

Техничко решење

Апликација за миграцију енергетских параметара из система SCADA/EMS типа за Национални диспечерски центар у систем SCADA/EMS типа за Регионалне диспечерске центре

Аутори:

Игор Бундало, Горан Јакуповић, Нина Стојановић, Нинел Чукалевски

Година: 2021.

Корисник:

Електромрежа Србије АД

Начин коришћења:

Систем се налази у оперативној употреби у Регионалном диспечерском центру Београд

Рецензенти:

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

Назив	Апликација за миграцију енергетских параметара из система SCADA/EMS типа за Национални диспечерски центар у систем SCADA/EMS типа за Регионалне диспечерске центре
Аутори	Игор Бундало, Горан Јакуповић, Нина Стојановић, Нинел Чукалевски (Институт Михајло Пупин)
Категорија	Ново техничко решење (метода) примењено на националном нивоу (M82) K=6 Доказ: Уговор 2858/2-18 од 12.12.2018
Кључне речи	SCADA, EMS, информациони систем, миграција модела

За кога је решење рађено (правно лице или грана привреде):
Техничко решење је рађено за потребе Електромреже Србије АД
Година када је решење комплетирано:
2021
Година када је почело да се примењује и од кога:
Примена техничког решења је почела у 2021. години, пуштањем у рад SCADA/EMS система у Регионалном диспечерском центру Београд Корисник: Електромрежа Србије АД
Област и научна дисциплина на коју се техничко решење односи:
Техничко-технолошке науке; информационо-комуникационе технологије, Енергетске технологије
Рецензенти техничког решења:
...

Технички елаборат:

- Проблем који се техничким решењем решава
- Стање решености тог проблема у свету
- Опис техничког решења са карактеристикама, укључујући пратеће илустрације и техничке цртеже
- Референце
- Валидан доказ о примени техничког решења (уговор, потврда корисника)
- Листа раније прихваћених техничких решења за сваког аутора појединачно

ТЕХНИЧКИ ЕЛАБОРАТ

Проблем који се техничким решењем решава:

У току је унапређење постојећих надзорно-управљачких система SCADA типа новим SCADA/EMS системом који се налазе у регионалним диспечерским центрима (РДЦ) у оквиру Електромреже Србије АД. Прва имплементација система извршена је у РДЦ Нови Сад, потом је извршена у РДЦ Београд а у плану је да се нови SCADA/EMS систем имплементира и у преостале РДЦ-ове (Крушевац, Ваљево и Бор).

Основни мотив за увођење новог SCADA/EMS система је обезбеђивање функционалности, како динамичког бојења елемената електроенергетског система на дисплејима, тако и анализа сигурности које нису постојале у претходним SCADA системима у РДЦ-овима. Такође, нови SCADA подсистем је значајно унапређен у односу на претходну верзију. Нова верзија SCADA подсистема поседује напредне функције корисничког интерфејса. Повећана је и сама поузданост SCADA подсистема коришћењем редундантних конфигурација, подизањем нивоа конзистентности и сигурности података и захваљујући новој системској и апликативној дијагностици.

Приликом пуштања у рад новог ИМП VIEW4 SCADA/EMS система вођено је рачуна о томе да транзиција са старог VIEW2 SCADA система буде што једноставнија са аспекта корисника система као и да се обезбеди континуални прелазак са старог система на нови. У том смислу извршена је миграција SCADA source базе из старог система у нови. Миграција је спроведена аутоматски помоћу експортне процедуре и на тај начин су избегнуте потенцијалне грешке које се неминовно дешавају приликом ручног уноса.

Имајући у виду да source база у себи не садржи енергетске параметре елемената електроенергетског система потребне за рад мрежних апликација, неопходно је било унети и енергетске параметре у циљну апликативну базу података. Унос енергетских параметара спроведен је помоћу апликације за миграцију енергетских параметара из abr_master(апликативна база података у којој се врши моделовање мреже за потребе рада мрежних апликација а чији се садржај потом дистрибуира у остале инстанце abr) која се налази у НДЦ-у у abr_master која се налази у оквиру конфигурације новог система у РДЦ Београд.

Стање решености тог проблема у свету:

Више година уназад, модерни национални и регионални центри управљања електроенергетским системом готово су незамисливи без SCADA/EMS система. Водећи светски произвођачи нуде разне конфигурације SCADA/EMS система у зависности од потреба наручиоца. Типично је основа сваке конфигурације базни SCADA систем и естиматор стања. Поред наведеног, у оквиру EMS подсистема се налази више мрежних апликација чија је основна намена повећање сигурности рада електроенергетског система.

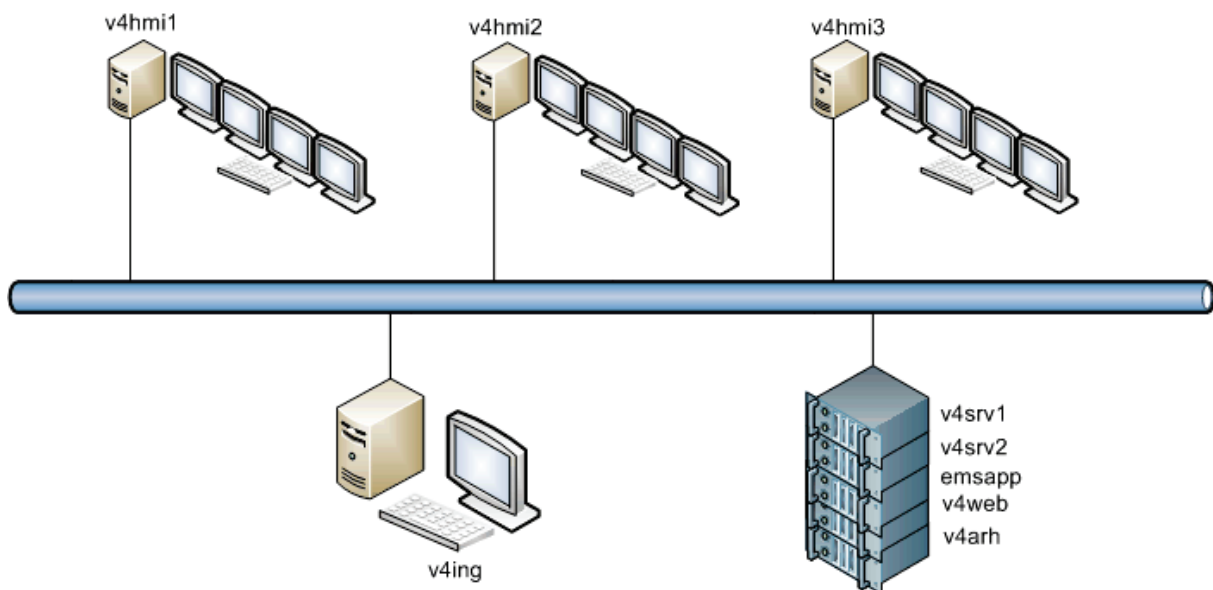
Једна од најкомплекснијих активности приликом пуштања у рад SCADA/EMS система је унос модела мреже односно миграција модела мреже уколико се се нови SCADA/EMS систем уводи у циљу замене постојећег система који из неког разлога не

испуњава захтеве центара управљања. Типично се модел мреже чува у неком од модерних система за управљање базама података (eng. Relational Database Management System–RDBMS). Сам унос модела се врши помоћу апликације која кориснику омогућава ефикасан унос модела преко одговарајућег корисничког интерфејса. Како различити SCADA/EMS системи имају различиту структуру модела, типично се за потребе миграције података развија наменска апликација која се користи за потребе актуелног пројекта имплементације система.

Опис техничког решења са карактеристикама, укључујући пратеће илустрације и техничке цртеже:

1. ОПШТИ ПРИКАЗ СИСТЕМА

Нови ИМП VIEW4 SCADA/EMS систем је имплементиран на савременој хардверско софтверској платформи, која користи клијент сервер концепт, као и поуздану "brand-name" рачунарску опрему. Сви сервери су реализовани као физичке машине под оперативним системом CentOS 7 (64битна верзија). На слици 1. приказана је хардверско-софтверска платформа система.



Слика 1. Хардверско-софтверска платформа система

Серверску конфигурацију система чине:

- **v4srv1** и **v4srv2**-редундантни SCADA сервери који представљају најважнију компоненту VIEW4 SCADA подсистема. Помоћу њих се врши прикупљање погонских податка из процеса кроз комуникацију са процесним станицама и њихово обрађивање као и пружање основне подршке за рад VIEW4 HMI подсистема (подсистем за спрегу са корисницима)
- **v4arh**-архивски сервер обезбеђује селективно прикупљање и чување погонских података из процеса, а за потребе каснијих статистичких и аналитичких обрада
- **emsapp**-апликативни сервер за EMS апликације представља централну компоненту EMS подсистема. На emsapp се налазе мрежне апликације које се извршавају у реалном времену. Овај сервер има улогу и agcsmt сервера с обзиром да РДЦБГ привремено треба да врши и функцију Резервног националног диспечерског центра.

- **v4web**—обезбеђује web приступ подацима из VIEW4 система даљинског управљања

За рад оператера и систем инжењера користе се следећи рачунари:

- **v4hmi1, v4hmi2, v4hmi3**—радне станице су компоненте SCADA/EMS система преко којих корисници (диспечери и оперативни планери) врше активности надзора, управљања и оперативног планирања рада дела електроенергетске мреже која је у надлежности одговарајућег центра управљања
- **v4ing**—инжењерска станица је компонента SCADA/EMS система која има улогу централног места за креирање и одржавање свих потребних SCADA/EMS ресурса: база, динамичких приказа, извештаја и слично. Инжењерска станица се користи и за тестирање SCADA/EMS ресурса пре актуелизације (пребацивање на радни центар управљања) истих .

2. АРХИТЕКТУРА ПОДСИСТЕМА МРЕЖНИХ АПЛИКАЦИЈА

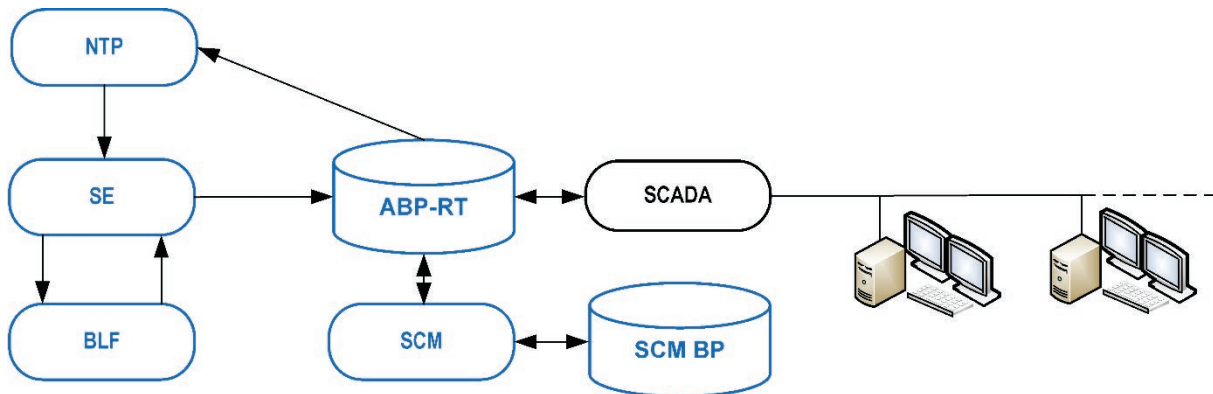
Подсистем мрежних апликација (енгл. NA-Network Applications) има основну намену да, у зависности од режима коришћења (real-time или студијски), на бази естимације стања (енгл. SE-State Estimation) ЕЕС одреди актуелне комплексне напоне и токове снага у мрежи, да упозори кориснике (диспечере и оперативне планере) система на актуелне (за случај коришћења у real-time режиму) или потенцијалне проблеме (за случај коришћења у студијском режиму) у мрежи. Под проблемима се подразумева нарушавање ограничења на допустиве вредности напона и токова снага.

Апликација Процесор мрежне топологије (NTP) на бази статичке повезаности опреме и вредности статуса расклопних апарата прикупљених путем SCADA подсистема, одређује топологију система и врши детекцију електричних острва у мрежи. Поред обезбеђивања улазних података за остале мрежне апликације, ова апликација обезбеђује и функционалност динамичког бојења елемената електроенергетског система (ЕЕС) на SCADA дисплејима.

Естимација стања (SE) се спроводи над редундантним скупом процесних података прикупљених у реалном времену (путем ланца:RTU/IED-комуникације-SCADA) из ЕЕС. SE омогућава идентификацију лоших мерења, утврђује опсервабилност система и врши одржавање вредности коефицијената учешћа оптерећења чворова у укупном оптерећењу.

Програм за процену/прогнозу оптерећења чворова (енгл. BLF-Bus Load Forecast) процењује оптерећење у свим потрошачким чворовима за било који захтевани тренутак. Он такође аутоматски генерише псеудомерења у нетелеметрираним потрошачким чворовима за потребе рестаурације опсервабилности код естимације стања.

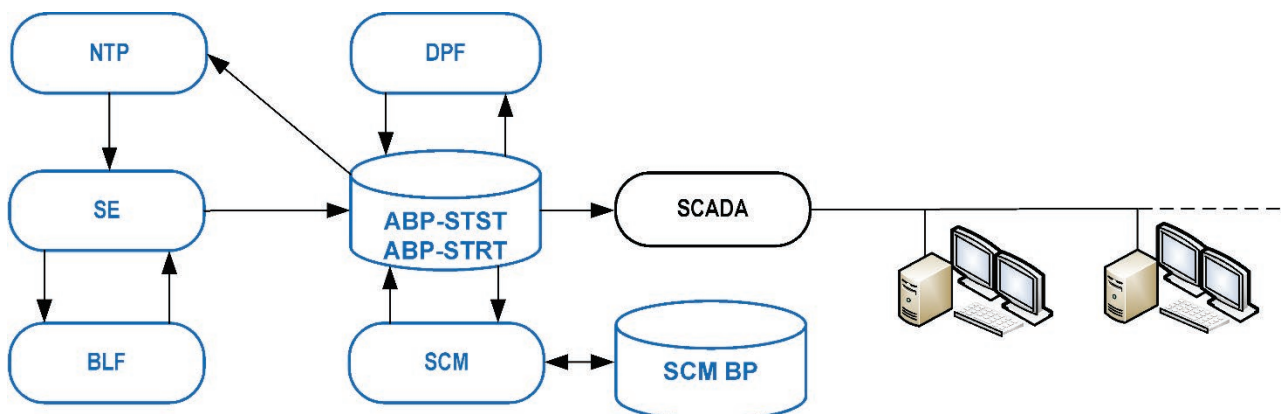
За случај коришћења NA апликација у реалном времену, што је и основни режим из угла потребе диспечера, апликације и базе имају структуру која је приказана на слици 2.



Слика 2. Архитектура подсистема мрежних апликација у real-time режиму

Корисници система, оперативни диспечери, оперативни планери и систем инжењери НА подсистему приступају преко савременог, портабилног (Java), унифицираног наменског корисничког интерфејса. Добијени резултати се могу по потреби сачувати и у овом режиму коришћења подсистема (а у циљу касније анализе) коришћењем одговарајуће функционалности Save-case manager-а (SCM).

За случај коришћења НА апликација у студијском режиму, што је и основни режим из угла потребе оперативних планера, апликације и базе имају структуру која је приказана на слици 3.



Слика 3. Архитектура подсистема мрежних апликација у студијском режиму

Основна студијска апликација је Диспечерски прорачун токова снага. Ова апликација омогућава кориснику проверу оперативних ограничења (преоптерећења далековода, привидне снаге трансформатора и напонска ограничења) система у случају неких планираних управљачких акција.

Добијени резултати се могу по потреби сачувати и у овом режиму коришћења подсистема (а у циљу касније анализе) коришћењем одговарајуће функционалности Save-case manager-а (SCM) и асоцираних база података (SCM-BP).

3. ФАЗЕ УВОЂЕЊА VIEW4 SCADA/EMS СИСТЕМА У РДЦ БЕОГРАД

Приликом пуштања у рад новог VIEW4 SCADA/EMS система вођено је рачуна о томе да транзиција са старог VIEW2 SCADA система буде што једноставнија са аспекта корисника система као и да се обезбеди континуални прелазак са старог система на нови.

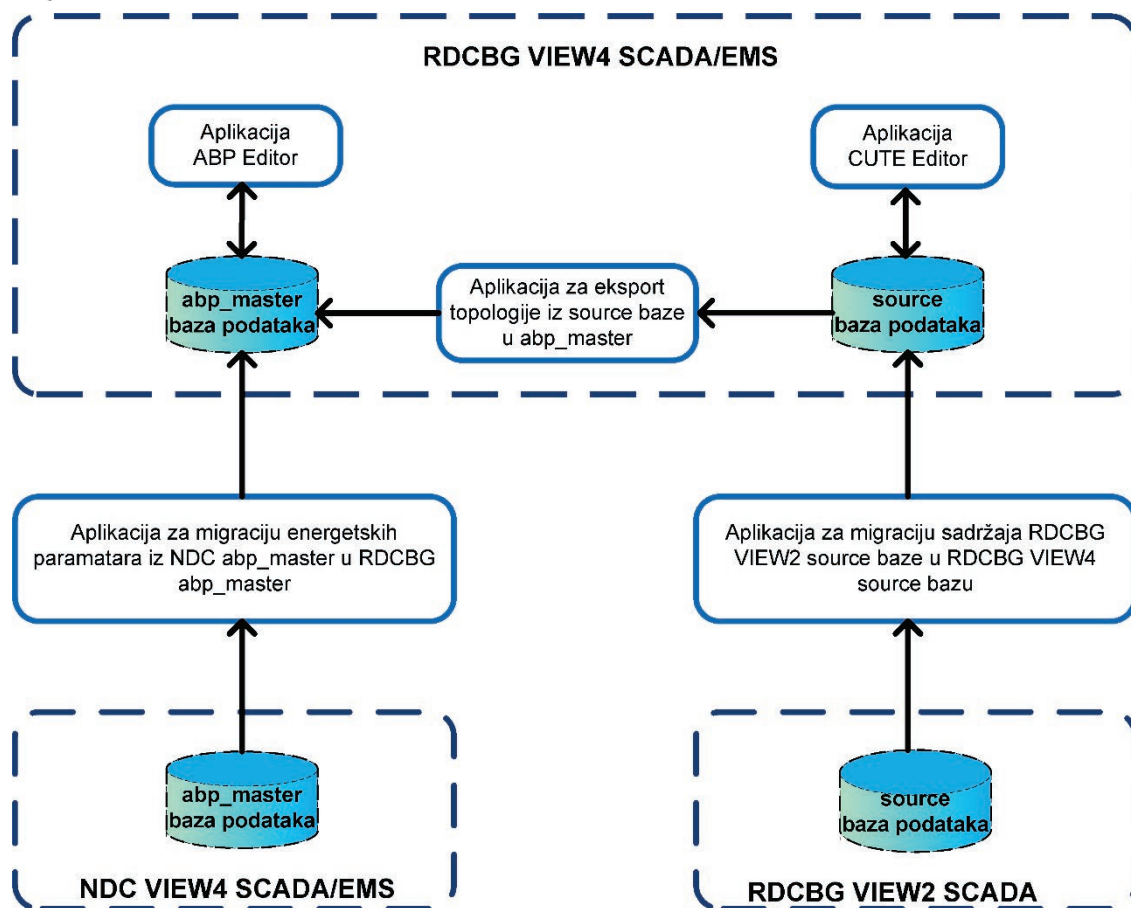
У том смислу увођење система је спроведено у три фазе:

1. У првој фази извршена је миграција SCADA source базе из старог система у нови. Миграција је спроведена аутоматски помоћу експортне процедуре и на тај начин су избегнуте потенцијалне грешке које се неминовно дешавају приликом ручног уноса. Са друге стране имајући у виду да су SCADA шифре идентичне у старом и новом систему избегнута је потреба за спровођењем point-to-point тестирања што је значајно убрзало пуштање SCADA система у рад.
2. У другој фази извршено је пуштање у рад мрежних апликација. Као припрему за пуштање у рад мрежних апликација било је потребно додатно моделовање мреже у тополошком смислу као и унос енергетских параметара елемената ЕЕС-а. Активност додатног моделовања мреже спроведена је паралелно са првом фазом имајући у виду да је SCADA функционалност бојења елемената ЕЕС-а реализована помоћу специјализоване верзије процесора топологије и у том смислу топологија коју користи SCADA подсистем мора да буде усклађена са топологијим EMS подсистема.
3. С обзиром да је предвиђено да РДЦ Београд привремено има и функцију Резервног националног диспечерског центра, у трећој фази извршено је пуштање у рад AGC-а и СММ регулатора блока.

4. ФАЗЕ ПУШТАЊА У РАД МРЕЖНИХ АПЛИКАЦИЈА

4.1. Припрема модела мреже за потребе рада мрежних апликација

Додатна моделовања мрежне топологије за потребе рада мрежних апликација вршена су помоћу CUTE едитора који се иначе користи за унос и конфигурацију SCADA података и топологије која се користи у оквиру SCADA и EMS подсистема. Унос енергетских параметара спроведен је помоћу апликације за миграцију енергетских података из abr_master (апликативна база података у којој се врши моделовање мреже за потребе рада мрежних апликација а чији се садржај потом дистрибуира у остале инстанце abr) која се налази у НДЦ-у у abr_master која се налази у оквиру конфигурације новог система у РДЦ Београд. Енергетски параметри који се нису налазили у НДЦ abr_master унесени су накнадно помоћу Едитора АБП. На слици 4. дат је приказ веза између апликација које су се користиле за креирање модела мреже.



Слика 4. Приказ веза између апликација које се користе за креирање модела мреже

За потребе пуштања у рад мрежних апликација извршене су следеће модификације над тополошким моделом који је добијем миграцијом source базе из VIEW2 SCADA система:

1. Након миграције садржаја source базе из старог у нови систем сви далеководи који су повезивали РДЦ Београд са суседним РДЦ-овима имали су са једне стране висећи чвор који није припадао ниједној трафостаници. Како за потребе рада процесора топологије далеководи морају да повезују две трафостанице сваки висећи чвор је придружен одговарајућој трафостаници.
2. Сви трансформатори који се налазе на граници система према дистрибуцијама ремоделовани су потрошњама како би модел мреже био затворен са инјектирањима (ИН).
3. Моделовани су сви физички генератори.
4. Моделована су виртуелна инјектирања на крајевима система. Уколико се зна да из граничног чвора енергија одлази из мреже моделована је виртуелна потрошња а уколико се зна да преко граничног чвора енергија улази у систем или постоји могућност тока енергије у оба смера у граничном чвору је моделована виртуелна производња.

4.2. Пуштање у рад мрежних апликација у студијском режиму

Након завршетка фазе моделовања мреже приступило се пуштању у рад мрежних апликација. Пуштање у рад мрежних апликација у студијском режиму извршено је на локацији произвођача. Ово је била практично најзахтевнија фаза имајући у виду да је у

њој било потребно идентификовати и исправити све евентуалне тополошке грешке као и грешке везане за енергетске параметре.

Поред пуштања у рад мрежних апликација у оквиру VIEW4 SCADA/EMS система било је потребно обезбедити континуитет у раду VIEW2 SCADA система да би успешно могле да се спроводе како активности оперативног управљања тако и функционална испитивања објеката у мрежи. Ово је извршено тако што је једанпут недељно, када није било функционалних испитивања, накратко повезивана комуникација са новим системом. Том приликом вршено је преузимање snapshot-а са мерењима и актуелизација нове source базе. Овај snapshot се помоћу посебне процедуре импортовао у апликативну базу података за студијске анализе. Најпре су помоћу функционалности преестимационе анализе, која се налази у оквиру процесора топологије, идентификоване грешке које се односе на мерења. Најчешће грешке биле су несагласности у знаковима мерења са конвенцијом која се користи у оквиру мрежних апликација. Према овој конвенцији знакови мерења токова снага на елементима ЕЕС-а су позитивни уколико иду од чвора а негативни ако иду ка чвору.

Следећа активност се односила на пуштање у рад естиматора стања. Први циљ је био обезбеђивање конвергенције естиматора стања. Из претходних искустава пуштања у рад естиматора стања било је познато да на проблем са конвергенцијом естиматора највећи утицај имају погрешно унесени енергетски параметри далековода и трансформатора. Након идентификације параметара чија је вредност била за пар редова величине мања од стварне вредности, естиматор стања је успешно проконвергирао. Како би могао да се пусти у рад диспечерски прорачун токова снага није било довољно само да естиматор стања конвергира, потребно је било обезбедити и да естимација буде валидна. Да би естимација стања била валидна потребно је да сви критеријуми који утичу на валидност естимације буду у одговарајућим границама. Ово је постигнуто након додатног сређивања модела мреже и исправљана грешака везаних за SCADA мерења. На слици 5. приказан је извештај валидности естимације.

Estimacija konvergirala:	DA
Estimacija validna za prikaz:	DA
Estimacija validna za mrežne aplikacije:	DA
Pojava više opservabilnih ostrva u jednom električnom:	NE

	Vrednost	Prag
Normalizovana kriterijumska pre BD:	2.463336	20.000000
Normalizovana kriterijumska posle BD:	0.967545	1.200000
Procenat opservabilnosti:	73.939394	50.000000
Procenat MW prekoračenja generatora:	0.414980	5.000000
Procenat MVar prekoračenja generatora:	0.000000	5.000000
Procenat MW prekoračenja potrošnji:	0.452884	10.000000
Procenat gubitaka	2.760861	8.000000

Čvorovi sa velikim neslaganjima	Dozvoljeno neslaganje
NE postoje čvorovi sa velikim MW neslaganjima:	
NE postoje čvorovi sa velikim MVar neslaganjima:	

Слика 5. Извештај валидности естимације

4.3. Пуштање у рад мрежних апликација у реал-тима режиму

Након успешног пуштања у рад мрежних апликација у студијском режиму извршена је инсталација мрежних апликација на локацији наручиоца. Затим је извршено конфигурисање ЕМС подсистема и пуштање у рад мрежних апликација у реалном

времени. У овој фази извршена је обука систем инжењера који су задужени за одржавање SCADA/EMS система. Обука се састојала како од теоријског увода тако и од практичног дела обуке на ком су корисници могли самостално да користе основне функционалности мрежних апликација. Како због епидемиолошких мера није било могуће улазити у диспечерску салу, инсталација и конфигурирање мрежних апликација као и сама обука извршени су даљински путем VPN конекције.

5. ПРИПРЕМА УЛАЗНИХ ПОДАТАКА ЗА АПЛИКАЦИЈУ ЗА МИГРАЦИЈУ ЕНЕРГЕТСКИХ ПАРАМЕТАРА

Улазни подаци за апликацију за миграцију енергетских параметара из система SCADA/EMS типа за Национални диспечерски центар у систем SCADA/EMS типа за Регионалне диспечерске центре (parNDC2RDCBG) се налазе у наменски креираном Excel фајлу/документу (Unos_en_param_NDC2RDCBG.xlsx). У овом фајлу су дефинисани подаци које користи апликација parNDC2RDCBG. Ова апликација омогућава аутоматско попуњавање одговарајућих табела АВР базе ИМП SCADA/EMS система у РДЦ БГ параметрима елемената ЕЕС-а који су се делом обезбедили из ИМП SCADA/EMS система у НДЦ-у.

Параметри који нису постојали у НДЦ АБП ручно су унети у табелу описану у овом документу. Типичан пример су параметри трансформатора (ТР) 110/х који су у НДЦ АБП моделовани потрошњама. Параметри ових ТР су унесени у Excel табелу(картицу) TRRDCBG. Аналогно су унесени и недостајући параметри далековаода (ДВ) у Excel табелу DVRDCBG.

Фајл/документ Unos_en_param_NDC2RDCBG.xlsx садржи 6 картица:

1. DVNDC-Excel табела у којој се налазе параметри ДВ добијена експортом одговарајућих табела АБП ИМП SCADA/EMS система у НДЦ-у. Ови параметри су искоришћени за потребе РДЦБГ пројекта.

2. DVRDCBG-Excel табела која се попуњава помоћу апликације parNDC2RDCBG параметрима ДВ који постоје у АБП ИМП SCADA/EMS система у НДЦ-у. За потребе ове апликације, у поље опис DVRDCBG табеле унесена је одговарајућа вредност из поља ознака која одговара том ДВ у DVNDC табели.

3. TRNDC-Excel табела у којој се налазе параметри ТР добијена експортом одговарајућих табела АБП ИМП SCADA/EMS система у НДЦ-у. Ови параметри су искоришћени за потребе РДЦБГ пројекта.

4. TRRDCBG- Excel табела која се попуњава помоћу апликације parNDC2RDCBG параметрима ТР који постоје у АБП ИМП SCADA/EMS система у НДЦ-у. За потребе ове апликације, у поље опис TRRDCBG табеле унесена је одговарајућа вредност из поља ознака која одговара том ТР у TRNDC табели.

5. INNDC-Excel табела у којој се налазе параметри ИН добијена експортом одговарајућих табела АБП ИМП SCADA/EMS система у НДЦ-у. Ови параметри су искоришћени за потребе РДЦБГ пројекта.

6. INRDCBG-Excel табела која се попуњава помоћу апликације parNDC2RDCBG параметрима ИН који постоје у АБП ИМП SCADA/EMS система у НДЦ-у. За потребе ове апликације, у поље unes_sifra_NDC INRDCBG табеле (последња колона) унесена је одговарајућа вредност из поља unes_sifra која одговара том ИН у INNDC табели.

5.1. Параметри ДВ

За потребе рада мрежних апликација користе се следећи параметри ДВ:

- $R[\Omega]$ –резистанса
- $X[\Omega]$ –реактанса
- $G[S]$ –кондуктанса
- $B[S]$ –суцептанса
- $I_{max1}[A]$ –струја прекорачења првог степена подразумева преоптерећење које се може поднети одређено време, а које диспечерима даје времена за управљачку акцију
- $I_{max2}[A]$ –струја прекорачења другог степена подразумева са становишта диспечера тренутни испад преоптерећеног елемента
- Interkonektivni–флег који казује да ли је ДВ интерконеktivни (може да има вредности DA или NE)
- Xnod–ознака Xnoda интерконеktivног ДВ

У циљу једноставнијег упаривања ознака из АБП НДЦ и АБП РДЦБГ, у Excel табелама DVNDC и DVRDCBG приликом експорта из АБП НДЦ и АБП РДЦБГ обезбеђене су 3 последње колоне:

- trafostanica 1–ознака TC (у SCADA source бази) у којој се налази крај ДВ 1
- trafostanica 2–ознака TC (у SCADA source бази) у којој се налази крај ДВ 2
- naponski nivo–напонски ниво ДВ

Треба имати у виду да се ознаке TC разликују у НДЦ АБП и РДЦБГ АБП.

5.2. Параметри TP

За потребе рада мрежних апликација користе се следећи параметри TP:

- $S_{nom}[MVA]$ –номинална снага TP
- $R_1[\Omega]$ –активна отпорност намотаја TP на страни 1 (високонапонска страна TP)

У НДЦ АБП, у складу са CGMES форматом, R_1 представља укупну активну отпорност оба намотаја TP сведену на страну 1, док R_2 има вредност 0. Исти формат треба применити и приликом уноса параметара који не постоје у НДЦ АБП.

$$R_1 = R_{\text{намотај1}} + R_{\text{намотај2}} * a^2, \text{ где је } a \text{ преносни однос TP}$$

$$R_2 = 0$$

- $X_1[\Omega]$ –реактанса намотаја TP на страни 1

У НДЦ АБП, у складу са CGMES стандардом, X_1 представља укупну реактансу оба намотаја сведену на страну 1, док X_2 има вредност 0. Исту процедуру треба применити и приликом уноса параметара који не постоје у НДЦ АБП.

$$X_1 = X_{\text{намотај1}} + X_{\text{намотај2}} * a^2, \text{ где је } a \text{ преносни однос TP}$$

$$X_2 = 0$$

- $R2[\Omega]$ –активна отпорност намотаја TP на страни 2
- $X2[\Omega]$ –реактанса намотаја TP на страни 2
- $RM[\Omega]$ –активна отпорност магнетнења TP
- $XM[\Omega]$ –реактанса магнетнења TP
- FlegRegulacioni–флег који казује да ли је TP регулациони (може да има вредности DA и NE). Уколико има вредност DA потребно је обезбедити параметре Ng, Nd, d, NR, PozicijaRucno, SCADANeutralno, LTC
- Ng–максималан положај отцепа регулационе склопке
- Nd–минималан положај отцепа регулационе склопке
- d–процентуална промена напона регулационог TP по једном отцепу
- NR–ручно задата вредност позиције регулационе склопке TP
- PozicijaRucno–флег који казује да ли се позиција регулационе склопке TP задаје ручно (може да има вредности DA и NE)
- ScadaNeutralno–Офсет за SCADA мерење позиције регулационе склопке
- LTC–прорачунава се положај отцепа регулационог TP под оптерећењем-LTC (може да има вредности DA и NE, подразумевана вредност је NE)
- BlokTransformator-Флег који казује да ли се ради о блок TP (може да има вредности DA и NE)
- U_{nom1}[kV]–Номинална вредност напона TP на страни 1. У општем случају ова вредност може да се разликује од вредности базног напона чвора за ког је везана страна 1 TP
- U_{nom2}[kV]–Номинална вредност напона TP на страни 2. У општем случају ова вредност може да се разликује од базне вредности напона чвора за ког је везана страна 2 TP
- rNg–максимална вредност позиције TP померача фазе
- rNd–минимална вредност позиције TP померача фазе
- rd–процентуална промена напона TP померача фазе по једном отцепу
- teta–процентуална промена фазног угла TP померача фазе по једном отцепу
- rNR–ручно задата вредност позиције TP померача фазе
- rPozicijaRucno–флег који казује да ли се позиција TP померача фазе задаје ручно (може да има вредности DA и NE)
- rScadaNeutralno–офсет за SCADA мерење позиције TP померача фазе
- rLTC–прорачунава се позиција TP померача фазе под оптерећењем (може да има вредности DA и NE, подразумевана вредност је NE)

- Туре–индикација да ли се ради о ТР померачу фазе. Ако има вредност „SYMM“ или „ASYM“ онда је то ТР померач фазе. Ако је NULL или „?“ онда је „обичан“ регулациони ТР
- Tronamotajni–флег који казује да ли је ТР саставни део модела тронамотајног ТР (може да има вредност DA и NE)
- id_tronamotajnog-ID тронамотајног ТР у чији модел је укључен двонамотајни ТР

У циљу једноставнијег упаривања ознака из АБП НДЦ и АБП РДЦБГ, у Excel табелама TRNDC и TRRDCBG приликом експорта из АБП НДЦ и АБП РДЦБГ обезбеђене су 3 последње колоне:

- ознака трафостанице–ознака TC (у SCADA source бази) у којој се налази ТР
- напонски ниво 1–напонски ниво тополошког чвора на ког је везана страна 1 ТР
- напонски ниво 2–напонски ниво тополошког чвора на ког је везана страна 2 ТР

5.3. Параметри инјектирања

За потребе рада мрежних апликација користе се следећи параметри инјектирања:

- Pmax[MW]–максимална дозвољена активна снага генератора или потрошње
- Pmin[MW]–минимална дозвољена активна снага генератора или потрошње
- Qmax[MVAr]–максимална дозвољена реактивна снага генератора или потрошње
- Qmin[MVAr]–минимална дозвољена реактивна снага генератора или потрошње
- Unom[kV]–номинални напон генератора или потрошње
- r[%]–статизам примарног регулатора
- Pnom_reg–номинална снага за примарну регулацију
- id_generatora–параметар повезан са прорачунима сопствене потрошње (на бази табличне везе Paux и Pgen). Ако је инјектирање сопствена потрошња, онда се са id_generatora повезује са генератором чија је то сопствена потрошња. Уколико сопствена потрошња није дефинисана као рачуната овај параметар има вредност NULL
- tgfi–уколико је инјектирање типа рачунате сопствене потрошње Qaux се рачуна од Paux на бази tgfi
- ekvivalentirano–флег који казује да ли је инјектирање стварно или служи за еквивалентирање спољног дела на граници мреже. Уколико је инјектирање стварно овај флег има вредност 0, у супротном има вредност 1.

5.3.1. Моделовање виртуелних инјектирања на границама система

Виртуелна инјектирања су инјектирања типа генератора или потрошњи која не постоје у стварности, а служе углавном за моделовање спољног дела на граници мреже. Тип виртуелног инјектирања бира се на следећи начин:

- Уколико се зна да енергија одлази из мреже, у граничном чвору треба моделовати виртуелну потрошњу.

- Уколико се зна да у систем долази енергија, у граничном чвору треба моделовати виртуелни генератор.
- Уколико се гранични чвор налази на крају далековода преко кога се врши размена у оба смера, треба да се моделује само виртуелни генератор јер је дозвољено да и активне и реактивне граничне снаге буду и позитивне и негативне. Апсолутне активне и реактивне граничне вредности (P_{max} и Q_{max}) одређују се тако да се не прелази дозвољена струја првог степена по далеководу I_{max} :

$$I_{max}^2 = \frac{P_{max}^2 + Q_{max}^2}{3U^2}$$

Однос између P_{max} и Q_{max} се одређује на основу искуства. У случају да је $P_{max}=Q_{max}$ добије се следећа зависност:

$$P_{max} = Q_{max} = \frac{UI_{max}\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$$

5.4. Поступак припреме енергетских параметара

5.4.1. Поступак припреме параметара ДВ и ТР

У продужетку је поступак за увоз параметара ДВ и ТР у АБП ИМП SCADA/EMS у РДЦ БГ који ће се обезбедити из АБП ИМП SCADA/EMS у НДЦ-у:

1. Попунити одговарајућа поља “oznaka” у Excel табелама DVRDCBG и TRRDCBG
2. Покренути процедуре за импорт енергетских параметара из Excel табела DVNDC и TRNDC у Excel табеле DVRDCBG и TRRDCBG
3. Покренути процедуре за импорт енергетских параметара из Excel табела DVRDCBG и TRRDCBG у РДЦБГ АБП

За енергетске параметре ДВ и ТР који се не могу обезбедити из ИМП SCADA/EMS система у НДЦ-у потребно је извршити следеће:

1. Попунити одговарајућа поља са енергетским параметрима у Excel табелама DVRDCBG и TRRDCBG према спецификацији наведеној у овом документу
2. Покренути процедуру parNDC2RDCBG за импорт енергетских параметара из Excel табела DVRDCBG и TRRDCBG у РДЦБГ АБП

Алтернативно, уместо корака 2. могуће је податке припремљене у кораку 1 унети ручно помоћу Едитора АБП.

Напомене:

- У фазама пројекта након пуштања система у рад унос нових и евентуална измена постојећих енергетских параметара ће се вршити помоћу расположивог Едитора АБП.
- Приликом уноса енергетских параметара ТР и ДВ који не постоје у НДЦ АБП, вредности у п.у. не треба да се уносе, потребно је унети само оне параметре који су дефинисани у поглављима 5.1 и 5.2 овог документа.

5.4.2. Поступак припреме параметара инјектирања (генератора и потрошњи)

У продужетку је поступак за увоз параметара инјектирања (генератора и потрошњи) у АБП ИМП SCADA/EMS у РДЦ БГ који ће се обезбедити из АБП ИМП SCADA/EMS у НДЦ-у:

1. Попунити одговарајуће поље “unes_sifra_NDC” у Excel табели INRDCBG
2. Покренути процедуру за импорт енергетских параметара из Excel табеле INNDC у Excel табелу INRDCBG
3. Покренути процедуру за импорт енергетских параметара из Excel табеле INRDCBG у РДЦБГ АБП

За енергетске параметре инјектирања који се неће моћи обезбедити из ИМП SCADA/EMS система у НДЦ-у потребно је извршити следеће:

1. Попунити одговарајућа поља са енергетским параметрима у Excel табели INRDCBG
2. Покренути процедуру parNDC2RDCBG за импорт енергетских параметара из Excel табеле INRDCBG у РДЦБГ АБП

Алтернативно, уместо корака 2. могуће је податке припремљене у кораку 1. унети ручно помоћу Едитора АБП.

Напомена:

У фазама пројекта након пуштања система у рад унос нових и евентуална измена постојећих енергетских параметара ће се вршити помоћу расположивог Едитора АБП.

6. ОПИС АПЛИКАЦИЈЕ ЗА МИГРАЦИЈУ ЕНЕРГЕТСКИХ ПАРАМЕТАРА

Апликација за миграцију енергетских параметара parNDC2RDCBG је реализована као макро коришћењем VBA (*Visual Basic for Applications*) програмског језика. За везу са апликативном базом података коришћен је MySQL ODBC 5.1 Driver.

6.1. Процедура коришћења апликације

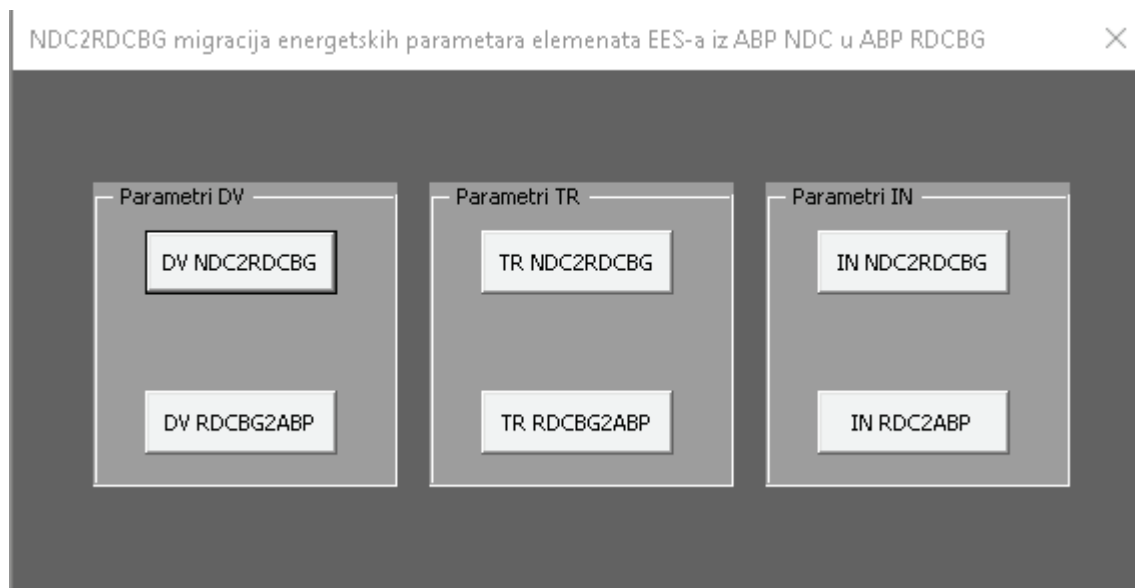
Унос параметара за повезивање са АБП се врши у Excel картици parametri_konekcije (Слика 6). Потребно је унети следеће параметре:

1. Корисник (Username)
2. Лозинка
3. Циљна АБП
4. Driver (MySQL ODBC 5.1 Driver)
5. Циљни сервер

root
abp_master
MySQL ODBC 5.1 Driver
10.1.49.244

Слика 6. Параметри за повезивање са АБП

Пре самог уноса енергетских параметара у циљну АБП (abp_master у РДЦБГ) потребно је припремити одговарајуће Excel картице у којима се налазе спремни енергетски параметри елемената ЕЕС-а који су преузети из abp_master SCADA/EMS у Националном диспечерском центру.



Слика 7. Основни кориснички интерфејс апликације parNC2RDCBG

Процедура импорта параметера ДВ:

Импорт параметара далековода врши преко корисничког интерфејса (Слика 7) на следећи начин:

1. Притиском на дугме DV NDC2RDCBG врши се импорт података из табеле DVNDC у табелу DVRDCBG
2. Притиском на дугме DV RDCBG2ABP врши се импорт параметара далековода из табеле DVRDCBG у у табелу vodovi abp_master у РДЦБГ

Процедура импорта параметера ТР:

Импорт параметара трансформатора врши се на следећи начин:

1. Притиском на дугме TR NDC2RDCBG врши се импорт података из табеле TRNDC у табелу TRRDCBG
2. Притиском на дугме TR RDCBG2ABP врши се импорт параметара далековода из табеле TRRDCBG у табелу трансформатори abr_master у РДЦБГ

Референце:

- [1] Игор Бундало, Милош Стојић, Горан Јакуповић, Нина Стојановић, Нинел Чукалевски, Ивана Јовановић, Татјана Ракић, Александра Михајловић Богданоски, Владимир Нетај, Нада Турудија, **“Мрежне апликације SCADA/EMS система регионалних диспечерских центара”**, 19. СИМПОЗИЈУМ SIGRE Србија-Управљање и телекомуникације у ЕЕС, On-line, 20-23. октобар 2020.
- [2] Игор Бундало, Милош Стојић, Горан Јакуповић, Нина Стојановић, Жељко Аћимовић, Нинел Чукалевски, **“Искуства са пуштања у рад SCADA/EMS система у Регионалном диспечерском центру Београд”**, 35. саветовање SIGRE Србија, Златибор 03.10.2021-07.10.2021.
- [3] Игор Бундало, Милош Стојић, Горан Јакуповић, Нина Стојановић, Нинел Чукалевски, **“Мрежне апликације SCADA/EMS система регионалних диспечерских центара у оквиру Електромреже Србије АД”**, VII конференција ЦГ КО SIGRE, Будва 28.09.-30.09.2021
- [4] **Мрежне апликације-корисничко упутство за систем инжењере**
- [5] **Мрежне апликације-корисничко упутство за диспечере**

Доказ о примени техничког решења

Z A P I S N I K

Po Ugovoru br. **2858/2-18.**

Naručilac: IMP - AUTOMATIKA d.o.o. Beograd
Izvršilac: Institut MIHAJLO PUPIN d.o.o. Beograd

P r e d m e t : Angažovanje saradnika i tehničkih sredstava Instituta Mihajlo Pupin na istraživačko-razvojnim projektima koje IMP-Automatika ugovara sa trećim licima

Ovim zapisnikom se konstatuje da su na poslovima koje IMP-Automatika ugovara sa trećim licima, a koji su navedeni u prilogu ovog zapisnika, angažovani saradnici i tehnička sredstva Instituta Mihajlo Pupin sa zadatkom da realizuju:

Aplikacija za migraciju energetskih parametara iz sistema SCADA/EMS tipa za Nacionalni dispečerski centar u sistem SCADA/EMS tipa za Regionalne dispečerske centre -a

Učesnici projektnog tima iz Instituta Mihajlo Pupin su:


- Igor Bundalo,
- Goran Jakupović,
- Nina Stojanović,
- Ninel Čukalevski.

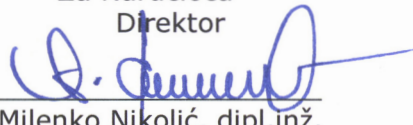
Potrebni resursi: Razvojni alati, test okruženje

Po potpisivanju ovog zapisnika od strane Naručioca, Izvršilac stiče pravo izdavanja privremene situacije.

Beograd, 27.09.2021.

S A G L A S N I

Za Izvršioca
Pomoćnik direktora Intituta

dr Nikola Tomašević, dipl.inž.

Za Naručioca
Direktor

mr Milenko Nikolić, dipl.inž.

Prilog: Ugovor AD EMS Beograd i IMP-Automatika doo Beograd broj 2858/2-18 od 12.12.2018

(100)

УГОВОР бр. 258 18

Уговорне стране:

Акционарско друштво „Електромрежа Србије“, Београд,
улица Кнеза Милоша бр.11, Београд,
кога заступа директор Јелена Матејић, дипл.економиста,
(у даљем тексту: Наручилац)

и

ИМП Аутоматика доо, Београд
улица Волгина бр.11, Београд,
кога заступа мр. Миленко Николић,
(у даљем тексту: Испоручилац)

Уговорне стране констатују:

- да је Наручилац на основу чл. 36. став 1. тачка 2. Закона о јавним набавкама („Сл. Гласник РС“, бр. 124/12) спровео преговарачки поступак без објаве јавног позива јавне набавке бр. 258 18 – Надоградња SCADA система у РДЦ Београд;
- да је Испоручилац доставио понуду број 2858/1-18 од 19.11.2018. године, која се налази у прилогу Уговора и саставни је део овог Уговора (Прилог 1.);
- да је Наручилац на основу понуде Испоручиоца и Одлуке о додели уговора бр. 700-00-JN-262/2018-009 од 26.11.2018. године изабрао Испоручиоца за испоруку опреме, која је предмет овог Уговора.

Члан 1.

Предмет овог Уговора је набавка, испорука и имплементација софтвера за надоградњу SCADA система у РДЦ (у даљем тексту: софтвер), у свему према Понуди Испоручиоца бр.2858/1-18 од 19.11.2018. (Прилог 1. Уговора), Техничком делу конкурсне документације (Прилог 2. Уговора) и Споразуму о безбедности и здрављу на раду (Прилог 3. Уговора).

Члан 2.

Укупна уговорена вредност предмета уговора из члана 1. овог Уговора, без ПДВ-а износи:34.944.000,00 (словима: тридесет четири милиона девет стотина четрдесет четири хиљаде), у динарској противвредности, а према јединичним ценама датим у Обрасцу структуре цена из Прилога 1 овог Уговора.

Цена се не може мењати на више током реализације уговора.

Ценом су поред испоруке и имплементације софтвера, обуке, потребних тестова обухваћени и сви зависни трошкови за извршење предмета Уговора, укључујући, али не ограничавајући се на трошкове дневница, путне трошкове, трошкове боравка и смештаја, трошкове осигурања за ангажовано особље Испоручиоца, као и било који други трошкови из или у вези са извршењем предмета уговора.

Члан 3.

Наручилац ће Испоручиоцу извршити плаћање уговорене цене, на основу пријема појединачно испостављених рачуна и пратеће документације, на следећи начин:

- Уплатом 40% укупно уговорене вредности, након испоруке софтвера, у року од 45 дана од пријема рачуна и Записника о квантитативном пријему;
- Уплатом 40% укупно уговорене вредности, након имплементације софтвера, у року од 45 дана од пријема рачуна, Записника о успешно спроведеном тесту на лицу места (SAT - Site Acceptance Test) и Записника о пуштању система у пробни рад;
- Уплатом 20% укупно уговорене вредности, након извршене обуке и завршетка пробног рада (тест расположивости), у року од 45 дана од пријема рачуна и Записника о извршеној обуци и Записника о примопредаји система.

Члан 4.

Испоручилац се обавезује да Наручиоцу уз потписан Уговор као гаранцију за добро извршење посла, достави бланко соло сопствену меницу на износ од 10% укупне уговорене вредности, са клаузулом без "протеста", оверену и потписану од стране Испоручиоца и менично овлашћење, евидентирани у регистру меница и овлашћења који води Народна банка Србије.

Наручилац ће средства из финансијске гаранције за добро извршење посла наплатити због неизвршења, закашњења или неуредног извршења уговорних обавеза Испоручиоца.

Испоручилац се обавезује да Наручиоцу уз Записник о примопредаји система, као гаранцију за отклањање грешака у гарантном року, достави бланко соло сопствену меницу на износ од 10% укупне уговорене вредности, са клаузулом без "протеста", оверену и потписану од стране Испоручиоца и менично овлашћење, евидентирани у регистру меница и овлашћења који води Народна банка Србије.

Наручилац ће средства из финансијске гаранције за отклањање грешака у гарантном року наплатити због неизвршења, закашњења или неуредног извршења уговорних обавеза Испоручиоца у гарантном периоду.

Члан 5.

Испоручилац је дужан да уговорени софтвер испоручи, имплементира, изврши обуку, успешно заврши пробни рад и пусти систем у рад у року од 24 месеца дана од писаног позива Наручиоца.

Испоручилац је дужан да најкасније 10 дана пре предвиђене испоруке и инсталације о томе обавести Наручиоца.

Испорука и инсталација се врши у пословној згради Наручиоца у ул. Ровињска бр. 14 у Београду.

Уколико Наручилац није у могућности да прими испоруку, дужан је да о томе обавести Испоручиоца у року од 24 (двадесет четири) сата од датума пријема обавештења о отпреми. Испоручилац прихвата одлагање испоруке најдуже у року од 60 дана без истицања било каквих новчаних потраживања према Наручиоцу.

Инспекције, контроле и тестови морају да се изврше у складу са заједнички договореним процедурама тестирања и документима.

Инсталирање се сматра успешним ако се у предвиђеном року не појави никаква системска грешка у функционисању и ако тестови засновани на гаранцији покажу да су

оперативне карактеристике софтвера у оквиру лимита или боље од гарантованих и договорених.

У складу са Прилогом 2. уговора, спровешће се 3 врсте теста:

- тест на локацији Испоручиоца пре испоруке система
- тест испорученог и имплементираног система у НДЦ (SAT-Site Acceptance Test, тест на лицу места)
- пробни рад (тест расположивости) у трајању од 3 месеца.

Тест на локацији Испоручиоца пре испоруке система и тест испорученог и имплементираног система у НДЦ (SAT-Site Acceptance Test, тест на лицу места) ће се обавити према унапред утврђеном плану уз присуство Испоручиоца и Наручиоца. План тестирања ће бити достављен Наручиоцу месец дана пре договореног почетка теста.

Пробни рад (тест расположивости) ће почети након отклањања свих недостатака уочених током теста на лицу места, који би могли утицати на резултат теста расположивости. Тест расположивости ће водити Наручилац и трајаће 3 месеца.

На крају пробног рада (теста расположивости) уговорне стране ће потписати Записник о успешно завршеном пробном раду у коме ће се навести евентуално време нерасположивости и сви уочени недостаци који до тог тренутка нису отклоњени.

Члан 6.

Гарантни период на систем износи 24 месеца и почиње од дана потписивања Записника о успешно завршеном пробном раду. Испоручилац је одговоран за поступање по гаранцијама трећих лица током гарантног рока.

За време трајања гарантног рока Испоручилац сноси све трошкове отклањања недостатака и пружања техничке подршке.

Пријаву проблема Наручилац врши електронском поштом.

Испоручилац је дужан да током трајања гарантног рока, у року од 24 часа од тренутка пријаве проблема, приступи отклањању недостатака/приступи пружању потребне техничке подршке.

Ако Испоручилац, по достављеном обавештењу, не отклони недостатке у року од 30 дана, Наручилац има право да сам отклони недостатке или да ангажује треће лице које ће тај недостатак отклонити, на ризик и о трошку Испоручиоца и без штете по било које друго право које Наручилац, на основу Уговора, може да потражује од Испоручиоца.

Члан 7.

Ако Испоручилац не испуни своју уговорену обавезу или ако закасни са њеним испуњењем, дужан је да плати Наручиоцу уговорну казну.

У случају да Испоручилац прекорачи рок наведен у члану 5. Уговора, Наручилац има право да обрачуна уговорну казну у износу од 0,5% (пола процента) од Уговорене цене за сваку започету недељу закашњења.

Укупан износ Уговорне казне не може прећи 10% (десет процената) Уговорене вредности.

Члан 8.

Наручилац има право да захтева накнаду штете коју је претрпео услед тога што Испоручилац није извршио или је неуредно извршио обавезе из овог Уговора. Укупна обавеза Испоручиоца за накнаду штете не може прећи износ укупне уговорене вредности.

Члан 9.

Вишом силом сматрају се догађаји који уследе након ступања овог Уговора на снагу, независно од воље уговорних страна, а који нису могли да буду предвиђени у време потписивања овог Уговора и који својим утицајем одлажу или спречавају извршење свих или једног дела уговорних обавеза.

Дејство више силе одражава се на продужење рока испоруке сразмерно трајању њеног дејства, укључујући разумно време потребно за припрему за наставак испоруке, а о чему (времену) ће се уговорне стране споразумети.

Уговорна страна погођена вишом силом дужна је да без одлагања и на поуздан начин обавести другу уговорну страну о појави више силе, њеној природи, могућем трајању и последицама. Постојање више силе мора да буде документовано званичним документом надлежних органа власти и достављено другој Уговорној страни поштом.

На вишу силу се не може позивати уговорна страна која је запала у доцњу са испуњењем своје уговорне обавезе.

За време трајања више силе уговорне обавезе обеју страна мирују и неће се примењивати никакве санкције предвиђене овим уговором.

Члан 10.

Уговорне стране су сагласне да се за све што није овим Уговором предвиђено важе и примењују одредбе Закона о облигационим односима Републике Србије.

Члан 11.

Сва спорна питања у тумачењу и извршавању овог уговора решаваће овлашћени представници уговорних страна, усаглашавањем ставова.

Уколико неспоразум не буде решен мирним путем, одређује се надлежност Привредног суда у Београду.

Члан 12.

Уговор ступа на снагу по обостраном потписивању:

- Уговора;
- Споразума о безбедности и здрављу на раду;

и достави од стране Испоручиоца

- све захтеване документације из Прилога 2. и 3. Споразума о безбедности и здрављу на раду;
- средства финансијског обезбеђења за добро извршење посла.

Уколико Испоручилац у року од 10 дана од дана доставе потписаног Уговора и Споразума о безбедности и здрављу на раду од стране Наручиоца, не достави Наручиоцу сву наведену документацију из овог члана, сматраће се да Уговор није ни закључен, односно да је Испоручилац на прећутан начин исказао вољу којом одустаје од закључења уговора.

Наручилац у том случају задржава право да реализује средство финансијског обезбеђења за озбиљност понуде

Наручилац ће Испоручиоца обавестити о испуњењу услова за ступање на снагу Уговора.

Члан 13.

Овај Уговор је сачињен у два (2) истоветна примерка, од којих се по један (1) налази код сваке уговорне стране.

ИСПОРУЧИЛАЦ

ИМП Аутоматика доо Београд



НАРУЧИЛАЦ

Акционарско друштво
"Електро mreжа Србије" Београд



ИМП - АУТОМАТИКА	
Прегледали	Потпис
Носилац задатка (Руководилац пројекта)	
Руководилац одељења	
Економско-правна контрола	
Одбор за квалитет (овлашћени члан)	
Директор	

Листа раније прихваћених техничких решења за сваког аутора појединачно

Игор Бундало

M85	1200897	2011	Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић, Милош Стојић, Совјетка Крстонијевић, Игор Бундало , Сузана Цветићанин, Иванка Перковић, Јелена Цар, <i>Апликативни подсистем техничког информационог система термоелектране (TIS-TE)</i> , 2011.	Верификована
M81	1252368	2012	Нина Радновић, Иванка Перковић, Игор Бундало , Јелена Цар, Нинел Чукалевски, Сузана Цветићанин, <i>Програмски пакет апликације за праћење погонских догађаја на енергетској опреми (POD)</i> , 2012.	Верификована
M81	1187956	2013	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић, С. Цветићанин, Ј. Цар, И. Перковић Радуловић, М. Стојић, С. Крстонијевић, И. Бундало , <i>Програмски пакет за управљање протоцима материјала процеса у електранама (ПМП)</i> , 2013.	Верификована
M81	1201333	2013	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић, М. Стојић, И. Бундало , Ј. Цар, <i>Систем аутоматског управљања производњом ЕЕС (АГЦ)</i> , 2013.	Верификована
M81	1201479	2013	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић, М. Стојић, И. Бундало , Ј. Цар, <i>Програмски пакет за одређивање ЕЕС (НТП)</i> , 2013.	Верификована
M81	1201529	2013	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић, М. Стојић, И. Бундало , Ј. Цар, <i>Програмски пакет за анализу испада ЕЕС (ЦА)</i> , 2013.	Верификована
M81	206065	2014	Милош Стојић, Горан Јакуповић, Игор Бундало , Совјетка Крстонијевић, Јелена Цар, Нинел Чукалевски, <i>Апликациони пакет за естимацију стања електроенергетске мреже (SE)</i> , 2014.	Верификована
M81	206081	2014	Милош Стојић, Горан Јакуповић, Нинел Чукалевски, Игор Бундало , Јелена Цар, <i>Апликациони пакет за диспечерске прорачуне токова снага у мрежи (DPF)</i> , 2014.	Верификована
M85	1193142	2014	Сузана Цветићанин, Горан Јакуповић, Игор Бундало , Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски, Милош Стојић, Јелена Цар, Иванка Перковић, <i>Апликативни подсистем за повезивање на и преузимање података из система управљања (PSU)</i> , 2014.	Верификована
M81	1201475	2015	Нинел Чукалевски, Игор Бундало , Горан Јакуповић, Совјетка Крстонијевић, Иванка Перковић, Нина Радновић, Милош Стојић, Јелена Цар, Сузана Цветићанин, <i>Апликација за прогнозу оптерећења по чворовима ЕЕС (БЛФ)</i> , 2015.	Верификована

M85	1225248	2015	Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски, Г. Јакуповић, Милош Стојић, Јелена Цар, Сузана Цветићанин, И. Бундало , Нина Радновић, <i>Прототип апликације за краткорочну прогнозу потрошње (СТЛФ), 2015.</i>	Верификована
M81	311061	2016	Милош Стојић, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић, Јелена Цар, Игор Бундало , <i>Програмска подршка (EN-VO) за одређивање енергизованости мреже за потребе ЈП Електромреже , 2016.</i>	Верификована
M81	5072519	2018	Горан Јакуповић, Нинел Чукалевски, Игор Бундало , <i>Програмски пакет за “Imbalance netting” регулационог блока (IMB-NET), 2018.</i>	Верификована
M81	5152367	2019	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић, Милош Стојић, Јелена Цар, Совјетка Крстонијевић, Игор Бундало , Иванка Перковић, <i>Апликативни подсистем за прорачун параметара техничке ефикасности електрана (ТЕФ), 2019.</i>	Неверификована
M82	5152173	2019	Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић, Милош Стојић, Јелена Цар, Совјетка Крстонијевић, Сузана Цветићанин, Игор Бундало , Иванка Перковић, <i>Програмски систем за централно управљање производњом (GEC), 2019.</i>	Неверификована
M82	5152095	2020	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић, Драгана Богојевић, Игор Бундало , <i>Интеграција и увођење у експлоатацију апликација система ПРОТИС, 2020.</i>	Неверификована
M82	5152105	2020	Игор Бундало , Горан Јакуповић, Жељко Аћимовић, Нинел Чукалевски, <i>Систем SCADA/EMS типа за Регионалне диспечерске центре, 2020.</i>	Неверификована

Горан Јакуповић

M85	1200897	2011	Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић , Милош Стојић, Совјетка Крстонијевић, Игор Бундало, Сузана Цветићанин, Иванка Перковић, Јелена Цар, <i>Апликативни подсистем техничког информационог система термоелектране (ТИС-ТЕ), 2011.</i>	Верификована
M81	1226306	2012	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Иванка Перковић, Горан Јакуповић , Нина Радновић, Маја Минић, <i>База производно-техничких података (БТП)система ПРОТИС-ТЕ, 2012.</i>	Верификована
M81	1192431	2012	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић , Иванка Перковић, Совјетка Крстонијевић, Маја Минић, <i>Програмски пакет апликације за унос и одржавање података о енергетској опреми (ЕОП), 2012.</i>	Верификована

M81	1187956	2013	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић , С. Цветићанин, Ј. Цар, И. Перковић Радуловић, М. Стојић, С. Крстонијевић, И. Бундало, <i>Програмски пакет за управљање протоцима материјала процеса у електранама (ПМП)</i> , 2013.	Верификована
M81	1201333	2013	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић , М. Стојић, И. Бундало, Ј. Цар, <i>Систем аутоматског управљања производњом ЕЕС (АГЦ)</i> , 2013.	Верификована
M81	1201479	2013	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић , М. Стојић, И. Бундало, Ј. Цар, <i>Програмски пакет за одређивање ЕЕС (НТП)</i> , 2013.	Верификована
M81	1201529	2013	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић , М. Стојић, И. Бундало, Ј. Цар, <i>Програмски пакет за анализу испада ЕЕС (ЦА)</i> , 2013.	Верификована
M81	206065	2014	Милош Стојић, Горан Јакуповић , Игор Бундало, Совјетка Крстонијевић, Јелена Цар, Нинел Чукалевски, <i>Апликациони пакет за естимацију стања електроенергетске мреже (SE)</i> , 2014.	Верификована
M81	206081	2014	Милош Стојић, Горан Јакуповић , Нинел Чукалевски, Игор Бундало, Јелена Цар, <i>Апликациони пакет за диспечерске прорачуне токова снага у мрежи (DPF)</i> , 2014.	Верификована
M85	1193142	2014	Сузана Цветићанин, Горан Јакуповић , Игор Бундало, Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски, Милош Стојић, Јелена Цар, Иванка Перковић, <i>Апликативни подсистем за повезивање на и преузимање података из система управљања (PSU)</i> , 2014.	Верификована
M81	1201475	2015	Нинел Чукалевски, Игор Бундало, Горан Јакуповић , Совјетка Крстонијевић, Иванка Перковић, Нина Радновић, Милош Стојић, Јелена Цар, Сузана Цветићанин, <i>Апликација за прогнозу оптерећења по чворовима ЕЕС (БЛФ)</i> , 2015.	Верификована
M85	1225248	2015	Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски, Г. Јакуповић , Милош Стојић, Јелена Цар, Сузана Цветићанин, И. Бундало, Нина Радновић, <i>Прототип апликације за краткорочну прогнозу потрошње (СТЛФ)</i> , 2015.	Верификована
M81	311061	2016	Милош Стојић, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић , Јелена Цар, Игор Бундало, <i>Програмска подршка (EN-VO) за одређивање енергизованости мреже за потребе ЈП Електромерже</i> , 2016.	Верификована
M85	1223085	2016	Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић , Милош Стојић, Сузана Цветићанин, Павле Лучић, <i>Програмска подршка (STLF-Model) за идентификацију параметара модела краткорочне прогнозе потрошње ЕЕС</i> , 2016.	Верификована

M81	1409794	2017	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић , С. Крстонијевић, М. Стојић, П. Лучић, С. Цветићанин, <i>Програмска подршка апликације SDLF (Similar Day Load Forecast), Апликација SDLF (Similar Day Load Forecast), 2017.</i>	Верификована
M81	1409780	2017	С. Крстонијевић, Н. Чукалевски, Г. Јакуповић , М. Стојић, П. Лучић, С. Цветићанин, <i>Програмска подршка апликације STLF Модел у центру управљања, Апликација STLF-Модел, 2017.</i>	Верификована
M81	5072519	2018	Горан Јакуповић , Нинел Чукалевски, Игор Бундало, <i>Програмски пакет за "Imbalance netting" регулационог блока (IMB-NET), 2018.</i>	Верификована
M85	5072538	2018	Горан Јакуповић , Иван Гојковић, Катарина Јовановић, Павле Лучић, Милош Стојић, Нинел Чукалевски, Совјетка Крстонијевић, Сузана Цветићанин, Иванка Перковић, Јелена Цар, <i>Програмски пакет за прогнозу производње ветрогенератора-паркова (WGF), 2018.</i>	Верификована
M81	5152367	2019	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић , Милош Стојић, Јелена Цар, Совјетка Крстонијевић, Игор Бундало, Иванка Перковић, <i>Апликативни подсистем за прорачун параметара техничке ефикасности електрана (ТЕФ), 2019.</i>	Неверификована
M82	5152173	2019	Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић , Милош Стојић, Јелена Цар, Совјетка Крстонијевић, Сузана Цветићанин, Игор Бундало, Иванка Перковић, <i>Програмски систем за централно управљање производњом (GEC), 2019.</i>	Неверификована
M82	5152105	2020	Игор Бундало, Горан Јакуповић , Жељко Аћимовић, Нинел Чукалевски, <i>Систем SCADA/EMS типа за Регионалне диспечерске центре, 2020.</i>	Неверификована
M82	5152098	2020	Јелена Цар, Горан Јакуповић , Иванка Перковић, Тамара Јелић, <i>Прилагођење и имплементација групног регулатора активне снаге у ХЕ Ђердап 1, 2020.</i>	Неверификована
M82	5152095	2020	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић , Драгана Богојевић, Игор Бундало, <i>Интеграција и увођење у експлоатацију апликација система ПроТИС, 2020.</i>	Неверификована
M82	5152169	2020	Горан Јакуповић , Тамара Јелић, Иванка Перковић, <i>Интеграција система управљања производњом са системом планирања у склопу ЦДС ЈП ЕПС, 2020.</i>	Неверификована

Нинел Чукалевски

M85	1200897	2011	Нинел Чукалевски , Горан Јакуповић, Милош Стојић, Совјетка Крстонијевић, Игор Бундало, Сузана Цветићанин, Иванка Перковић, Јелена Цар, <i>Апликативни подсистем техничког информационог система термоелектране (TIS-TE)</i> , 2011.	Верификована
M81	1226306	2012	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски , Иванка Перковић, Горан Јакуповић, Нина Радновић, Маја Минић, База производно-техничких података (ВТР) система PROTIS-TE, 2012.	Верификована
M81	1192431	2012	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски , Горан Јакуповић, Иванка Перковић, Совјетка Крстонијевић, Маја Минић, <i>Програмски пакет апликације за унос и одржавање података о енергетској опреми (EOP)</i> , 2012.	Верификована
M81	1252417	2012	Нина Радновић, Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски , Милош Стојић, Иванка Перковић, <i>Програмски пакет апликације за унос и одржавање података о материјалима процеса (KMP)</i> , 2012.	Верификована
M81	1252368	2012	Нина Радновић, Иванка Перковић, Игор Бундало, Јелена Цар, Нинел Чукалевски , Сузана Цветићанин, <i>Програмски пакет апликације за праћење погонских догађаја на енергетској опреми (POD)</i> , 2012.	Верификована
M81	1187956	2013	Н. Чукалевски , Г. Јакуповић, С. Цветићанин, Ј. Цар, И. Перковић Радуловић, М. Стојић, С. Крстонијевић, И. Бундало, <i>Програмски пакет за управљање протоцима материјала процеса у електранама (ПМП)</i> , 2013.	Верификована
M81	1201333	2013	Н. Чукалевски , Г. Јакуповић, М. Стојић, И. Бундало, Ј. Цар, <i>Систем аутоматског управљања производњом ЕЕС (АГЦ)</i> , 2013.	Верификована
M81	1201479	2013	Н. Чукалевски , Г. Јакуповић, М. Стојић, И. Бундало, Ј. Цар, <i>Програмски пакет за одређивање ЕЕС (НТП)</i> , 2013.	Верификована
M81	1201529	2013	Н. Чукалевски , Г. Јакуповић, М. Стојић, И. Бундало, Ј. Цар, <i>Програмски пакет за анализу испада ЕЕС (ЦА)</i> , 2013.	Верификована

M81	206065	2014	Милош Стојић, Горан Јакуповић, Игор Бундало, Совјетка Крстонијевић, Јелена Цар, Нинел Чукалевски , <i>Апликациони пакет за естимацију стања електроенергетске мреже (SE)</i> , 2014.	Верификована
M81	206081	2014	Милош Стојић, Горан Јакуповић, Нинел Чукалевски , Игор Бундало, Јелена Цар, <i>Апликациони пакет за диспечерске прорачуне токова снага у мрежи (DPF)</i> , 2014.	Верификована
M85	1193142	2014	Сузана Цветићанин, Горан Јакуповић, Игор Бундало, Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски , Милош Стојић, Јелена Цар, Иванка Перковић, <i>Апликативни подсистем за повезивање на и преузимање података из система управљања (PSU)</i> , 2014.	Верификована
M86	1341275	2014	Жељко Стојковић, Миленко Кабовић, Нинел Чукалевски , Горан Димић, Владимир Челебић, В. Секулић, Јованка Гајица, <i>Идејно решење система за одређивање дозвољеног струјног оптерећења далековода</i> , 2014.	Верификована
M81	1201475	2015	Нинел Чукалевски , Игор Бундало, Горан Јакуповић, Совјетка Крстонијевић, Иванка Перковић, Нина Радновић, Милош Стојић, Јелена Цар, Сузана Цветићанин, <i>Апликација за прогнозу оптерећења по чворовима ЕЕС (БЛФ)</i> , 2015.	Верификована
M85	1225248	2015	Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски , Г. Јакуповић, Милош Стојић, Јелена Цар, Сузана Цветићанин, И. Бундало, Нина Радновић, <i>Прототип апликације за краткорочну прогнозу потрошње (СТЛФ)</i> , 2015.	Верификована
M81	311061	2016	Милош Стојић, Нинел Чукалевски , Горан Јакуповић, Јелена Цар, Игор Бундало, <i>Програмска подршка (EN-VO) за одређивање енергизованости мреже за потребе ЈП Електромреже</i> , 2016.	Верификована
M85	1223085	2016	Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски , Горан Јакуповић, Милош Стојић, Сузана Цветићанин, Павле Лучић, <i>Програмска подршка (STLF-Model) за идентификацију параметара модела краткорочне прогнозе потрошње ЕЕС</i> , 2016.	Верификована
M81	1409794	2017	Н. Чукалевски , Г. Јакуповић, С. Крстонијевић, М. Стојић, П. Лучић, С. Цветићанин, <i>Програмска подршка апликације SDLF (Similar Day Load</i>	Верификована

			Forecast), <i>Апликација SDLF (Similar Day Load Forecast)</i> , 2017.	
M81	1409780	2017	С. Крстонијевић, Н. Чукалевски , Г. Јакуповић, М. Стојић, П. Лучић, С. Цветићанин, <i>Програмска подршка апликације STLF Model у центру управљања, Апликација STLF-Model</i> , 2017.	Верификована
M81	5072519	2018	Горан Јакуповић, Нинел Чукалевски , Игор Бундало, <i>Програмски пакет за "Imbalance netting" регулационог блока (IMB-NET)</i> , 2018.	Верификована
M85	5072538	2018	Горан Јакуповић, Иван Гојковић, Катарина Јовановић, Павле Лучић, Милош Стојић, Нинел Чукалевски , Совјетка Крстонијевић, Сузана Цветићанин, Иванка Перковић, Јелена Цар, <i>Програмски пакет за прогнозу производње ветрогенератора-паркова (WGF)</i> , 2018.	Верификована
M82	5152173	2019	Нинел Чукалевски , Горан Јакуповић, Милош Стојић, Јелена Цар, Совјетка Крстонијевић, Сузана Цветићанин, Игор Бундало, Иванка Перковић, <i>Програмски систем за централно управљање производњом (GEC)</i> , 2019.	Неверификована
M82	5152176	2020	Тамара Јелић, Нинел Чукалевски , Гордан Конечни, Сузана Цветићанин, Совјетка Крстонијевић, <i>Подсистем за прикуљање процесних података (ПзППП) из електрана</i> , 2020.	Неверификована
M82	5152105	2020	Игор Бундало, Горан Јакуповић, Жељко Аћимовић, Нинел Чукалевски , <i>Систем SCADA/EMS типа за Регионалне диспечерске центре</i> , 2020.	Неверификована
M82	5152095	2020	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски , Горан Јакуповић, Драгана Богојевић, Игор Бундало, <i>Интеграција и увођење у експлоатацију апликација система ПротИС</i> , 2020.	Неверификована