

## Техничко решење

# Апликација за одређивање лидера фреквенције

**Аутори:**

Горан Јакуповић, Нинел Чукалевски, Душан Попадић,  
Нина Стојановић

**Година:** 2021.

**Корисник:**

Центар за координацију сигурности SCC

**Начин коришћења:**

Решење би требало да се користи у свакодневном раду

## ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

<b>Назив</b>	Апликација за одређивање лидера фреквенције
<b>Аутори</b>	Горан Јакуповић, Нинел Чукалевски, Душан Попадић, Нина Стојановић (Институт Михајло Пупин)
<b>Категорија</b>	Ново техничко решење у фази реализације (M85) Доказ: Протокол о тестирању
<b>Кључне речи</b>	SCADA, EMS, лидер фреквенције

<b>За кога је решење рађено (правно лице или грана привреде):</b>
Техничко решење је рађено за потребе Центра за координацију сигурности SCC
<b>Година када је решење комплетирано:</b>
2021.
<b>Година када је почело да се примењује и од кога:</b>
Планирани почетак примене решења је средином 2022. године, од стране SCC-а
<b>Област и научна дисциплина на коју се техничко решење односи:</b>
Енергетика, рударство и енергетска ефикасност
<b>Рецензенти техничког решења:</b>

### 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:

Рад електроенергетског система у условима поремећеног погона и успостављање система након распада уређен је у Европској унији кроз регулативу број 2017/2196 [1]. Даље, европска регулатива дозвољава да се одређена правила и процедуре детаљније уреде кроз оперативне споразуме на нивоу синхроне области. Иако је изради ових докумената посвећено много пажње, примећено је да их није једноставно протумачити и применити на одређену ситуацију. Због тога се дошло на идеју да се диспечерима олакша њихова примена кроз посебан алат, чија је сврха да, као прво, на основу мерења у SCADA систему детектује поремећени погон система или његов распад, а потом и да покрене вођену комуникацију на нивоу региона Југоисточне Европе. Ова комуникација треба да прати одређене предефинисане сценарије поремећаја, односно распада и да проведе диспечере кроз све кораке предвиђене важећим правилима и процедурама, као и да им помогне да донесу одређене оперативне одлуке на основу карактеристика поремећаја.

Други мотив за израду оваквог алата проистекао је из великог поремећаја из 2004. године, када је забележено да диспечери, упркос редовном тренингу, нису успели у потпуности да се придржавају прописаних процедура. Исто се догодило у јануару 2021. године. Такође се показало да тренутни алат за размену глобалних информација о стању система (ЕАС систем) није довољан у оваквим поремећајима.

У раду је описана апликација за одређивање лидера фреквенције, која је развијена с циљем унапређења рада оператора преносних система.

Апликација је развијена у програмском језику C++ и намењена је за студијски режим рада. Основа алгоритма је процесор топологије за одређивање енергизованости. Улазни подаци у апликацију су сачувани студијски случајеви моделованог система, које је могуће мењати у едитору базе.

Апликација је инсталирана у просторијама фирме SCC, уважавајући и чињеницу да је SCC регионални центар за координацију сигурности (Regional Security Coordinator - RSC) са седиштем у Београду.

### Стање решености тог проблема у свету:

Рад електроенергетског система у условима поремећеног погона и успостављање система након распада уређен је у Европској унији кроз регулативу број 2017/2196:

1. Током обнављања система, када је синхрона област подељена на неколико синхронизованих региона, TSO сваког синхронизованог региона ће именовати лидера фреквенције, у складу са ставом 3.

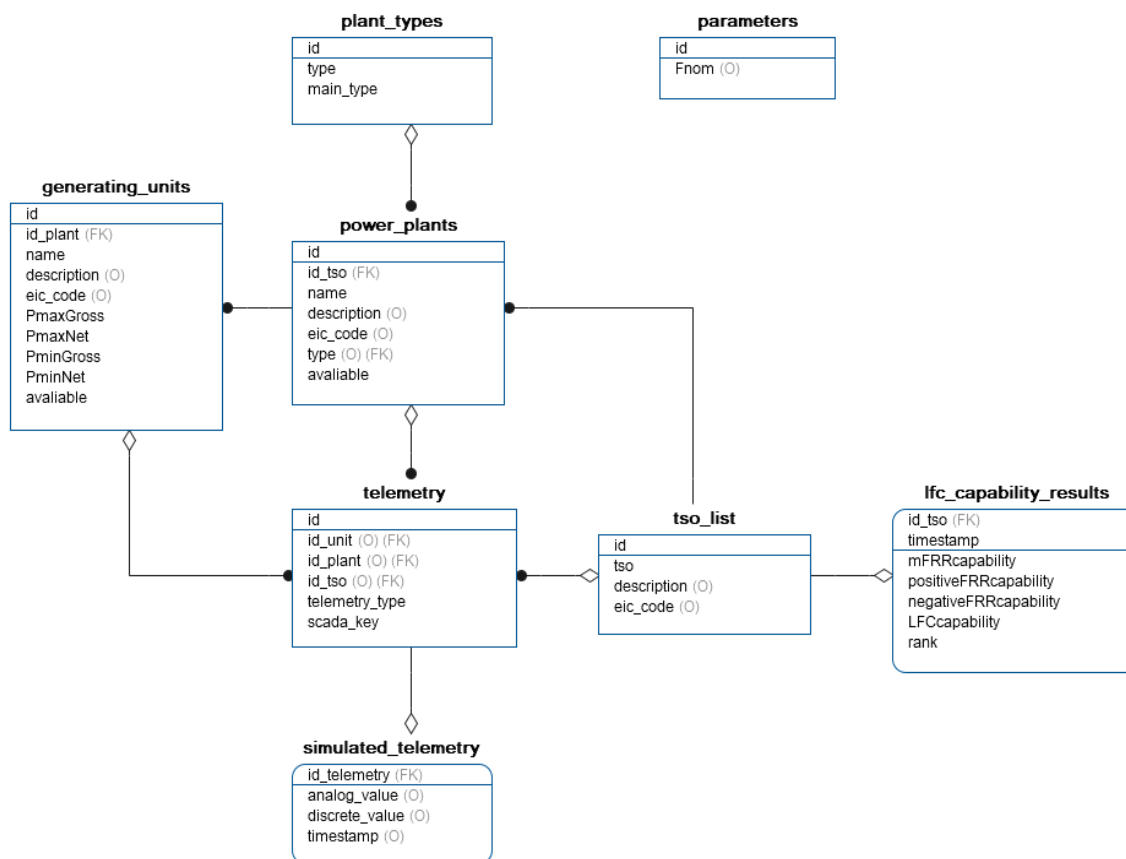
2. Током обнављања система, када синхрона област није подељена, али фреквенција система премашује дефинисане дозвољене границе фреквенције за стање као што је дефинисано у члану 18(2) Уредбе (ЕУ) 2017/1485, сви TSO (оператори преносног система) синхроне области ће именовати лидера фреквенције, у складу са ставом 3.
3. TSO са највећим процењеним К-фактором у реалном времену биће именован за лидера фреквенције, осим ако се TSO синхронизованог региона или синхроне области не сложи да именује другог TSO као лидера фреквенције. У том случају, TSO синхронизованог региона, или синхроне области, разматраће следеће критеријуме:
  - (а) износ расположивих резерви активне снаге и посебно резерви за обнављање фреквенције;
  - (б) расположиви капацитети на интерконекторима;
  - (ц) доступност мерења фреквенције TSO-а синхронизованог региона или синхроне области; и
  - (д) доступност мерења на критичним елементима унутар синхронизованог региона или синхроног подручја.
4. Без обзира на став 3, када величина дотичне синхроне области и ситуација у реалном времену то дозвољавају, TSO-ови синхроне области могу именовати унапред одређеног лидера фреквенције.
5. TSO именован за лидера фреквенције у складу са ставовима 1 и 2 ће без одлагања обавестити остале TSO у синхроној области о свом именовању.
6. Именовани лидер фреквенције ће деловати као такав док:
  - (а) други лидер фреквенције се именује за њен синхронизовани регион;
  - (б) нови лидер фреквенције се именује као резултат ресинхронизације његовог синхронизованог региона са другим синхронизованим регионом; или
  - (ц) синхрона област је потпуно ресинхронизована, системска фреквенција је унутар стандардног фреквентног опсега и LFC којим управља сваки TSO синхроне области је враћен у свој нормалан режим рада у складу са чланом 18(1) Уредбе (ЕУ) 2017/ 1485.

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

### 1. База података

Апликација за одређивање лидера фреквенције користи своју базу података. Ова база података садржи следеће информације, потребне за рад апликације:

- Основни типови електрана, у које спадају: хидро, термо, нуклеарне, ветроелектране, соларне електране и њихови подтипови
- Генераторске јединице – све моделоване генераторске јединице у систему, са информацијом о максималној и минималној снази, као и флегу који дефинише доступност истих
- Електране - све моделоване електране у систему, са информацијом која дефинише могућност управљања
- Списак свих оператора преносног система
- Телеметрија неопходна за рад апликације - мерења снаге на агрегатима
- Неопходна табела за смештање излазних резултата – “LFC capability results” у којој су информације о капацитетима свих оператора преносног система моделованих у систему за дати временски тренутак прорачуна

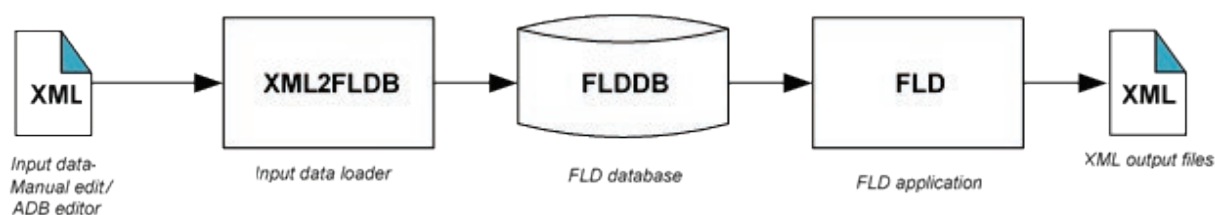


Слика 1. Хијерархија података у бази

## 2. Ток података

У основи апликације за одређивање лидера фреквенције је процесор мрежне топологије. Процесор топологије 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 на SCADA дисплејима.

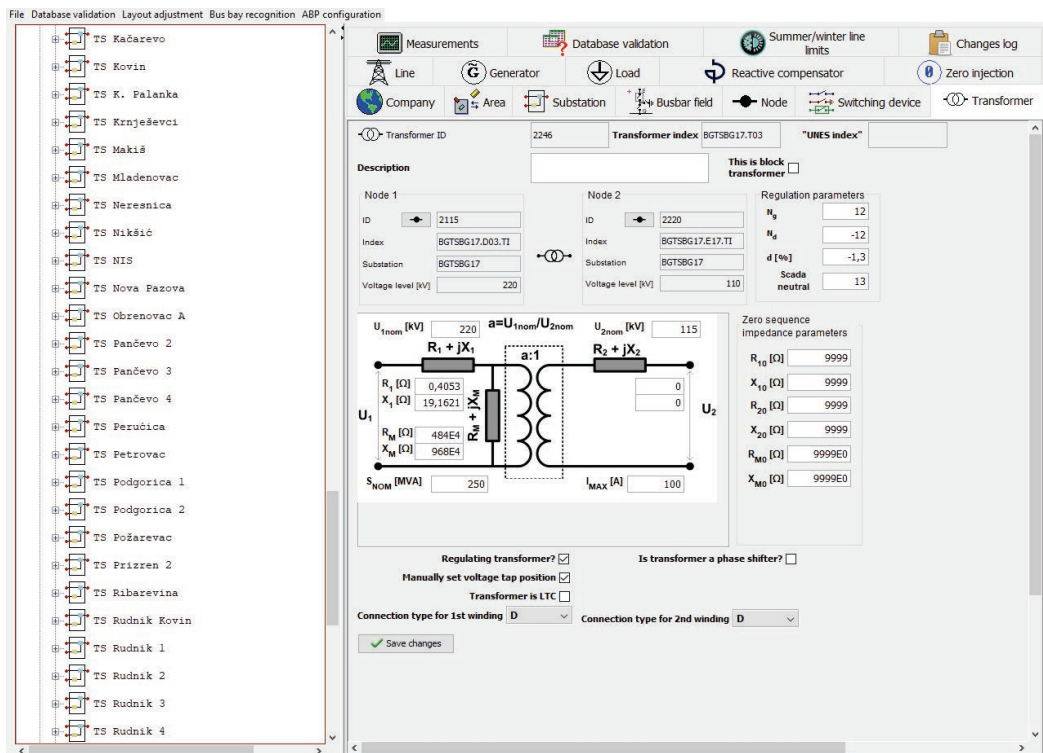
На слици 2 је графички приказ тока података. Улазни подаци су у облику XML филеова које је могуће ручно едитовати. Такође, подаци се могу учитати у апликативни едитор базе података, мењати и чувати различити студијски случајеви.



Слика 2. Графички приказ тока података

Апликативна база података представља централни репозиторијум података о елементима у систему (генератори, далеководи, трансформатори, потрошачи), као и свих неопходних података за одређивање статичке топологије мреже (повезаност елемената, структура сабирница, опис сабирничких поља, расклопних апарата). Поред набројаних, база садржи и податке о вредностима аналогних мерења и статуса расклопних апарата добијених са SCADA система. На Слици 3 је дат приказ из едитора базе података.

Са леве стране стабла могу се уочити излистани објекти у оквиру једног оператора преносног система. У хијерархији, сваки објекат има припадајуће напонске нивое, под којим се излиставају сабирнице, сабирничка поља и листа тополошких чворова и повезане опреме.



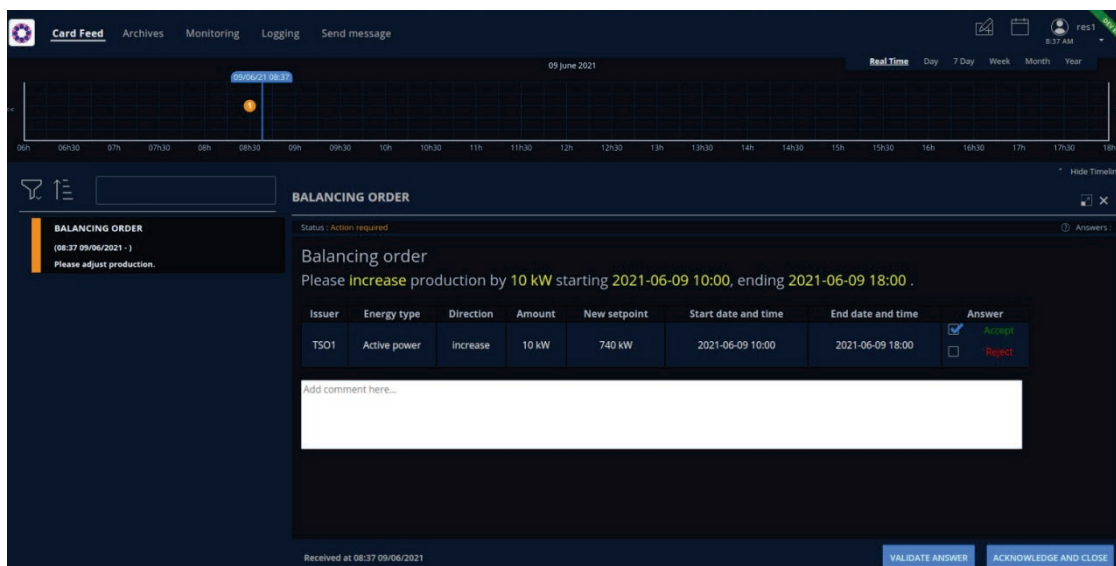
Слика 3. Едитор базе података

Након учитавања конкретног студијског прорачуна, извршава се процедура припреме података за апликацију за одређивање лидера фреквенције, а након прорачуна, као излаз, добијају се XML филе-ови који се прослеђују на координациону платформу.

### 3. Координациона платформа

На основу резултата апликације за детекцију цепања мреже и појаве распада система, креирају се извештаји на координационој платформи.

Координациона платформа служи за комуникацију између учесника у процесу и за координацију њихових акција. Заснована је на платформи Operator Fabric која је развијена од стране Linux фондације и чији је код јавно доступан. Комуникација кроз координациону платформу се заснива на систему обавештења у форми картица које се приказују корисницима. Картице могу бити информативне, активне, алармне или усаглашене. Информативне картице обавештавају оператера о неком догађају или му преносе неку поруку од стране других учесника у систему, а од оператера се не очекује одговор. Активне нотификације захтевају неку акцију од стране оператера, на пример потврду или одбацавање предложеног плана искључења далековода, захтеваног повећања производње и слично. Активне картице се користе и приликом координације више корисника када је потребно да се усагласи план акције, на пример када дође до испада дела система, потребно је искоординирати рад више учесника у електроенергетском систему да би се систем безбедно вратио у стабилно стање. Алармне картице су сличне активним картицама, само додатно назначавају да је потребна хитна реакција оператера. Картице усаглашавања означавају да је нека координација завршена и шаљу резултате координације. На Слици 4 је дат пример једне активне картице из координационе платформе.



Слика 4. Пример картице у координационој платформи – Активна картица

Координациона платформа омогућава брз и поуздан начин комуникације и координације који свим корисницима пружа могућност да у сваком тренутку прате стање неког процеса, ток координације и слично. Она такође омогућава накнадни преглед тока координације и свих размењених порука у случају да је потребно исправити неке грешке у поступку решавања проблема.

Картице корисницима могу слати други корисници користећи интерфејс који пружа платформа, али и други алати који се интегришу са платформом. Страни алати (програми који нису интегрални део платформе) шаљу обавештења преко координационе платформе постављањем датотеке у предефинисаном формату на комуникациону компоненту (нпр. file server) коју онда платформа анализира и на основу које генерише картицу.

#### 4. Алгоритам апликације за детекцију лидера фреквенције

Алгоритам одређује LFC капацитет сваког подсистема, и на основу тога даје предлог који TSO треба да буде лидер фреквенције.

LFC капацитет за сваки TSO у оквиру подсистема се израчунава на следећи начин:

**mFRR** капацитет (manual frequency restoration reserves) за сваки TSO (у MW) се прорачунава као:

- Збир свих **mFRR** опсега на свим генераторима са могућношћу брзе промене активне снаге (дакле, термоелектране на угаљ не треба узимати у обзир)

**FRR на горе** се рачуна на следећи начин (MW):

- Хидро и гас: разлика између максималне и мерене активне снаге за све доступне генераторе
- Термо: разлика између максималне и мерене активне снаге за све генераторе у раду

**FRR на доле** се рачуна на следећи начин (MW):

- Хидро: разлика између минималне и мерене активне снаге за све расположиве генераторе
- Реверзибилне хидро и гасне: мерена активна снага за све расположиве генераторе
- Термо: разлика између минималне и мерене активне снаге за све генераторе у раду
- Ветро и соларне електране: мерена активна снага за све расположиве генераторе

$\Delta f$  се израчунава као разлика између стварне и номиналне фреквенције:  $f - f_{nom}$

LFC капацитет се рачуна по следећој формули:

$$L_{CLFC} = 0.5M_{CMFRR} + 0.25 P_{CFRR} + 0.25 N_{CFRR}$$

- $L_{CLFC}$  је LFC капацитет
- $M_{CMFRR}$  је mFRR капацитет
- $P_{CFRR}$  је FRR капацитет на горе
- $N_{CFRR}$  је FRR капацитет на доле

За лидера фреквенције се предлаже TSO са највећим LFC капацитетом у оквиру подсистема.

### Предвиђен сценарио:

1. Детекција девијације фреквенције – RSC SCADA/EMS детектује девијацију фреквенције већу од 200mHz и која траје више од 1 min. Одвојена острва су јасно видљива за RSC и TSO диспечере.
2. RSC шаље упозорење свим TSO-овима да пребаце фреквентне контролере у “frozen control” режим.
3. Потврда TSO-ова о постављеним контролерима у “frozen control” режим.
4. RSC шаље предлог за лидера фреквенције свим TSO-овима.  
За свако острво постоји падајућа листа са TSO-овима из острва, рангирана на основу резултата апликације.
5. Сваки TSO прихвата предлог за лидера фреквенције. Уколико се неки од TSO-ова не слаже са предложеним, администратор (RSC) може да покрене телеконференцију.
6. Након усвојеног предлога, сви TSO-ови враћају контролере у нормалан режим рада.  
У сваком тренутку је могуће покретање телеконференције.

## Референце:

[1] [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L\\_.2017.312.01.0054.01.ENG&toc=OJ:L:2017:312:TOC#d1e1662-54-1](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2017.312.01.0054.01.ENG&toc=OJ:L:2017:312:TOC#d1e1662-54-1)

[2] Нина Стојановић, Милош Стојић, Сузана Цветићанин, Горан Јакуповић, Марко Батић, Душан Попадић, Срђан Суботић, Андреј Тасић, Душан Прешић, “АПЛИКАЦИЈА ЗА ДЕТЕКЦИЈУ ЦЕПАЊА МРЕЖЕ И РАСПАДА СИСТЕМА”, 35. саветовање CIGRE Србија, Златибор 03.10.2021-07.10.2021.

**Доказ о примени техничког решења (потписани протокол о тестирању)**

CENTAR ZA KOORDINACIJU SIGURNOSTI SCC D.O.O.  
Vojvode Stepe 412, Beograd  
PIB: 109027050  
Matični broj: 21114162



## Потврда о тестирању техничког решења “Апликација за одређивање лидера фреквенције”

Потврђујемо да је техничко решење “Апликација за одређивање лидера фреквенције”, развијено од стране Института Михајло Пупин, у склопу пројекта програма Технолошког развоја у области енергетике, рударства и енергетске ефикасности, Министарства просвете, науке и технолошког развоја, успешно тестирано у Центру за координацију сигурности (СЦЦ).

Апликација прорачунава mFRR (manual frequency restoration reserves) као суму свих генераторских јединица са могућношћу брзе промене активне снаге, FRR на горе као разлику максималне и мерене активне снаге и FRR на доле као разлику мерене и минималне активне снаге. LFC капацитет за сваки ОПС (оператор преносног система) се рачуна као сума израчунатих резерви. Коначно, за лидера фреквенције се узима ОПС са највећом вредношћу LFC капацитета.

Апликација креира XML излазни извештај у којем је дат предлог за лидера фреквенције.

Функционалност је тестирана на моделу мреже који у обсервабилној зони садржи више Оператора преносног система, и даје задовољавајуће, односно очекиване резултате. Апликација је тестирана у студијском режиму.

Потврда се издаје на захтев Института Михајло Пупин и може се користити искључиво као доказ за Министарство просвете, науке и технолошког развоја да је урађено наведено тестирање.

У Београду, 03.12.2021. године


Душко Тубић, дипл.инж.ел.

**Листа раније прихваћених техничких решења за сваког аутора појединачно**

Горан Јакуповић

M85	1200897	2011	Нинел Чукалевски, <b>Горан Јакуповић</b> , Милош Стојић, Совјетка Крстонијевић, Игор Бундало, Сузана Цветићанин, Иванка Перковић, Јелена Цар, <i>Апликативни подсистем техничког информационог система термоелектране (ТИС-ТЕ)</i> , 2011.	Верификована
M81	1226306	2012	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Иванка Перковић, <b>Горан Јакуповић</b> , Нина Радновић, Маја Минић, <i>База производно-техничких података (БТП)система ПРОТИС-ТЕ</i> , 2012.	Верификована
M81	1192431	2012	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, <b>Горан Јакуповић</b> , Иванка Перковић, Совјетка Крстонијевић, Маја Минић, <i>Програмски пакет апликације за унос и одржавање података о енергетској опреми (ЕОП)</i> , 2012.	Верификована
M81	1187956	2013	Н. Чукалевски, <b>Г. Јакуповић</b> , 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, <b>Г. Јакуповић</b> , М. Стојић, И. Бундало, Ј. Цар, <i>Систем аутоматског управљања производњом ЕЕС (АГЦ)</i> , 2013.	Верификована
M81	1201479	2013	Н. Чукалевски, <b>Г. Јакуповић</b> , М. Стојић, И. Бундало, Ј. Цар, <i>Програмски пакет за одређивање ЕЕС (НТП)</i> , 2013.	Верификована
M81	1201529	2013	Н. Чукалевски, <b>Г. Јакуповић</b> , М. Стојић, И. Бундало, Ј. Цар, <i>Програмски пакет за анализу испада ЕЕС (ЦА)</i> , 2013.	Верификована
M81	206065	2014	Милош Стојић, <b>Горан Јакуповић</b> , 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, <b>Горан Јакуповић</b> , 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, <b>Горан Јакуповић</b> , 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, <b>Горан Јакуповић</b> , 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, <b>Г. Јакуповић</b> , 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, <b>Горан Јакуповић</b> , 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, <b>Горан Јакуповић</b> , 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, <b>Г. Јакуповић</b> , С. Крстонијевић, М. Стојић, П. Лучић, С. Цветићанин, <i>Програмска подршка апликације SDLF (Similar Day Load Forecast), Апликација SDLF (Similar Day Load Forecast)</i> , 2017.	Верификована
M81	1409780	2017	С. Крстонијевић, Н. Чукалевски, <b>Г. Јакуповић</b> , М. Стојић, П. Лучић, С. Цветићанин, <i>Програмска подршка апликације STLF Модел у центру управљања, Апликација STLF-Модел</i> , 2017.	Верификована
M81	5072519	2018	<b>Горан Јакуповић</b> , Нинел Чукалевски, Игор Бундало, <i>Програмски пакет за "Imbalance netting" регулационог блока (IMB-NET)</i> , 2018.	Верификована
M85	5072538	2018	<b>Горан Јакуповић</b> , Иван Гојковић, Катарина Јовановић, Павле Лучић, Милош Стојић, Нинел Чукалевски,	Верификована

			Совјетка Крстонијевић, Сузана Цветићанин, Иванка Перковић, Јелена Цар, <i>Програмски пакет за прогнозу производње ветрогенератора-паркова (WGF), 2018.</i>	
M81	5152367	2019	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, <b>Горан Јакуповић</b> , 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, <b>Горан Јакуповић</b> , 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, <b>Горан Јакуповић</b> , Жељко Аћимовић, Нинел Чукалевски, <i>Систем SCADA/EMS типа за Регионалне диспечерске центре, 2020.</i>	Неверификована
M82	5152098	2020	Јелена Цар, <b>Горан Јакуповић</b> , 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, <b>Горан Јакуповић</b> , Драгана Богојевић, Игор Бундало, <i>Интеграција и увођење у експлоатацију апликација система ПроТИС, 2020.</i>	Неверификована
M82	5152169	2020	<b>Горан Јакуповић</b> , 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	<b>Нинел Чукалевски</b> , Горан Јакуповић, Милош Стојић, Совјетка Крстонијевић, Игор Бундало, Сузана Цветићанин, Иванка Перковић, Јелена Цар, <i>Апликативни подсистем техничког информационог система термоелектране (TIS-TE), 2011.</i>	Верификована
M81	1226306	2012	Сузана Цветићанин, <b>Нинел Чукалевски</b> , Иванка Перковић, Горан Јакуповић, Нина Радновић, Маја Минић, База производно-техничких података (ВТР)	Верификована

			система PROTIS-TE, 2012.	
M81	1192431	2012	Сузана Цветићанин, <b>Нинел Чукалевски</b> , Горан Јакуповић, Иванка Перковић, Совјетка Крстонијевић, Маја Минић, <i>Програмски пакет апликације за унос и одржавање података о енергетској опреми (EOP), 2012.</i>	Верификована
M81	1252417	2012	Нина Радновић, Сузана Цветићанин, <b>Нинел Чукалевски</b> , Милош Стојић, Иванка Перковић, <i>Програмски пакет апликације за унос и одржавање података о материјалима процеса (KMP), 2012.</i>	Верификована
M81	1252368	2012	Нина Радновић, Иванка Перковић, Игор Бундало, Јелена Цар, <b>Нинел Чукалевски</b> , Сузана Цветићанин, <i>Програмски пакет апликације за праћење погонских догађаја на енергетској опреми (POD), 2012.</i>	Верификована
M81	1187956	2013	<b>Н. Чукалевски</b> , Г. Јакуповић, С. Цветићанин, Ј. Цар, И. Перковић Радловић, М. Стојић, С. Крстонијевић, И. Бундало, <i>Програмски пакет за управљање протоцима материјала процеса у електранама (ПМП), 2013.</i>	Верификована
M81	1201333	2013	<b>Н. Чукалевски</b> , Г. Јакуповић, М. Стојић, И. Бундало, Ј. Цар, <i>Систем аутоматског управљања производњом ЕЕС (АГЦ), 2013.</i>	Верификована
M81	1201479	2013	<b>Н. Чукалевски</b> , Г. Јакуповић, М. Стојић, И. Бундало, Ј. Цар, <i>Програмски пакет за одређивање ЕЕС (НТП), 2013.</i>	Верификована
M81	1201529	2013	<b>Н. Чукалевски</b> , Г. Јакуповић, М. Стојић, И. Бундало, Ј. Цар, <i>Програмски пакет за анализу испада ЕЕС (ЦА), 2013.</i>	Верификована
M81	206065	2014	Милош Стојић, Горан Јакуповић, Игор Бундало, Совјетка Крстонијевић, Јелена Цар, <b>Нинел Чукалевски</b> , <i>Апликациони пакет за естимацију стања електроенергетске мреже (SE), 2014.</i>	Верификована
M81	206081	2014	Милош Стојић, Горан Јакуповић, <b>Нинел Чукалевски</b> , Игор Бундало, Јелена Цар, <i>Апликациони пакет за диспечерске прорачуне токова снага у мрежи (DPF), 2014.</i>	Верификована

M85	1193142	2014	Сузана Цветићанин, Горан Јакуповић, Игор Бундало, Совјетка Крстонијевић, <b>Нинел Чукалевски</b> , Милош Стојић, Јелена Цар, Иванка Перковић, <i>Апликативни подсистем за повезивање на и преузимање података из система управљања (PSU), 2014.</i>	Верификована
M86	1341275	2014	Жељко Стојковић, Миленко Кабовић, <b>Нинел Чукалевски</b> , Горан Димић, Владимир Челебић, В. Секулић, Јованка Гајица, <i>Идејно решење система за одређивање дозвољеног струјног оптерећења далековода, 2014.</i>	Верификована
M81	1201475	2015	<b>Нинел Чукалевски</b> , 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), 2015.</i>	Верификована
M85	1225248	2015	Совјетка Крстонијевић, <b>Нинел Чукалевски</b> , 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, <b>Нинел Чукалевски</b> , Горан Јакуповић, Јелена Цар, Игор Бундало, <i>Програмска подршка (EN-VO) за одређивање енергизованости мреже за потребе ЈП Електромреже , 2016.</i>	Верификована
M85	1223085	2016	Совјетка Крстонијевић, <b>Нинел Чукалевски</b> , Горан Јакуповић, Милош Стојић, Сузана Цветићанин, Павле Лучић, <i>Програмска подршка (STLF-Model ) за идентификацију параметара модела краткорочне прогнозе потрошње ЕЕС, 2016.</i>	Верификована
M81	1409794	2017	<b>Н. Чукалевски</b> , 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, <b>Н. Чукалевски</b> , Г. Јакуповић, М. Стојић, П. Лучић, С. Цветићанин, <i>Програмска подршка апликације STLF Model у центру управљања, Апликација STLF-Model, 2017.</i>	Верификована

M81	5072519	2018	Горан Јакуповић, <b>Нинел Чукалевски</b> , 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, <b>Нинел Чукалевски</b> , Совјетка Крстонијевић, Сузана Цветићанин, Иванка Перковић, Јелена Цар, <i>Програмски пакет за прогнозу производње ветрогенератора-паркова (WGF), 2018.</i>	Верификована
M82	5152173	2019	<b>Нинел Чукалевски</b> , 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	5152176	2020	Тамара Јелић, <b>Нинел Чукалевски</b> , Гордан Конечни, Сузана Цветићанин, Совјетка Крстонијевић, <i>Подсистем за прикуљање процесних података (ПзППП) из електрана, 2020.</i>	Неверификована
M82	5152105	2020	Игор Бундало, Горан Јакуповић, Жељко Аћимовић, <b>Нинел Чукалевски</b> , <i>Систем SCADA/EMS типа за Регионалне диспечерске центре, 2020.</i>	Неверификована
M82	5152095	2020	Сузана Цветићанин, <b>Нинел Чукалевски</b> , Горан Јакуповић, Драгана Богојевић, Игор Бундало, <i>Интеграција и увођење у експлоатацију апликација система ПроТИС, 2020.</i>	Неверификована