

## Техничко решење

# Апликација за трговину резервама капацитета

### **Аутори:**

Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић, Никола Стојаковић,  
Павле Лучић, Милан Јосифовић

**Година:**2021.

### **Корисник:**

Берза електричне енергије за Југоисточну Европу  
(SEEPEX).

### **Начин коришћења:**

Решење би требало да се користи у свакодневном раду

### **Рецензенти:**

## ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

<b>Назив</b>	Апликација за трговину резервама капацитета
<b>Аутори</b>	Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић, Никола Стојаковић, Павле Лучић, Милан Јосифовић (Институт Михајло Пупин)
<b>Категорија</b>	Ново техничко решење у фази реализације (M85) Доказ: Протокол о тестирању
<b>Кључне речи</b>	Трговина капацитетима, аукција, веб интерфејс, оптимизација

### **За кога је решење рађено (правно лице или грана привреде):**

Техничко решење је рађено за потребе Берзи електричне енергије за Југоисточну Европу (SEEPEX)

### **Година када је решење комплетирано:**

2021

### **Година када је почело да се примењује и од кога:**

Примена техничког решења је планирана за средину 2022.

Корисник: Берза електричне енергије за Југоисточну Европу (SEEPEX).

### **Област и научна дисциплина на коју се техничко решење односи:**

Техничко-технолошке науке; информационо-комуникационе технологије, Енергетске технологије, оптимизација

### **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:

Апликација за трговину резервама капацитета представља један од значајнијих алата за повећање сигурности рада система, смањење трошкова и унапређење прекограничне сарадње оператора преносних система.

Ова апликација служи за набавку капацитета за потребе балансирања система, и представља регионално тржишно заснован алат у процесу набавке регионалне резерве капацитета на недељном нивоу путем аукционог механизма. Сама апликација омогућава набавку резерве што приближније реалном времену, уважавајући стање у систему, временски период набавке, локацију капацитета коју пружају балансне услуге и повећање броја учесника који ће довести до повећања конкуренције и добијања реалне тржишне вредности за резерве капацитета.

Резерва капацитета за балансирање корисити се за подизање фреквенције система (позитивна услуга) или смањење фреквенције система (негативна услуга). Пружалац позитивне услуге ће или повећати производњу или смањити потрошњу електричне енергије, док ће пружалац негативне услуге учинити супротно. Оператори преносног система морају у сваком тренутку одржавати равнотежу између производње и потрошње електричне енергије унутар својих контролних области. За извршавање овог задатка, операторима преносног система су потребне различите врсте резерви капацитета:

- Резерва за задржавање фреквенције (frequency containment reserve - FCR)
- Резерва за аутоматску обнову фреквенције (automatic frequency restoration reserve - aFRR)
- Резерва за ручно обнављање фреквенције (manual frequency restoration reserve - mFRR)
- Резерва за замену (replacement reserve - RR)

Ове врсте се разликују према принципу активације и њиховом одговору на активацију. Сарадња између оператора преносних система у једном региону доприноси да укупни захтеви за регулациону резерву буду што мањи, али да се не угрози безбедност система. Ове регулационе резерве се разликују у погледу брзине којом се могу активирати. FCR и mFRR су аутоматске регулације, где FCR мора бити доступна у року од 30 секунди, док aFRR мора бити доступна у року од 5 минута. Насупрот томе, mFRR, која треба да буде доступна у року од 5-15 минута, активира се ручно (појединачна активација се шаље провајдеру услуге, телефонска достава, е-пошта), као и RR која мора бити доступна у року од 15-60 минута.

## Стање решености тог проблема у свету:

Текући трендови у Европи и свету форсирају имплементацију обновљивих извора електричне енергије, управљиве потрошње и коришћење електричних возила кроз примену тржишних механизма организације тржишта електричне енергије. То је довело до повећања значаја обезбеђивања балансне енергије како би се осигурао непрекидани сигуран рад електроенергетског система уз обезбеђивање одговарајућег квалитета електричне енергије. Да би се ангажовала балансна енергија потребно је унапред резервисати довољно капацитета за све продукте који се користе у циљу балансирања система.

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

### 1. ОПШТИ ПРИКАЗ СИСТЕМА

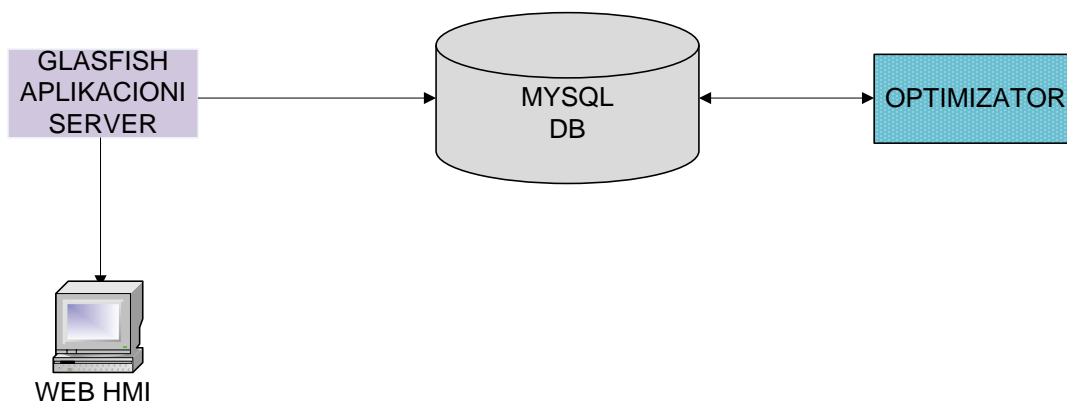
Апликација је писана за Linux (конкретна верзија је Oracle Linux 7.9). Сам систем се састоји из оптимизатора, дела који се односи на интерфејс, односно веб интерфејс и GLASFISH апликативног сервера и базе података.

Оптимизатор је развијен помоћу програмског језика C++ уз коришћење библиотеке за линеарно програмирање GLPK (Gnu Linear Programming Toolkit). Подаци о аукцијама се чувају у релационој бази на MySQL компатибилној плаформи MariaDB. За израду интерфејса коришћен је Java 1.8 JDK i Swing GUI.

Апликација за трговину резервама капацитета се састоји из две целине које користе заједничку базу података:

- “Back-end” дела, односно оптимизатора, који се састоји од распоређивача процеса (*Scheduler*) и оптимизатора аукције
- “Front-end” дела који се састоји од веб интерфејса и GLASFISH апликативног сервера.

На слици 1. приказана је упоршћена општа структура система.



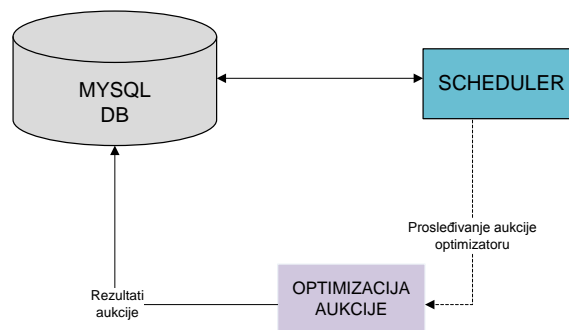
Слика 1. Упрошћена структура система

## 2. ПОСЛОВНИ ПРОЦЕС

Апликација омогућава спровођење недељних аукција по сваком дефинисаном типу резерве и укључује 42 четворосатна блока који покривају наредну недељу. На самом почетку аукције оператор дефинише параметре аукције (производ, правила, времена, учесници итд). Затим одговорно лице за спровођење аукција убацује прекозонске капацитете и максималне/минималне нето вредности по свакој регулационој зони која учествује у аукцијама. Аукција за одговарајући тип резерве почиње са отварањем врата за подношење понуда за куповину и продају. Оператори преносних система подносе линеарне налоге, док регистровани пружаоци услуга балансирања подносе блок налоге. Након истека времена затварања капије, алгоритам израчунава резултате који се достављају ОПС на верификацију. У случају позитивног одговора, резултати аукција се достављају учесницима и објављују на веб страници.

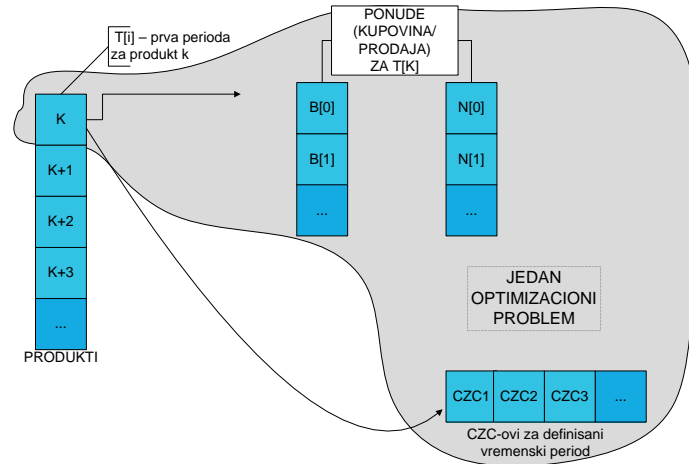
## 3. ОПТИМИЗАЦИОНИ МОДУЛ

Сврха оптимизатора је налажење оптималног решења помоћу линеарног програмирања за дефинисану објективну функцију са ограничењима. За сваки производ (производи могу бити : FCR, mFRR на горе, mFRR на доле, aFRR на горе, aFRR на доле, RR на горе и RR на доле) се засебно врши оптимизација, односно један оптимизациони проблем је представљен преко аукције за један производ.



Слика 2 Структура оптимизатора

На слици 2 приказана је структура оптимизатора. Сам процес започиње у тренутку када је аукција завршена, односно у тренутку када су сви подаци потребни за дату аукцију унешени. Распоређивач процеса (*Scheduler*) чека сигнализацију за завршетак аукције и исту прослеђује оптимизатору на даљу обраду. Оптимизатор за прихваћену аукцију креира структуру линеарног проблема у CPLEX формату и решава је помоћу GLPK библиотеке за линеарно програмирање. Решења се даље уписују у базу података, где чекају на приказ преко веб интерфејса. Добијена решења представљају оптималне вредности куповних и продајних понуда, њихових цена и вредности алоцираних капацитета и цене загушења у случају искоришћења комплетног преносног капацитета. На слици 3 је приказана комплетна процедура једног оптимизационог проблема.



Слика 3 Опис једног оптимизационог проблема

Објективну функцију оптимизационог алгоритма представља укупно благостање (*total welfare*), које је потребно максимизовати на разматраном временском интервалу. Благостање се дефинише као разлика између кумулативне количине новца коју су купци (ОПС-ови) спремни да плате и кумулативне количине новца за коју су продавци (БСП-ови) спремни да продају одређену количину производа (која за сваког учесника на тржишту лежи у интервалу између нуле и максималне понуђене количине за куповину/продају) за све временске интервале трговања (Т).

**Објективна функција:**

$$\max \sum_{a \in A} \sum_{t \in T} \left( \sum_{i=1}^{n_a} q_{a,i,t}^B \cdot (p_{a,i,t}^B + \varepsilon) - \sum_{j=1}^{m_a} q_{a,j,t}^S \cdot (p_{a,j,t}^S - \varepsilon) - \delta \cdot \sum_{l=1}^b (P_{l,t}^+ + P_{l,t}^-) \right)$$

где је А скуп свих области, Т скуп свих временских интервала (сати) за које се аукција спроводи,  $n_a$  укупан број понуда за куповину у области  $a$ ,  $m_a$  укупан број понуда за продају у области  $a$ ,  $b$  укупан број граница (све могуће комбинације), док је са друге стране:

$p_{a,i,t}^B$  – цена по којој је и-ти купац (ОПС) из области  $a$  спреман да купи понуђену количину резерве у временском интервалу  $t$  (константа)

$p_{a,j,t}^S$  – цена по којој је j-ти продавац из области  $a$  спреман да прода понуђену количину резерве у временском интервалу  $t$  (константа)

$q_{a,i,t}^B$  – прихваћена количина и-тог купца из области  $a$  у временском интервалу  $t$  (променљива)

$q_{a,j,t}^S$  – прихваћена количина j-тог продавца из области  $a$  у временском интервалу  $t$  (променљива)

$P_{l,t}^+$  – ток по граници  $l$  у директном смеру и временском интервалу  $t$  (променљива)

$P_{l,t}^-$  – ток по граници  $l$  у индиректном смеру и временском интервалу  $t$  (променљива)

**Ограничења:**

1: Како понуде (бид-ови) могу бити прихваћени у целини или само делимично, прихваћене количине понуда за куповину/продају морају задовољавати следећа линеарна ограничења:

$$0 \leq q_{a,i,t}^B \leq Q_{a,i,t}^B$$

$$0 \leq q_{a,j,t}^S \leq Q_{a,j,t}^S$$

2: Селекција бид-ова се врши тако да билатералне размене између суседних области, односно токови по границама између области, одговарају нивоу увоза/извоза резерве. Из тог разлога се уводи следеће балансно ограничење за сваку област  $a$  у временском интервалу  $t$ :

$$\sum_{j=1}^{m_a} q_{a,j,t}^S - \sum_{i=1}^{n_a} q_{a,i,t}^B = \sum_{l=1}^b k_{a,l} \cdot (P_{l,t}^+ - P_{l,t}^-)$$

Додатно, потребно је обезбедити да важи следеће балансно ограничење за затворен систем, односно за сваку појединачну област  $a$  у сваком временском интервалу  $t$ :

$$\sum_{a \in A} \left( \sum_{j=1}^{m_a} q_{a,j,t}^S - \sum_{i=1}^{n_a} q_{a,i,t}^B \right) = 0$$

3: Све прекограничне размене морају да задовоље ограничења која намеће преносна мрежа (ATC/CZC). Стога се дефинишу ограничења типа неједнакости која мора да задовољи ток по свакој дефинисаној граници и смеру, у сваком временском интервалу  $t$ :

$$0 \leq P_{l,t}^+ \leq ATC_{l,t}^+, \text{ за свако } l = 1, 2, \dots, b$$

$$0 \leq P_{l,t}^- \leq ATC_{l,t}^-, \text{ за свако } l = 1, 2, \dots, b$$

4: Са друге стране, сваки ТСО може дефинисати максималну, односно минималну нето позицију за своју контролну област  $a$ , у сваком разматраном временском интервалу  $t$ :

$$-MAX NET_{a,t}^- \leq \sum_{j=1}^{m_a} q_{a,j,t}^S - \sum_{i=1}^{n_a} q_{a,i,t}^B \leq MAX NET_{a,t}^+$$

5: Као додатак ограничењу 4, уводи се ограничење по нето позицији које се односи на сваки LFC (Load Frequency Control) блок у временском интервалу  $t$ :

$$-MAX LFC_{z,t}^- \leq \sum_{a \in z} \left( \sum_{j=1}^{m_a} q_{a,j,t}^S - \sum_{i=1}^{n_a} q_{a,i,t}^B \right) \leq MAX LFC_{z,t}^+$$

## 4. ВЕБ ИНТЕРФЕЈС

Кориснички интерфејс је доступан корисницима кроз неки од стандардних веб претраживача. Након логовања у зависности од типа корисника, биће доступне различите опције. На слици 4 је приказана табела за унос преносних капацитета, које је могуће унети као оператор преносног система.

Home - Auction - Trading - Results - Logs - Logout

Current Auction: TEST AUCTION 2021-06-06 13:02

Period	RS -> ME	ME -> RS	RS -> BH	BH -> RS
2021-06-12 Sat 00h - 04h	55	55	50	50
2021-06-12 Sat 04h - 08h	55	60	50	45
2021-06-12 Sat 08h - 12h	55	55	50	50
2021-06-12 Sat 12h - 16h	50	50	50	50
2021-06-12 Sat 16h - 20h	50	50	50	50
2021-06-12 Sat 20h - 24h	50	50	56	50
2021-06-13 Sun 00h - 04h	50	50	50	40
2021-06-13 Sun 04h - 08h	50	55	50	50
2021-06-13 Sun 08h - 12h	50	50	50	50
2021-06-13 Sun 12h - 16h	45	45	45	45
2021-06-13 Sun 16h - 20h	50	45	45	50
2021-06-13 Sun 20h - 24h	55	55	55	65
2021-06-14 Mon 00h - 04h	55	55	55	55

Submit CZC-s

Time	Log Message
2021-06-06 12:03:16 PM	TEST AUCTION 2021-06-06 13:24 scheduled for 2021-06-06 12:20:00.0
2021-06-06 12:03:16 PM	TEST AUCTION 2021-06-06 13:24 starting at 2021-06-08 00:00:00

Слика 4 Приказ табеле за унос преносних капацитета

На наредној слици је приказан изглед странице за унос продајних и куповних понуда. Корисницима је омогућен унос понуда за одабрану аукцију, оператори преносног система постављају куповне понуде док пружаоци услуга балансирања (BSP – Balancing Service Provider) постављају продајне понуде.

Home - Auction - Trading - Results - Logs - Logout

Current Auction: TEST AUCTION 2021-06-06 13:02    Area/Region: BIH-Montenegro-Serbia

Product: mFRR    Date: 2021-06-12

Process Stage: Czc Upload/Bids Upload    Time: 13:00:00

Progress: czc upload | bids upload | calculating results | sending the results | publishing the results

Date	Time	Quantity[MWh]	Price[€]
2021-06-12	00:00:00	50	2

Time	Log Message
2021-06-06 12:20:37 PM	TEST AUCTION 2021-06-06 13:24 scheduled for 2021-06-06 12:20:00.0
2021-06-06 12:20:37 PM	TEST AUCTION 2021-06-06 13:24 starting at 2021-06-08 00:00:00

Слика 5 Приказ уноса понуда за актуелну аукцију

Након завршене аукције корисницима је омогућен приказ резултата аукције, односно вредности истргованих количина, као и њихове цене, приход од загушења. На слици 6 је дат приказ резултата истргованих понуда и њихових цена. Поред самих резултата приказане су вредности почетних понуда (количине и цене).

Home - Auction - Trading - Results - Logs - Logout

Current Auction: TEST AUCTION 2021-06-06 12:52 - Area/Region: BIH-N.Macedonia-Montenegro-Serbia

Product: mFRRup

Progress: czc upload | bids upload | calculating results | sending the results | publishing the results

Refresh Bids Table

Date	Period	Participant	Sale/Purchase	Offered	Traded	Price[€]	Settled Price[€]
2021-04-09	15:00:00	EPS	sale	50	45	2.1	2.1
2021-04-09	15:00:00	EPS	sale	40	0	4	0
2021-04-09	15:00:00	EPS	sale	30	0	4.8	0
2021-04-09	16:00:00	EPS	sale	50	50	2.1	4
2021-04-09	16:00:00	EPS	sale	40	16	4	4
2021-04-09	16:00:00	EPS	sale	30	0	4.8	0
2021-04-09	17:00:00	EPS	sale	50	50	2.1	4
2021-04-09	17:00:00	EPS	sale	40	15	4	4

Time	Log Message
2021-06-06 12:21:19 PM	TEST AUCTION 2021-06-06 13:24 scheduled for 2021-06-06 12:20:00.0
2021-06-06 12:21:19 PM	TEST AUCTION 2021-06-06 13:24 starting at 2021-06-06 00:00:00

Слика 6 Резултати аукције

## 5 АЛАТ ЗА ТЕСТИРАЊЕ

У току развоја оптимизационог модула, развијен је помоћни алат за унос аукција и валидацију рада оптимизатора. У оквиру овог алата могуће је генерисање и приказ резултата аукције. У оквиру самог алата се могу дефинисати параметри аукције, контролни блокови који учествују у аукцији, области које учествују, ОПС, пружаоци услуга балансирања, лимити и саме поднуде. На слици 7 приказан је интерфејс описаног алата.

CRM AUCTION GENERATOR

Menu Auction

Auction	Control Blocks	Areas	Area Connectivity	TSOS	BSPS	Area exchange limits	CZC	Bids	
Area name	BSP name	Product type	Sale/Purchase	Period	Period date	Period time	Quantity	Price	Status
	EPS	mFRR	sale	60	2021-07-07	16:00:00	200	2.5	NEW
	EPS	mFRR	sale	60	2021-07-07	16:00:00	100	3.2	NEW
	EPS	mFRR	sale	60	2021-07-07	16:00:00	100	4.5	NEW
	EPCG	mFRR	sale	60	2021-07-07	16:00:00	100	3.5	NEW
	EPCG	mFRR	sale	60	2021-07-07	16:00:00	80	4.8	NEW
	EPCG	mFRR	sale	60	2021-07-07	16:00:00	50	5.5	NEW
	EPBIH	mFRR	sale	60	2021-07-07	16:00:00	180	4.4	NEW
	EPBIH	mFRR	sale	60	2021-07-07	16:00:00	50	5	NEW
	EPBIH	mFRR	sale	60	2021-07-07	16:00:00	30	6	NEW
Serbia		mFRR	purchase	60	2021-07-07	16:00:00	150	9	NEW
Serbia		mFRR	purchase	60	2021-07-07	16:00:00	100	4.2	NEW
Serbia		mFRR	purchase	60	2021-07-07	16:00:00	150	2.2	NEW
Montenegro		mFRR	purchase	60	2021-07-07	16:00:00	120	8.5	NEW
Montenegro		mFRR	purchase	60	2021-07-07	16:00:00	50	4.1	NEW
Montenegro		mFRR	purchase	60	2021-07-07	16:00:00	50	2.2	NEW
BIH		mFRR	purchase	60	2021-07-07	16:00:00	200	9.5	NEW
BIH		mFRR	purchase	60	2021-07-07	16:00:00	150	6.2	NEW
BIH		mFRR	purchase	60	2021-07-07	16:00:00	40	3.8	NEW

Слика 7 Интерфејс алата за унос аукција и валидацију резултата

Након завршене аукције могућа је валидација података унутар самог алата за сваку завршену аукцију.

## Референце:

- [1] Милан Јосифовић, Горан Јакуповић, Никола Стојаковић, Павле Лучић, Дејан Стојичевски, Александар Петковић, Душан Влаисављевић, Матија Костић “**Оптимизациони модул апликације за трговину резервама капацитета**”, 35. саветовање CIGRE Србија, Златибор 03.10.2021-07.10.2021
- [2] Goran JAKUPOVIĆ, Nikola STOJAKOVIĆ, Zoran VUJASINOVIĆ, Nebojša JOVIĆ, Dušan VLAISAVLJEVIĆ, Jasmina TRHULJ, “**\_SOFTWARE ENVIRONMENT (SIMULATOR) FOR TECHNICAL SUPPORT OF CROSS-BORDER ELECTRIC ENERGY BALANCING IN WB6 REGION\_**”, 3rd SEERC Conference Vienna 2021 (online), 30th November 2021.
- [3] Goran Jakupović, Ninel Čukalevski, Nikola Obradović, Duško Aničić, “**Implementation of Reserve Trading in SMM ENTSO-E Control Block**”, SEERC Power Conference, Portoroz, Slovenia, 7th-8th June 2016
- [4] Goran Jakupović, Ninel Čukalevski, “**Imbalance netting optimization algorithm based on linear programming for SMM LFC control block**”, Second SEERC Conference 2018: ENERGY TRANSITION AND INNOVATIONS IN ELECTRICITY SECTOR, 12-13 June 2018, Kiev, Ukraine

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

Београд, 6.12.2021.

Број 126

Протокол о тестирању од стране корисника:

Протокол тестирања техничког решења “Апликација за трговину резервама капацитета”

Потврђујемо да је техничко решење “Апликација за трговину резервама капацитета”, 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 Берзи електричне енергије за Југоисточну Европу (SEEPEx).

Апликација служи за набавку резерве капацитета на недељном нивоу путем аукционог механизма. Трговина је омогућена за следеће врсте резерви капацитета: резерву за задржавање фреквенције (FCR - frequency containment reserve), резерву за аутоматску обнову фреквенције (aFRR - automatic frequency restoration reserve), резерва за ручно обнављање фреквенције (mFRR - manual frequency restoration reserve) и резерву за замену (RR - replacement reserve). Апликација омогућава организацију и набавку наведених врста резерви капацитета у зависности од потреба оператора преносног система.

Кориснички интерфејс је омогућен преко WEB-а, односно кориснику је омогућено да кроз WEB интерфејс уноси податке о понуди/потражњи, ограничењима, итд. и приказ резултата оптимизације.

Функционалност је тестирана на неколико оптимизационих примера који садрже више учесника на тржишту. Резултати су задовољавајући, односно добијени резултати одговарају очекиваним резултатима.

Извршни директор  
  
Милош Младеновић, дипл. инж



## Листа раније прихваћених техничких решења за сваког аутора појединачно

### 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) система PROTIS-TE, 2012.	Верификована
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 Радуловић, 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)</i> , 2013.	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)</i> , 2014.	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)</i> , 2014.	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)</i> , 2014.	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</i> , 2014.	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)</i> , 2015.	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)</i> , 2015.	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</i> , 2016.	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</i> , 2016.	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

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>Апplikативни 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 (ГЕС), 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

### Никола Стојаковић

1. Александар Цветковић, **Никола Стојаковић**, Александар Цар, Никола Јевтовић, Иван Николић, Владимир Неранцић, Михајло Стојановић: PowerWeb, Web апликација за надзор SCADA система, Реализација 2012, Примена 2012, Корисник: ЕДБ, Воде Војводине, Енергопројект - Ентел, Категорија: М85
2. Александар Михајлов, Младен Николић, Ивана Кршенковић, **Никола Стојаковић**, Иван Гојковић, Саша Максимовић, Михајло Стојановић, Елена Вељковић-Грбић, Јадранка Драгутиновић, Љубиша Јовановић: Примена ХА алата у архивском подсистему SCADA /EMS система, Реализација 2014, Примена 2015, Корисник: Национални диспечерски центар ЕПС, Категорија: М85
3. Александар Михајлов, **Никола Стојаковић**, Радомир Стаматовић, Александар Цар, Тања Стојановић, Драгана Глишић, Никола Јевтовић, Гордан Конечни, Жељка Зельковић, Иван Ђирић: Примена Web сервера високе доступности, Реализација 2014, Примена 2014, Корисник: ЕДБ, Категорија: М82

4. Тања Стојановић , **Никола Стојаковић**, Радомир Стаматовић, Александар Цар, Гордан Конечни, Жељка Зељковић, Ивана Кршенковић: Виртуелизација платформе SCADA система у фотонапонској електрани као основа „cloud computinga“, Реализација 2015, Примена 2015, Корисник: Соларна електрана Института, Категорија: M82
5. Александар Цветковић, **Никола Стојаковић**, Радомир Стаматовић, Александар Цар, Тања Стојановић, Гордан Конечни, Владимир Чотра, Жељка Зељковић: Развој SCADA HMI апликације на ембедед уређају, Реализација 2015, Примена 2015, Корисник: ЕДБ, Категорија: M82