mali sončni elektrarni.....	52
6	SKLEP.....	54
7	LITERATURA IN VIRI	56
8	PRILOGE.....	59
8.1	Izgled poročila pri prevzemni kontroli števecv električne energije	59

KAZALO SLIK

SLIKA 3.1: ELEKTRONSKI ŠTEVEČ ISKRAEMECO ME 371 [6]	5
SLIKA 3.2: FUNKCIONALNA BLOK-SHEMA ELEKTRONSKEGA ŠTEVCA [8]	6
SLIKA 3.3: MERILNI SISTEM NA PRINCIPU MERILNEGA TRANSFORMATORJA [10].....	7
SLIKA 3.4: MERILNI SISTEM NA PRINCIPU TULJAVE ROGOWSKEGA [10]	8
SLIKA 3.5: MERILNI SISTEM NA PRINCIPU HALLOVE SONDE [10].....	9
SLIKA 5.1: PROCES UVRŠČANJA NOVE MERILNE OPREME [29].....	16
SLIKA 5.2: PRESKUŠANJE V NEODVISNEM LABORATORIJU ZA POTREBE UVRŠČANJA V NABOR MERILNE OPREME – PRESKUS KOMUNIKACIJSKEGA VMESNIKA [30]	18
SLIKA 5.3: PRESKUŠANJE V NEODVISNEM LABORATORIJU ZA POTREBE UVRŠČANJA V NABOR MERILNE OPREME – MEROSLOVNI PRESKUS [30]	19
SLIKA 5.4: PROCES DELNE DOBAVE MERILNE OPREME Z VIDIKA PRESKUŠANJA VZORCEV [31].....	20
SLIKA 5.5: SLEDLJIVOST MERILNE OPREME	24
SLIKA 5.6: PRENOSNI TESTNI SISTEM PTS 3.3C IN PROGRAMSKO ORODJE CALSOFT [16]	24
SLIKA 5.7: REFERENČNI ETALON TEMP 100 IN PROGRAMSKO ORODJE C.A.T.S. [16] ..	25
SLIKA 5.8: SEP2METERVIEW [16]	25
SLIKA 5.9: IMAP110 [16].....	26
SLIKA 5.10: STATISTIČNO VZORČENJE NA TERENU [30]	31
SLIKA 5.11: OBRAZEC ZA PRIJAVO POPULACIJE ŠTEVCEV EE NA MIRS [30].....	33
SLIKA 5.12: KONTROLNI LIST STATISTIČNEGA VZORČENJA PO KONČANEM PRESKUSU [30]	34
SLIKA 5.13: POROČILO O KONTROLI (POK) IZDANO PO KONČANEM VZORČENJU [30].....	35
SLIKA 5.14: PROGRAMSKA NAPAKA FF 00000800 NA ŠTEVCU ELEKTRIČNE ENERGIJE [30]	38
SLIKA 5.15: KONTROLA ŠTEVCA ELEKTRIČNE ENERGIJE PO 75. ČLENU SONDO [30]	38
SLIKA 5.16: SISTEM ZA KONTROLO TOČNOSTI MERILNIH TRANSFORMATORJEV [30]	39
SLIKA 5.17: TOKOVNI ETALONSKI TRANSFORMATOR [30]	40
SLIKA 5.18: BLOKOVNA SHEMA VEZJA ZA PRESKUŠANJE TOKOVNIH MERILNIH TRANSFORMATORJEV [30]	41

SLIKA 5.19: POŠKODOVANI TOKOVNI MERILNI TRANSFORMATORJI Z NERAZPOZNAVNI MI NAPISNIMI TABLICAMI [30].....	41
SLIKA 5.20: KONTROLA TMT PO 75. ČLENU SONDO [30]	42
SLIKA 5.21: MALA SONČNA ELEKTRARNA OVSENIK 1 [30].....	44
SLIKA 5.22: MALA SONČNA ELEKTRARNA OVSENIK 2 [30].....	44
SLIKA 5.23: LOKACIJA OBEH MSE V ZABREZNICI PRI ŽIROVNICI [38]	45
SLIKA 5.24: FREKVENČNI PRETVORNIK [30].....	46
SLIKA 5.25: ŠTEVCA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA MSE [30].....	46
SLIKA 5.26: SHEMA MERILNEGA VEZJA [9].....	47
SLIKA 5.27: OSCILOSKOP	48
SLIKA 5.28: PREDUPOR.....	48
SLIKA 5.29: MERILNA TABLA [30].....	49
SLIKA 5.30: MERILNIK KAKOVOSTI ELEKTRIČNE ENERGIJE.....	49

KAZALO TABEL

TABELA 4.1: AKTUALNI NABOR STANDARDOV ZA PODROČJE KONTROLE ŠTEVCEV ELEKTRIČNE ENERGIJE [16]	13
TABELA 5.1: FAZE PRESKUSOV [29].....	16
TABELA 5.2: PREGLED FAZ DELNE DOBAVE MERILNE OPREME Z VIDIKA PRESKUŠANJ VZORCEV [31]	21
TABELA 5.3: MERILNA NEGOTOVOST ZA KONTROLO ŠTEVCEV Z TEMP-100	27
TABELA 5.4: MERILNA NEGOTOVOST ZA KONTROLO ŠTEVCEV Z PTS 3.3C.....	28
TABELA 5.5: ENOJNI PRESKUS NAKLJUČNEGA VZORCA [11]	29
TABELA 5.6: DVOJNI PRESKUS NAKLJUČNEGA VZORCA [11]	30
TABELA 5.7: DELEŽ MERILNIH MEST, KI JIH MORA IZVAJALEC NALOG SODO OBRAVNAVATI [25].....	37
TABELA 5.8: MERILNA NEGOTOVOST ŠTEVCEV ELEKTRIČNE ENERGIJE [30]	51
TABELA 5.9: POGREŠEK MERILNIKOV EE V ODVISNOSTI OD ZAPOREDNEGA MESTA	52

SEZNAM SIMBOLOV

$A+$	delovna energija prejem (kWh)
$A-$	delovna energija oddaja (kWh)
B	gostota magnetnega polja (T)
C	kapacitivnost (F)
d	širina hallove sonde (μm)
f	omrežna frekvenca (Hz)
$I_{AC\ max}$	maksimalni izhodni tok (A)
$I_{DC\ max}$	maksimalni vhodni tok (A)
I_{max}	maksimalni tok (A)
I_s	tok posamezne faze merjen v merilnem sistemu števca (A)
L	induktivnost (H)
$L1$	fazni vodnik 1
$L2$	fazni vodnik 2
$L3$	fazni vodnik 3
N	nevtralni vodnik
P	delovna moč (W)
PF	faktor moči
R	ohmska upornost (Ω)
R_s	spremenljivi upor (Ω)
$R+$	jalova energija prejem (kVarh)
$R-$	jalova energija oddaja (kVarh)
$U_{DC\ max}$	maksimalna napetost odprtih sponk (V)
U_m	merjena napetost (V)
U_{MPP}	interval sledenja maksimalne moči (V)
U_n	nazivna napetost (V)

SEZNAM KRATIC

AMI	Advanced Metering Infrastructure, napredna merilna infrastruktura
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization, evropska komisija za standardizacijo v elektrotehniko
COSEM	Companion Specification for Energy Metering, spremljevalni standard za merjenje energije
DC	Data Collector, zbiralec števnih podatkov
DCV	Distribucijski center vodenja
DFS	Direct Field Sensor
DLC	Distribution Line Carrier, komunikacija po distribucijskem omrežju
DLMS	Device Language Message Specification, specifikacija jezikovnih sporočil za naprave
EDP	Elektro distribucijska podjetja
EE	Električna energija
EU	Evropska unija
FAT	Factory Acceptance Test, tovarniški prevzemni preskus
GIZ	Gospodarsko interesno združenje distribucije električne energije
GPRS	General Packet Radio Service, nadgrajen sistem mobilne telefonije
GSM	Global System for Mobile Communications, sistem mobilne telefonije
IDIS	Interoperable Device Interface Specifications, specifikacija za interoperabilne vmesnike naprav
IEC	International Electrotechnical Commission, mednarodna komisija za elektrotehniko
JARSE	Javna agencija Republike Slovenije za energijo
MID	Measuring Instruments Directive, direktiva o merilnih instrumentih
NDP	Največji dovoljen pogrešek
NN	Nizka napetost
OBIS	Object Identification System, sistem identifikacije predmetov
OIML	International Organization of Legal Metrology, mednarodna organizacija za meroslovje
PLC	Power Line Carrier, komunikacija po energetskega omrežju
PSV	Program za statistično vzorčenje
PTS	Portable test system, premična merilna oprema za kontrolo števec na terenu

RS	Republika Slovenija
RS485	Serijski komunikacijski vmesnik
RS232	Serijski komunikacijski vmesnik
SAT	Site Acceptance Test, prevzemni preskus pri prevzemniku
SIST	Slovenski inštitut za standardizacijo
SIT	Site Integration Test, preskus integracije pri prevzemniku
SN	Srednja napetost
SODO	Sistemske operater distribucijskega omrežja
SONDO	Sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje
SW	Software, programska oprema
TC	Technical Committee, tehnični komite
THD	Total harmonic distortion, skupno harmonsko popačenje
TUR	Razmerje merilna negotovost / točnost merila
WELMEC	European Cooperation in Legal Metrology, evropsko združenje za meroslovje
WG	Working Group, delovna skupina

1 UVOD

Dandanes se merjenje porabe električne energije pretežno izvaja z indukcijskimi števci električne energije. Trenutno je v slovenskem elektrodistribucijskem sistemu vgrajenih okoli 70 % indukcijskih števecov. Tehnika merjenja na tem področju se spreminja z veliko intenzivnostjo, saj delež inštaliranih pametnih števecov električne energije narašča že nekaj let. Ko govorimo o pametnih števcih, govorimo o merilih, ki imajo malo skupnega s starimi indukcijskimi števci. Svetovne in evropske institucije za izdajanje standardov so začele v luči sprememb na področju merjenja električne energije aktivno spreminjati oziroma dopolnjevati določene standarde, ki nam bodo v prihodnosti smernica za preskušanje in kontroliranje nove merilne opreme. Tem standardom mora slediti tudi nacionalna zakonodaja, ki kot po pravilih zaostaja za stanjem tehnike.

Kontrola ustreznosti števecov, ki so osnova za obračun porabe električne energije, postaja vedno bolj zahtevno. Danes imamo še vedno vgrajene števce električne energije, ki so v večini primerov starejši od 25 let. Vendar se stanje sunkovito spreminja. Prihajamo v obdobje nove tehnologije, ki jo poznamo pod kratico AMI (Advanced Metering Infrastructure) [2].

Osnova za t. i. pametno merjenje (Smart metering) je števec električne energije, ki mu pravimo tudi pametni števec (Smart meter) in je že davno prerasel svojo osnovno vlogo merjenja porabe el. energije. Pametni števec izvaja še vrsto drugih funkcij, ki so mu omogočile status osnovnega gradnika napredne merilne infrastrukture (AMI), ki je nasploh osnova za vzpostavitev pametnih omrežij. Pri izboru tovrstne tehnologije za vzpostavitev naprednega merjenja bo nujno potrebno zagotoviti, da bo vsem odjemalcem nediskriminatorno zagotavljala minimalne funkcionalne storitve, da bo dovolj robustna in zanesljiva [2].

Vse omenjene dodatne funkcionalnosti je potrebno kontrolirati, vendar mora kontrola sloneti na standardih, navodilih in vodilih, ki pa na žalost močno zaostajajo za razvojem tehnologije. Kontrola in umerjanje že prej omenjenih indukcijskih števecov je jasno podprta s standardi, direktivo o merilnih instrumentih (MID) in nacionalnimi pravilniki. Omejena je zgolj na meroslovni del, saj je bil števec v osnovi namenjen zgolj pravilnemu merjenju porabe električne energije. Novi števci električne energije pa zahtevajo nove pristope pri sami kontroli ustreznosti.

Meroslovni del bo tudi pri pametnih števcih osnovni del kontrole, vendar bodo dodatne funkcionalnosti števca ter njegova programska oprema zahtevale dodatno pozornost pri izvedbi le-te. Priznani evropski laboratoriji (DNV KEMA, NMI, VDE, ITE ...) so že pokazali smernice novih načinov kontrole, ki jih moramo v nam primerni obliki prenesti v naš elektrodistribucijski sistem [3].

Števci za slovenski trg bodo morali imeti zahtevane specifikacije, ki so določene v Sistemskih obratovalnih navodilih za distribucijsko omrežje (v nadaljevanju SONDO). Elektro distribucijska podjetja (EDP), ki so pri nas odgovorna za zanesljivost merjenja in učinkovito upravljanje z električno energijo, bi morala paziti predvsem zaradi velikih investicijskih sredstev pri nabavi novih števcov na to, da si skušajo zagotoviti kar najbolj zanesljivo merilno opremo. Pri tem velja opozoriti tudi na možnost vstopa novih nepreverjenih dobaviteljev, ki bodo slej kot prej začeli po zelo nizki ceni ponujati opremo dvomljive kakovosti za potrebe sistema naprednega merjenja [2].

Diplomsko delo v luči sprememb merilne tehnologije in njihove kompleksnosti opredeljuje postopke preskušanja od uvrščanja števcov v nabor merilne opreme SONDO pa vse do konca njihove življenjske dobe, s ciljem zagotavljanja njihove ustreznosti skozi celotno dobo delovanja.

Kot veliko dodano vrednost predstavljam zlasti izkušnje preskušanj pametnih števcov na terenu (direktno na odjemnih mestih) pri odjemalcih EDP Elektro Ljubljana s kratko grafično analizo praktičnih primerov. Predstavljam motnje na sončni elektrarni, ki je priključena na omrežje EDP Elektro Gorenjska, d. d. Nekateri podatki so v dogovoru z EDP zaupne narave in so v tem diplomskem delu objavljeni z dovoljenjem EDP.

2 NAMEN

V Sloveniji delujejo trije akreditirani in iz strani Urada RS za meroslovje imenovani laboratoriji za področje kontrole števecv električne energije. Daleč največji je Merilni laboratorij Elektroservisi [1]. Zaposleni v tem laboratoriju že vrsto let uvajamo nove tehnologije na področje nadzora in vzdrževanja merilne opreme (števcu EE ter merilni transformatorji).

Moje delo v Merilnem laboratoriju je že četrto leto posvečeno uvajanju dobre tuje prakse v slovenski elektrodistribucijski sistem na področju merjenja električne energije ter kontrole zakonskih meril za merjenje električne energije. Kot predstavnik laboratorija sem sodeloval pri pripravi vseh aktualnih pravilnikov in navodil, ki zadevajo področje merjenja EE. Glede na popolno spremembo števene tehnologije je tema zelo aktualna. Tematika, s katero se obširno ukvarjam v tej diplomski nalogi, sem že kratko predstavil na 11. konferenci CIGRE-CIRED maja 2013 v Laškem. Diplomsko delo je nadaljevanje teorije s prikazom konkretnih praktičnih primerov na področju kontrole, spremljanja in vzdrževanja merilne opreme v slovenskem elektrodistribucijskem omrežju.

V tej diplomski nalogi je predstavljeno moje štiriletno teoretično in praktično delo v Merilnem laboratoriju Elektroservisi. Diplomsko delo prikazuje najboljše rešitve za vzdrževanje pametnih števecv EE. Na tem področju je bilo do sedaj v Sloveniji napisanega zelo malo. Poleg referata [2] naj omenim še moj referat, predstavljen na Kotnikovih dnevih leta 2012 v Radencih [3] ter magistrsko nalogo avtorja mag. Igorja Podbelška [4], ki obravnava predvsem koristi izvedbe meroslovne kontrole števecv EE na podlagi statističnega vzorčenja za elektrodistribucijska podjetja. Zelo malo literature kaže na dejstvo, da je področje zares novo, tako da smo s sodelavci v Merilnem laboratoriju Elektroservisi resnično pionirji na tem področju.

Vsebina diplomskega dela je sestavljena po posameznih logičnih korakih kontrole glede na življenjsko dobo pametnega števca EE. Za vsako kontrolo pa je potrebno imeti podlago v obliki standardov in pravilnikov, zato je ta točka obravnavana pred opisom posameznih korakov oziroma faz nadzora pametnih števecv EE. V nadaljevanju je posamezno opisanih pet faz nadzora pametnih števecv EE skozi celotno življenjsko dobo. Pri določenih posameznih fazah prikazujemo konkretne primere iz prakse.

3 PREDSTAVITEV PAMETNIH ŠTEVCEV ELEKTRIČNE ENERGIJE

Merjenje električne energije predstavlja eno najpomembnejših merenj v elektrotehnik, posebno v elektrogospodarstvu, ker je električna energija edina veličina, ki ima karakter blaga. Le-to se za tržišče proizvaja in se ga na tržišču tudi prodaja. Pri tem imajo pomembno vlogo električni števc, ki jih uporabljamo kot merilne naprave. Z njimi merimo porabo električne energije. Glede na odčitane vrednosti lahko porabljen energijo tudi zaračunamo. Te merilne naprave so bile včasih precej enostavne in so omogočale le meritev. Danes so to merilne naprave z veliko točnostjo merjenja in s precej zapleteno zgradbo [5]. Ker govorimo o pametnem merjenju EE, je potrebno poznati principe merjenja novih pametnih števc EE.

Novi pametni števc za slovenski trg bodo morali imeti zahtevane specifikacije, ki so določene v SONDO in upoštevajo vse zahteve naročnika. Pametni števec mora kot del napredne merilne infrastrukture poleg meroslovne točnosti izpolnjevati vse komunikacijske in performančne zahteve (npr. daljinsko odčitavanje števc ali pošiljanje raznih ukazov se mora izvesti dovolj hitro in v dovolj velikem obsegu). Prav tako mora biti števec dovolj odporen na razne vplive okolja (npr. prenapetost, vplivi tujega električnega ali magnetnega polja, posledice naraščajočega trenda nelinearne porabe kot je generiranje harmonskih tokov ipd.).

Hkrati mora pametni števec zagotavljati razne dodatne funkcionalne zahteve, kot so na primer: daljinsko odčitavanje in upravljanje števc (parametriranje, nadgradnja programske opreme); registracija 15-minutnih obremenitvenih intervalov; možnost naprednih tarifnih sistemov (dinamično tarifiranje); integriran krmilni odklopnik ali imeti možnost njegove namestitve; detekcija zlorab in zlonamernih posegov v števec; točna ura in sinhronizacija časa; spremljanje kakovosti dobave električne energije (prekinitve in upadi napetosti); možnost priklopa števc drugih energentov (multiutility); prikaz izmerjenih veličin in drugih podatkov (informacija o trenutnih tarifah) na prikazovalniku števc itd. [3]

Primer značilnega pametnega števc za slovenski trg je predstavljen na Sliki 3.1.

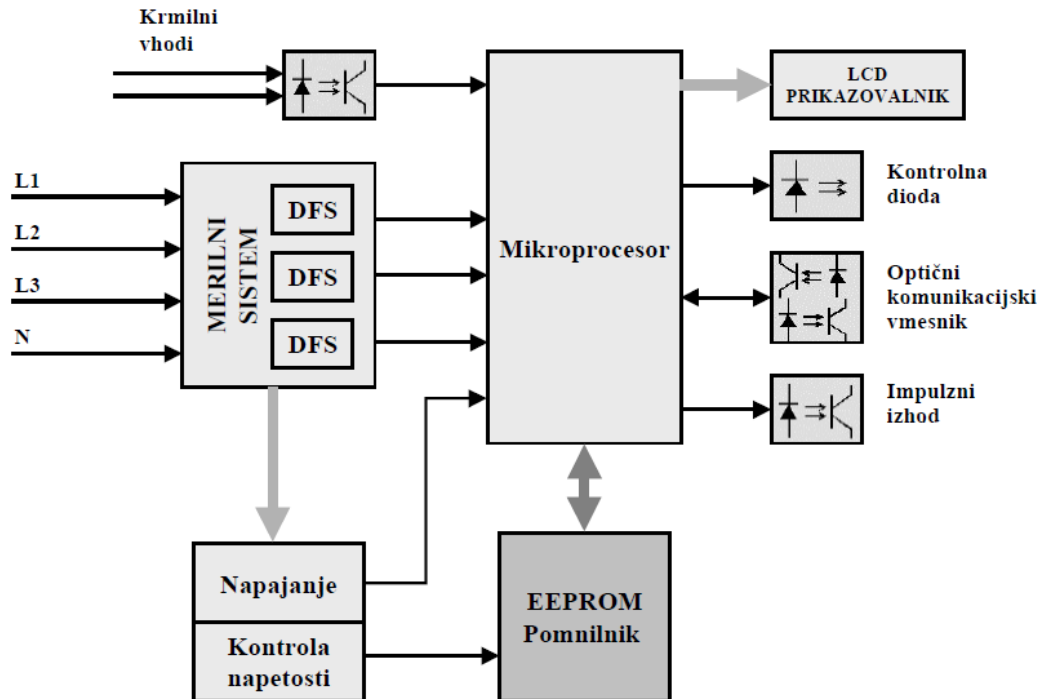


Slika 3.1: Elektronski števec Iskraemeco ME 371 [6]

Ker je števec v osnovi namenjen merjenju električne energije, je potrebno predstaviti vse možne merilne sisteme. Predvsem v luči vedno bolj onesnaženega omrežja, ki lahko vpliva na pravilno merjenje pametnega števca, je potrebno izbrati za posamezne vrste odjemalca (npr. sončne elektrarne) merilni sistem, ki je kar seda neobčutljiv na motnje.

Na Sliki 3.2 vidimo funkcionalno shemo enega bolj razširjenih elektronskih števcov v Sloveniji. Na levi strani slike so prikazani najbolj bistveni vhodi števca. To so fazni priključki (L1, L2, L3) in nevtralni vodnik za merjenje energije ter za trifazno napajanje števca. Prav tako imamo krmilni vhod za preklap energijske tarife. Na desni strani slike so prikazani najbolj pomembni izhodi (optični komunikacijski vmesnik je tudi vhod) števca. LCD prikazovalnik je namenjen odčitavanju izmerjene količine električne energije na mestu samem. LCD prikazovalnik nam omogoča enostavni prikaz z dodatnimi podatki, kot so smer energije, prisotnost faznih napetosti, vrtilno polje, aktualna moč, trenutna tarifa, itd. Kontrolne diode so v večini primerov infrardeče. Izhod je tudi optični komunikacijski vmesnik za avtomatsko zajemanje podatkov na merilnem mestu s pomočjo ustrezne naprave (ročni terminal s sondo) kot tudi za komunikacijo z določenim modulom. Na koncu imamo tudi impulzni izhod, ki je namenjen posredovanju fiksnega števila impulzov na enoto merjenja (kWh). Funkcionalna blok shema, kot je prikazana na Sliki 3.2, je v osnovi enaka pri vseh elektronskih števcih, razlika se pojavlja predvsem pri merilnem sistemu za merjenje toka. V primeru na Sliki 3.2 je merilni sistem izveden s tremi merilnimi elementi v DFS tehnologiji (Direct Field Sensor), ki temelji na Hallovem efektu. Merilni elementi proizvedejo iz aktualne fazne napetosti in iz trenutnega faznega toka

proporcionalni signal, ga nato spremenijo v digitalni signal, ki ga mikroprocesor obdeluje naprej [7].



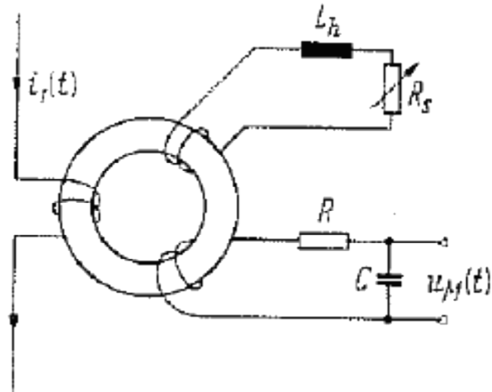
Slika 3.2: Funkcionalna blok-shema elektronskega števca [8]

Števci merijo napetost z uporovnim delilnikom, za merjenje toka pa imajo vgrajene naslednje merilne sisteme:

3.1 Merilni sistem – merilni transformator

Delovanje klasičnega tokovnega merilnega transformatorja je razširjena metoda v števcih za merjenje toka. Prednost je v stabilnosti in robustnosti merilnega sistema. Železno jedro močno ojači merjeni signal in s tem pridobimo večjo točnost, po drugi strani pa moramo upoštevati vpliv nelinearne karakteristike in omejeno frekvenčno območje jedra. Cenovno je dražji od tuljave Rogowskega in je prostorsko večjih dimenzij. Predvsem zaradi teh dveh dejstev se ta merilna metoda uporablja predvsem v števcih višjega cenovnega razreda (elektronski števci električne energije za industrijo). Za merjenje velikih tokov se vedno uporablja indirektna metoda, kjer je električni števec priključen preko ločenih zunanjih merilnih tokovnih in napetostnih transformatorjev. V tem primeru je potrebno

upoštevati dva pogoška – merilnega transformatorja in vgrajenega merilnega pretvornika v števcu [9].

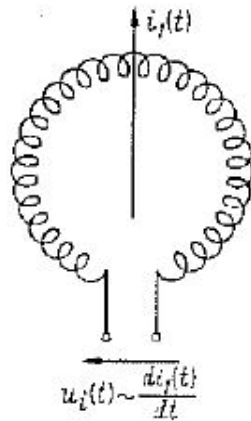


Slika 3.3: Merilni sistem na principu merilnega transformatorja [10]

3.2 Merilni sistem – tuljava rogowskega

Tuljava Rogowskega je v omejeni uporabi že od leta 1912. Množičneje se jo uporablja šele nekaj let, ko je bil rešen problem elektronskega integratorja.

Delovanje tuljave Rogowski temelji na Faradayevem zakonu indukcije v mirujoči in zaprti konturi (ovoju). Navita je na izolacijsko, neferomagnetno jedro s tanko žico in velikim številom ovojev na dolžinsko enoto. Izmerjena napetost je teoretično neodvisna od oblike in lege tuljave nasproti vodniku, katerega tok želimo izmeriti. Tuljava je navita tako, da je njen konec speljan skozi sredico tuljave nazaj proti njenemu začetku. Na ta način se zmanjša vpliv tujih magnetnih polj. Napetost tuljavice je potrebno še integrirati, če želimo dobiti informacijo o trenutni vrednosti merjenega toka [9]. Predvsem cenovno je izvedba merjenja s sistemom Rogowski zelo ugodna, zato se ta sistem uporablja predvsem za elektronske števce električne energije za gospodinjstva.



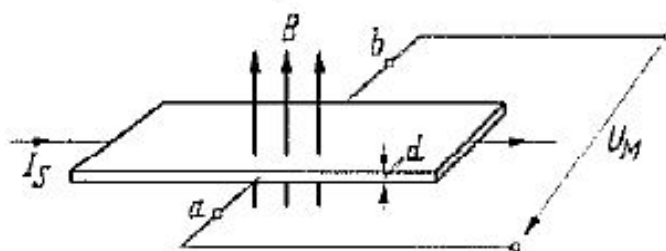
Slika 3.4: Merilni sistem na principu tuljave Rogowskega [10]

3.3 Merilni sistem - hallova sonda

Med statičnimi števci je zelo razširjen merilni sistem s Hallovo sondo.

Hallov efekt je odkril Edwin Hall leta 1879. Efekt temelji na Lorentzovi sili, ki deluje na gibajoče nosilce električnega naboja v vseh snoveh, ko so le-te izpostavljene zunanjemu magnetnemu polju.

Če vzamemo za primer delovanje Hallovega efekta v elektronskih števcih električne energije, ugotovimo, da je Hallovo tipalo uporabljeno za merjenje toka in kot analogni množilnik toka in napetosti. Sam merilni princip je občutljiv na vplive okolice, kot so temperatura in zunanje magnetno polje. Analogna vezja pretvorijo Hallovo napetost v zaporedje impulzov, katerih število je sorazmerno električni moči. Digitalna vezja oblikujejo impulze tako, da vsak impulz predstavlja točno določeno količino energije in je primeren za nadaljnjo obdelavo v mikroračunalniku oziroma za prikaz na svetlobni diodi [7].



Slika 3.5: Merilni sistem na principu Hallove sonde [10]

Različne metode merjenja toka se različno odzivajo na motnje iz omrežja. Med njimi se kot najbolj občutljiva izkaže metoda tuljave Rogowskega, ki še nima izvedenih zaščitnih ukrepov na motnje.

4 STANDARDIZACIJA, PRAVILNIKI, VODILA

Ko govorimo o akreditaciji, kontroli zakonskih meril ter o odločanju o ustreznosti le-teh, ne moremo mimo tega, da laboratoriji potrebujejo dobro podlago v standardih, pravilnikih in vodilih.

Slovenska zakonodaja na področju kontrole števecv električne energije se je korenito spremenila ravno v zadnjem obdobju. Področje kontrole zakonskih meril vodi Urad Republike Slovenije za meroslovje (MIRS), ki določa in sprejema pravilnike. V začetku leta 2013 je v veljavo stopil nov Pravilnik o overitvah števecv električne energije [11]. Pravilnik zajema kontrolo vseh števecv delovne električne energije razredov 0,2; 0,5; 1; 2; A; B; C. Ne zajema števecv, ki merijo jalovo električno energijo, saj jih zajema Pravilnik o meroslovnih zahtevah za statične števce jalove električne energije točnostnih razredov 2 in 3 [12].

Z izdajo novega Pravilnika o overitvah števecv električne energije so bili preklicani naslednji pravilniki:

- Pravilnik o meroslovnih zahtevah za statične števce delovne električne energije razredov točnosti 0,2 in 0,5 S [13];
- Pravilnik o meroslovnih zahtevah za statične števce delovne električne energije razredov točnosti 1 in 2 [14];
- Pravilnik o meroslovnih zahtevah za indukcijske števce za električno energijo [15];

Področje standardizacije pri števcih električne energije (predvsem kontrola in preskušanja) je z nekaterimi manjšimi spremembami nespremenjeno že skoraj deset let. Glede na to, do kakšnega napredka je prišlo na področju merjenja električne energije, pa deset let predstavlja velik tehnološki preskok.

V zadnjem času se kljub vsemu tudi na tem področju dogajajo veliki premiki. Potekajo razne aktivnosti na glavnih področjih zahtev in specifikacij za števce, kot so:

- 1) Mednarodna standardizacija IEC – TC13 “Oprema za merjenje električne energije in krmiljenje obremenitve” [16];
 - Aktivne delovne skupine:

- WG11 – Oprema za merjenje električne energije;
 - WG13 – Zagotovljivost opreme za merjenje električne energije;
 - WG14 – Izmenjevanje podatkov za odbiranja stanja števec, tarife in obremenitve;
 - WG15 – Merjenje električne energije – Plačilni sistemi;
- 2) OIML – Mednarodna organizacija za zakonsko meroslovje;
 - 3) Evropska regulativa in standardizacija – WELMEC, CENELEC – CLC/TC 13;
 - 4) Združenja DLMS Users Association in IDIS Association.

Na področju Evrope deluje organizacija CENELEC. Za področje števec EE je zelo pomembna družina standardov SIST EN 50470-X [17], [18]. Ta standard se nanaša na novo proizvedene merilnike z razrednimi indeksi A, B in C, ki merijo aktivno električno energijo namenjeno za domačo, komercialno in industrijsko uporabo na 50 Hz električnem omrežju. Poudarja osnovne zahteve in preskusne postopke. Vsi standardi družine SIST EN 50470-X so seveda, kot že oznaka SIST pove, prevzeti v slovensko standardizacijo.

V okviru Evropske standardizacije za elektrotehniko CENELEC je bila izvedena zahtevna naloga v smislu definiranja standarda za področje motenj v pasu od 2 do 150 kHz. Področje je zelo problematično, saj se v praksi pojavljajo težave zaradi motenj razsmernikov. Nekatere motnje bodo predstavljene tudi v tej diplomski nalogi v poglavju o izrednih kontrolah števec EE. Tako je bil septembra 2012 objavljen standard z referenčno oznako: SIST-TP CLC/TR 50579:2012: Electricity metering equipment - Severity levels, immunity requirements and test methods for conducted disturbances in the frequency range 2-150 kHz kar v prevodu pomeni: Oprema za merjenje električne energije - Težavnostni nivoji, zahteve za odpornost in preskusne metode za motnje po vodnikih v frekvenčnem območju 2-150 kHz [19].

Evropska organizacija za zakonsko meroslovje WELMEC sodeluje pri vpeljevanju in spremembah MID direktive. Pomembno je vodilo WELMEC 7.2 [20], ki opredeljuje zahteve za programsko opremo instrumentov po MID direktivi, tudi števec. Omenjeno vodilo bo postalo del večine slovenskih pravilnikov za meroslovje.

Zelo aktivno je področje, ki obravnava prenos podatkov, kar je zelo pomembno, saj je namen novih števec kvaliteten prenos podatkov po različnih medijih. Aktivnosti so

predvsem v povezavi z DLMS Users Assosiation, kjer se v prvi vrsti razvija specifikacije za COSEM/DLMS komunikacijski protokol. Za slovenski trg je pomembno IDIS združenje. IDIS združuje večje proizvajalce merilne opreme, katerih namen je izdelava opreme, ki bo med seboj interoperabilna [3].

Poudariti je potrebno, da je predvsem v zadnjem letu področje pametnih števecov zopet dobilo zagon, predvsem zaradi primerov, ko so bili števeci podvrženi vplivom iz omrežja. CENELEC je objavilo poročilo o vplivih v frekvenčnem področju pod 150 kHz. V njem so opisane izkušnje več zahodnih držav, ki so motnje zaznale in jih tudi izmerile [21]. To problematično področje bo v naslednjih letih zagotovo dalo več novih standardov.

Struktura trenutno veljavnih standardov na področju števecov električne energije, ki imajo IEC odobritev tipa, je prikazana na Sliki 4.1. Kot vidimo, se standardi delijo na področje prevzemnih preskusov (družina SIST EN 62058-X) ter na področje tipskih preskusov (družina SIST EN 62053-X). Standard IEC 62052-31 opredeljuje varnostne zahteve, ki združuje splošne zahteve standardov za varnost in dosedanje posebne zahteve za števec. V nadaljevanju se bodo spremenili tudi vsi standardi splošnih zahtev za tipski test števecov zaradi uskladitve z novim standardom [3].

Omeniti velja standard SIST EN 62059-32-1 [22], ki definira preskus stabilnosti metroloških lastnosti pri povišani temperaturi. To se pravi 1000-urni preskus pri zgornji meji temperaturnega območja (npr. 55 °C), $1,1 U_n$, I_{max} , $PF = 1$ ali 0,866 za kombinirani števec (merjenje delovne in jalove energije).

Vsi standardi, ki so prikazani v Tabeli 4.1, so bili prevzeti iz mednarodne organizacije IEC v evropsko standardizacijo in kasneje tudi v slovensko.

Tabela 4.1: Aktualni nabor standardov za področje kontrole števecv električne energije
[16]

	Tipski test	Varnostne zahteve	Prezjemni preskusi
Splošne zahteve	SIST EN 62052-11 Merilna oprema	IEC 62052-31	SIST EN 62058-11 Splošne zahteve
Posebne zahteve	SIST EN 62053-11 Indukcijski števeci		SIST EN 62058-21 Indukcijski števeci
	SIST EN 62053-21 Elek. delovni števeci (1 in 2)		SIST EN 62058-31 Elektronski števeci
	SIST EN 62053-22 Elek. delovni števeci (0,2S in 0,5S)		
	SIST EN 62053-23 Elek. jalovi števeci (2 in 3)		
	SIST EN 62053-31 Impulzni izhodi		
	SIST EN 62053-52 Simboli		
	SIST EN 62053-61 Lastna poraba		

Mednarodna organizacija za meroslovje OIML razvija mednarodna priporočila kot podlago za nacionalne zakonodaje. Aktivno se je vključila v nove zahteve po preizkušanju števecv že leta 2002 z vodilom R46. Vsebina vodila se tako rekoč spreminja na letni bazi, saj se vanj redno vključujejo pripombe in dobre prakse iz celega sveta. Zadnje stanje je bilo objavljeno v letu 2012. V dokumentu, ki obsega vse razrede točnosti števecv delovne energije, so združene zahteve za tipski preskus in prevzemne zahteve. Zajema tudi statistične prevzeme, osnovne zahteve glede SW in zaščito metrološko pomembnih parametrov. V širokem naboru preskusov, ki jih predvideva vodilo R46, velja omeniti preskus vpliva harmonikov na števecv (THD: 5 % za napetost in 40 % za tok, vključuje pa vključno 13 harmonik). Vodilo je nekakšen pokazatelj, kaj vse bo potrebno preskušati na števcih električne energije [3]. Naj omenim, da je dokument OIML R 46 pri nekaterih EDP že našel mesto kot zahteva za ustreznost novo dobavljenih števecv po tem dokumentu. Zahteve so določene že v razpisnih pogojih za nakup novih števecv električne energije (npr. Elektro Maribor, d. d.) [23].

5 FAZE NADZORA PAMETNIH ŠTEVCEV SKOZI ŽIVLJENSKO DOBO

Glede na potrebe EDP je Merilni laboratorij Elektroservisi s strokovnjaki iz Elektro Ljubljana, d. d., s strokovnjaki Elektro inštituta Milan Vidmar (EIMV) ter s strokovnjaki iz Urada Republike Slovenije za meroslovje (MIRS) ustvaril načrt v več korakih, ki zajema nadzor nad novo merilno opremo od začetka pa do konca življenjske dobe. Vsaka točka bo v nadaljevanju obširno predstavljena. V določenih točkah je bil izveden preskus na konkretnih primerih.

5.1 Uvrščanje pametnih števecv v nabor merilne opreme

V Sloveniji se mora vsa merilna oprema, ki je namenjena obračunskim meritvam, uvrstiti v dokument z imenom Nabor merilne opreme v okviru Sistemskih obratovalnih navodil za distribucijsko omrežje električne energije [24]. V naboru so zajeti števcji električne energije, komunikacijski vmesniki ter merilni transformatorji. Dosedanja praksa je bila, da se merila uvrščajo v nabor na podlagi izpolnjevanja zahtev iz 43. člena navodil (pogoji uvrščanja merilne opreme v Nabor merilne opreme). 43. člen SONDO se glasi [25]:

»Ponudnik nove merilne opreme posreduje SODO zahtevek za uvrstitev te opreme v Nabor merilne opreme. Zahtevku mora priložiti dokumente, iz katerih je razvidno izpolnjevanje naslednjih zahtev:

- Podatkovni kodni sistem OBIS po standardu SIST EN 62056-61 [26],
- Aplikacijski nivo: DLMS/COSEM protokol, SIST EN 62056-21 [27],
- Merilna točnost za široko potrošnjo: po SIST EN 50470-3 r. A [18],
- Prikaz: Prikazovalnik z OBIS identifikacijskimi kodami, SIST EN 62056-61 [26],
- Krmilni odklopnik, ki mora ustrezati podpoglavju »Ostale naprave« SONDO navodil,
- Komunikacijski vmesnik kompatibilen z obstoječo programsko opremo merilnega centra,

- Koncentrator merilnih podatkov kompatibilen s sistemom merjenja električne energije, v katerega se vključuje«.

Postopek uvrščanja je opredeljen v 44. členu navodil SONDO (postopek uvrščanja merilne opreme). 44. člen SONDO se glasi [25]:

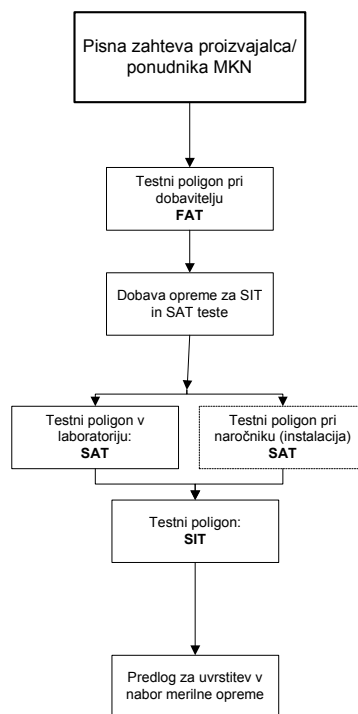
»Po pregledu izpolnjevanja zahtev iz 43. člena prosilec zagotovi opremo za testno vgradnjo za čas 3 mesecev. V tem času se izvedejo:

- meroslovni preskus statistično reprezentativnega vzorca, skladno s Navodilom za statistično vzorčenje števecv električne energije Urada Republike Slovenije za meroslovje,
- FAT, SAT in SIT preskus, skladno s standardom SIST EN 62381 [28],
- preveri se funkcionalnost, pravilnost in zanesljivost delovanja ter kompatibilnost merilne opreme s sistemom merjenja električne energije, v katerega se vključuje.

V kolikor je merilna oprema uspešno prestala vse preskuse, jo SODO uvrsti v Nabor merilne opreme, ki ga objavi na svoji spletni strani« [25].

Dosedanje izkušnje so pokazale, da ta postopek premalo natančno definira preskuse, skozi katere bi morala iti vsa nova merilna oprema, da je lahko uvrščena v Nabor merilne opreme. V ta namen se je v letu 2012 izdalo Navodilo za uvrščanje merilne opreme v nabor merilne opreme – SODO [29], sprejeto pri gospodarskem interesnem združenju distribucije električne energije (v nadaljevanju GIZ). Gre za preskušanja novih merilno komunikacijskih naprav, ki še niso bila nameščena v našem EE sistemu. Uvrščanje v nabor merilne opreme predstavlja vstopno točko za proizvajalce in njihovo novo merilno opremo. Predstavlja »filter«, saj opredeljuje zahteve, ki jih mora določena merilna oprema kakovostno zagotavljati.

V Navodilu za uvrščanje merilne opreme v nabor merilne opreme je proces preskušanja in uvrščanja merilno komunikacijskih naprav v nabor merilne opreme SODO razdeljen v več faz, kot jih predvideva standard SIST EN 62381 [28], in je predstavljen na Sliki 5.1.



Slika 5.1: Proces uvrščanja nove merilne opreme [29]

Predmet testiranja po navodilu za uvrščanje v nabor merilne opreme so:

- a) elektronski števcji električne energije za gospodinjstvo;
- b) elektronski števcji električne energije za industrijo;
- c) komunikacijski vmesniki;
- d) merilni transformatorji.

Tabela 5.1: Faze preskusov [29]

	Faza	Opis	Rezultat	Končni rezultat/izdelek
1	FAT (Factory Acceptance Test)	Implementacija naročnikovih zahtev na testnem sistemu na lokaciji dobavitelja. Testiranje na podlagi vzorcev.	Uspešno izveden FAT	<ul style="list-style-type: none"> Podpisan dokument <i>FAT poročilo</i>, s čemer se naročnik strinja s funkcionalnostmi sistema oziroma števcjev.
2	Dobava opreme za SIT in SAT teste	Dobava meril in druge pripadajoče opreme potrebne za izvedbo testov, vključno z IT sistemi.	Dobavljena oprema	

3	SAT (Site Acceptance Test)	SAT se izvede v dveh delih. Laboratorijski testni poligon v neodvisno izbranem laboratoriju in manjša pilotna instalacija pri pooblaščenem izvajalcu SODO. Testiranje parametrov glede na projektne specifikacije.	Uspešno izveden SAT v laboratoriju Uspešno izveden SAT na terenu	• Podpisan dokument SAT poročilo
4	SIT (Site Integration Test)	Implementacija sistema pri pooblaščenem izvajalcu SODO, s kompletno instalacijo testnega poligona v omrežju. Testira se polna funkcionalnost in integracija sistema vključno s programsko opremo merilnega centra. Merijo se performančne zahteve.	Uspešno izveden SIT	• Podpisan dokument SIT poročilo

Tovarniški oziroma FAT preskusi se izvajajo pri proizvajalcu opreme, ki je predlagana za uvrstitev v nabor. Naročnik (EDP) mora biti prisoten pri izvajanju teh preskusov. Naročnik za tovrstne preskuse najame neodvisen strokovni laboratorij, ki lahko s svojo neodvisno presojo izvede strokovni nadzor. Strokovni nadzor se izvede v obliki pregleda ustreznosti tehnične dokumentacije in na zahtevo naročnika tudi v obliki raznih preskušanj.

Druga faza so SAT preskusi, ki se izvedejo neodvisno od dobavitelja opreme. Kot vidimo na Sliki 5.1, se SAT izvede v dveh delih, in sicer v laboratoriju in na testnem poligonu na terenu.

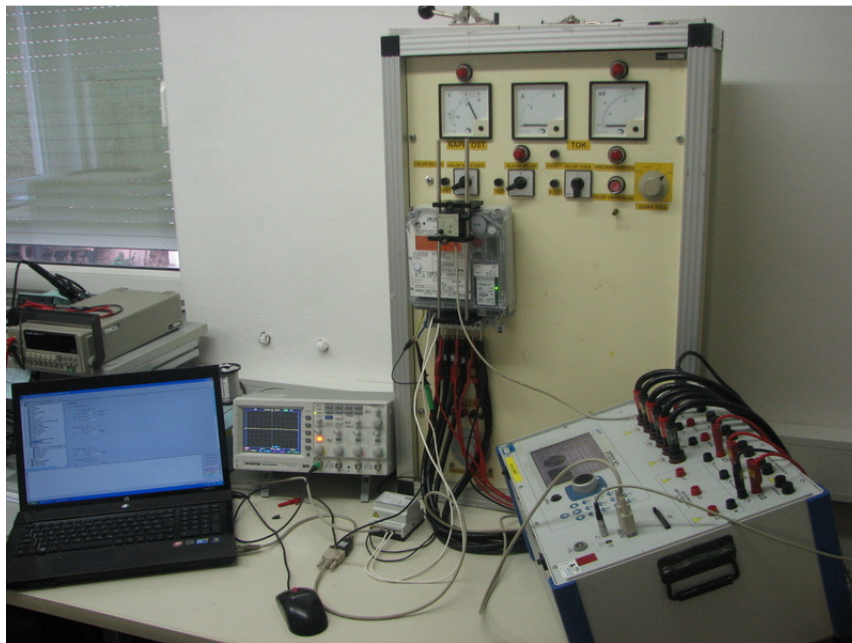
Če se osredotočimo samo na števec električne energije, je pri SAT v neodvisnem laboratoriju poudarek na naslednjih preskusih [29]:

- a) meroslovni preskusi;
- b) vpliv zunanjih dejavnikov na delovanje števca;
- c) funkcionalni, komunikacijski in integracijski preskusi;
- d) stresni preskusi za števec (staranje, zanesljivost, stabilnost);
- e) preskusi robustnosti (napetostni udari, preskus izolacije ...).

Vzporedno se poleg laboratorijskih preskusov izvedejo še SAT preskusi na testnem poligonu pri naročniku (instalacija). Preskuša se:

- a) detekcija funkcij odprtja pokrova števca in priključne plošče;
- b) odklop/vklop odklopnika;
- c) sinhronizacija ure;
- d) spreminjanje tarifnih shem;
- e) ustreznost programske opreme in možnost vpliva na meroslovni del števca (npr. pri njeni nadgradnji);
- f) preskušanje interoperabilnosti opreme različnih proizvajalcev.

Omenjene preskuse na terenu izvede naročnik sam oziroma s pomočjo neodvisnega laboratorija. Prikaz preskušanja opreme novega proizvajalca za slovenski trg v neodvisnem laboratoriju je prikazan na Sliki 5.2 in Sliki 5.3.



Slika 5.2: Preskušanje v neodvisnem laboratoriju za potrebe uvrščanja v nabor merilne opreme – preskus komunikacijskega vmesnika [30]



Slika 5.3: Preskušanje v neodvisnem laboratoriju za potrebe uvrščanja v nabor merilne opreme – meroslovni preskus [30]

Zadnji korak pri uvrščanju v nabor merilne opreme je SIT, ki zajema preskušanje polne funkcionalnosti in integracije sistema, vključno s programsko opremo merilnega centra. Preskuša se sistem, predvsem z vidika sposobnosti komunikacije distribucijskega centra vodenja (DCV) s števci.

V kolikor je merilna oprema prestala vse faze preskušanj, se jo uvrsti v Nabor merilne opreme SODO. Vsi podatki iz preskušanj (osnovni podatki o merilni opremi, merilni rezultati ...) se vnesejo v bazo podatkov, ki bo združevala vse podatke o posameznih populacijah števecov in predstavlja prvi zapis o stanju novega tipa merilne opreme [29].

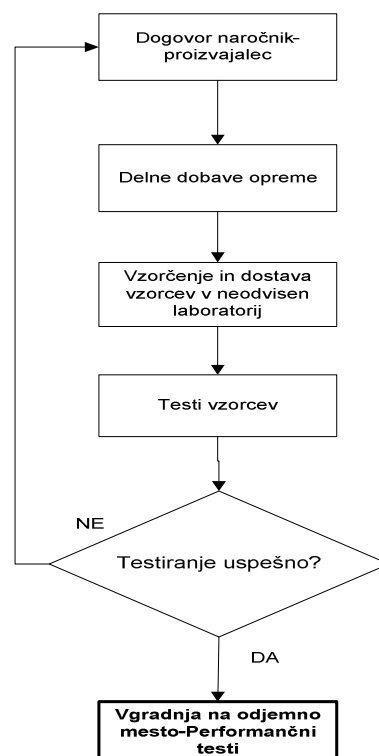
5.2 Prezemne kontrole pametnih števecov

Ko je določen tip števecov uvrščen v Nabor merilne opreme, je primeren za vgradnjo na merilno mesto v Republiki Sloveniji. Števci tega tipa se v določenem obsegu dobavljajo in nameščajo na merilna mesta v delnih dobavah.

Dosedanje izkušnje kažejo, da enaki tipi števcov, izdelanih v različnih serijah, niso enake kakovosti izdelave predvsem zaradi različnih vgrajenih materialov. Zato je nujno potrebno vzorčno preverjati vsako delno dobavo števcov, ki jih proizvajalec dostavi distributerju.

Osnovni namen preskušanja vzorcev merilne opreme je minimizirati tveganja v postopku nabave istega tipa števcov skozi daljše časovno obdobje (tudi po več let lahko na trg prihaja enak tip števca z določenimi drugačnimi karakteristikami).

V ta namen je skupina strokovnjakov iz neodvisnega Merilnega laboratorija Elektroservisi, d. d., in iz podjetja Elektro Ljubljana, d. d., pripravila interno Navodilo za prevzemna testiranja pri delnih dobavah merilne opreme za pooblaščenega izvajalca SODO [31]. V omenjenem navodilu je definiran postopek preskušanja vzorcev delnih dobav števcov enakega tipa. Pomembno je, da se pri vsaki delni dobavi zagotovi reprezentativen vzorec merilne opreme za preskušanje. Omenjeno navodilo bo sčasoma postalo del vzdrževanja vseh EDP v Sloveniji [2].



Slika 5.4: Proces delne dobave merilne opreme z vidika preskušanja vzorcev [31]

Na Sliki 5.4 vidimo postopek izvedbe preskušanj vzorcev. V tej fazi se najprej kreira populacija števecov, ki bo kasneje tudi predmet statističnih preskusov. V posamezno populacijo, iz katere se preskuša vzorce, je dovoljeno združevati števce iz iste odobritve tipa z naslednjimi enakimi meroslovnimi lastnostmi: nazivna napetost, referenčni ali nazivni tok, maksimalni tok in razred točnosti.

Vzorci so iz populacije izbrani naključno po pravilih matematične statistike na podlagi preverjanja potrjene programske opreme.

Tabela 5.2: Pregled faz delne dobave merilne opreme z vidika preskušanj vzorcev [31]

	Faza	Opis	Rezultat	Končni rezultat/izdelek
1	Delna dobava opreme	Oba akterja se podrobno dogovorita o delni dobavi merilne opreme. Iz vsake delne dobave se izbere najmanj 2 % naključno izbranih vzorcev, ki se testirajo v iz strani naročnika neodvisno izbranem laboratoriju.	Uspešno vzorčenje	<ul style="list-style-type: none"> • Podpisan pogodba med naročnikom in izvajalcem • Naključno izbrani vzorci iz po pogodbi naročene populacije.
2	Testi vzorcev	Testiranje v laboratoriju.	Uspešno izveden test vzorcev	<ul style="list-style-type: none"> • Podpisan dokument <i>poročilo test vzorcev</i>, s čemer se naročnik strinja s funkcionalnostmi sistema oziroma števecov
3	Uvedba delne dobave merilne opreme v sistem pri naročniku	Namestitev merilne opreme po območjih v skladu z načrtom uvedbe, delovnimi nalogi in terminskim planom.	Vgradnja v sistem	<ul style="list-style-type: none"> • Izpolnitev pogodbenih obveznosti

Vsi preskusi se izvajajo v izbranem neodvisnem laboratoriju. Preskusi na vzorcih so [31]:

a) Meroslovnih preskusi :

- primerjalni test nameščene črtne kode in vpisanih podatkov v SW števca,
- start-up (začetek delovanja števca v zahtevanem časovnem obdobju),
- prosti tek (kontrola registracije porabe el. energije le ob prisotnosti napetosti),
- zagonski tok (kontrola registracije porabe el. energije ob zagonskem toku),

- merilna točnost ($I_{min} - I_{max}$); preskus se izvede za vse pretoke energije ($A+$, $A-$, $R+$, $R-$), ki jih števec omogoča,
 - testiranje številčnika (registracija el. energije),
 - kontrola LCD prikazovalnika (OBIS, delovanje vseh segmentov prikazovalnika ...);
- b) Vpliv zunanjih dejavnikov na delovanje števecov:
- vpliv harmonskih komponent toka in napetosti na delovanje števca,
 - vpliv zunanjega magnetnega polja na delovanje števca,
 - vpliv nihanja napetosti na delovanje števca,
 - vpliv nihanja frekvence na delovanje števca,
 - vpliv izpada ene (dveh) faze in obrnjenega faznega zaporedja na delovanje števca;
- c) Funkcionalni, komunikacijski in integracijski preskusi:
- testiranje odklopnika (daljinski odklop, omejevanje priključne moči ...),
 - testiranje beleženja dogodkov in opremljenost s časovno značko,
 - kontrola funkcije profila obremenitve (Load profile),
 - detekcija funkcij odprtja pokrova števca in priključne plošče,
 - kontrola spremljanja določenih parametrov kakovosti el. energije,
 - test interoperabilnosti,
 - testiranje delovanja vseh komunikacijskih vmesnikov, ki jih vsebuje števec (PLC, GSM/ GPRS, M-Bus, RS 485, RS 232 ...),
 - testiranje delovanja priključenih merilnikov drugih energentov (multi-utility)
- d) Stresni testi za števce po standardih družine SIST EN 62059 [22]:
- staranje števecov,
 - zanesljivost,
 - stabilnost,
- e) Preskusi robustnosti:
- preskus izolacije z visokonapetostnimi impulzi,
 - preskus izolacije z izmenično napetostjo,
 - preskus napetostnih udarov.

Prav tako se po istem postopku preskuša komunikacijske vmesnike (z drugačnimi preskusi), medtem ko preskušanje merilnih transformatorjev v fazi delnih dobav ni potrebno.

Pri tovrstnih preskusih ima EDP (naročnik) možnost kreiranja svojega nabora dodatnih preskusov. V primeru, da preskušanja niso uspešna, je nabava števcov stvar pogodbenega dogovora med naročnikom in proizvajalcem (odpoved pogodbe, zamenjava neustreznih števcov, popravilo števcov na stroške proizvajalca ...).

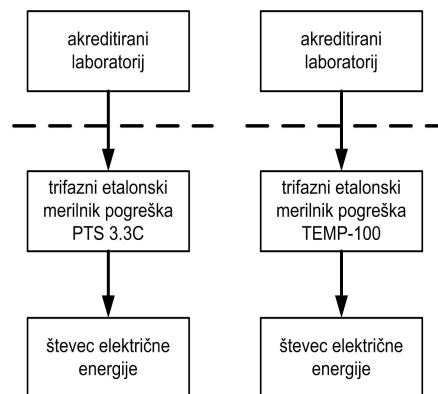
Dosedanje izkušnje so pokazale veliko pomembnost izvajanja prevzemnih kontrol delnih dobav pametnih števcov, saj silijo proizvajalce predvsem k stalnemu zagotavljanju ustrezne kakovosti vseh delov števca in njihovi ustrezni integraciji v zaključeno celoto.

5.2.1 Prevzemna kontrola delnih dobav pametnih števcov za Elektro Ljubljana

Do sedaj je veljala praksa, da se prevzemne kontrole opravijo zgolj ob prvem prevzemu določenega tipa števcov. EDP Elektro Ljubljana, d. d., se je kot prva izmed slovenskih EDP odločila za izvedbo prevzemnih kontrol delnih dobav novih števcov. Prevzemne kontrole so se opravile v neodvisnem laboratoriju Elektroservisi, d. d. Obseg prevzemnih kontrol je bil dogovorjen z naročnikom Elektro Ljubljana, d. d. Kontrola je potekala na elektronskih števcih električne energije naslednjih tipov: ME381 in MT381 z vso pripadajočo opremo. Za osnovo pri interpretaciji merilnih rezultatov so bili uporabljeni naslednji referenčni dokumenti: Standard SIST EN 50470-3:2007 [18], Vodilo mednarodne organizacije za meroslovje (OIML) z oznako R46-Active Electrical Energy Meters [32], Navodilo za uporabo odklopnikov krmiljenih s strani sistemskih števcov [33], Pravilnik o overitvah števcov električne energije [11], ki ga je izdal Urad RS za meroslovje. Preskušanja so bila izvedena na ustrezni certificirani merilni opremi z upoštevanjem ustrezne merilne negotovosti.

5.2.2 Uporabljena merilna oprema

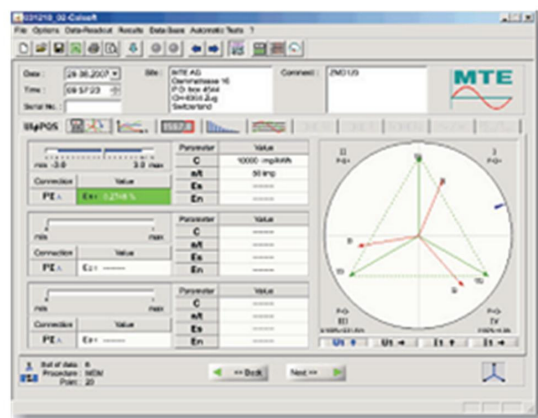
Merilna oprema je certificirana s potrjeno sledljivostjo na višji referenčni etalon. Referenčni etalon je namenjen za umerjanje drugih etalonov ali meril za istovrstne veličine v laboratoriju ali na kraju samem.



Slika 5.5: Sledljivost merilne opreme

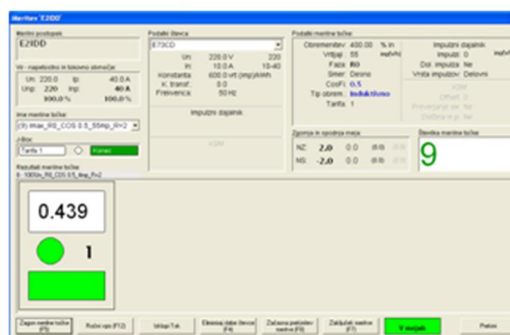
➤ Prenosni testni sistem PTS 3.3

- Proizvajalec: MTE Meter Test Equipment AG, Switzerland
- Vir: 3x120 A, 480 V, 3x60 VA
- Točnostni razred referenčnega standarda: 0,05
- Software: Calsoft, ver. 2.7.8.00
- Cerifikat: št: CK 2900-0-11



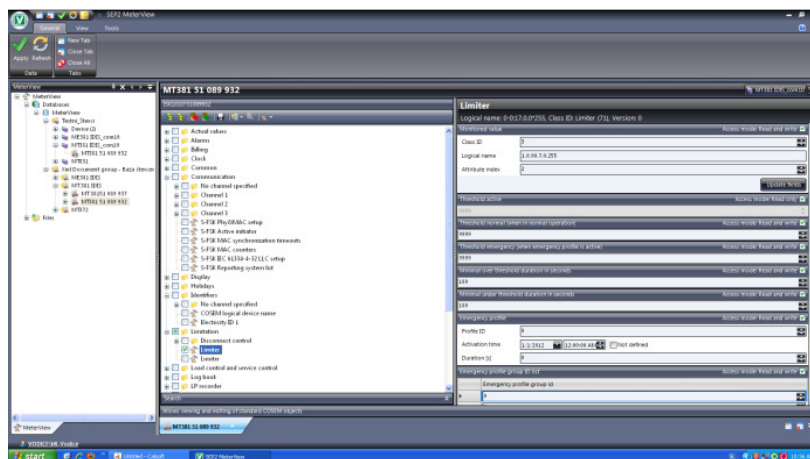
Slika 5.6: Prenosni testni sistem PTS 3.3C in programsko orodje Calsoft [16]

- Trifazni etalonski merilnik pogreška TEMP 100
 - Proizvajalec: ISKRAEMECO
 - Točnostni razred referenčnega standarda: 0,05
 - Software: C.A.T.S.
 - Cerifikat št.: CK 2801-0-11



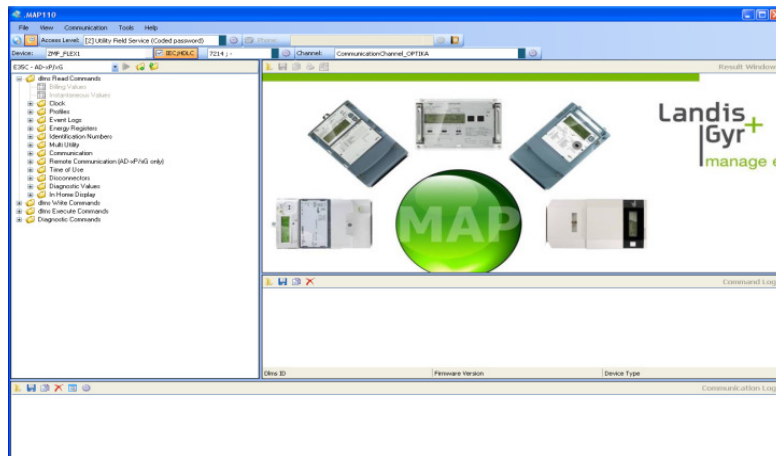
Slika 5.7: Referenčni etalon TEMP 100 in programsko orodje C.A.T.S. [16]

- Namensko programsko orodje SEP2MeterView



Slika 5.8: SEP2MeterView [16]

➤ Namensko programsko orodje iMap110



Slika 5.9: iMap110 [16]

5.2.3 Merilna negotovost

Merilna negotovost kontrolnega postopka, s katerim se preverjajo meroslovne lastnosti merila, ne sme presegati 1/3 mejnih pogreškov za posamezni razred števecov, ki se kontrolirajo ($TUR \leq 33,3\%$).

Elektronski števeci delovne energije razreda 1(B) in 2(C) se lahko kalibrirajo na vseh napravah za kontrolo števecov, ki imajo veljaven certifikat o kalibraciji in so ustrezno označene. Meritve pri konkretni prevzemni kontroli smo opravljali na dveh merilnih sistemih s pripadajočima etalonoma. Za ta dva sistema smo izračunali merilno negotovost, ki smo jo upoštevali pri končnem rezultatu.

➤ Merilna negotovost pri preskušanju v laboratoriju z uporabo etalona TEMP 100: Merilna negotovost je določena za napravo z oznako E-021, kjer se kontrolira velika večina statičnih števecov delovne energije točnostnih razredov 1 in 2 oziroma A in B. Za izračun merilne negotovosti se uporabi sledeče parametre:

- Standardna negotovost odčitka (A tip) $s(e_{xi}) = 0,10\%$
- Specifikacija TEMP-100
(podano glede na izmerjeno vrednost navidezne energije) 0,05 %
- Maksimalno lezenje TEMP-100 med kalibracijami 0,02 %
- Padci napetosti na stojalih (% U_n) 0,02 %

Prispevek negotovosti tipa A je v večini primerov precej manjši. Za izračun je upoštevana višja vrednost, ki se lahko pojavi predvsem pri nižjih obremenilnih točkah ali nesimetrični obremenitvi, kjer pa so dovoljeni pogreški še višji.

Tabela 5.3: Merilna negotovost za kontrolo števec z TEMP-100

Faktor moči	Merilna negotovost	Najmanjši dovoljeni pogrešek	TUR
1	0,21%	1,0%	21%
0,8	0,22%	1,0%	22%
0,5	0,24%	1,0%	24%

➤ Merilna negotovost pri preskušanju v laboratoriju z uporabo etalona PTS 3.3C: Merilna negotovost je določena za izvajanje kalibracije posameznega števca v laboratoriju pri zagotovljenih referenčnih pogojih na sistemu PTS 3.3C. Izračunana je za razred točnosti 1, ker je dovoljeni pogrešek manjši kot pri razredu točnosti 2.

Podana merilna negotovost velja za sledeče področje merilnih veličin:

Napetost: 30 V do 500 V

Tok: 40 mA do 120 A

Frekvenca: 45 Hz do 65 Hz

Za izračun merilne negotovosti se uporabi sledeče parametre:

- Standardna negotovost odčitka (A tip) s (ex) = 0,10 %
- Specifikacija PTS 3.3C (K_w)
 - (podano glede na izmerjeno vrednost navidezne energije) 0,05 %
- Maksimalno lezenje PTS 3.3C med kalibracijami (K_d) 0,01 %
- Vpliv temperature okolice (K_T)
 - pri referenčnih laboratorijskih pogojih prispevka ne upoštevamo 0,00 %
- Vpliv magnetnega polja (K_m)
 - pri referenčnih laboratorijskih pogojih prispevka ne upoštevamo 0,00 %

Z vnosom teh parametrov in različnih faktorjev moči dobimo za merilno negotovost, podano s faktorjem pokritja $k = 2$, sledeče vrednosti:

Tabela 5.4: Merilna negotovost za kontrolo števecov z PTS 3.3C

Faktor moči	Merilna negotovost	Najmanjši dovoljeni pogrešek	TUR
1	0,21%	1,0%	21%
0,8	0,21%	1,0%	21%
0,5	0,23%	1,0%	23%

5.2.4 Merilno poročilo

Primer uradnega poročila izvedene prevzemne kontrole je predstavljen v poglavju 8. Poročilo je sestavljeno iz uvodne strani, kjer je predstavljen naročnik preskusov, izvajalec preskusov, popis števecov za preskušanje, uporabljena merilna oprema ter kratke ugotovitve za vsak opravljen preskus (OK, NOK). Sestavni del poročila so priloge, v katerih so predstavljeni vsi merilni rezultati, pridobljeni s preskušanjem, ter referenčni dokument, ki opredeljuje posamezen preskus. Poročilo je prikazano z dovoljenjem lastnika števecov Elektro Ljubljana, d. d. Preskušanje je bilo izvedeno v aprilu leta 2013 [30].

5.3 Statistično vzorčenje pametnih števecov

Statistično vzorčenje števecov EE je relativno nova možnost izvedbe redne overitve na področju Republike Slovenije, ki omogoča velik prihranek za EDP na dolgi rok in – kar je bistveno – daje zanesljive informacije za investicije in učinkovito vzdrževanje sistema naprednega merjenja. V tujini, kjer je delež novih elektronskih števecov že zelo velik, se je ta praksa izkazala kot najboljša možnost za spremljanje kakovosti posameznih populacij števecov ter z vidika stroškov finančno najboljša rešitev rednih overitev za lastnike števecov, v našem primeru distribucije [4].

Vzorčenju so lahko podvrženi samo elektronski števeci električne energije. Urad za meroslovje RS (MIRS) je 1. marca 2013 izdal nov Pravilnik o overitvah števecov električne energije [11], ki natančno opredeljuje celoten postopek kontrole po metodi statističnega vzorčenja. V njem je povzeta dobra praksa iz Francoskega pravilnika.

Prvi korak statističnega vzorčenja je oblikovanje populacij števecov. Ta korak praviloma naredimo že pri prevzemnih kontrolah števecov, opisanih v poglavju 5.2. V isto populacijo je mogoče združevati števec z največ dvema zaporednima letoma dajanja v promet. Priporoča se, da se populacije oblikujejo v skladu z delnimi dobavami novih števecov, saj tako lahko zmanjšamo tveganje, da kontrola vzorca te populacije ne bo uspešna ravno zaradi možnosti različne ter s tem vprašljive kvalitete v posameznih dobavah.

Ko je populacija, namenjena vzorčenju oblikovana, jo izbrani neodvisni laboratorij prijavi na Urad RS za meroslovje. Za tem se začne postopek vzorčenja. Naročnik lahko izbira med enojnim ali dvojnim preskusom naključnega vzorca. Tabela 5.3 prikazuje primer izbora enojnega preskusa. Populacija mora biti sestavljena najmanj iz 281 števecov. Primer izbora dvojnega preskusa je predstavljen v Tabeli 5.4, vendar je ta vrsta preskusa bolj tvegana za EDP, saj so kriteriji za sprejem (potrditev populacije) nižji kot pri enojnem vzorčenju [2].

Tabela 5.5: Enojni preskus naključnega vzorca [11]

Velikost populacije	Velikost naključnega vzorca	Št. neustreznih števecov		Št. nadomestnih števecov
		Kriterij za sprejem	Kriterij za zavrnitev	
281–500	50	2	3	10
501–1200	80	3	4	16
1201–3200	125	5	6	25
3201–10000	200	7	8	40
10001–35000	315	10	11	63

Tabela 5.6: Dvojni preskus naključnega vzorca [11]

Velikost populacije	Naključni preskus	Velikost naključnega vzorca	Skupna velikost vzorca	Število neustreznih števcov		Število nadomestnih števcov
				Kriterij za sprejem	Kriterij za zavrnitev	
281–500	prvi	32	32	0	3	6
	drugi	32	64	3	4	13
501–1200	prvi	50	50	1	3	10
	drugi	50	100	4	5	20
1201–3200	prvi	80	80	2	5	16
	drugi	80	160	6	7	32
3201–10000	prvi	125	125	3	6	25
	drugi	125	250	9	10	50
10001–35000	prvi	200	200	5	9	40
	drugi	200	400	12	13	80

Po potrditvi Urada RS za meroslovje, da je populacija primerna za vzorčenje, laboratorij po metodi naključnega vzorčenja izbere vzorec števcov za kontrolo. Vzorci morajo biti izbrani po pravilih matematične statistike na podlagi preverjene programske opreme.

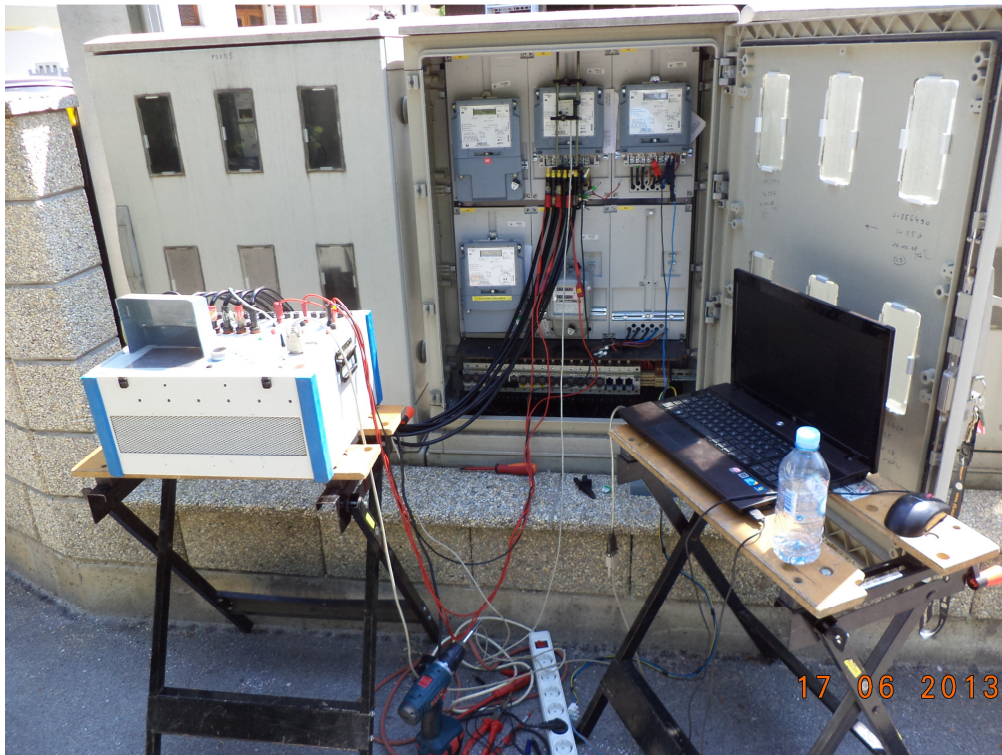
Predmet overitve in posledično sprejema ali zavrnitve populacije je samo meroslovni del števca ter prikazovalnik na števcu (display). Nikakor niso to dodatne funkcionalnosti števcov, kot je npr. delovanje komunikacij, odklopnik itd.

V primeru, da je število neustreznih števcov enako ali večje številu, ki je določeno kot kriterij za zavrnitev, se celotna populacija števcov zavrne. Lastnik mora v tem primeru odstraniti iz omrežja števce celotne populacije v roku enega leta. V primeru, da je vzorec uspešno preстал kontrolo, se potrdi oziroma overi celotna populacija števcov za naslednjo overitveno periodo. Statistično vzorčenje se izvaja periodično z rokom štirih let do vključno 16. leta starosti in nato z rokom dveh let do konca življenjske dobe [2].

Statistični preskus se lahko izvaja v laboratoriju ali na terenu, pri čemer je dosedanja praksa na vzorčenih populacijah pokazala velike prednosti kontrole na terenu. Dejstvo je,

da se mora kontrola pametnih števecv postopoma seliti iz idealnih laboratorijskih pogojev na teren, kot je vidno na Sliki 5.5. Na terenu se je namreč pokazala tudi možnost izvedbe dodatnih preskusov. Praviloma se poleg overitvenega postopka izvaja kontrola števca pod realnimi pogoji obratovanja, hkrati pa se pregleda celotno odjemno mesto, kot določa SODO v Sistemskih obratovalnih navodilih za distribucijsko omrežje električne energije.

To prakso smo uporabili na distribucijskem omrežju Elektra Ljubljane, kar je razvidno iz Slike 5.5, in s tem v okviru enkratnega obiska odjemnega mesta izvedli več storitev, kot so: statistično overitveni preskus, preskus pod obratovalnimi pogoji (vpliv VH komponent, magnetnega polja ...) ter pregled odjemnega mesta.



Slika 5.10: Statistično vzorčenje na terenu [30]

Overitev števecv z naključnim preskusom je zelo učinkovita pri spremljanju meroslovne stabilnosti števecv skozi njihovo celotno življenjsko dobo, saj sproti pridobivamo pomembne meroslovne in druge podatke. To pomeni, da lahko vsake štiri leta natančno določimo lezenje meroslovnega pogoška pri določenem tipu števecv, opazimo skrite napake, ki se pojavljajo v kasnejših letih delovanja, ter spremljamo vplive okolja na delovanje števecv skozi leta (temperatura, vlaga, sevanje ...).

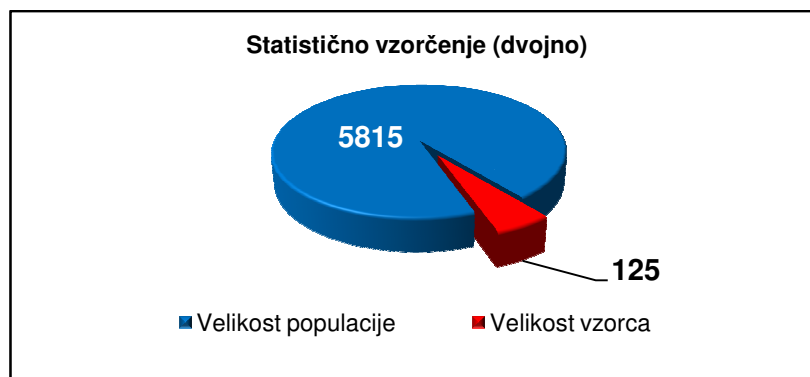
Za distribucijo so zelo pomembni nizki vzdrževalni stroški, ki se ob uporabi te metode zelo zmanjšajo v življenjski dobi posamezne populacije števecov. Izvedba statističnega vzorčenja na terenu pa še dodatno omogoča, da se izognemo stroškom vgradnje, izgradnje in transporta vseh števecov iz vzorca v laboratorij.

5.4 Izvedba prvega statističnega vzorčenja na populaciji števecov Landis & Gyr ZMF 120AC v Elektro Ljubljana

Leti 2011 in 2012 sta bili iz stališča uveljavitve statističnega vzorčenja kot načina redne meroslovne kontrole prelomni, saj se je samo na področju podjetja Elektro Ljubljana, d. d., vzorčilo tri populacije števecov, od tega dve v laboratoriju in ena na terenu. Prvo vzorčenje se je opravilo na števcih proizvajalca Landis&Gyr tipa ZMF 120 AC v laboratoriju. Po odločitvi za vzorčenje je EDP najprej prijavila populacijo na Urad za meroslovje na obrazcu, ki je prikazan na Sliki 5.6. Kot priloga k obrazcu je dodan spisek vseh števecov, ki so vključeni v populacijo. Vsak števec je definiran s tovarniško številko.

Podatki o populaciji			
Naročnik statističnega vzorčenja za izbrano populacijo :	Elektro Ljubljana d.d.		
Ime populacije :	EL_2011-09-30-ZMF120A-07X08		
Tip števca :	ZMF120A		
Letnik proizvodnje (prve instalacije) :	2007/2008		
Način ugotavljanja skladnosti :	T10031		
Veljavnost overitve :	2019		
Število števecov v populaciji :	5815		
Datum :	21.9.2011		
Naključni izbor in kontrola statističnega reprezentativnega vzorca			
Izbrana imenovana oseba (kontrolni organ) :	Elektroservis d.d.		
Številka odločbe o imenovanju imenovane osebe :	6416-2/2009/5		
Datum odločbe o imenovanju imenovane osebe :	18.03.2009		
Evidenčna številka imenovane osebe :	364		
Navodilo za izbor naključnih vzorcev in preskus njihove ustreznosti :	N43 Navodilo za kontrolo statističnih vzorcev števecov električne energije		
Podatki o preskusih			
Zaporedna številka preskusa :	1.	2.	3.
Predhodni preskusi naključnega vzorca :	ne	da	da
Število let od instalacije :	4	8	12
Termin izvedbe preskušanja števecov :	Okt.- dec. 2011	Jan. - dec. 2015	Jan. - okt. 2019
Način vzorčenja :	Dvojni	Dvojni	Dvojni
Lokacija preskušanja :	Laboratorij	Laboratorij	Laboratorij
Potrditev ustreznosti populacije			
ZAKLJUČEK :	USTREZNO		
Ustreznost rezultatov preskusa :	DA		
Izdaja POS :	31.12.2015		
Rok veljavnosti POS :	POK_EL_2011-09-30-ZMF120A-07X08		
Št. Poročila o kontroli :			
Pravna podlaga za izdajo potrdila :	- Pravilnik o postopku overitve meril (Ur. l. RS št. 82/08)		
Predpisi za ugotavljanje skladnosti :	- Navodilo za izvedbo statističnega vzorčenja števecov električne energije; MIRS: 31.1.2009 - Pravilnik o merilnih instrumentih (UL RS št. 42/06), Priloga MI-003		
Podaljšanje overitve po 3. preskusu : (ustrezno obkroži):	DA		NE
Rok veljavnosti podaljšane overitve (do leta):	31.12.2015		

Slika 5.11: Obrazec za prijavo populacije števecov EE na MIRS [30]



Graf 1: Številčni prikaz velikosti populacije in vzorca števecov električne energije

KONTROLNI LIST STATISTIČNEGA PRESKUSA														
Tip števca		ZMF120AC			Lokacija preskušanja			Laboratorij						
Delovni nalog		LS12_0592, LS12_0593, LS12_0594, LS120595, LS12_0617			Velikost populacije			5815						
Vzorec 1														
Vrsta preskusa	Velikost vzorca	Nadomestni števeci	Število uporabljenih nadomestnih števec	Potrditveno število	Zavrnitveno število	Število neustreznih števec	Ocena	Velikost vzorca	Nadomestni števeci	Število uporabljenih nadomestnih števec	Potrditveno število	Zavrnitveno število	Število neustreznih števec	Ocena
	V1	N1	n1	PŠ	ZŠ	NŠ1		V2	N2	n2	PŠ	ZŠ	NŠ2	
Enojno v.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Dvojno v.	125	25	2	3	6	1	OK	125	25		9	10		
Nadomestni števeci iz vzorca V1 (n1):														
Nadomestni števec: Nadomeščeni vzorec:														
Vzorec		Ser. št.		Vzorec		Ser. št.		Razlog za izločitev števca						
7		90853305		1948		90895389		Nedostopen						
69		90892755		2258		90895699		Nedostopen						
Nadomestni števeci iz vzorca V2 (n2):														
Nadomestni števec: Nadomeščeni vzorec:														
Vzorec		Ser. št.		Vzorec		Ser. št.		Razlog za izločitev števca						

Slika 5.12: Kontrolni list statističnega vzorčenja po končanem preskusu [30]

Po potrditvi populacije s strani Urada RS za meroslovje je izbran kontrolni organ Merilni laboratorij Elektroservisi z ustreznim programom PSV vzorčil to populacijo. Pri tem se je oblikoval kontrolni list statističnega preskusa s prilogo vzorcev števec, katerih je glede na velikost populacije 125 ter še dodatnih 25 nadomestnih števec EE. Meroslovna kontrola je bila izvedena v dveh dneh na certificirani merilni opremi in etalonih z ustrežno sledljivostjo. Uporabiti smo morali dva nadomestna števca, ker sta bila dva vzorca nedosegljiva. To pomeni, da jih ni bilo mogoče odstraniti iz odjemnega mesta ter ju dostaviti v laboratorij na preskušanje. Od 125 preskušanih števec je bil neustrezen en števec zaradi odpovedi prikazovalnika. To pomeni, da je populacija več kot zanesljivo prestala preskus.

Po končanem preskusu je Merilni laboratorij izdelal Poročilo o kontroli (Slika 5.8) s pripadajočimi merilnimi rezultati za vsak števec posebej. Poročilo vsebuje vse potrebne podatke, ki so definirani v standardu SIST EN ISO/IEC 17020 [34] za kontrolne organe. Za vsako populacijo, ki uspešno prestane preskušanje, se mora izdati dokument Poročilo o skladnosti. Tako je bilo tudi za to populacijo izdano poročilo, ki potrjuje, da se celotni

populaciji števecov ZMF 120AC podaljša overitev za nadaljnja štiri leta, in sicer do konca leta 2015.



ELEKTROSERVISI



SLOVENSKA
AKREDITACIJA
BIST EN ISO/IEC 17025
K-052

POROČILO O KONTROLI <i>INSPECTION REPORT</i>		
Laboratorij Bukovca 4b, 1217 Vodice	Oznaka: Mark:	POK_EL_2011-09-30-ZMF120A-07X08 Stran 1 od 1 Page: 1 of 1

Naročnik: Applicant:	Elektro Ljubljana d.d. Slovenska cesta 58, 1000 Ljubljana		
Lastnik: Owner:	Elektro Ljubljana d.d. Slovenska cesta 58, 1000 Ljubljana		
Merilo: Instrument:	v Prilogi POK_EL_2011-09-30-ZMF120A-07X08: Ilista - Vzorec in Rezultati V1		
Oznaka naročila: Order Ident:	NAROČILO EL_2011-09-30-ZMF120A-07X08		
Opis naročenega dela: Description of the work ordered:	Izvedba statističnega vzorčenja na populaciji števecov: - EL_2011-09-30-ZMF120A-07X08 - kontrola števecov, ki so bili izbrani v vzorce za preskus te populacije		
Opis metode: Method description:	Celoten postopek statističnega vzorčenja števecov je bil izveden po postopku, ki je opisan v N43. Kontrola je bila izvedena po primerjalni metodi, ki je opisana v dokumentih N28 in N42. Preskusi so bili izvedeni v laboratoriju. <i>Inspection was carried out by the comparison method with a substandard meter.</i>		
Merilna oprema: Measuring equipment:	Trifazna preizkusna naprava za števce el. energije ND 141, Trifazni etalonski merilnik pogreška TEMP-100E - tov.št.: 37453411 - št. certifikata CK1083-0-05 Mobilna naprava za kontrolo števecov - E-083,PTS+E-084, CALSOFT		
Pogoji okolja: Environmental conditions:	23 C ± 2 C		
Datum kontrole: Date of inspection:	3.4.2012 - 5.4.2012		
Ugotovitev: Conclusion:	Vzorec 1 populacije števecov: EL_2011-09-30-ZMF120A-07X08 je skladen z internim navodilom N43 Navodilo za izvajanje statističnega vzorčenja števecov električne energije. Kontrola na merilih v okviru vzorca 1 je bila izvedena na 125 števcih, od katerih je bilo 124 skladnih in 1 neskladen z zgoraj navedenim navodilom.		
Opombe: Note:	Merilni rezultati in podatki o vzorcih se nahajajo v prilogi: Priloga EL_2011-09-30-ZMF120A-07X08, ki vsebuje liste: - Kontrolni list (podatki o vzorcu) - Vzorec (podatki o merilih, ki sestavljajo vzorec) - Rezultati V1 (podatki o merilnih rezultatih vseh meril, ki tvorijo vzorec)		
Meritev izvedel: Performed by:	Datum izdaje: Date of issue:	Pečat: Seal:	Pooblaščen oseba: Authorized person:
Janez Zrnec	13.4.2012		Janez Zrnec

Slika 5.13: Poročilo o kontroli (POK) izdano po končanem vzorčenju [30]

5.5 Vmesna kontrola pametnih števecv in drugih merilnih naprav

Vmesna kontrola merilnih mest in naprav je izredna naključna ali periodična kontrola. Omenjeno kontrolo odredjajo Sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje (nadalje SONDO) v svojem 72. in 75. členu [25].

72. člen opredeljuje predvsem skladnost podatkov merilnega mesta z obstoječo bazo v EDP ter vizualni pregled merilnega mesta. Kontrole merilnih mest se praviloma izvajajo ob rednih zamenjavah merilnih naprav, obračunih, indicih o nepravilnostih itd, lahko pa tudi ob izvedbi vmesnih kontrol merilnih naprav ter ob izvedbi statističnega vzorčenja na terenu. Pregled obsega najmanj naslednje strokovne preglede:

- a) Ugotavljanje stanja obračunskih elementov na merilnih mestih s prijavljenimi v distribucijski informacijski sistem:
 - ustreznosti vstavljenih obračunskih varovalk,
 - prijavljen števec el. energije,
 - prijavljeni merilni transformatorji,
 - prijavljena komunikacijska naprava,
 - prijavljena stikalna ura in ostale naprave (odklopnik itd.).

- b) Vizualni pregled števca električne energije:
 - overitvene plombe,
 - plomba na pokrovu priključnice,
 - morebitne fizične poškodbe, ki vplivajo na pravilnost merjenja el. energije.

- c) Vizualni pregled merilnih tokokrogov:
 - brezhibnost ožičenja,
 - ustrezni preseki merilnih tokokrogov,
 - ustreznost vezave (smeri, odvodi, dovodi ...),
 - ugotavljanje morebitnega pooblaščenega odjema el. energije pred števcem el. energije.

- d) Delovanje merilnih transformatorjev (napetostni in tokovni).
- e) Ugotavljanje stanja prenapetostne zaščite.
- f) Ugotavljanje delovanja komunikacijske naprave.
- g) Ugotavljanje ostalih nepravilnosti na merilnem mestu.

O izvedeni kontroli se naredi zapisnik z zapisanimi ugotovitvami [35].

Iz stališča kontrole pametnih števecv izpostavimo 75. člen SONDO. Distribucije morajo izvajati obseg kontrol merilnih mest, kot jih opredeljuje Tabela 5.5. Vsako leto se izdela seznam merilnih mest, na katerih je potrebno izvesti kontrolo meroslovnih lastnosti merilnih naprav, ki jih predpisujejo meroslovni pravilniki [35].

Tabela 5.7: Delež merilnih mest, ki jih mora izvajalec nalog SODO obravnavati [25]

Priključna moč	>25MW	1MW do 25MW	41kW do 1MW	<41kW
Letni obseg	10 %	5 %	3 %	0,5 %

V letu 2012 je bilo na področju Elektra Ljubljana s strani pooblaščenega neodvisnega merilnega laboratorija Elektroservisi pregledanih 50 merilnih mest po 72. in 75. členu SONDO. Glede na pomembnost smo se odločili, da pregledamo merilna mesta priključne moči od 41 kW do 1 MW. V večini gre za manjša in srednja velika podjetja, ki so priključena preko tokovnih merilnih transformatorjev (nadalje TMT). Števec je elektronski in meri delovno in jalovo energijo v obe smeri pretoka energije.

Slika 5.10 prikazuje meritev števca EE. Večina števecv je bila ustrezna. Pri neustreznih števcih pa je šlo za manjša meroslovna odstopanja ter za napake v programu števecv, ki so v večini primerov odpravljive. Programska napaka, prikazana na Sliki 5.9, je posledica napake kontrolne vsote obremenilne krivulje.



Slika 5.14: Programska napaka FF 00000800 na števcu električne energije [30]

Ta napaka je nekritična, saj zahteva zgolj ponastavitev števca. Analiza odkritih odstopanj po končanem delu kaže, da so tovrstna kontroliranja direktno na terenu upravičila svoj namen.



Slika 5.15: Kontrola števca električne energije po 75. členu SONDO [30]

Ker gre za polindirektno merilno mesto, kjer meritve potekajo preko TMT-jev, je kontrolni organ s specialno opremo preveril tudi meroslovne lastnosti transformatorjev. Specialna merilna oprema za kontrolo točnosti merilnih transformatorjev je sledeča:

- Naprava za kontrolo točnosti merilnih transformatorjev:
 - Proizvajalec: ELMAR
 - Tip: IMT-01
 - Točnost: 0,02 %
 - Cerifikat: št: CK 213-00878

- Breme za tokovne in napetostne transformatorje:
 - Proizvajalec: ELMAR
 - Tip: SO-01, NO-01
 - Točnost: 0,02 %
 - Cerifikat: št: CK 213-00869, CK 213-00870

- Napetostno-tokovni vir:
 - Proizvajalec: ELMAR
 - Tip: NSI-2,5



Slika 5.16: Sistem za kontrolo točnosti merilnih transformatorjev [30]

- Kompenzirani tokovni transformator KSK6 do 1000 A:
 - Proizvajalec: INŠTITUT NIKOLA TESLA
 - Tip: KSK6
 - Točnost: 0,008 %
 - Cerifikat: št: CK 213-00879

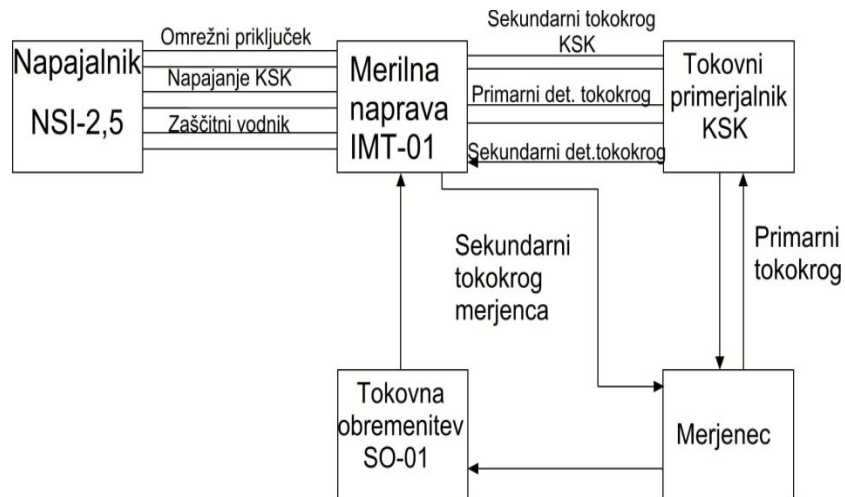
- Etalonski napetostni transformator 20 kV:
 - Proizvajalec: INŠTITUT NIKOLA TESLA
 - Tip: UEN-30
 - Točnost: 0,012 %
 - Cerifikat: št: CK 213-00866

- Visokonapetostni transformator 2x20 kV:
 - Proizvajalec: INŠTITUT NIKOLA TESLA
 - Tip: UEN-30



Slika 5.17: Tokovni etalonski transformator [30]

- Merilna metoda:
 - Tokovne merilne transformatorje merimo s primerjalno metodo, ki jo omogoča zgoraj navedena kontrolna naprava za merjenje transformatorjev.



Slika 5.18: Blokovna shema vezja za preskušanje tokovnih merilnih transformatorjev [30]

Slika 5.15 prikazuje meritev ustreznosti TMT. Običajne napake pri TMT so merilna točnost izven razreda točnosti ter manjkajoče oznake prve overitve. Zaradi starosti teh merilnih naprav pa je pogosto napisna tablica uničena do nerazpoznavnosti, kot je to razvidno iz Slike 5.14.



Slika 5.19: Poškodovani tokovni merilni transformatorji z nerazpoznavnimi napisnimi tablicami [30]



Slika 5.20: Kontrola TMT po 75. členu SONDO [30]

Po končni analizi so se vse pomanjkljivosti na odjemnih mestih odpravile, tako da so vsa odjemna mesta, ki so bila predmet kontrole, zopet v skladu s slovenskimi pravilniki in standardi.

5.6 Izredne kontrole pametnih števcov

Izredne kontrole pametnih števcov električne energije se praviloma izvajajo na podlagi različnih pozivov ali indicev, ki kažejo na sum napake ali nepooblaščenih posegov na merilnem mestu oziroma največkrat ob pritožbi uporabnika na obračunano električno energijo. V tem primeru je zelo pomembno opraviti neodvisno kontrolo na samem odjemnem mestu. Kontrolo naredi neodvisni laboratorij, ki praviloma povabi h kontroli obe vpleteni strani, tako EDP kot porabnika električne energije. Kontrola se mora narediti po vseh meroslovnih točkah kontrole skupaj z vizualnim pregledom merila. Dodatni preskusi funkcionalnosti ter pregled samega merilnega mesta v to vrsto kontrole ne sodijo, saj je pritožba prišla na račun meroslovne točnosti oziroma napačnega očitka porabljene

energije. V primeru kontrole na terenu pooblaščen merilec že na mestu samem izda akreditirano poročilo vsem zainteresiranim.

Z vključitvijo neodvisnega kontrolnega organa se elektro distribucijsko podjetje zavaruje pred težavami z uporabniki. Praksa kaže, da je velika večina pritožb porabnikov neupravičenih. Neodvisno mnenje daje rezultatom dodatno težo tudi v primeru spora na sodišču [2].

V zadnjem času se vse pogosteje pojavljajo izredne kontrole na račun vpliva motenj iz razpršenih virov (RV) na točnost števecv električne energije. Pritožbe prihajajo od lastnikov Malih sončnih elektrarn (MSE), kjer smo odkrili vpliv frekvenčnega pretvornika na točnost števecv. Tudi v tem primeru se z neodvisno analizo lahko dokaže merilne pogoške, izvore motenj ter vplive na sosednja merilna mesta.

5.6.1 Izredna kontrola števca električne energije na mali sončni elektrarni

Meritve smo izvedli na dveh malih sončnih elektrarnah, ki se nahajata na dveh sosednjih objektih in imata izvedeno priključno mesto na skupnem mestu. Elektrarni sodita na področje Elektro Gorenjska, d. d. Obe elektrarni sta zgrajeni na strehah gospodarskih poslopij v bližini šole.

Razlog za meritve je na osnovi prijave novonastalega odstopanja obračunskih meritev prve elektrarne po priključitvi druge elektrarne na omrežje. Poleg določanja velikosti pogoška števca je bil namen preveriti delovanje različnih števecv z različnimi merilnimi sistemi različnih proizvajalcev, da bi ugotovili medsebojna odstopanja in primernost za uporabo na razpršenih virih pod realnimi pogoji obratovanja. Meritve so bile izvedene dne 28. 3. 2013, ko je elektrarna obratovala z 80 % nazivne moči.



Slika 5.21: Mala sončna elektrarna Ovsenik 1 [30]



Slika 5.22: Mala sončna elektrarna Ovsenik 2 [30]

5.6.2 Podatki sončnih elektrarn MSE Ovsenik 1 in MSE Ovsenik 2



Slika 5.23: Lokacija obeh MSE v Zabreznici pri Žirovnici [38]

Nazivna moč: MSE Ovsenik 1 – 21 kW
MSE Ovsenik 2 – 17 kW

Frekvenčni pretvorniki:

Proizvajalec: SIEMENS AG

Tip: SINVERT PVM20

Vhod DC: Napetostno območje: $U_{MPP} = 480 \text{ V}/850 \text{ V}$

$U_{DC \max} = 1000 \text{ V}$

Tokovno območje: $I_{DC \max} = 41 \text{ A}$

Izhod AC: Izhodna moč: $P = 19,2 \text{ kW}$

Nazivna napetost: $U = 400 \text{ V}$

Frekvenca: $f = 50 \text{ Hz}$

Tok: $I_{AC \max} = 29 \text{ A}$

Obe elektrarni imata enak pretvornik istega proizvajalca.

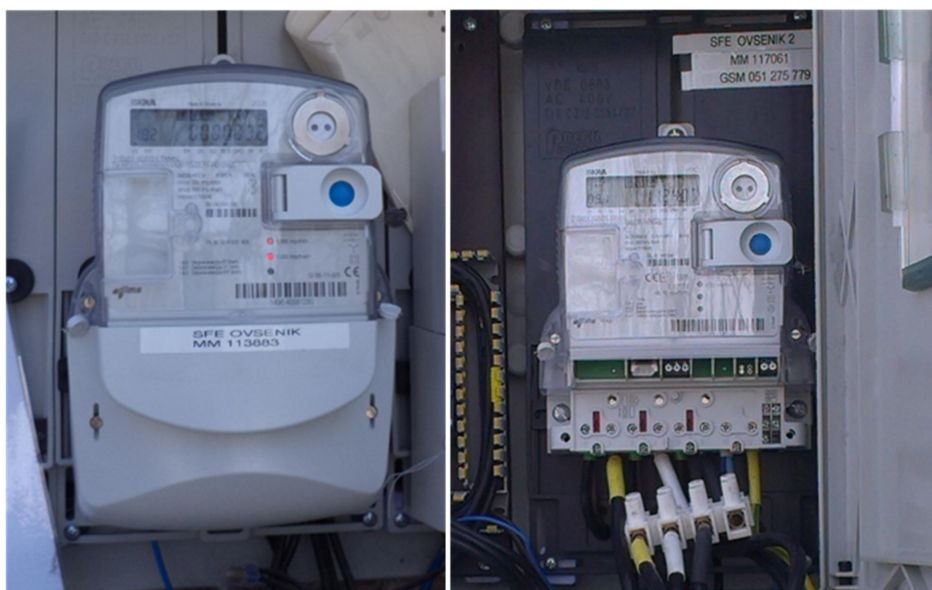


Slika 5.24: Frekvenčni pretvornik [30]

Števec električne energije na elektrarni:

MSE OVSENIK 1: Iskra MT372

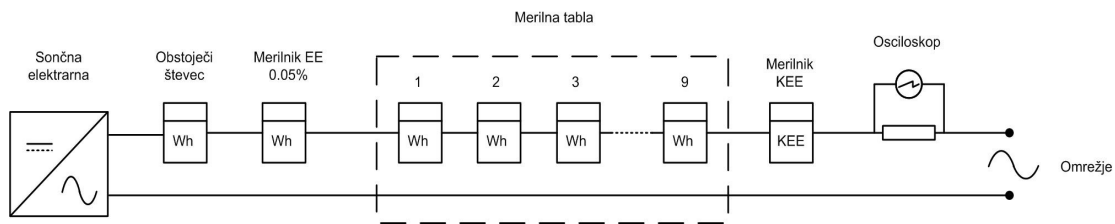
MSE OVSENIK 2: Iskra MT372



Slika 5.25: Števca električne energije na MSE [30]

5.6.3 Uporabljen merilna metoda

Razlog izbire metode zaporedno vezanih števecv je v izvajanju meritev pod realnimi pogoji obratovanja na terenu. Merjene veličine se spreminjajo stohastično in zato ni možno zagotoviti ponovitve razmer. Zajemali smo podatke z vsemi števci hkrati. Na koncu je v vezje v smeri omrežja dodatno vključen merilnik kakovosti električne energije in soupor za zajem oblike vsiljenega toka iz sončne elektrarne v omrežje.



Slika 5.26: Shema merilnega vezja [9]

Vsi števci so bili nastavljeni na ločljivost 0,001 kWh. Merilna perioda je bila nastavljena na enominutni interval, kar v praksi pomeni, da dobimo v času 60 minut 60 izmerjenih vrednosti.

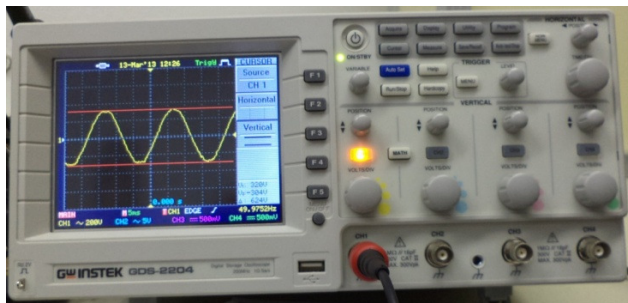
Števec ZMF120AB ne omogoča enominutne merilne periode, zato smo uporabili merilni interval 15 minut. Etalonski merilnik PTS 3.3C je razreda točnosti 0,05 s časom zajemanja podatkov 5 sekund. Števca MT 372, vgrajena na merilnih mestih sončnih elektrarn, imata 15-minutno merilno periodo in sta bila primerjana preko impulznega izhoda foto glave, ker nismo želeli posegati v nastavitve delujočega števca.

5.6.4 Uporabljen merilna oprema

- Prenosni testni sistem PTS 3.3C (Slika 5.5)
 - Proizvajalec: MTE Meter Test Equipment AG, Švica
 - Točnostni razred: 0,05
 - Software: Calsoft, ver. 2.7.8.00
 - Cerifikat št: CK 2900-0-11

➤ Osciloskop

- Proizvajalec: GWINSTEK
- Tip: GDS 2204 200MHz
- Ser. številka: EL 13 33 96
- Predupor 60mV/100A



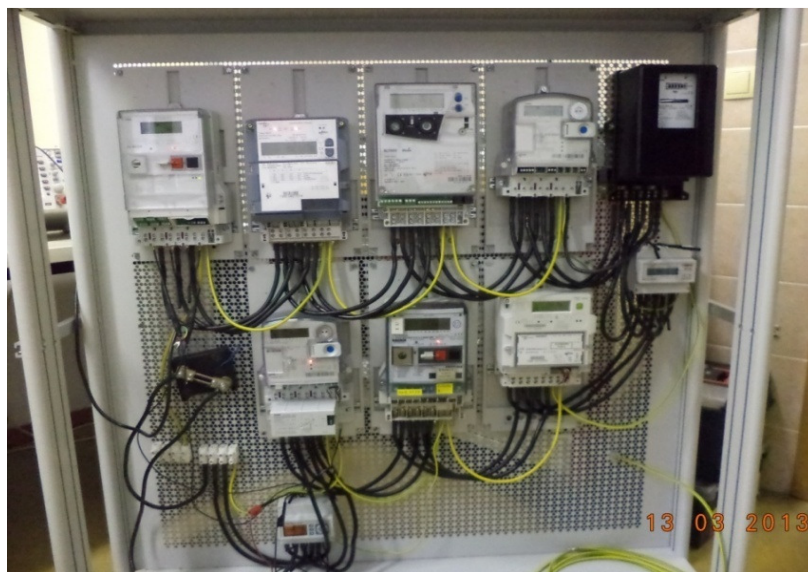
Slika 5.27: Osciloskop



Slika 5.28: Predupor

➤ Merilna tabla s števeci električne energije

Proizvajalec:	Tip:	Nazivni tok (A):	Serijska številka:	Letnica:
Iskraemeco	MT831	5-120	38 736 432	2011
Landis + Gyr	ZMD310	10-120	94 617 014	2007
Itron	SL761	5-100	51 037 314	2012
Iskraemeco	MT372	5-85	38 500 032	2009
Iskraemeco	T31FV	10-60	17 686 247	2000
Iskra MIS	WS1102	10-63	00 011 526	2011
Landis + Gyr	ZMF120AB	5-85	13 245 293	2012
Iskraemeco	MT851	10-120	17 744 459	2001
Iskraemeco	MT382	10-120	50 769 548	2011



Slika 5.29: Merilna tabla [30]

➤ Merilnik kakovosti električne energije

- Proizvajalec: ISKRA MIS
- Tip: MC 666
- Ser. šte.: 01949
- Nazivni tok: 10 – 63 A



Slika 5.30: Merilnik kakovosti električne energije

➤ Merilna negotovost

Absolutno izražena merilna negotovost pri določitvi pogreška merjenja električne energije je določena po sledeči enačbi [36]:

Enačba 1: Absolutno izražena merilna negotovost

$$E = \left(\frac{imp_x}{k_x} \right) - \left(\frac{imp_s}{C_z} + K_w + K_d + K_T + K_m \right),$$

kjer je:

E absolutna razlika med izmerjeno vrednostjo električne energije na števcu električne energije in pravo vrednostjo električne energije, izmerjene z etalonskim števcem,

imp_x število impulzov ali obratov rotorja na števcu električne energije,

k_x konstanta števca električne energije,

imp_s število impulzov etalonskega števca,

C_z konstanta etalonskega števca,

K_w korekcija prave vrednosti energije zaradi specifikacije etalonskega števca,

K_d korekcija prave vrednosti energije zaradi lezenja etalonskega števca,

K_T korekcija prave vrednosti energije zaradi vpliva temperature okolice na etalonski števec,

K_m korekcija prave vrednosti energije zaradi vpliva magnetnega polja na etalonski števec.

Za merilno negotovost, podano v relativni obliki, absolutno izraženo vrednost merilne negotovosti delimo še s pravo vrednostjo izmerjene energije.

V tabeli so prikazani rezultati:

Merjeno pri vrednostih: $I_n = 10 \text{ A}$; $PF = 0,5$.

Tabela 5.8: Merilna negotovost števecv električne energije [30]

Proizvajalec:	Tip:	Merilna negotovost [%]
Iskraemeco	MT831	-0,21 ± 0,26 %
Landis + Gyr	ZMD310	0,18 ± 0,17 %
Itron	SL761	-0,01 ± 0,17 %
Iskraemeco	MT372	0,43 ± 0,26 %
Iskraemeco	T31FV	0,11 ± 0,31 %
Iskra MIS	WS1102	-0,22 ± 0,26 %
Landis + Gyr	ZMF120AB	-0,03 ± 0,33 %
Iskraemeco	MT851	-0,57 ± 0,22 %
Iskraemeco	MT382	0,34 ± 0,20 %
Iskra MIS	MC 666	-0,33 ± 0,18 %

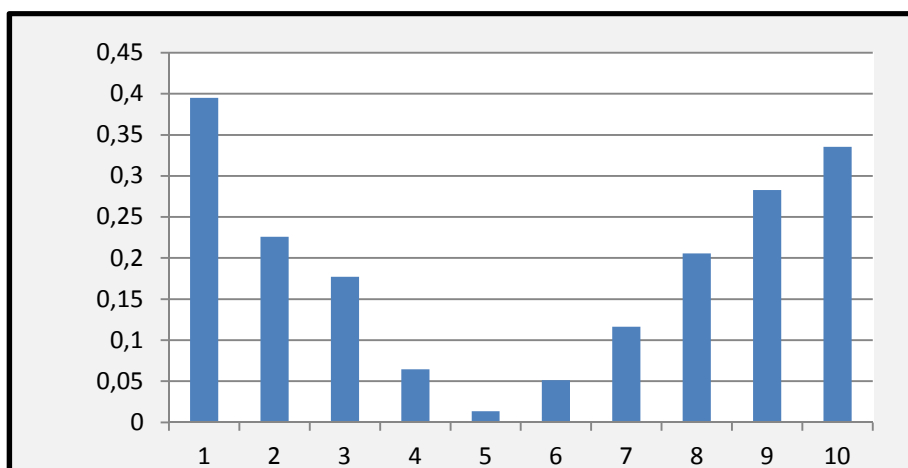
➤ Pogrešek v odvisnosti od zaporednega mesta

Predhodne referenčne meritve in meritve na terenu so potrdile velikost pogreška števca do 0,40 % v odvisnosti od zaporednega mesta oddaljenosti od referenčnega merilnika. Razliko smo morali določiti, da smo lahko upoštevali pogrešek zaradi zaporednega mesta števca na merilni tabli h končnemu rezultatu. Ker so števci vezani zaporedno, je razlika med prvim mestom na tabli in zadnjim že občutna. Razliko med merilnimi mesti glede na priključitev na merilno tablo smo dobili na sledeč način:

Ob stabilni izmenični napetosti in toku smo merili meroslovne pogreške števecv. Najprej smo merilno tablo priključili na vir izmenične napetosti, kot je pravilno načrtovano, in sicer s števcem MT831 na prvem mestu in tako naprej do zadnjega števca v vezavi MC666. Odčitali smo vse pogreške na števcih in jih zapisali. Nato smo vir priključili na zadnje merilno mesto pri števcu MC 666, tako da je bil števec MT831 sedaj zadnji v vezavi na merilni tabli. Ponovno smo odčitali pogreške števecv. Na koncu smo izračunali razliko med prvo in zadnjo meritvijo pri enakih pogojih ter tako določili pogrešek v odvisnosti od zaporednega mesta na merilni tabli. Logični pokazatelj je bil, da ima zaporedno mesto najmanj vpliva na meroslovni pogrešek na mestu številka 5, ki je točno na sredini vezave.

Tabela 5.9: Pogrešek merilnikov EE v odvisnosti od zaporednega mesta

Tip:	Zaporedno mesto:	Razlika ob zamenjavi zaporednega mesta:
MT831	1	0,4
ZMD310	2	0,23
SL761	3	0,18
MT372	4	0,06
T31FV	5	0,01
WS1102	6	0,05
ZMF120	7	0,12
MT851	8	0,21
MT382	9	0,28
MC 666	10	0,34



Graf 2: Pogrešek merilnikov EE v odvisnosti od zaporednega mesta

5.6.5 Zaključek o meritvi na mali sončni elektrarni

Po končani analizi smo v Merilnem laboratoriju Elektroservisi naročniku podali naslednje ugotovitve:

- a) Merilno mesto je neskladno z zahtevami SONDO [37]:
 - Elektrarna Ovsenik 1 ima skupno ločilno mesto s stanovanjskim objektom in dva ločena števec. V primeru izklopa sončne elektrarne skladno z zahtevami

SONDO istočasno izklopimo tudi porabnika, ki ima zagotovljen odjem, kar ni dovoljeno.

- Elektrarna Ovsenik 2 ima lastno ločilno mesto.
- b) Na obeh sončnih elektrarnah je prisotna močna komponenta vsiljenega toka nosilne frekvence pretvornika razreda $f = 15$ kHz. Posebej izrazita je pri delovanju obeh elektrarnah hkrati.
- c) Na obeh sončnih elektrarnah je prisotna močna visoko frekvenčna motnja frekvenčnega razreda 7-10 MHz.
- d) Pri samostojnem obratovanju obe elektrarni še vsiljujeta motnje v mejah, ki ne motijo delovanja števca. V primeru vzporednega delovanja motnje narastejo do tolikšne mere, da prihaja do odstopanja meritev električne energije izven vseh dopustnih meja.
- Vgrajeni števec na OVSENIK 1 (SE 1) meroslovno odstopa
 - Vgrajeni števec na OVSENIK 2 (SE 2) meroslovno odstopa.
- e) Obstaja verjetnost, da se motnja širi na sosednje objekte oz. da določen delež motenj prihaja od še dveh elektrarn, priklopljenih v bližini na isti transformatorski odcep. Zavedati se moramo, da so pretvorniki obeh elektrarnah od istega proizvajalca in istega tipa, kar ne bi smel biti razlog za medsebojni vpliv drug na drugega.
- f) Svetovali smo pregled izvedenih ukrepov za zagotavljanje elektromagnetne skladnosti sončnih elektrarn (prisotnost omrežnih filtrov, pravilnost njihovega delovanja) in izvedbo ukrepov za znižanje vsiljevanja motenj v omrežje.
- g) Sončni elektrarni proizvajata jalovo energijo skladno z zahtevami SONDO [37].

6 SKLEP

Namen diplomske naloge je bil prikaz nove oblike vzdrževanja novih pametnih števecv EE v RS do konca njihove življenjske dobe. Hkrati je bil namen pokazati tudi konkretne primere kontrole, ki se že opravlja na napredni merilni infrastrukturi v lasti EDP. Dejstvo je tudi, da na področju pametnega merjenja standardizacija zaostaja za razmerami v tehniki. To se najbolj opazi pri nezadostnem zagotavljanju odpornosti pametnih števecv na vplive iz omrežja.

Dokazali smo, da so nekateri pametni števeci močno občutljivi na vpliv določene frekvence iz pretvornika frekvence na sončni elektrarni. Težava je v tem, ker omenjen vpliv ni zajet v obstoječih standardih. Vpliv na števec smo izmerili v realni situaciji na terenu po pritožbi lastnika male sončne elektrarne na obračun proizvedene električne energije. Dokazali smo, da so motnje imele največji vpliv na števec, ki uporabljajo merilni sistem na principu tuljavice Rogowski.

Dokazali smo, da pametni števeci z vsemi svojimi funkcionalnostmi za razliko od starih indukcijskih števecv zahtevajo popolnoma nov sistem nadzora in vzdrževanja. V zadnjem letu smo na tem področju sprejeli nov Pravilnik o overitvah števecv električne energije ter nekaj navodil na ravni elektro distribucijskih podjetij. Omenimo navodilo za uvrščanje v nabor merilne opreme ter navodilo za prevzemne kontrole pametnih števecv. Izpostavili smo, da v tem trenutku premalo vemo, kakšno je stanje že vgrajenih pametnih števecv v sistemu. Zato je zelo nujno, da vzpostavimo sistem nadzora v realnem času. Vsi zainteresirani (uporabniki, proizvajalci meril, lastniki meril) morajo imeti na voljo možnost vpogleda v merilno opremo, ki je vgrajena na področju Republike Slovenije.

Predstavili smo primere iz prakse, ki so novost na področju Republike Slovenije. S tem smo pokazali prve spodbudne rezultate, ki potrjujejo pravilno izbiro sistema nadzora. Ta sistem je lahko podlaga za načrtovanje sistema, kot tudi za določanje obsega vzdrževanja ter odločanje o nadaljnjih investicijah v napredno merilno infrastrukturo. Dokazali smo, da EDP samo z vpeljavo statističnega vzorčenja kot sistema meroslovne kontrole prihranijo zelo veliko finančnih sredstev.

S primeri iz prakse lahko potrdimo, da so preskusi na terenu v realnih pogojih velika dodana vrednost. Preskusi na terenu dokazano daje vrsto dodatnih podatkov, ki jih EDP

potrebujejo za optimizacijo svojega omrežja (vpliv motenj na omrežje, občutljivost števec na različne vplive okolja, nepooblaščen posegi, naključne okvare števec ...).

Posebej pomemben sklep, ki smo ga uspeli dokazati, je: Ko je v sistem vzdrževanja pametnih števec vpletenih več zainteresiranih strank (distribucije, proizvajalci opreme, končni odjemalci, SODO ...), je nujno potrebno, da večino faz nadzora pametnih števec izvaja neodvisni merilni laboratorij, kot je to praksa v tujih državah z razvito napredno merilno infrastrukturo.

7 LITERATURA IN VIRI

- [1] Dostopno na: <http://www.elektroservisi.si/merilni-laboratorij/>
- [2] J. Zrnec, I. Volf, B. Lipuš. *Nadzor in zagotavljanje ustreznosti pametnih števecov električne energije skozi njihovo življenjsko dobo*. 11. Konferenca slovenskih elektroenergetikov CIGRE-CIRED, Laško, 2013.
- [3] J. Zrnec, B. Lipuš. *Problematika uporabe obstoječih veljavnih standardov, pravilnikov ter novih vodil pri kontroli in testiranju elektronskih števecov električne energije*. 33. Kotnikovi dnevi, Radenci, 2012.
- [4] I. Podbelšek. *Vodenje periodičnega preizkušanja populacij števecov električne energije*. Magistrska naloga, FE Ljubljana, 2006.
- [5] J. Škrinjar. *Razvoj števecov električne energije*. Ljubljana: Elektro Ljubljana, 2003.
- [6] Dostop na: <http://www.iskraemeco.si/emecoweb/slo/products/products.html>
- [7] Landis & Gyr. *Navodila za uporabo števecov ZxD 100AP, H 71 0200 0103 e slo*.
- [8] Urad Republike Slovenije za meroslovje. *Priloga k certifikatu ZxD- družina, št. 5111-008/00-03*. Ljubljana, 2001.
- [9] J. Zrnec, Ž. Hribar, D. Prašnikar, *Meritve pogoška števecov električne energije v sončni elektrarni*. 34. Kotnikovi dnevi, Radenci, 2013.
- [10] Dostopno na: <http://lrtme.fe.uni-lj.si/lrtme/slo/main.html>
- [11] *Pravilnik o overitvah števecov električne energije*. Ur. I. RS št. 18/13.
- [12] *Pravilnik o meroslovnih zahtevah za statične števec jalove električne energije točnostnih razredov 2 in 3*. Ur. I. RS, št. 59/99, 71/06 in 24/13.
- [13] *Pravilnik o meroslovnih zahtevah za statične števec delovne električne energije razredov točnosti 0,2 in 0,5 S*. Ur. I. RS, št. 33/02 in 106/06.
- [14] *Pravilnik o meroslovnih zahtevah za statične števec delovne električne energije razredov točnosti 1 in 2*. Ur. I. RS, št. 31/98 in 71/06.
- [15] *Pravilnik o meroslovnih zahtevah za indukcijske števec za električno energijo*. Ur. I. RS, št. 31/02.
- [16] 14. zasedanje tehničnega komiteja SIST TC/MEE. Kranj, 2012.

- [17] SIST EN 50470-1:2007. *Oprema za merjenje električne energije (a.c.) - 1. del: Splošne zahteve, preskušanje in preskusni pogoji - Merilna oprema (razredni indeksi A, B in C)*. SIST, Ljubljana, 2007.
- [18] SIST EN 50470-3:2007. *Oprema za merjenje električne energije (a.c.) - 3. del: Posebne zahteve - Statični števcji za delovno energijo (razredni indeksi A, B in C)*. SIST, Ljubljana, 2007.
- [19] SIST-TP CLC/TR 50579:2012. *Oprema za merjenje električne energije - Težavnostni nivoji, zahteve za odpornost in preskusne metode za motnje po vodnikih v frekvenčnem območju 2-150 kHz*. SIST, Ljubljana, 2012.
- [20] Dostopno na: <http://www.welmec.org/latest/guides/72.html>
- [21] *CENELEC SC 205A. Study report on Elektromagnetic interference between electrical equipment/systems in the frequency range below 150 kHz, Ed 2*. CENELEC, April 2013
- [22] SIST EN 62059-32-1:2012. *Oprema za merjenje električne energije - Zagotovljivost - 32-1. del: Trajnost - Preskušanje stabilnosti meteoroloških karakteristik s povišano temperaturo (IEC 62059-32-1:2011)*. SIST, Ljubljana, 2012.
- [23] Dostopno na: <http://www.elektro-maribor.si/index.php/o-podjetju/30-o-elektro-maribor/razpisi-in-pogodbe/javna-narocila>
- [24] SONDO – Nabor merilne opreme, verzija 3, Marec 2013. Dostopno na: http://www.sodo.si/druzba_sodo/zakonodaja/sondo
- [25] *Sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije*, Ur. l. RS št. 41/11.
- [26] SIST EN 62056-61:2007. *Merjenje električne energije – Izmenjevanje podatkov za odbiranja stanja števcjev, tarife in obremenitve – 61. del: Sistem za prepoznavanje objektov*. SIST, Ljubljana, 2007.
- [27] SIST EN 62056-21:2004. *Electricity metering - Data exchange for meter reading, tariff and load control - Part 21: Direct local data exchange*. SIST, Ljubljana, 2004.
- [28] SIST EN 62381:2012. *Avtomatizacijski sistemi v procesni industriji - Tovarniški prevzemni preskus (FAT), prevzemni preskus pri prevzemniku (SAT) in preskus integracije pri prevzemniku (SIT)*. SIST, Ljubljana, 2012.
- [29] *Navodilo za uvrščanje merilne opreme v nabor merilne opreme – SODO v skladu s Sistemskimi obratovalnimi navodili za distribucijsko omrežje električne energije*. GIZ, Junij 2012.

- [30] Arhiv Merilni laboratorij Elektroservisi. Bukovica 4b, 1217 Vodice.
- [31] *Navodilo za prevzemna testiranja pri delnih dobavah merilne opreme za pooblaščenega izvajalca SODO*. Elektroservisi, d.d., Elektro Ljubljana, d.d., November 2012.
- [32] R 46-2: Electrical energy meters. Part 2: *Metrological controls and performance tests*. OIML, 2012
- [33] *Navodilo za uporabo odklopnikov krmiljenih s strani sistemskih števecov*. GIZ distribucije električne energije, Maribor 2008.
- [34] SIST EN ISO/IEC 17020: *Splošna merila za delovanje različnih organov, ki izvajajo kontrolo*. SIST, Ljubljana, 2004.
- [35] *Navodilo za izvajanje kontrol na merilnih mestih v skladu s Sistemskimi obratovalnimi navodili za distribucijsko omrežje električne energije*. GIZ, December 2011.
- [36] N 28: *Navodilo za kalibracijo števecov za električno energijo - izdaja 7*. Elektroservisi, Vodice, 2012
- [37] *Navodila za priključevanje in obratovanje elektrarn inštalirane moči do 10 MW, priloga SONDO*. Ur. l. RS št. 41/11.
- [38] Ž. Hribar, J. Zrnec, D. Prašnikar, J. Pavlin, D. Ferjančič, B. Podhraški. *Meritve pogreška števecov električne energije na različnih razpršenih virih*. 11. Konferenca slovenskih elektroenergetikov CIGRE-CIRED, Laško, 2013.

8 PRILOGE

Priloga A: PREVZEMNA KONTROLA ŠTEVCEV ELEKTRIČNE ENERGIJE

8.1 Izgled poročila pri prevzemni kontroli števcov električne energije



ELEKTROSERVISI

PREVZEMNA KONTROLA DELNE DOBAVE ŠTEVCEV ELEKTRIČNE ENERGIJE

ELEKTRO LJUBLJANA

marec-april 2013

ISKRAEMECO: MT 381_PLC_IDIS

ME 381_PLC_IDIS

Merilni laboratorij

Bukovica 4b, 1217 Vodice



Merilni laboratorij Bukovica 4b, 1217 Vodice	POROČILO O PRESKUSU
---	----------------------------

MERILNA OPREMA:	Mobilna	Stacionarna
proizvajalec:	MTE	TEMP-100
tip:	PTS 3.3C	Iskraemeco
ser. številka:	37315	37 445 578
št. certifikata:	CD2900-0-11	CK 2801-0-11

NAROČNIK: Elektro Ljubljana d.d.
Slovenska cesta 58
1516 Ljubljana

LASTNIK: Elektro Ljubljana d.d.
Slovenska cesta 58
1516 Ljubljana

MERILO:	ISKRAEMECO	ME 381	MT 381
Un:	230	V	3x230/400 V
In:	0,25-5(85)	A	0,25-5(85) A
konstanta:	1000	imp./kWh	1000 imp./kWh
uradna oznaka:	11MID004		12MID001
ser. številka:	51559291	51559301	51559643
	51559290	51559302	51559644
	51559289	51559303	51559645
	51559287	51559304	51559646
	51559292	51559305	51559648
	51559294	51559306	51559649
	51559297	51559307	51559650
	51559298	51559308	51559654
	51559299	51559309	51559655
	51559300	51559310	51559656

LOKACIJA MERITVE: Laboratorij

POGOJI OKOLJA: 23°C ±2°C

UGOTOVITEV:	Obseg testiranj	ME381	MT381
	1. Merilna točnost pri referenčnih pogojih	OK	OK
	2. Vpliv nihanja napetosti na točnost števca	OK	OK
	3. Vpliv izpada ene ali dveh faz	OK	OK
	4. Vpliv nihanja frekvence na točnost števca	OK	OK
	5. Merilna točnost pri generiranju harmonikov	OK	NOK
	6. Omejevanje toka in delovanje odklopnika	OK	OK
	7. Vizualni in funkcionalni pregled	OK	OK
	8. Test komunikacije PLC	OK	OK
	9. Vpliv magnetne indukcije tujega izvora	OK	OK

PRILOGE:

1. PRILOGA A (3 listi)
2. PRILOGA B (2 lista)
3. PRILOGA C (1 list)
4. PRILOGA D (1 list)
5. PRILOGA E (4 listi)
6. PRILOGA F (1 list)
7. PRILOGA G (1 list)
9. PRILOGA H (1 list)

MERITVE IZVEDEL: Tomaž Rus
Srečo Grojzdek
Janez Zrnec

POROČILO PRIPRAVIL: Janez Zrnec

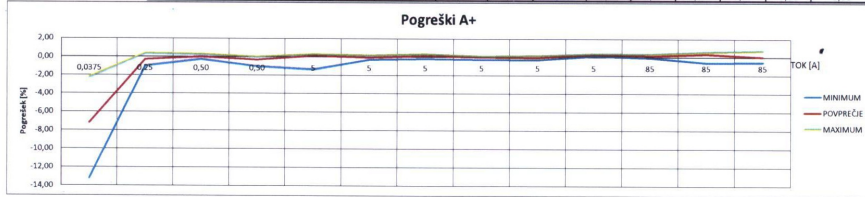


Merilni laboratorij **PRILOGA A** **List 1/3**
 Bukovica 4b, 1217 Vodice **Merilna točnost pri referenčnih pogojih (A+; A-)**

ETALON: **MERILNO: MT381**
 Tip: TEMP-100 Un: **3x230/400 V**
 Proizvajalec: Iskraemeco In: **0,25-5(85)**
 Ser. št. 37 445 578 konstanta: **1000 imp/kWh**
 Št. certifikata CK 2801-0-11 uradna oznaka: **12MID001**

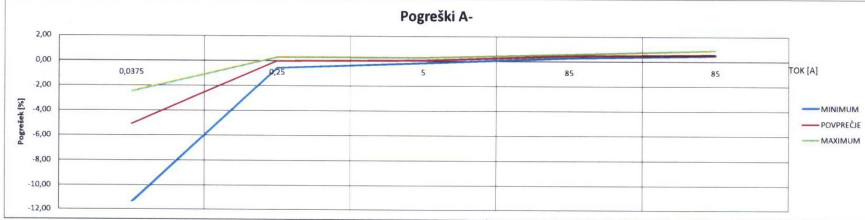
DELOVNA ENERGIJA - PREJEM

Zap. številka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Obramenitev (A)	0	0,0375	0,25	0,50	0,50	5	5	5	5	5	5	85	85	85	
FM	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0,5	0,8	0,5	1	1	1	
Faze	RSTO	RSTO	RSTO	RSTO	RSTO	R0	S0	T0	RSTO	RSTO	RSTO	RSTO	RSTO	RSTO	
Tip obr.					L				L	C	L				
Komentar	115% Un	Zagon												Registracija	
spodnja meja pogreška (%)	-99,00	-30,00	-2,50	-2,70	-1,30	-2,00	-3,00	-3,00	-3,00	-1,30	-1,30	-1,30	-2,00	-1,00	
zgornja meja pogreška (%)	99,00	30,00	2,50	2,70	1,30	2,00	3,00	3,00	3,00	1,30	1,30	2,00	1,00	Start up	
Tov št.															
51559643	OK	-7,30	-0,01	0,20	-0,08	0,28	0,05	0,33	0,01	0,02	0,39	0,23	0,52	-0,60	OK
51559644	OK	-11,15	-0,92	-0,10	-0,32	0,21	-0,09	0,13	0,08	-0,03	0,33	0,19	0,49	0,42	OK
51559645	OK	-6,04	-0,10	0,11	-0,23	0,17	-0,03	0,12	-0,07	-0,08	0,28	0,15	0,44	0,48	OK
51559646	OK	-5,28	-0,41	-0,07	-0,23	0,13	0,02	0,08	-0,13	-0,01	0,21	0,19	0,39	-0,46	OK
51559648	OK	-6,89	0,05	0,31	0,03	0,31	0,11	0,24	0,10	0,08	0,39	0,28	0,58	0,37	OK
51559649	OK	-6,62	-0,47	-0,03	-0,16	0,29	0,16	0,19	0,08	0,17	0,34	0,37	0,55	-0,60	OK
51559650	OK	-8,04	-0,10	0,16	-0,05	0,30	0,12	0,07	0,12	0,14	0,36	0,35	0,57	0,36	OK
51559654	OK	-8,93	-0,68	-0,08	-0,34	0,24	-0,02	0,25	-0,04	0,01	0,32	0,21	-0,41	-0,56	OK
51559655	OK	-6,52	-0,61	-0,05	-0,41	0,23	0,03	0,10	0,09	-0,06	0,37	0,13	0,51	0,43	OK
51559656	OK	-5,17	-0,10	0,22	-0,12	0,24	-0,14	0,27	0,09	-0,02	0,35	0,20	-0,83	-0,59	OK
51559657	OK	-6,21	-0,03	0,01	-0,31	0,06	-0,26	0,17	-0,02	-0,18	0,17	0,02	0,30	0,61	OK
51559658	OK	-5,11	-0,49	-0,10	-0,40	0,14	-0,01	0,04	-0,04	-0,05	0,23	0,15	0,41	0,51	OK
51559659	OK	-6,96	-0,63	-0,10	-0,34	0,11	-0,22	0,13	-0,06	-0,10	0,19	0,14	0,37	0,53	OK
51559660	OK	-11,15	-0,57	-0,21	-0,44	0,02	-0,21	0,06	-0,25	-0,19	0,11	-0,01	0,24	-0,33	OK
51559661	OK	-5,10	-0,16	0,13	-0,18	0,25	-0,02	0,06	0,07	0,01	0,36	0,23	0,55	-0,60	OK
51559662	OK	-9,72	-0,52	-0,12	-0,48	0,13	-0,11	0,04	-0,12	-0,19	0,28	0,04	0,42	0,54	OK
51559663	OK	-5,47	-0,25	-0,08	-0,54	0,01	-0,18	-0,17	-0,04	-0,29	0,15	-0,08	0,30	0,68	OK
51559664	OK	-13,15	-0,17	0,08	-0,17	0,25	-0,05	0,34	0,01	0,02	0,34	0,25	0,51	-0,58	OK
51559665	OK	-2,15	0,42	0,13	-0,96	-1,31	0,19	-0,10	0,00	-0,09	0,27	0,10	0,39	-0,47	OK
51559666	OK	-6,47	-0,22	-0,06	-0,38	0,11	-0,17	-0,05	0,12	-0,14	0,22	0,06	0,37	0,36	OK
MINIMUM		-13,15	-0,92	-0,21	-0,96	-1,31	-0,26	-0,17	-0,25	-0,29	0,11	-0,08	-0,83	-0,60	
POVPREČJE		-7,21	-0,30	0,02	-0,31	0,11	-0,04	0,12	0,00	-0,05	0,28	0,16	0,34	0,03	
MAXIMUM		-2,15	0,42	0,31	0,03	0,31	0,19	0,34	0,12	0,17	0,39	0,37	0,58	0,68	



DELOVNA ENERGIJA - ODDAJA

Zap. številka	1	2	3	4	5	
Obramenitev (A)	0,0375	0,25	5	85	85	
FM	1	1	0,5	1	1	
Faze	RSTO	RSTO	RSTO	RSTO	RSTO	
Tip obr.			L			
Komentar	Zagon				Registracija	
spodnja meja pogreška (%)	-30,00	-2,50	-2,70	-1,30	-2,00	
zgornja meja pogreška (%)	30,00	2,50	2,70	1,30	2,00	
Tov št.					LCD	
51559643	-3,01	0,29	0,11	0,53	0,45	OK
51559644	-8,69	-0,55	0,08	0,51	0,48	OK
51559645	-3,88	0,25	0,05	0,45	0,53	OK
51559646	-3,36	-0,22	0,09	0,39	0,59	OK
51559648	-4,53	0,28	0,15	0,56	0,42	OK
51559649	-5,13	-0,08	0,27	0,54	0,44	OK
51559650	-5,06	0,21	0,24	0,56	0,41	OK
51559654	-6,85	-0,34	0,12	0,48	0,50	OK
51559655	-2,45	-0,22	0,03	0,50	0,48	OK
51559656	-3,67	0,16	0,09	0,51	0,47	OK
51559657	-4,22	0,21	-0,07	0,33	0,83	OK
51559658	-3,76	-0,27	0,06	0,42	0,56	OK
51559659	-4,92	-0,20	0,02	0,40	0,59	OK
51559660	-10,20	-0,19	-0,06	0,27	0,72	OK
51559661	-2,78	0,29	0,14	0,53	0,46	OK
51559662	-6,88	-0,33	-0,06	0,39	0,59	OK
51559663	-4,02	0,06	-0,17	0,26	0,73	OK
51559664	-11,29	0,19	0,15	0,51	0,47	OK
51559665	-2,47	-0,02	0,00	0,40	0,58	OK
51559666	-2,91	0,17	-0,01	0,38	0,60	OK
MINIMUM	-11,29	-0,55	-0,17	0,26	0,41	
POVPREČJE	-5,09	-0,02	0,06	0,45	0,55	
MAXIMUM	-2,45	0,29	0,27	0,56	0,83	



UGOTOVITEV: Merila ustrezajo zahtevam Pravilnika o overitvah števecv električne energije (UL RS 18/2013).



Merilni laboratorij
Bukovica 4b, 1217 Vodice

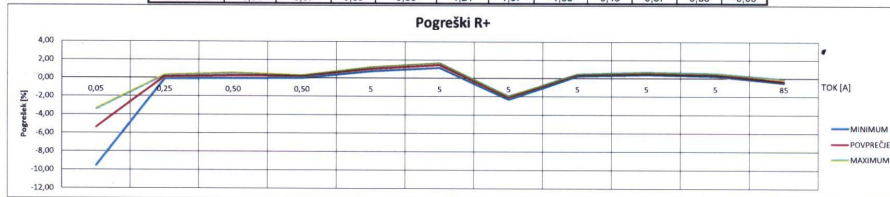
PRILOGA A
Merilna točnost pri referenčnih pogojih (R+; R-)

List 2/3

ETALON: MERILO: **MT381**
 Tip: TEMP-100 Un: **3x230/400 V**
 Proizvajalec: Iskraemeco In: **0,25-5(85)**
 Ser. št. 37 445 578 konstanta: **1000 imp/kvarh**
 St. certifikata CK 2801-0-11 uradna oznaka: **12MID001**

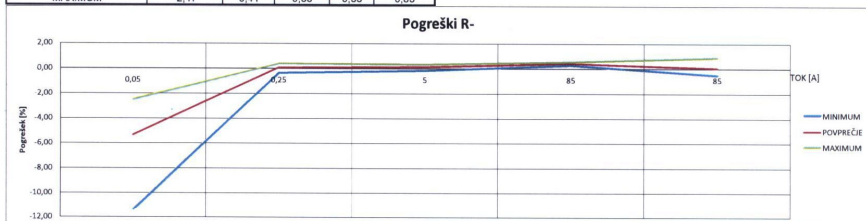
JALOVA ENERGIJA - PREJEM

Zap. številka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Obremenitev (A)	0	0,05	0,25	0,50	0,50	5	5	5	5	5	5	85
FM	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5
Faze	RST0	RST0	RST0	RST0	RST0	RST0	Ro	So	To	RST0	RST0	RST0
Tip obr.					L					L	C	L
Komentar	115% Un	Zagon										
spodnja meja pogreška (%)	-99	-30,00	-3,00	-4,00	-3,00	-4,00	-4,00	-4,00	-3,00	-3,00	-3,00	-1,00
zgornja meja pogreška (%)	99	30,00	3,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	1,00
Tov. št.												
51559643	OK	-4,10	0,27	0,44	0,32	1,06	1,63	-2,09	0,47	0,63	0,51	-0,54
51559644	OK	-9,00	0,07	0,13	0,27	0,92	1,47	-1,96	0,44	0,62	0,47	-0,42
51559645	OK	-4,04	0,30	0,48	0,25	1,02	1,45	-2,12	0,38	0,56	0,42	-0,33
51559646	OK	-4,82	0,04	0,05	0,20	1,05	1,40	-2,20	0,29	0,43	0,35	-0,27
51559648	OK	-4,62	0,36	0,44	0,34	1,13	1,52	-2,00	0,49	0,67	0,53	-0,49
51559649	OK	-3,58	0,12	0,08	0,35	1,21	1,50	-2,01	0,43	0,58	0,50	-0,45
51559650	OK	-5,10	0,23	0,29	0,34	1,14	1,42	-1,97	0,42	0,64	0,53	-0,42
51559654	OK	-9,48	0,01	0,16	0,27	1,03	1,56	-2,13	0,43	0,57	0,45	-0,41
51559655	OK	-3,64	0,10	0,18	0,29	1,03	1,41	-1,98	0,49	0,65	0,47	-0,22
51559656	OK	-4,00	0,37	0,59	0,29	0,87	1,61	-2,00	0,47	0,62	0,48	-0,20
51559657	OK	-4,76	0,08	0,16	0,11	0,79	1,48	-2,08	0,31	0,45	0,30	-0,10
51559658	OK	-5,36	0,04	0,21	0,21	1,05	1,37	-2,11	0,33	0,51	0,39	-0,36
51559659	OK	-6,85	0,00	0,03	0,16	0,81	1,46	-2,12	0,28	0,47	0,35	-0,33
51559660	OK	-7,93	-0,01	0,04	0,09	0,84	1,37	-2,34	0,25	0,36	0,23	-0,16
51559661	OK	-3,71	0,28	0,45	0,32	1,06	1,42	-1,96	0,48	0,62	0,49	-0,50
51559662	OK	-6,02	0,01	0,29	0,20	0,98	1,35	-2,19	0,43	0,52	0,35	-0,26
51559663	OK	-4,71	0,00	0,34	0,05	0,88	1,15	-2,14	0,25	0,38	0,22	-0,20
51559664	OK	-8,73	0,26	0,35	0,30	0,96	1,67	-2,05	0,44	0,60	0,48	-0,50
51559665	OK	-3,34	0,16	0,34	0,20	1,21	1,19	-2,13	0,36	0,51	0,37	-0,33
51559666	OK	-3,65	0,11	0,34	0,16	0,88	1,28	-1,95	0,31	0,49	0,35	-0,09
MINIMUM		-9,48	-0,01	0,03	0,05	0,79	1,15	-2,34	0,25	0,36	0,22	-0,54
POVPREČJE		-5,37	0,14	0,27	0,24	1,00	1,44	-2,08	0,39	0,54	0,41	-0,33
MAXIMUM		-3,34	0,37	0,59	0,35	1,21	1,67	-1,95	0,49	0,67	0,53	-0,09



JALOVA ENERGIJA - ODDAJA

Zap. številka	1	2	3	4	5
Obremenitev (A)	0,05	0,25	5	85	85
FM	1	1	0,5	1	1
Faze	RST0	RST0	RST0	RST0	RST0
Tip obr.			L		
Komentar	Zagon			Registracija	
spodnja meja pogreška (%)	-30,00	-2,50	-2,70	-1,30	-2,00
zgornja meja pogreška (%)	30,00	2,50	2,70	1,30	2,00
Tov. št.					
51559643	-5,13	0,22	0,27	0,48	-0,52
51559644	-9,11	0,08	0,27	0,45	-0,49
51559645	-3,75	0,20	0,21	0,42	-0,44
51559646	-4,32	0,06	0,15	0,35	-0,38
51559648	-4,54	0,36	0,33	0,53	-0,56
51559649	-4,36	0,03	0,27	0,50	-0,53
51559650	-4,62	0,37	0,29	0,51	-0,55
51559654	-8,36	0,01	0,27	0,45	-0,48
51559655	-3,90	0,05	0,31	0,46	-0,48
51559656	-3,80	0,41	0,31	0,46	-0,5
51559657	-4,22	0,21	-0,07	0,33	0,83
51559658	-3,76	-0,27	0,06	0,42	0,56
51559659	-4,92	-0,20	0,02	0,40	0,59
51559660	-10,20	-0,19	-0,06	0,27	0,72
51559661	-2,78	0,29	0,14	0,53	0,46
51559662	-6,88	-0,33	-0,06	0,39	0,59
51559663	-4,02	0,06	-0,17	0,26	0,73
51559664	-11,29	0,19	0,15	0,51	0,47
51559665	-2,47	-0,02	0,00	0,40	0,58
51559666	-2,91	0,17	-0,01	0,38	0,60
MINIMUM	-11,29	-0,33	-0,17	0,26	-0,56
POVPREČJE	-5,33	0,09	0,13	0,43	0,06
MAXIMUM	-2,47	0,41	0,33	0,53	0,83



UGOTOVITEV: Merila ustrezajo zahtevam Pravilnika o overitvah števec električne energije (UL RS 18/2013).



Merilni laboratorij Bukovica 4b, 1217 Vodice	PRILOGA A Merilna točnost pri referenčnih pogojih (A+; A-; R+; R-)	List 3/3
--	--	----------

ETALON:	MERILO: ME381
Tip: TEMP-100	Un: 230 V
Proizvajalec: Iskraemeco	In: 0,25-5(85)
Ser. št.: 37 445 578	konstanta: 1000 imp/kWh; 1000imp/kvarh
Št. certifikata: CK 2801-0-11	uradna oznaka: 11MID004

DELOVNA ENERGIJA - PREJEM

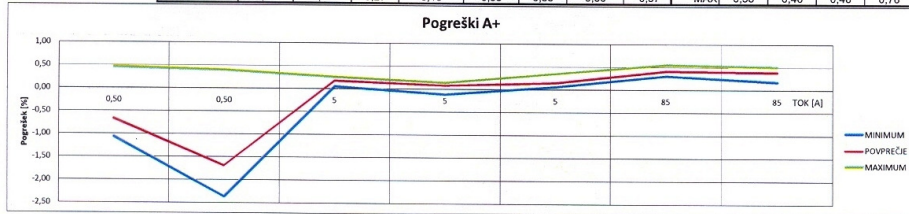
Zap. številka	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Obremenitev (A)	0,25	0,50	0,50	5	5	5	85	85	85
FM	1	1	0,5	1	0,5	0,8	1	0,5	1
Faze	R0	R0	R0	R0	R0	R0	R0	R0	R0
Tip obr.	C								
spodnja meja pogreška [%]	-3,50	-3,50	-3,50	-3,50	-3,50	-3,50	-3,50	-3,50	-1,00
zgornja meja pogreška [%]	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	1,00

Tov. št.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
51559287	0,37	0,47	0,41	0,27	0,15	0,35	0,30	0,17	-0,95
51559291	-2,62	-1,01	-2,20	0,15	0,10	0,09	0,52	0,43	-0,37
51559292	-2,35	-0,75	-2,01	0,18	0,15	0,07	0,36	0,48	-0,44
51559290	-2,83	-0,99	-2,30	0,06	-0,11	0,06	0,33	0,37	-0,41
51559289	-2,68	-1,05	-2,35	0,22	0,14	0,16	0,55	0,50	-0,53
MINIMUM	-1,05	-2,35	0,06	-0,11	0,06	0,30	0,17	-0,95	MIN
POVPREČJE	-0,67	-1,69	0,18	0,09	0,15	0,41	0,39	-0,54	POVP.
MAXIMUM	0,47	0,41	0,27	0,15	0,35	0,55	0,50	-0,37	MAX

DELOVNA ENERGIJA - ODDAJA

1	2	3	4
0,25	5	85	85
1	0,5	1	1
R0	R0	R0	R0
C			
-3,50	-3,50	-3,50	-1,00
3,50	3,50	3,50	1,00

1	2	3	4	OK	OK
0,04	0,14	0,39	-0,91	OK	OK
0,14	0,38	-1,37	0,76	OK	OK
0,38	0,46	0,46	-0,52	OK	OK
0,23	0,19	0,36	-0,40	OK	OK
-0,17	0,41	0,42	-0,50	OK	OK
MIN	-0,17	0,14	-1,37	-0,91	
POVP.	0,12	0,32	0,05	-0,31	
MAX	0,38	0,46	0,46	0,76	



JALOVA ENERGIJA - PREJEM

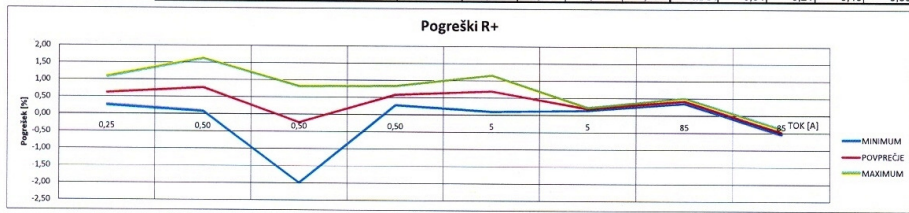
Zap. številka	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Obremenitev (A)	0,25	0,50	0,50	0,50	5	5	85	85	85
FM	1	1	0,5	0,5	1	0,5	1	0,5	1
Faze	R0	R0	R0	R0	R0	R0	R0	R0	R0
Tip obr.	C								
spodnja meja pogreška [%]	-4,00	-3,00	-4,00	-4,00	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00	-1,00
zgornja meja pogreška [%]	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	1,00

Tov. št.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
51559287	0,10	0,29	0,16	0,59	0,30	0,14	0,22	0,42	-0,40
51559291	0,18	0,31	0,10	-0,47	0,29	0,10	0,17	0,44	-0,56
51559292	0,26	0,31	0,89	-0,11	0,79	0,99	0,14	0,43	-0,48
51559290	1,83	1,11	1,93	0,83	0,70	1,10	0,22	0,35	-0,39
51559289	1,34	1,11	1,64	-1,99	0,85	1,17	0,23	0,51	-0,56
MINIMUM	0,29	0,10	-1,99	0,29	0,10	0,14	0,35	-0,56	MIN
POVPREČJE	0,83	0,78	-0,23	0,59	0,70	0,20	0,43	-0,48	POVP.
MAXIMUM	1,11	1,64	0,83	0,85	1,17	0,23	0,51	-0,39	MAX

JALOVA ENERGIJA - ODDAJA

1	2	3	4
0,25	5	85	85
1	0,5	1	1
R0	R0	R0	R0
C			
-3,50	-3,50	-3,50	-1,00
3,50	3,50	3,50	1,00

1	2	3	4	OK	OK
0,22	0,21	0,39	-0,51	OK	OK
0,11	0,11	0,39	-0,46	OK	OK
0,34	0,16	0,44	-0,48	OK	OK
0,16	0,17	0,31	-0,39	OK	OK
-0,23	0,20	0,46	-0,53	OK	OK
MIN	-0,23	0,11	0,31	-0,53	
POVP.	0,12	0,17	0,40	-0,47	
MAX	0,34	0,21	0,46	-0,36	



UGOTOVITEV: Merila ustrezajo zahtevam Pravilnika o overitvah števecv električne energije (UL RS 18/2013).



Merilni laboratorij Bukovica 4b, 1217 Vodice	PRILOGA B Vpliv nihanja napetosti	List 1/2
---	---	----------

1) Zahteve SIST EN 50470-3

točka 8.7.5.3 Voltage variation

Table 6. Limits of additional percentage error due to influence quantities

točka 8.7.7.2 Severe voltage variation

Table 9. Effect of disturbances of long duration - critical change values

2) Priporočila vodila OIML R46; ACTIVE ELECTRICAL ENERGY METERS

točka 6.3.4 Voltage variation

Table 4 Limit of error shift due to influence quantities

točka 6.3.8 Severe voltage variation

Table 4 Limit of error shift due to influence quantities

3) Rezultati

MT381						51559643		51559644		51559645		51559646		51559648	
I	PF	U (%)	U (V)	f (Hz)	Dovoljen pogrešek	pogrešek (%)	razlika	pogrešek (%)	razlika	pogrešek (%)	razlika	pogrešek (%)	razlika	pogrešek (%)	razlika
In	1	100	230	50	1,0%	0,36		0,31		0,27		0,23		0,36	
In	1	90	207	50	1,0%	0,35	-0,01	0,30	-0,01	0,25	-0,02	0,23	0,00	0,36	0,00
In	1	110	253	50	1,0%	0,35	-0,01	0,29	-0,02	0,25	-0,02	0,23	0,00	0,35	-0,01
In	0.5 L	100	230	50	1,5%	0,09		0,01		0,00		0,05		0,13	
In	0.5 L	90	207	50	1,5%	0,08	-0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,04	-0,01	0,13	0,00
In	0.5 L	110	253	50	1,5%	0,09	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,05	0,00	0,13	0,00
In	1	100	230	50	3,0%	0,36		0,31		0,27		0,23		0,36	
In	1	115	264,5	50	3,0%	0,34	-0,02	0,27	-0,04	0,24	-0,03	0,20	-0,03	0,34	-0,02
In	1	85	195,5	50	3,0%	0,33	-0,03	0,27	-0,04	0,25	-0,02	0,21	-0,02	0,34	-0,02
In	1	80	184	50	3,0%	0,31	-0,05	0,26	-0,05	0,23	-0,04	0,19	-0,04	0,33	-0,03
In	1	70	161	50	+10%...-100%	0,31	-0,05	0,25	-0,06	0,22	-0,05	0,19	-0,04	0,33	-0,03
In	1	60	138	50	+10%...-100%	0,31	-0,05	0,24	-0,07	0,21	-0,06	0,18	-0,05	0,32	-0,04
In	1	50	115	50	+10%...-100%	0,31	-0,05	0,24	-0,07	0,22	-0,05	0,18	-0,05	0,32	-0,04
In	1	40	92	50	+10%...-100%	0,30	-0,06	0,24	-0,07	0,21	-0,06	0,17	-0,06	0,30	-0,06
In	1	30	69	50	+10%...-100%	0,28	-0,08	0,22	-0,09	0,20	-0,07	0,16	-0,07	0,29	-0,07
In	1	20	46	50	+10%...-100%	0,27	-0,09	0,20	-0,11	0,19	-0,08	0,13	-0,10	0,27	-0,09
In	1	10	253	50	+10%...-100%	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

MT381						51559649		51559650		51559654		51559655		51559656	
I	PF	U (%)	U (V)	f (Hz)	Dovoljen pogrešek	pogrešek (%)	razlika	pogrešek (%)	razlika	pogrešek (%)	razlika	pogrešek (%)	razlika	pogrešek (%)	razlika
In	1	100	230	50	1,0%	0,37		0,38		0,31		0,31		0,34	
In	1	90	207	50	1,0%	0,36	-0,01	0,37	-0,01	0,31	0,00	0,29	-0,02	0,33	-0,01
In	1	110	253	50	1,0%	0,36	-0,01	0,36	-0,02	0,30	-0,01	0,30	-0,01	0,32	-0,02
In	0.5 L	100	230	50	1,5%	0,22		0,19		0,06		-0,02		0,05	
In	0.5 L	90	207	50	1,5%	0,22	0,00	0,18	-0,01	0,05	-0,01	-0,03	-0,01	0,05	0,00
In	0.5 L	110	253	50	1,5%	0,22	0,00	0,19	0,00	0,05	-0,01	-0,02	0,00	0,05	0,00
In	1	100	230	50	3,0%	0,37		0,38		0,31		0,31		0,34	
In	1	115	264,5	50	3,0%	0,34	-0,03	0,34	-0,04	0,28	-0,03	0,27	-0,04	0,30	-0,04
In	1	85	195,5	50	3,0%	0,34	-0,03	0,34	-0,04	0,28	-0,03	0,27	-0,04	0,30	-0,04
In	1	80	184	50	3,0%	0,33	-0,04	0,34	-0,04	0,27	-0,04	0,27	-0,04	0,29	-0,05
In	1	70	161	50	+10%...-100%	0,32	-0,05	0,33	-0,05	0,27	-0,04	0,25	-0,06	0,28	-0,06
In	1	60	138	50	+10%...-100%	0,32	-0,05	0,31	-0,07	0,26	-0,05	0,25	-0,06	0,28	-0,06
In	1	50	115	50	+10%...-100%	0,32	-0,05	0,32	-0,06	0,26	-0,05	0,25	-0,06	0,28	-0,06
In	1	40	92	50	+10%...-100%	0,30	-0,07	0,32	-0,06	0,25	-0,06	0,25	-0,06	0,27	-0,07
In	1	30	69	50	+10%...-100%	0,29	-0,08	0,30	-0,08	0,24	-0,07	0,23	-0,08	0,26	-0,08
In	1	20	46	50	+10%...-100%	0,27	-0,10	0,28	-0,10	0,22	-0,09	0,21	-0,10	0,24	-0,10
In	1	10	253	50	+10%...-100%	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

4) Dovoljeni maksimalni pogrešek:

EN 50470-3

Table 6. Limits of additional percentage error due to influence quantities

cos 1 : ± 1,0%

cos 0.5 : ± 1,5%

Vodilo OIML R46

Table 4. Limit of error shift due to influence quantities

cos 1 : ± 1,0%

cos 0.5 : ± 1,5%

EN 50470-3

Table 9. Effect of disturbances of long duration - critical change values

0.8 < U < 1.15 Uref ± 3%

U < 0.8 Uref + 10...-100%

Vodilo OIML R46

Table 4. Limit of error shift due to influence quantities

0.8 < U < 1.15 Uref ± 1,5%

U < 0.8 Uref + 10...-100%

5) UGOTOVITEV: Pogreški so v mejah, ki jih določata SIST EN 50470-3 in OIML R46



Merilni laboratorij Bukovica 4b, 1217 Vodice	PRILOGA B Vpliv nihanja napetosti	List 2/2
---	---	----------

1) Zahteve SIST EN 50470-3

točka 8.7.5.3 Voltage variation

Table 6. Limits of additional percentage error due to influence quantities

točka 8.7.7.2 Severe voltage variation

Table 9. Effect of disturbances of long duration - critical change values

2) Priporočila vodila OIML R46; ACTIVE ELECTRICAL ENERGY METERS

točka 6.3.4 Voltage variation

Table 4 Limit of error shift due to influence quantities

točka 6.3.8 Severe voltage variation

Table 4 Limit of error shift due to influence quantities

3) Rezultati

ME381						51559291		51559287		51559292	
I	PF	U (%)	U (V)	f (Hz)	Dovoljen pogrešek	pogrešek (%)	razlika	pogrešek (%)	razlika	pogrešek (%)	razlika
In	1	100	230	50	1,0%	0,20		0,33		0,20	
In	1	90	207	50	1,0%	0,13	-0,07	0,33	0,00	0,14	-0,06
In	1	110	253	50	1,0%	0,25	0,05	0,32	-0,01	0,27	0,07
In	0.5 L	100	230	50	1,5%	0,09		0,15		0,16	
In	0.5 L	90	207	50	1,5%	-0,03	-0,12	0,15	0,01	0,08	-0,08
In	0.5 L	110	253	50	1,5%	0,23	0,14	0,14	0,00	0,32	0,16
In	1	100	230	50	3,0%	0,20		0,33		0,20	
In	1	115	264,5	50	3,0%	0,23	0,03	0,31	-0,02	0,25	0,05
In	1	85	195,5	50	3,0%	0,11	-0,09	0,30	-0,03	0,14	-0,06
In	1	80	184	50	3,0%	0,10	-0,10	0,31	-0,03	0,13	-0,07
In	1	70	161	50	+10%...-100%	0,10	-0,10	0,30	-0,03	0,12	-0,08
In	1	60	138	50	+10%...-100%	0,05	-0,15	0,32	-0,01	0,12	-0,08
In	1	50	115	50	+10%...-100%	0,15	-0,05	0,32	-0,01	0,04	-0,16
In	1	40	92	50	+10%...-100%	-0,03	-0,23	0,32	-0,01	-0,01	-0,21
In	1	30	69	50	+10%...-100%	-0,11	-0,31	0,29	-0,04	-0,09	-0,29
In	1	20	46	50	+10%...-100%	/	/	/	/	/	/
In	1	10	253	50	+10%...-100%	/	/	/	/	/	/

4) Dovoljeni maksimalni pogrešek:

EN 50470-3

Table 6. Limits of additional percentage error due to influence quantities

cos 1 : ± 1,0%

cos 0.5 : ± 1,5%

Vodilo OIML R46

Table 4. Limit of error shift due to influence quantities

cos 1 : ± 1,0%

cos 0.5 : ± 1,5%

EN 50470-3

Table 9. Effect of disturbances of long duration - critical change values

0.8 < U < 1.15 Uref ±

U < 0.8 Uref + 10...-100%

Vodilo OIML R46

Table 4. Limit of error shift due to influence quantities

0.8 < U < 1.15 Uref ±

U < 0.8 Uref + 10...-100%

5) UGOTOVITEV: Pogreški so v mejah, ki jih določata SIST EN 50470-3 in OIML R46



ELEKTROSERVISI

Merilni laboratorij Bukovica 4b, 1217 Vodice	PRILOGA C Vpliv izpada ene ali dveh faz	List 1/1
---	---	----------

1) Zahteve SIST EN 50470-3

točka 8.7.7.4 Voltage unbalance

Table 9. Effect of disturbances of long duration - critical change values

2) Priporočila vodila OIML R46; ACTIVE ELECTRICAL ENERGY METERS

točka 6.3.9 One or two phases interrupted

Table 4 Limit of error shift due to influence quantities

3) Rezultati

MT 381					51559643		51559644		51559645		51559646		51559648	
I (A)	PF	Faze	U (V)	Dovoljen pogrešek	pogrešek (%)	razlika	pogrešek (%)	razlika	pogrešek (%)	razlika	pogrešek (%)	razlika	pogrešek (%)	razlika
5	1	L1, L2, L3	230	4,0%	0,36		0,31		0,27		0,23		0,36	
5	1	L1, L2	230	4,0%	0,23	-0,13	0,18	-0,13	0,18	-0,09	0,17	-0,06	0,28	-0,08
5	1	L1, L3	230	4,0%	0,14	-0,22	0,18	-0,13	0,14	-0,13	0,11	-0,12	0,24	-0,12
5	1	L2, L3	230	4,0%	0,29	-0,07	0,29	-0,02	0,22	-0,05	0,15	-0,08	0,31	-0,05
5	1	L1	230	4,0%	-0,27	-0,63	-0,05	-0,36	-0,07	-0,34	0,01	-0,22	0,11	-0,25
5	1	L2	230	4,0%	0,40	0,04	0,23	-0,08	0,25	-0,02	0,15	-0,08	0,29	-0,07
5	1	L3	230	4,0%	0,28	-0,08	0,20	-0,11	0,20	-0,07	0,15	-0,08	0,29	-0,07
5	1	L2, L1, L3	230	1,5%	0,29	-0,07	0,22	-0,09	0,18	-0,09	0,15	-0,08	0,29	-0,07

MT 381					51559649		51559650		51559654		51559655		51559656	
I (A)	PF	Faze	U (V)	Dovoljen pogrešek	pogrešek (%)	razlika	pogrešek (%)	razlika	pogrešek (%)	razlika	pogrešek (%)	razlika	pogrešek (%)	razlika
10	1	L1, L2, L3	230	4,0%	0,37		0,38		0,31		0,31		0,34	
10	1	L1, L2	230	4,0%	0,29	-0,08	0,25	-0,13	0,24	-0,07	0,19	-0,12	0,21	-0,13
10	1	L1, L3	230	4,0%	0,26	-0,11	0,30	-0,08	0,15	-0,16	0,21	-0,10	0,12	-0,22
10	1	L2, L3	230	4,0%	0,27	-0,10	0,26	-0,12	0,27	-0,04	0,25	-0,06	0,35	0,01
10	1	L1	230	4,0%	0,12	-0,25	0,08	-0,30	-0,03	-0,34	0,02	-0,29	-0,19	-0,53
10	1	L2	230	4,0%	0,25	-0,12	0,17	-0,21	0,32	0,01	0,17	-0,14	0,43	0,09
10	1	L3	230	4,0%	0,30	-0,07	0,28	-0,10	0,24	-0,07	0,24	-0,07	0,25	-0,09
10	1	L2, L1, L3	230	1,5%	0,28	-0,09	0,29	-0,09	0,23	-0,08	0,22	-0,09	0,25	-0,09

4) Dovoljeni maksimalni pogrešek:

EN 50470-3

Table 9. Effect of disturbances of long duration - critical change values

10Itr; COS1 : ± 4%

Vodilo OIML R46

Table 4. Limit of error shift due to influence quantities

10Itr; COS1 : ± 4%

5) UGOTOVITEV: Pogreški so v mejah, ki jih določata SIST EN 50470-3 in OIML R46



Merilni laboratorij Bukovica 4b, 1217 Vodice	PRILOGA D Vpliv nihanja frekvence	List 1/1
---	---	----------

1) Zahteve SIST EN 50470-3

točka 8.7.5.4 Frequency variation

Table 6. Limits of additional percentage error due to influence quantities

$I = I_n$
 $U = U_n$
 $PF = 1$
 $PF = 0,5$
 $f = 0,98 f_n$
 $f = 1,12 f_n$

Največji dovoljeni pogrešek : PF 1 = $\pm 0,8\%$
 PF 0.5 = $\pm 1\%$

2) Priporočila vodila OIML R46; ACTIVE ELECTRICAL ENERGY METERS

točka 6.3.5 Frequency variation

Table 4. Limit of error shift due to influence quantities

$I = I_n$
 $U = U_n$
 $PF = 1$
 $PF = 0,5$
 $f = 0,98 f_n$
 $f = 1,02 f_n$

Največji dovoljeni pogrešek : PF 1 = $\pm 0,8\%$
 PF 0.5 = $\pm 1,5\%$

3) Rezultati

MT 381				51559643		51559644		51559649	
frekvenca	U (V)	FM	f (Hz)	pogrešek (%)	razlika (%)	pogrešek (%)	razlika (%)	pogrešek (%)	razlika (%)
f_{nom}	230	1,0	50	0,32		0,30		0,46	
0,98 f_{nom}	230	1,0	49	0,31	-0,01	0,28	-0,01	0,43	-0,03
1,02 f_{nom}	230	1,0	51	0,33	0,01	0,28	-0,01	0,44	-0,01
f_{nom}	230	0,5	50	0,10		0,09		0,44	
0,98 f_{nom}	230	0,5	49	0,09	0,00	0,08	0,00	0,32	-0,12
1,02 f_{nom}	230	0,5	51	0,12	0,02	0,04	-0,05	0,34	-0,10

ME 381				51559292		51559287		51559291	
frekvenca	U (V)	FM	f (Hz)	pogrešek (%)	razlika (%)	pogrešek (%)	razlika (%)	pogrešek (%)	razlika (%)
f_{nom}	230	1,0	50	0,34		0,26		0,29	
0,98 f_{nom}	230	1,0	49	0,32	-0,02	0,26	-0,01	0,27	-0,03
1,02 f_{nom}	230	1,0	51	0,33	-0,01	0,29	0,02	0,28	-0,01
f_{nom}	230	0,5	50	0,35		0,15		0,20	
0,98 f_{nom}	230	0,5	49	0,33	-0,02	0,12	-0,03	0,16	-0,04
1,02 f_{nom}	230	0,5	51	0,33	-0,02	0,13	-0,03	0,25	0,05

4) UGOTOVITEV: Pogreški so v mejah, ki jih določata SIST EN 50470-3 in OIML R46



Merilni laboratorij Bukovica 4b, 1217 Vodice	PRILOGA E Merilna točnost pri generiranju harmonikov	List 1/4
---	--	----------

1) Zahteve SIST EN 50470-3 (točka 8.7.7.7)

$$I = I_{tr} \leq I \leq I_{max} \quad U_5 = 10\% U_n$$

$$U = U_n \quad I_5 = 40\% I_n$$

$$PF = 1$$

2) Priporočila vodila OIML R46; ACTIVE ELECTRICAL ENERGY METERS (TOČKA 6.3.6 _ tabela 11 in 12)
Vrednosti harmonskih komponent so povzete po spodnjih tabelah.

$$I = I_{tr} \leq I \leq I_{max}$$

$$U = U_n$$

$$PF = 1$$

Table 11. Quadriform waveform

Harmonic number	Current amplitude	Current phase angle	Voltage amplitude	Voltage phase angle
1	100 %	0 °	100 %	0 °
3	30 %	0 °	3.8 %	180 °
5	18 %	0 °	2.4 %	180 °
7	14 %	0 °	1.7 %	180 °
11	9 %	0 °	1.0 %	180 °
13	5 %	0 °	0.8 %	180 °

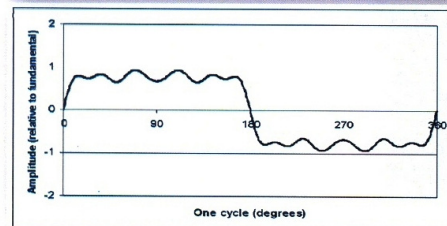


Figure 1. Current amplitude for quadriform waveform.

Table 12. Peaked waveform

Harmonic number	Current amplitude	Current phase angle	Voltage amplitude	Voltage phase angle
1	100 %	0 °	100 %	0 °
3	30 %	180 °	3.8 %	0 °
5	18 %	0 °	2.4 %	180 °
7	14 %	180 °	1.7 %	0 °
11	9 %	180 °	1.0 %	0 °
13	5 %	0 °	0.8 %	180 °

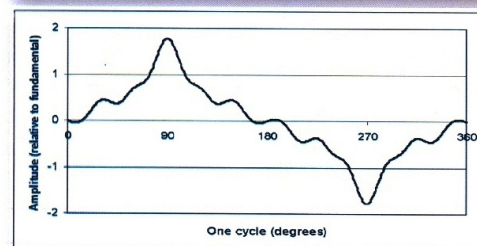


Figure 2. Current amplitude for peaked waveform.



Merilni laboratorij Bukovica 4b, 1217 Vodice	PRILOGA E Merilna točnost pri generiranju harmonikov (ME381)	List 3/4
---	--	----------

1) Zahteve SIST EN 50470-3 (točka 8.7.7.7)

- Točka 8.7.7.7 Accuracy in the presence of harmonics
- Table 9. Effect of disturbances of long duration - critical change values

U=230 V
I = I_{tr} ≤ I ≤ I_{max}
PF = 1

Največji dovoljeni pogrešek : ± 1%

2) Priporočila vodila OIML R46; ACTIVE ELECTRICAL ENERGY METERS

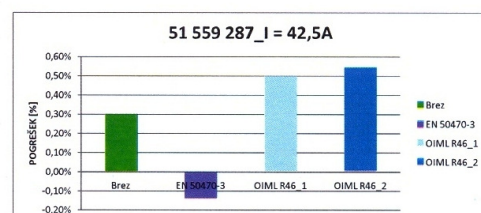
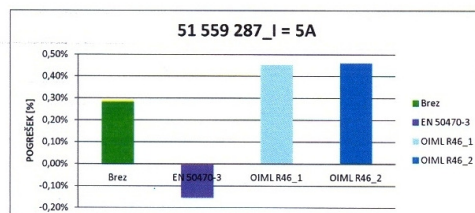
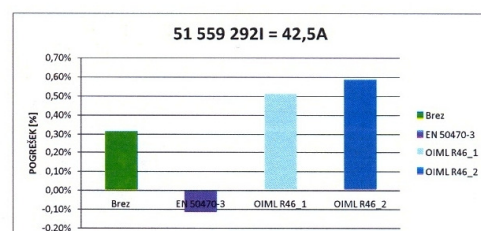
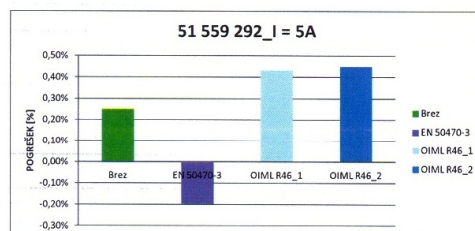
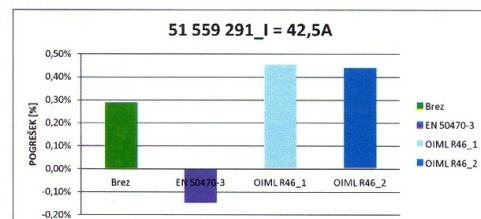
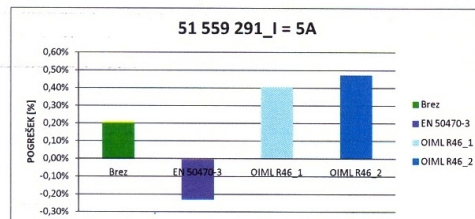
- OIML R46; točka 6.3.6
- Table 4. Limit of error shift due to influence quantities

U=230 V
I = I_{tr} ≤ I ≤ I_{max}
PF = 1

Največji dovoljeni pogrešek : ± 1%

3) Rezultati

	I [A]	PF	Dovoljen pogrešek	ME 381 51 559 291		ME 381 51 559 292		ME 381 51 559 287	
				pogrešek	Razlika	pogrešek	Razlika	pogrešek	Razlika
Brez	5	1	1,00%	0,21%		0,25%		0,29%	
EN 50470-3	5	1	1,00%	-0,22%	-0,43%	-0,19%	-0,45%	-0,15%	-0,44%
OIML R46_1	5	1	1,00%	0,41%	0,20%	0,43%	0,18%	0,46%	0,17%
OIML R46_2	5	1	1,00%	0,47%	0,27%	0,45%	0,20%	0,46%	0,18%
Brez	42,5	1	1,00%	0,29%		0,31%		0,30%	
EN 50470-3	42,5	1	1,00%	-0,15%	-0,44%	-0,11%	-0,43%	-0,14%	-0,44%
OIML R46_1	42,5	1	1,00%	0,45%	0,16%	0,51%	0,20%	0,50%	0,20%
OIML R46_2	42,5	1	1,00%	0,44%	0,15%	0,58%	0,27%	0,54%	0,24%



4) UGOTOVITEV: Pogreški so v mejah, ki jih določata SIST EN 50470-3 in OIML R46



Merilni laboratorij Bukovica 4b, 1217 Vodice	PRILOGA E Merilna točnost pri generiranju harmonikov (MT381)	List 4/4
---	--	----------

1) Zahteve SIST EN 50470-3 (točka 8.7.7.7)

- Točka 8.7.7.7 Accuracy in the presence of harmonics
- Table 9. Effect of disturbances of long duration - critical change values

U=230 V
I = 50% I_{max}
PF = 1

Največji dovoljeni pogrešek : ± 1%

2) Priporočila vodila OIIML R46; ACTIVE ELECTRICAL ENERGY METERS

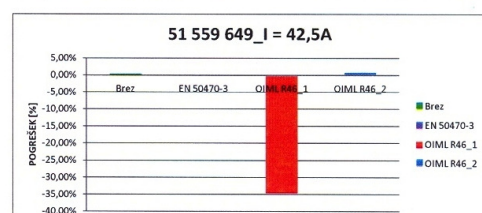
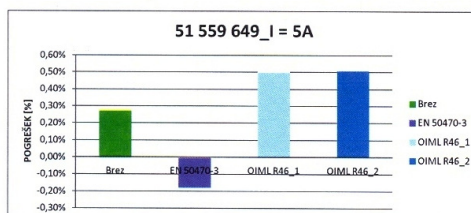
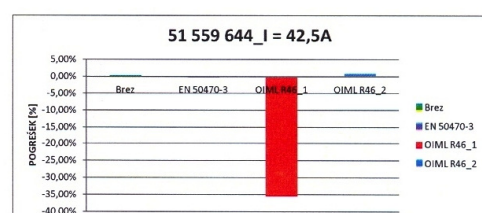
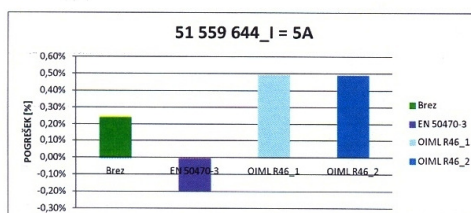
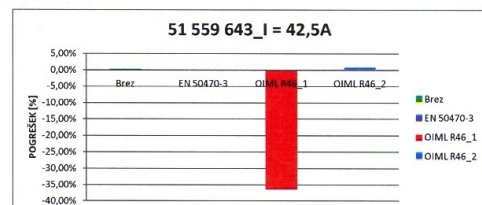
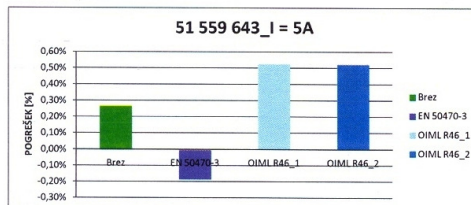
- OIIML R46; točka 6.3.6
- Table 4. Limit of error shift due to influence quantities

U=230 V
I = I_{tr} ≤ I ≤ I_{max}
PF = 1

Največji dovoljeni pogrešek : ± 1%

3) Rezultati

	I [A]	PF	Dovoljen pogrešek	MT 381 51 559 643		MT 381 51 559 644		MT 381 51 559 649	
				pogrešek	Razlika	pogrešek	Razlika	pogrešek	Razlika
Brez	5	1	1,00%	0,27%		0,25%		0,28%	
EN 50470-3	5	1	1,00%	-0,18%	-0,45%	-0,19%	-0,44%	-0,17%	-0,45%
OIIML R46_1	5	1	1,00%	0,53%	0,26%	0,50%	0,25%	0,50%	0,23%
OIIML R46_2	5	1	1,00%	0,52%	0,25%	0,49%	0,25%	0,51%	0,24%
Brez	42,5	1	1,00%	0,33%		0,31%		0,35%	
EN 50470-3	42,5	1	1,00%	-0,09%	-0,42%	-0,13%	-0,43%	-0,08%	-0,43%
OIIML R46_1	42,5	1	1,00%	-36,25%	-36,58%	-35,37%	-35,68%	-34,52%	-34,87%
OIIML R46_2	42,5	1	1,00%	0,60%	0,27%	0,58%	0,27%	0,63%	0,29%

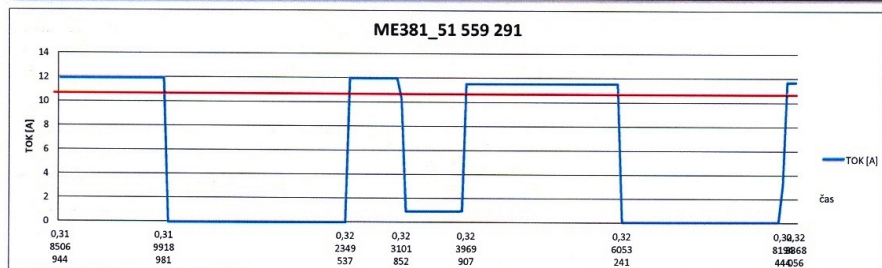
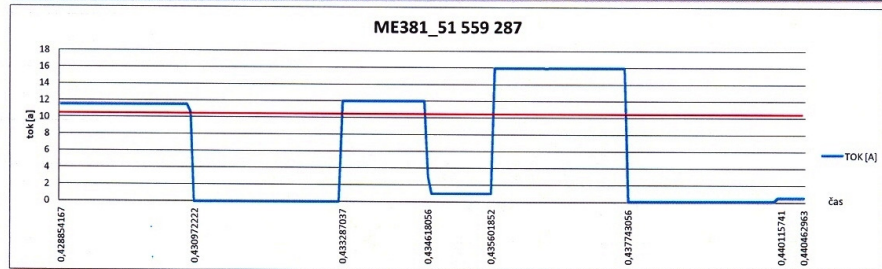
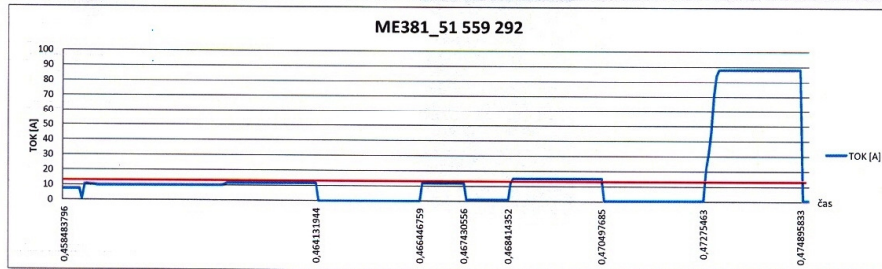
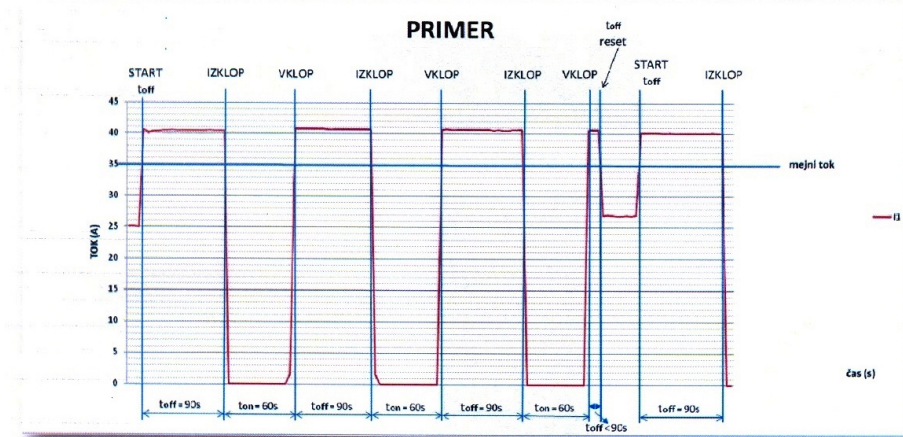


4) UGOTOVITEV: Pogreški niso v mejah, ki jih določata SIST EN 50470-3 in OIIML R46



Merilni laboratorij Bukovica 4b, 1217 Vodice	PRILOGA F Omejevanje toka in delovanje odklopnika	List 1/2
---	---	----------

Limitator smo nastavili na mejno vrednost toka $I_m = 10A$. Ko je dosežena mejna vrednost toka, začne teči čas izklopa $t_{off} = 180s$. Po pretečenem času limitator izklopi odklopnik in začne teči čas prvega možnega ponovnega vklopa $t_{on} = 180s$. Če je čas presežene vrednosti mejnega toka krajši kot $t_{off} = 180s$, se števec časa postavi na 0 in začne ponovno odšteti ob prvi prekoračitvi I_m .



UGOTOVITEV: ME381 Limitacija glede na preseženo vrednost toka deluje pravilno.
MT381 Števci nimajo odklopnikov, zato se je kontrolirala samo funkcija odklopa. Funkcija deluje OK.

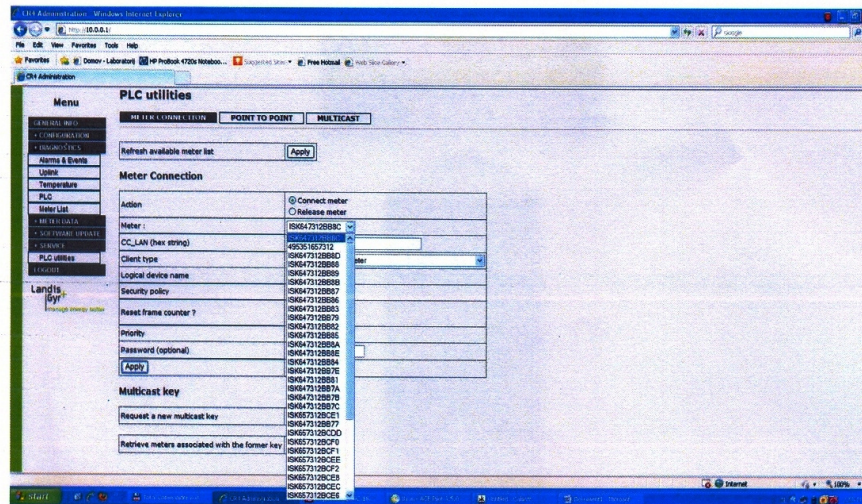


Merilni laboratorij
Bukovica 4b, 1217 Vodice

PRILOGA H
Testiranje komunikacija PLC

List 1/1

1. **Test PLC:** Testirali smo povezljivost števecv Iskraemeco (MT/ME 381) in koncentradorja Landis + Gyr DC450. Glede na razpoložljivo opremo smo preverili prijavljanje v koncentrador in oznako za delovanje komunikacije na števcu.



UGOTOVITEV Vsi števeci so se prijavi v koncentrador in na vseh je oznaka (zastavica) delujoče komunikacije.



Univerza v Mariboru

Fakulteta za elektrotehniko,
računalništvo in informatiko
Smetanova ulica 17
2000 Maribor, Slovenija



IZJAVA O AVTORSTVU

Spodaj podpisani/-a Janez Zrnec
z vpisno številko E1020711
sem avtor/-ica diplomskega dela z naslovom: Nadzor ustreznosti pametnih števecv
električne energije skozi njihovo pričakovano življenjsko dobo

(naslov diplomskega dela)

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal/-a samostojno pod mentorstvom (naziv, ime in priimek)

red. prof. dr. Jože Pihler

in somentorstvom (naziv, ime in priimek)

- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela.
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela v DKUM.

V Mariboru, dne 11.11.2013

Podpis avtorja/-ice:



Univerza v Mariboru
Fakulteta za elektrotehniko,
računalništvo in informatiko
Smetanova ulica 17
2000 Maribor, Slovenija



IZJAVA O USTREZNOSTI ZAKLJUČNEGA DELA

Podpisani mentor :

red. prof. dr. Jože Pihler

(ime in priimek mentorja)

in somentor (eden ali več, če obstajata):

(ime in priimek somentorja)

Izjavljam (-va), da je študent

Ime in priimek: Janez Zrnec

Št. indeksa: E1020711

Na programu: Elektrotehnika

izdelal zaključno delo z naslovom:

Nadzor ustreznosti pametnih števec električne energije skozi njihovo pričakovano življenjsko dobo

(naslov zaključnega dela v slovenskem in angleškem jeziku)

Compliance control of Smart Meters thru their expected life time

v skladu z odobreno temo zaključnega dela, Navodilih o pripravi zaključnih del in mojimi (najinimi oziroma našimi) navodili.

Preveril (-a, -i) in pregledal (-a, -i) sem (sva, smo) poročilo o plagiatstvu.

Datum in kraj: 11.11.2013, MARIBOR

Podpis mentorja:

Datum in kraj:

Podpis somentorja (če obstaja):



Univerza v Mariboru

Fakulteta za elektrotehniko,
računalništvo in informatiko
Smetanova ulica 17
2000 Maribor, Slovenija



**IZJAVA O ISTOVETNOSTI TISKANE IN ELEKTRONSKE VERZIJE ZAKLJUČNEGA
DELA IN OBJAVI OSEBNIH PODATKOV DIPLOMANTOV**

Ime in priimek avtorja-ice: Janez Zrnec

Vpisna številka: E1020711

Študijski program: Elektrotehnika

Naslov zaključnega dela: Nadzor ustreznosti pametnih števec električne energije
skozi njihovo pričakovano življenjsko dobo

Mentor: red. prof. dr. Jože Pihler

Somentor: _____

Podpisani-a _____ izjavljam, da sem za potrebe arhiviranja oddal elektronsko verzijo zaključnega dela v Digitalno knjižnico Univerze v Mariboru. Zaključno delo sem izdelal-a sam-a ob pomoči mentorja. V skladu s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovoljujem, da se zgoraj navedeno zaključno delo objavi na portalu Digitalne knjižnice Univerze v Mariboru.

Tiskana verzija zaključnega dela je istovetna z elektronsko verzijo elektronski verziji, ki sem jo oddal za objavo v Digitalno knjižnico Univerze v Mariboru.

Zaključno delo zaradi zagotavljanja konkurenčne prednosti, varstva industrijske lastnine ali tajnosti podatkov naročnika: ELEKTROSERVISI, D.D. ne sme biti javno dostopno do 01.11.2016 (datum odloga javne objave ne sme biti daljši kot 3 leta od zagovora dela).

Podpisani izjavljam, da dovoljujem objavo osebnih podatkov, vezanih na zaključek študija (ime, priimek, leto in kraj rojstva, datum zaključka študija, naslov zaključnega dela), na spletnih straneh in v publikacijah UM.

Datum in kraj: 11.11.2013, MARIBOR Podpis avtorja-ice: _____

Podpis mentorja: _____
(samo v primeru, če delo ne sme biti javno dostopno)

Podpis odgovorne osebe naročnika in žig:
(samo v primeru, če delo ne sme biti javno dostopno)

ELEKTROSERVISI
Dobrave 6, 1236 Trzin 26