

## Техничко решење

# ИНТЕГРАЦИЈА СИСТЕМА УПРАВЉАЊА ПРОИЗВОДЊОМ СА СИСТЕМОМ ПЛАНИРАЊА У СКЛОПУ ЦДС ЈП ЕПС

### Аутори:

Горан Јакуповић, Тамара Јелић, Иванка Перковић

Година: 2020.

### Корисник:

ЈП ЕПС

### Начин коришћења:

Техничко решење ће бити коришћено у диспечерском центру ЕПС у свакодневном раду, као спона између система за управљање производњом у реалном времену и система планирања.

### Рецензенти:

## ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

<b>Назив</b>	Интеграција систем управљања производњом са системом планирања у склопу ЦДС ЈП ЕПС
<b>Аутори</b>	Горан Јакуповић, Тамара Јелић, Иванка Перковић (Институт Михајло Пупин),
<b>Категорија</b>	Ново техничко решење (метода) примењено на националном нивоу (М82) К=6
<b>Кључне речи</b>	Управљање производњом, систем планирања

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

Техничко решење је рађено за потребе ЈП ЕПС

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

2020

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

Почетак примене је планиран за крај 2020 годину.

Корисник: ЈП ЕПС

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

Техничко-технолошке науке; информационо-комуникационе технологије, Енергетске технологије, Енергетска ефикасност.

### **Рецензенти техничког решења:**

## ТЕХНИЧКИ ЕЛАБОРАТ

### Проблем који се техничким решењем решава:

Данас су инжењери у термоелектранама, као и у целом систему производње електричне енергије, суочени са све већом комплексношћу управљачких процеса и брзо растућом количином података која мора бити расположива и адекватно анализирана. Из наведеног проистичу захтеви да се систематично и континуирано прате техничке перформансе рада, како термо-блокова и њихових постројења, тако и целих ТЕ у склопу ЕЕС.

Значајан проблем и ограничење у повећању оперативне ефикасности и енергетске ефикасности у експлоатацији термоелектрана, у нашим условима посебно, представља недостатак (или чешће одсуство) веродостојне информационе основе. До скора, разлог је био одсуство одговарајућих савремених надзорно управљачких система блока/агрегата DCS/SCADA типа. Али у последњих 10-15 година на том плану је направљен значајан напредак. Наравно, наведено мада потребно, није и довољно.

Тренутно се у окружењу управљање активном снагом, осим у домену секундарне регулације фреквенције и снаге размене (АГЦ) коју врши оператор преносног система над одабраним скупом електрана, врши „полуаутоматски“ у смислу да се захтеване вредности базних снага (добијене из централног система планирања (ЦПС)) телефонски дојављују руковоцима електрана који на бази тих вредности конфигуришу локалне електранске системе аутоматског управљања DCS/SCADA типа.

Циљ овог решења је да обезбеди непрекинут информационо-управљачки пут од система за трговање, преко централно система планирања (ЦПС) до СЦАДА система у диспечерском центру ЕПС-а и коначно до локалних управљачких система производних објеката ЕПС-а, односно да обезбеди аутоматско навођење производних објеката ЕПС (осим оних код којих није могуће обезбедити техничке услове за даљинско управљање) на оптималне вредности базних снага и аутоматску (и оптимално распоређену) активацију терцијарне резерве, у затвореној петљи аутоматског управљања.

Ово техничко решење решава проблем повезивања, у реалном времену, система за оперативно планирање производње са системом за управљање производњом у реалном времену.

## Стање решености тог проблема у свету:

Алати за планирање производње анализирају рад мреже електроенергетског система и економску оптималну производњу сваке електране како би се оптимизовала укупна испорука енергије у оквиру задатих ограничења, као што су емисије угљен-диоксида или ограничења стабилности преносне мреже.

Планирање производње електроенергетског система је важно питање како са економског аспекта тако и са становишта заштите животне средине. Планирање укључује одлуке у вези са временима покретања и искључивања јединица и додељивањем захтева за оптерећењем додељеним производним јединицама ради минимизирања трошкова рада система и емисије атмосферских загађивача [2].

Постоје два задатка која се разматрају у планирању производње електроенергетског система: један је алокација јединица (*unit commitment*), која одређује распоред покретања и искључења јединице како би се смањила потрошња горива система; друга је економична расподела (*economic dispatch*), која додељује потражњу за оптерећењем система додељеним производним јединицама ради минимизирања трошкова производње електричне енергије.

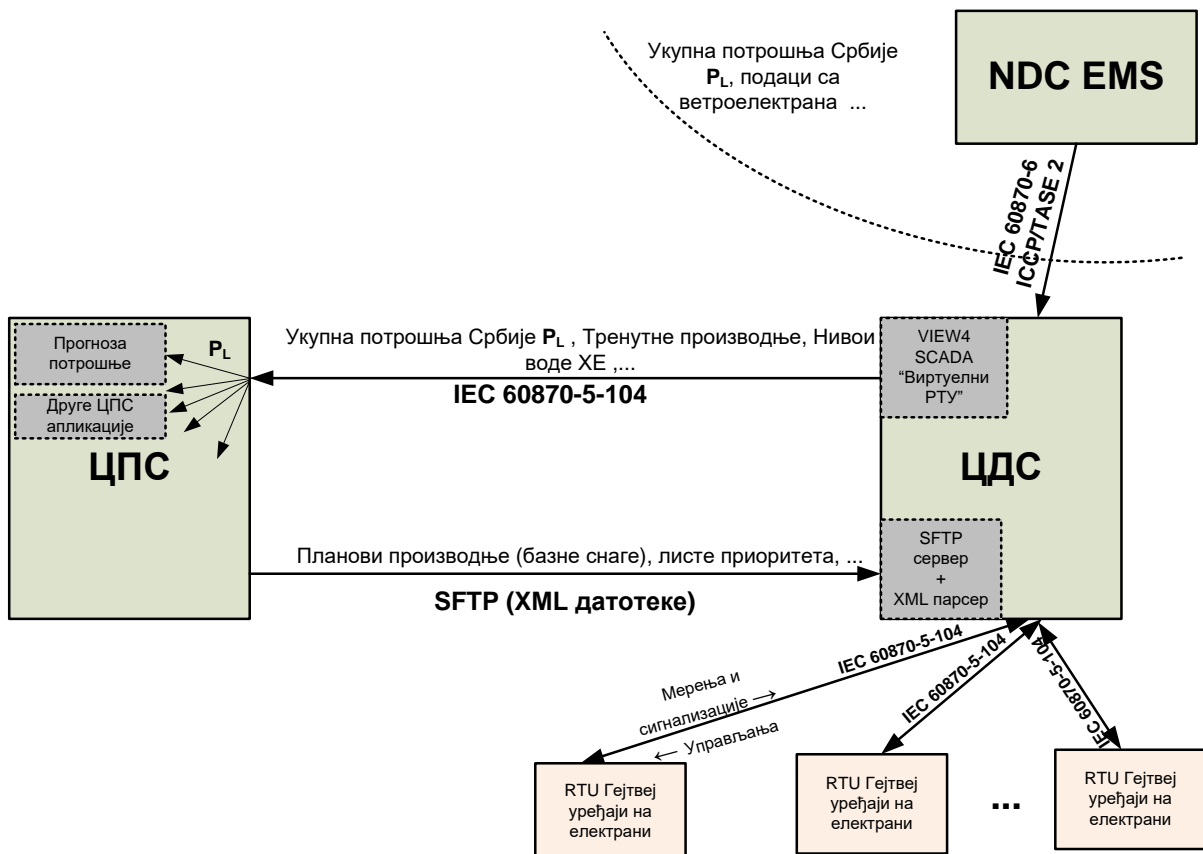
Проблематика управљања производњом у реалном времену и планирања производњом су области које имају вишедеценијску примену. Оно што је ново јесте успостављање директне **двосмерне** повезаности, у **реалном времену**, од апликација за трговање преко система планирања до система управљања производњом и назад. Тренутни тренд у свету је да се, захваљујући напретку информационо-комуникационих технологија, ове везе успоставе и да се раније информационо слабо повезане компоненте директно спрегну у један комплексан међусобно повезан систем.

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

### 1. Опис архитектуре техничког решења

Међусобно повезивање система за планирање производње (ЦПС) и система за управљање производњом (ЦДС) је илустровано на блок дијаграмом приказаним на слици 1.1.

- У смеру од ЦДС ка ЦПС, коришћењем **IEC 60870-5-104** протокола, тако што ЦДС обезбеђује „виртуелни РТУ“ на коме су мапиране процесне величине из објеката ЕЕС које ЦДС обезбеђује ЦПС-у.
- У смеру од ЦПС ка ЦДС, коришћењем ЕСС XML датотека које ће генерисати ЦПС, а за потребе ЦДС се аутоматски учитавају планови производње и други планови.



Слика 1.1 Интерфејс ЦПС-ЦДС

ЦДС од ЦПС система преузима следеће планске информације:

- План производње термоелектрана
- План производње хидроелектрана
- План конзума (прогнозу потрошње)

- План (прогнозу) производње ветроелектрана
- Листе приоритета
- План размене
- План осталих балансно одговорних страна

Од стране система за управљање производњом се систему планирања, за сваки генератор/електрану прослеђују следеће величине:

- Активна снага (производња) на прагу
- Ниво воде горњег резервоара (за хидроелектране)
- Укупна потрошња Србије

## 2. Опис формата ЕСС XML датотека за увоз планова које генерише систем за планирање производње

XML датотеке са плановима које генерише ЦПС су базиране на *ENTSO-E scheduling system* (ESS) формату. Планови производње се достављају од стране система за планирање коришћењем SFTP протокола.

ЦПС систем генерише 3 врсте датотека:

- Датотеке са плановима производње
- Датотеке са подацима о трговању
- Датотеке са подацима о испадима производње

### 2.1. Опис датотеке са плановима производње

Ова датотека садржи следеће податке за сваку производну јединицу:

- План производње (по производној јединици у сатној резолуцији)
- Минималне и максималне капацитете (по производној јединици у сатној резолуцији)
- План помоћних услуга (по јединици и помоћној услузи у сатној резолуцији)
- Листу редоследа (по јединици и помоћној услузи)
- Нивое воде за сваку ХЕ у сатној временској резолуцији

Ова XML датотека има следећу структуру (тагове):

- *DocumentIdentification*
- *DocumentVersion*
- *SenderIdentification*
- *ReceiverIdentification*
- *CreationDateTime*
- *TimePeriodCovered*
- *PlannedResourceTimeSeries*

- *TimeSeriesIdentification*
- *BusinessType*
- *Product*
- *ResourceObject*
- *MeasurementUnit*
- *Period*
  - *TimeInterval*
  - *Resolution*
  - *Interval*
    - *Pos*
    - *Qty*
    - *OrderNumber*

Опис наведених ознака (тагова) је следећи:

- ***DocumentIdentification*** – Јединствени идентификатор документа за достављену временску серију (нпр. YYYYMMDD\_CPS). Идентификатор не сме бити дужи од 35 алфа-нумеричких знакова - карактера.
- ***DocumentVersion*** – Верзија документа који се шаље. Документ може бити послат више пута, али свака трансмисија се идентификује другим бројем верзије који почиње од 1 и секвенцијално се увећава. Број верзије документа не сме бити дужи од 3 нумеричка знака.
- ***SenderIdentification*** – Идентификатор пошиљаоца чији је документ и који је одговоран за његову садржину. Идентификација пошиљаоца не сме бити већа од 16 алфа-нумеричких знакова.
- ***ReceiverIdentification*** – Идентификатор примаоца документа. Идентификација примаоца не сме бити дужа од 16 алфа-нумеричких знакова.
- ***CreationDateTime*** – Датум и време креирања документа. Изражава се у UTC и формату YYYY-MM-DDTНН:MM:SSZ.
- ***TimePeriodCovered*** – Почетни и крајњи датум периода који покрива документ. Изражава се у формату YYYY-MM-DDTНН:MMZ/YYYY-MM-DDTНН:MMZ.
- ***TimeSeriesIdentification*** – Идентификатор временске серије пошиљаоца. Она је јединствена за цео документ и мора гарантовати да сви атрибути класе временске серије буду не удвојени - јединствени. Максимална дужина овог поља је 35 алфа-нумеричких знакова (нпр. TSxxxxx, где xxxxx почиње од 1 и увећава се секвенцијално).
- ***BusinessType*** – Идентификатор природе временске серије. Дозвољени кодови су:
  - A01 = Производња (користи се за генераторе)
  - A04 = Потрошња (користи се за пумпе)
  - A10 = Терцијерна регулација
  - A11 = Примарна регулација
  - A12 = Секундарна регулација
  - A60 = Технички минимум (*Minimum possible*)

- A61 = Технички максимум (*Maximum available*)

Максимална дужина овог поља је 3 алфа-нумеричка знака.

- **Product** – Идентификатор производа као што су активна снага или помоћна услуга (*Ancillary service*). Дозвољене шифре су:
  - 8716867000016 = Активна снага (*Active power*)
  - 0000000000001 = Помоћна услуга (*Ancillary service*)

Максимална дужина овог поља је 13 алфа-нумеричких знакова.

- **ResourceObject** – Идентификатор ресурса, односно EIC (*Energy Identification Code*) код. Максимална дужина овог поља је 18 алфа нумеричких знакова.
- **MeasurementUnit** – Јединица мере временске серије. Дозвољене шифре су:
  - MAW = Мегават
  - MWH = Мегават час

Максимална дужина овог поља је 3 алфа нумеричка знака.

- **TimeInterval** – Почетни и крајњи датум периода који покрива документ. Изражава се у формату YYYY-MM-DDTnHnMmZ/YYYY-MM-DDTnHnMmZ.
- **Resolution** – Резолуција је број под интервала на које је подељен посматрани временски интервал документа. Резолуција се изражава у складу са стандардом ISO 8601 у следећем формату:

PnYnMnDTnHnMnS

nY представља број година, nM број месеци и nD број дана. Знак „T” раздваја израз датума од израза времена. nH представља број сати, nM минута и nS број секунди. Нпр. PT15M представља интервал са петнаесто минутном резолуцијом.

- **Pos** – Релативна позиција под интервала унутар посматраног временског интервала документа. Релативна позиција се изражава у целобројним вредностима почевши од јединице. Главне нуле (*leading zeroes*) се изостављају. Максимална дужина овог поља је 6 нумеричких знакова.
- **Qty** – Вредност временске серије за задати интервал. Знак раздвајања децималног записа је неизоставни део формата. По стандарду ISO 6093 знак раздвајања децималног записа је тачка „.”. Максимална дужина овог поља је 17 алфа нумеричких знакова, при чему су урачунати знак броја (позитиван „+“ или негативан „-“) и децимални сепаратор уколико се користе.
- **OrderNumber** – Редни број (редослед активације) ресурса. Почиње од 1 и увећава се секвенцијално. Редни број не сме бити дужи од 3 нумеричка знака.

## 2.2. Опис датотеке са подацима о трговању

Систем за планирање производње (ЦПС) генерише XML датотеке са следећим садржајем:

- Планови осталих балансно одговорних страна (БОС)
- Конзум ЕПС (ЕПС потрошња)
- Конзум (тотални конзум, ЕПС потрошња плус остали БОС-ови)
- Размене (подаци о укупној купљеној односно продатој енергији на слободном тржишту)

### 2.3. Опис датотеке са подацима о испадима производње

У овом документу описани су следећи елементи типова испада (*Outage Status Type*):

- R – ремонт
- X – резерва
- K – отказ
- N – одржавање
- G – недостатак горива
- T – недостатак течног горива
- P – оперативни проблеми
- Z – друго

XML документ садржи следећа поља са припадајућим кодовима за испаде производње:

- **DocumentType** – A80 за *Generation unavailability* или A77 за *Production unavailability*
- **ProcessType** – A26 за информације о испаду
- **SenderRole** – A20 страна повезана на мрежу
- **ReceiverRole** – A04 за систем оператера
- **DocumentStatus** – A09 за отказан, A13 за повучен, Z01 за интерни или без разлога
- **DocumentReasonCode** – B18 за отказ, B19 за планирано одржавање, B20 за искључење, A95 за додатне информације уколико постоји текстуални опис<sup>1</sup>
- **BusinessType** – A53 за планирано одржавање, A54 за непланирани испад
- **BiddingZone** – EIC код локалне области трговања
- **MeasureUnit** – MAW за MW
- **RegisteredResource** – EIC код производног ресурса
- **TimeSeriesReasonCode** – A95 за додатне информације уколико постоји текстуални опис
- **Resolution** – PT1M, PT15M, PT30M, PT60M или наменски код – 1, 15, 30 i 60 минута или наменски код (нпр. PT5H45M)

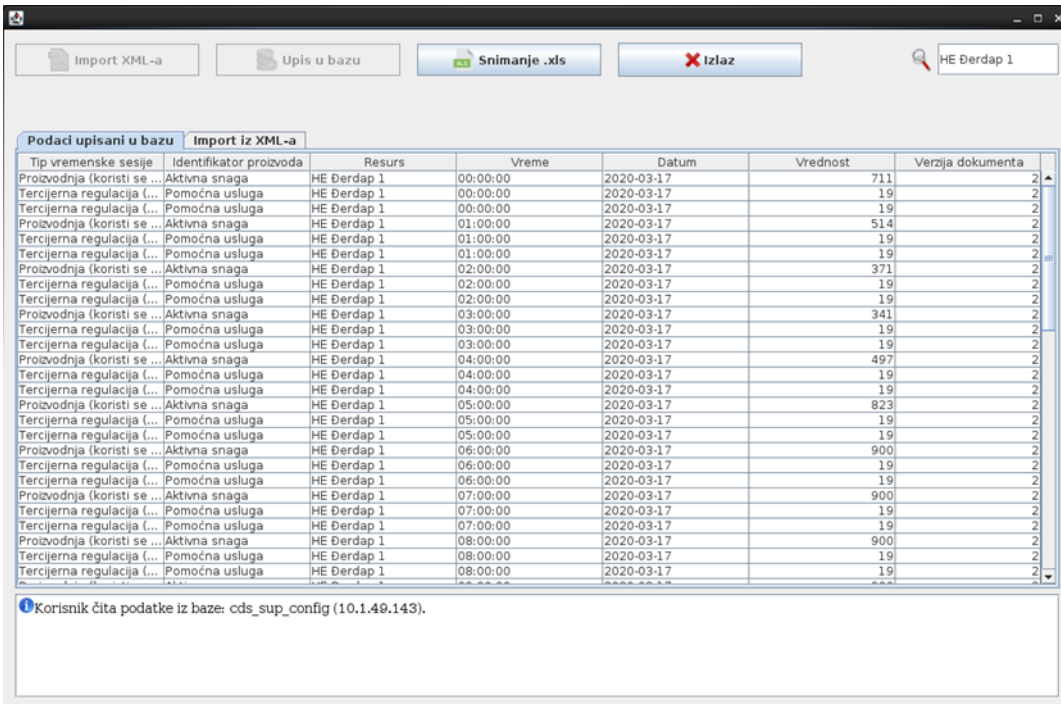
---

<sup>1</sup> Следећа логика се користи за кодове у XML датотеци испада производње: *BusinessType* не сме бити A54 ако је *ReasonCode* B19, *BusinessType* не сме бити A53 ако је *ReasonCode* B18. Уколико недоступност није тачна или више није валидна користи се следећа логика: *DocumentStatus* не сме бити A09 ако је *ReasonCode* B18, *DocumentStatus* не сме бити A13 ако је *ReasonCode* B19.

### 3. Апликација за ручни увоз планова

#### 3.1. Ручни увоз планова производње

Апликација за ручни увоз планова је развијена као *Java Swing* десктоп апликација. Кориснички интерфејс апликације са приказом планова за текући дан дат је на слици 3.1.1.



Podaci upisani u bazu		Import iz XML-a				
Tip vremenske sesije	Identifikator proizvoda	Resurs	Vreme	Datum	Vrednost	Verzija dokumenta
Proizvodnja (koristi se ...)	Aktivna snaga	HE Đerdap 1	00:00:00	2020-03-17	711	2
Tercijerna regulacija (...)	Pomoćna usluga	HE Đerdap 1	00:00:00	2020-03-17	19	2
Tercijerna regulacija (...)	Pomoćna usluga	HE Đerdap 1	00:00:00	2020-03-17	19	2
Proizvodnja (koristi se ...)	Aktivna snaga	HE Đerdap 1	01:00:00	2020-03-17	514	2
Tercijerna regulacija (...)	Pomoćna usluga	HE Đerdap 1	01:00:00	2020-03-17	19	2
Tercijerna regulacija (...)	Pomoćna usluga	HE Đerdap 1	01:00:00	2020-03-17	19	2
Proizvodnja (koristi se ...)	Aktivna snaga	HE Đerdap 1	02:00:00	2020-03-17	371	2
Tercijerna regulacija (...)	Pomoćna usluga	HE Đerdap 1	02:00:00	2020-03-17	19	2
Tercijerna regulacija (...)	Pomoćna usluga	HE Đerdap 1	02:00:00	2020-03-17	19	2
Proizvodnja (koristi se ...)	Aktivna snaga	HE Đerdap 1	03:00:00	2020-03-17	341	2
Tercijerna regulacija (...)	Pomoćna usluga	HE Đerdap 1	03:00:00	2020-03-17	19	2
Tercijerna regulacija (...)	Pomoćna usluga	HE Đerdap 1	03:00:00	2020-03-17	19	2
Proizvodnja (koristi se ...)	Aktivna snaga	HE Đerdap 1	04:00:00	2020-03-17	497	2
Tercijerna regulacija (...)	Pomoćna usluga	HE Đerdap 1	04:00:00	2020-03-17	19	2
Tercijerna regulacija (...)	Pomoćna usluga	HE Đerdap 1	04:00:00	2020-03-17	19	2
Proizvodnja (koristi se ...)	Aktivna snaga	HE Đerdap 1	05:00:00	2020-03-17	823	2
Tercijerna regulacija (...)	Pomoćna usluga	HE Đerdap 1	05:00:00	2020-03-17	19	2
Tercijerna regulacija (...)	Pomoćna usluga	HE Đerdap 1	05:00:00	2020-03-17	19	2
Proizvodnja (koristi se ...)	Aktivna snaga	HE Đerdap 1	06:00:00	2020-03-17	900	2
Tercijerna regulacija (...)	Pomoćna usluga	HE Đerdap 1	06:00:00	2020-03-17	19	2
Tercijerna regulacija (...)	Pomoćna usluga	HE Đerdap 1	06:00:00	2020-03-17	19	2
Proizvodnja (koristi se ...)	Aktivna snaga	HE Đerdap 1	07:00:00	2020-03-17	900	2
Tercijerna regulacija (...)	Pomoćna usluga	HE Đerdap 1	07:00:00	2020-03-17	19	2
Tercijerna regulacija (...)	Pomoćna usluga	HE Đerdap 1	07:00:00	2020-03-17	19	2
Proizvodnja (koristi se ...)	Aktivna snaga	HE Đerdap 1	08:00:00	2020-03-17	900	2
Tercijerna regulacija (...)	Pomoćna usluga	HE Đerdap 1	08:00:00	2020-03-17	19	2
Tercijerna regulacija (...)	Pomoćna usluga	HE Đerdap 1	08:00:00	2020-03-17	19	2

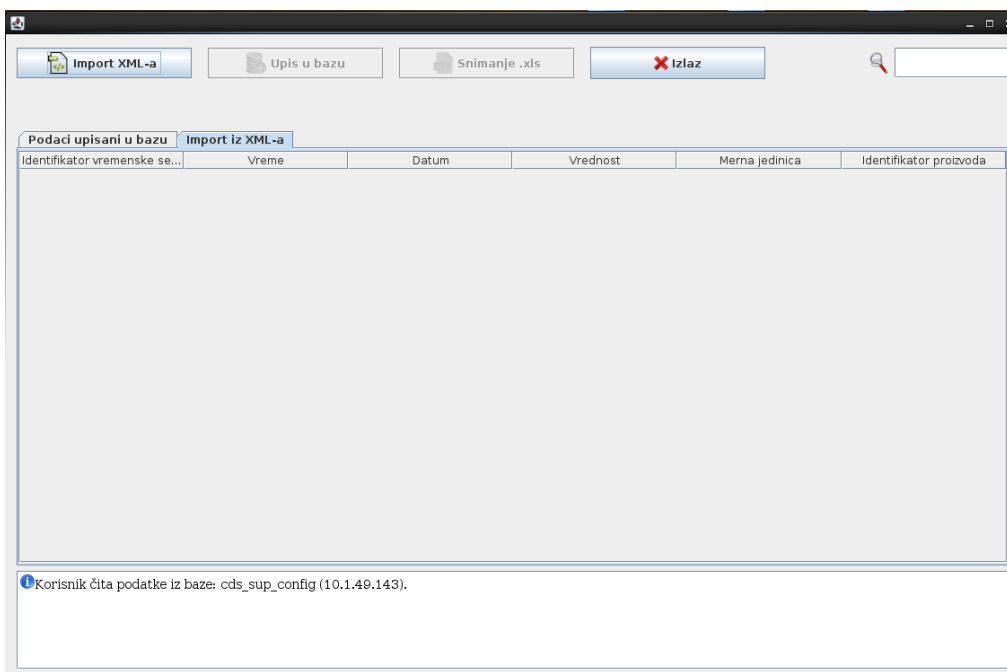
Korisnik čita podatke iz baze: cds\_sup\_config (10.1.40.143).

Слика 3.1.1 Изглед апликације за импортовање планова производње – таб који омогућава преглед планова за данашњи дан

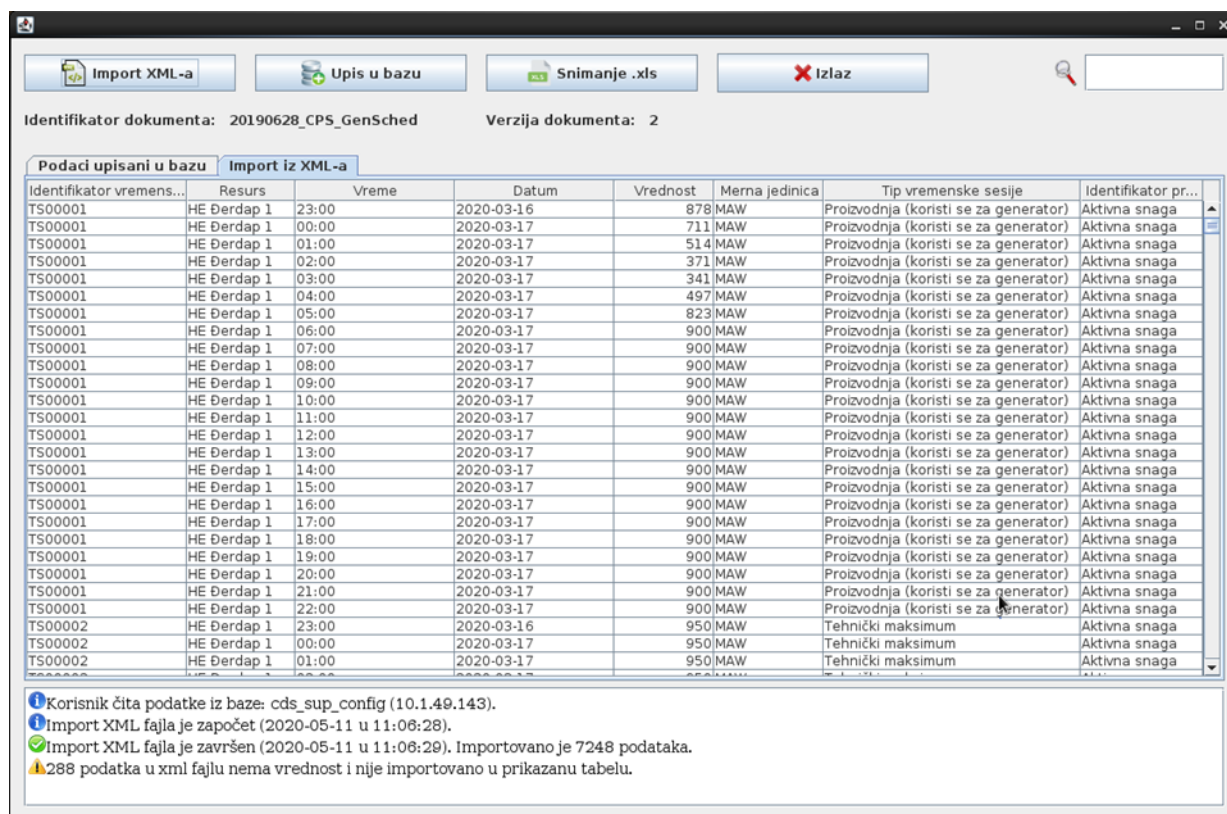
У табу **Подаци уписани у базу** приказују се подаци уписани за данашњи дан, док се у панелу са информацијама исписује име базе из које се подаци читају.

Кликом на дугме **Снимање .xls** омогућено је снимање података из приказане табеле у *.xls* формат.

Опције **Импорт XML-а** и **Упис у базу** су онемогућене. Када се кликне на таб **Импорт из XML-а** корисник има могућност да кликом на дугме **Импорт XML-а** импортује планове (слика 3.1.2).



Слика 3.1.2 Отворен је таб Импорт из XML-а и омогућено је кликнути на дугме Import XML-а



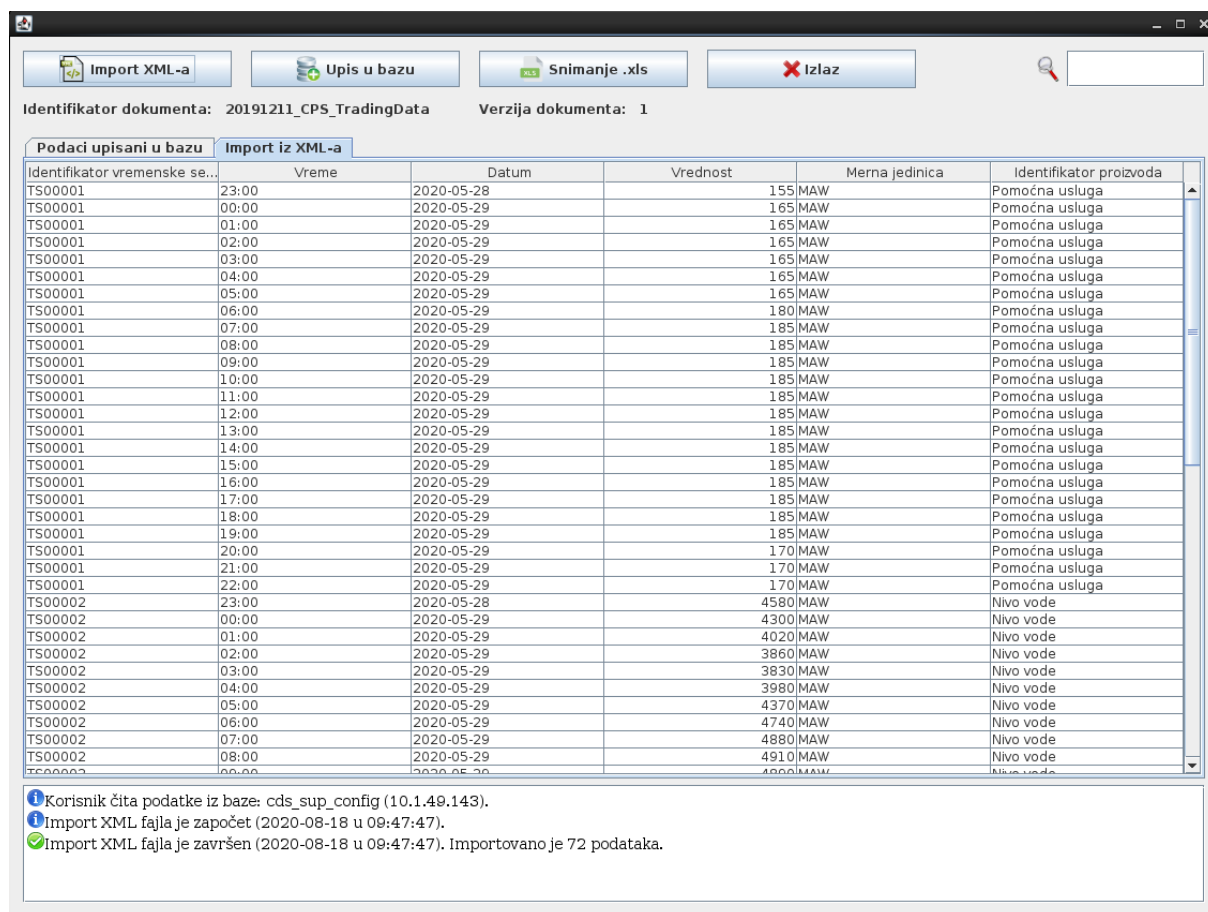
Слика 3.1.3 Изглед табеле након импорта XML фајла са плановима производње

Кликом на дугме **Упис у базу** омогућено је импортоване податке уписати у табелу *cps\_import* у бази података система за управљање производњом. Импортовани подаци се такође могу сачувати у *.xls* формату кликом на дугме **Снимање .xls**.

### 3.2. Ручни увоз података о трговању

За импортовање планова трговине и планова размене користи се иста апликација, а и сам поступак импорта је идентичан.

Након отварања таба за импортовање XML података (слика 3.1.2) корисник селекује жељени XML фајл који садржи планове трговине и импортује их. Импортовани подаци су приказани на слици (слика 3.2.13.1.2).



Identifikator dokumenta: 20191211\_CPS\_TradingData Verzija dokumenta: 1

Identifikator vremenske se...	Vreme	Datum	Vrednost	Merna jedinica	Identifikator proizvoda
TS00001	23:00	2020-05-28	155	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	00:00	2020-05-29	165	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	01:00	2020-05-29	165	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	02:00	2020-05-29	165	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	03:00	2020-05-29	165	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	04:00	2020-05-29	165	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	05:00	2020-05-29	165	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	06:00	2020-05-29	180	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	07:00	2020-05-29	185	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	08:00	2020-05-29	185	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	09:00	2020-05-29	185	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	10:00	2020-05-29	185	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	11:00	2020-05-29	185	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	12:00	2020-05-29	185	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	13:00	2020-05-29	185	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	14:00	2020-05-29	185	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	15:00	2020-05-29	185	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	16:00	2020-05-29	185	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	17:00	2020-05-29	185	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	18:00	2020-05-29	185	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	19:00	2020-05-29	185	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	20:00	2020-05-29	170	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	21:00	2020-05-29	170	MAW	Pomoćna usluga
TS00001	22:00	2020-05-29	170	MAW	Pomoćna usluga
TS00002	23:00	2020-05-28	4580	MAW	Nivo vode
TS00002	00:00	2020-05-29	4300	MAW	Nivo vode
TS00002	01:00	2020-05-29	4020	MAW	Nivo vode
TS00002	02:00	2020-05-29	3860	MAW	Nivo vode
TS00002	03:00	2020-05-29	3830	MAW	Nivo vode
TS00002	04:00	2020-05-29	3980	MAW	Nivo vode
TS00002	05:00	2020-05-29	4370	MAW	Nivo vode
TS00002	06:00	2020-05-29	4740	MAW	Nivo vode
TS00002	07:00	2020-05-29	4880	MAW	Nivo vode
TS00002	08:00	2020-05-29	4910	MAW	Nivo vode
TS00002	09:00	2020-05-29	4900	MAW	Nivo vode

i Korisnik čita podatke iz baze: cds\_sup\_config (10.1.49.143).  
 i Import XML fajla je započet (2020-08-18 u 09:47:47).  
 ✓ Import XML fajla je završen (2020-08-18 u 09:47:47). Importovano je 72 podataka.

Слика 3.2.1 Изглед табеле након импорта XML фајла са плановима трговине

## 4. Аутоматски увоз планова

Аутоматски увоз планова се врши коришћењем Linux *cron* сервиса. Софтверски алат *cron* (*cron job*) је „распоред послова“ на *Unix*-у и њему сличним оперативним системима. Корисници који постављају и одржавају софтверско окружење користе *cron* ради извршавања одређених послова (команди или shell *script*-ова) у неко дефинисано време. Обично се користи за аутоматизацију системског одржавања или администрирање.

У *crontab* (*cron table*) конфигурационој датотеци се налазе shell команде које се периодично извршавају, а то омогућава системски процес *cron daemon*, програм који се извршава у позадини и који најчешће није под директном контролом корисника система.

ЦПС доставља планове у форми XML датотека коришћењем SFTP протокола на наменски сервер за размену података. Linux *crontab* сервис у задатим временским интервалима аутоматски покреће апликацију за увоз планова у неинтерактивном режиму. У случају да су присутне одговарајуће датотеке подаци се аутоматски увозе у базе података система за управљање производњом.

## 5. Табеле за смештање података о плановима у базама података ЦДС

Систем управљања производњом користи две врсте наменских база:

- Конфигурационе базе система управљања производњом (ове базе се налазе на SCADA серверима) – CDS\_CONFIG
- Базе за систем оперативних извештаја (ове базе се налазе на виртуелним извештајним серверима) - CDS\_REPORTS

Као платформа се користи *MySQL* компатибилан *MariaDB 5.5* систем за управљање базама података на *CENTOS 7.6* (за конфигурационе базе), односно *Oracle Linux 7.6* (за оперативне извештаје) оперативним системима.

Апликације система за управљање производњом користе своје конфигурационе базе података. Ове базе података садрже информације, потребне за рад система за управљање производњом, које нису доступне у стандардним SCADA базама података, а то су:

- Детаљни хијерархијски модел података
- Подаци о мерењима, статусима и параметарски подаци на нивоу електране
- Подаци о мерењима, статусима и параметарски подаци на нивоу генератора (производне јединице)
- Подаци о мерењима, статусима и параметарски подаци на нивоу регулисане јединице (регулисана јединица може бити цела електрана, део електране или појединачни генератор)
- Параметри регулације
- Параметри за размену података (нпр. ЕИС кодови електрана који се користе код увоза података из XML датотека)

Базе података за анализе и оперативне извештаје се користе за дугорочно меморисање релевантних података 15 минутних и сатних средњих вредности релевантних величина.

База података за анализе и оперативне извештаје садрже податке из следећих извора:

- Обрађене податке из реалног времена које обезбеђује ЦДС SCADA систем (директно и посредством СЦАДА историјске базе)
- Податке који су резултати рада и прорачуна система за управљање производњом.
- Податке преузете од ЦПС (возни редови, листе приоритета, итд.).
- Ручне уносе (за податке који трајно или привремено нису доступни из других извора или оне податке који се уносе и ручно преузимају од ЦДС SCADA система).

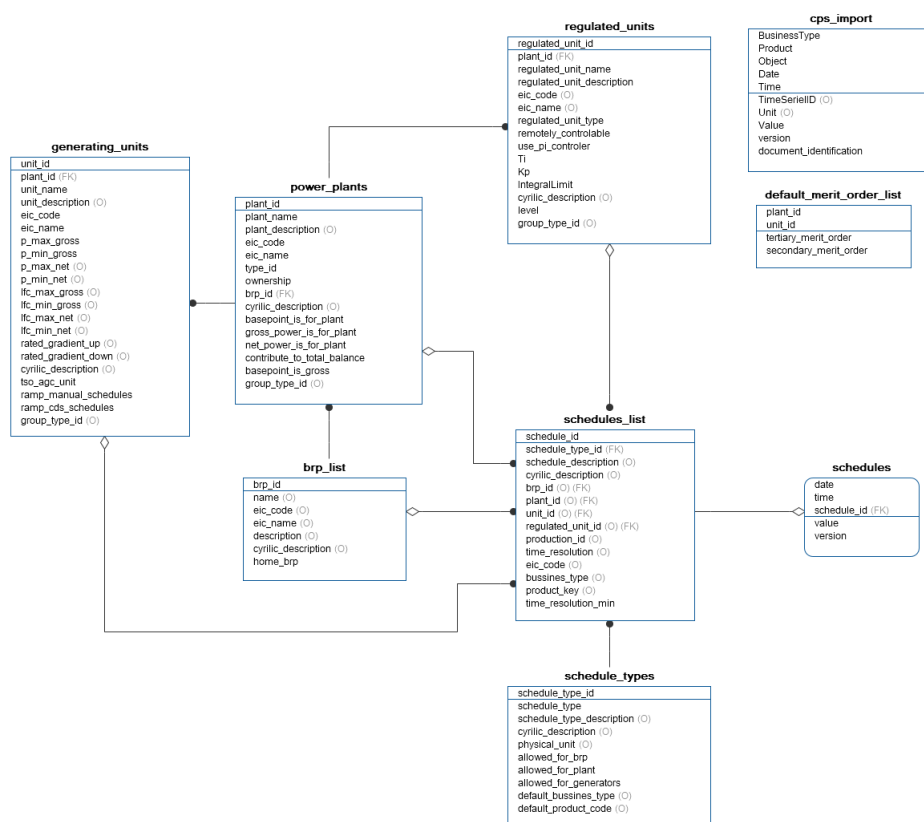
База података за анализе и оперативне извештаје садржи проширени скуп табела конфигурационе базе, односно садржи све табеле које садржи конфигурациона база и додатне табеле у којима се чувају SCADA средње сатне вредности, ручно унесене величине, планови из ЦПС, конфигурације извештаја, као и административне табеле које се односе на конфигурацију корисника и права приступа.

На оба скупа наменских база постоје табеле које садрже све релевантне податке о плановима који се преузимају од ЦПС.

Релевантне табеле су:

- **schedule\_types** – домен табела која дефинише типове планова (план размене, план производње, план конзума, план помоћних услуга)
- **schedule\_list** – листа планова (нпр. план производње ТЕ Никола Тесла А1)
- **schedules** – конкретне вредности за дати тип плана, објекат, дан и сат
- **cps\_import** – помоћна табела која се користи код увоза планова из ЦПС XML датотека
- **default\_merit\_order\_list** – помоћна табела која садржи подразумевану листу приоритета

Дијаграм у IDEF1X нотацији који показује везе између табела које описују планове је дат на слици **Error! Reference source not found.5.1**. Приказана је и њихова веза са релевантним хијерархијским табелама.



Слика 5.1 IDEF1X модел табела планова

## 6. Виртуелни IEC 60870-5-104 RTU

IEC 60870-5 је један од IEC стандарда из 60870 скупа који дефинишу системе који се користе за даљинско управљање у електротехници и аутоматизацији електроенергетских система. Део 5 пружа комуникациони профил за слање основних телекомуникационих порука између два система, који користи сталне директно везе између система.

Најзначајнији, у домену даљинског управљања производњом, протоколи из овог скупа су IEC 60870-5-101 и IEC 60870-5-104. Даљинско управљање трафостаницама или електранама, користећи IEC 60870 5-104 стандард, омогућава услужном програму да контролише локације раздвојене на велике удаљености од централизоване контролне собе, оптимизујући употребу ресурса за тај задатак.

Дефиниција стандардизованих протокола даљинског управљања омогућава интеграцију система аутоматизованих од различитих добављача са управљачким центром. То омогућава контролу система без потребе за претварачима протокола или адаптацијама. Када су могућности комуникације биле ограничене због расположивог пропусног опсега, протоколи даљинског управљања користили су серијску комуникацију путем радио веза или телефонских мрежа у већини случајева путем приватних мрежа.

У оквиру ових могућности ИЕЦ је дефинисао протокол даљинског управљања под називом ИЕЦ 60870-5-101. Овај стандард укључује скуп порука названих ASDU и скуп апликативних функција доступних за надгледање и контролу удаљених станица путем серијских канала који су тада били доступни.

Долазак TCP / IP канала повезивања на удаљене станице коришћењем наменских оптичких влакана, дигиталних радио веза или мрежа мобилних телефона користећи 3G / 4G / 5G, омогућио је приступ овим системима са више комуникационих канала, а такође и коришћење већег пропусност у задатку даљинског управљања.

За потребе комуникације у смеру од система управљања производњом ка систему планирања, односно преноса података о тренутним вредностима активних снага на прагу, нивоа воде и других података користи се софтверски „виртуелни RTU“ (*RTU – Remote Terminal Unit*). Овај софтвер омогућава пресликавање података који се аквизирају са електрана од стране SCADA система ка другим апликацијама, укључујући и систем планирања производње. Са тачке гледишта тих апликација он се понаша као физички уређај коме се приступа коришћењем IEC 60870-5-104 протокола.

## Референце:

- [1] Јелена Цар, Небојша Радмиловић, Горан Јакуповић, Елена Вељковић Грбић, Тамара Јелић, Драган Бојанић, Дамјана Димитријевић, Милисав Богдановић, Александар Латинковић, Драган Суруџић, Зоран Бојанић, „Модификације локалног управљачког система и групног регулатора ХЕ БЕРДАП 1 у циљу њиховог увођења у систем даљинског управљања (ЦДС) ЕПС“, 19. СИМПОЗИЈУМ ЦИГРЕ Србија - УПРАВЉАЊЕ, ТЕЛЕКОМУНИКАЦИЈЕ И ЗАШТИТА У ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКОМ СИСТЕМУ, 20 – 23. октобар 2020, Србија
- [2] E. Zio, P. Baraldi, N. Pedroni, “*Optimal power system generation scheduling by multi-objective genetic algorithms with preferences*”, Reliability Engineering & System Safety Volume 94, Issue 2, February 2009, Pages 432-444

## Рецензије

Одлука научног већа упућена Матичном одбору са захтевом да се категоризује техничко решење

ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ „ЕЛЕКТРОПРИВРЕДА СРБИЈЕ“  
Број 12.01.02214/21-18 1  
14-06-2018 год.  
БЕОГРАД, Балканска 13

ИНСТИТУТ МИХАЈЛО ПУПИН  
АУТОМАТИКА Д.О.О.  
БЕОГРАД  
Број 2740/2-17  
Датум: 18 JUN 2018 год.

#### УГОВОРНЕ СТРАНЕ:

1. Јавно предузеће „Електропривреда Србије“ Београд, Улица Балканска бр. 13, Матични број 20053658, ПИБ 103920327, Текући рачун 160-700-13 Банка Intesa ад Београд, које заступа законски заступник Милорад Грчић, в.д. директора (у даљем тексту: Купац)

и

2. IMP-AUTOMATIKA DOO BEOGRAD из Београда, ул. Волгина, бр. 15, матични број: 17178300, ПИБ: 100008328, Текући рачун 160-15401-45, банка Банка Intesa ад Београд, кога заступа законски заступник мр Миленко Николић, дипл.инж.ел., директор као лидер у име и за рачун групе понуђача (у даљем тексту: Продавац)

Док су чланови групе понуђача:

2а) IPESOFТ spol. S r. o. Bytčicka 2, 010 01 Žilina, Slovačka из Словачке, ПИБ: SK2020445746, матични број 31 589 898, Текући рачун: SK74 0900 0000 0000 7656 6203, банка Slovenská sporiteľňa a.s., кога заступа Miroslav Kunsch, Регистровани агент (Менаџер), члан групе понуђача

2б) INSTITUT MIHAJLO PUPIN DOO BEOGRAD (ZVEZDARA) из Београда, улица Волгина бр. 15, ПИБ: 100008310, матични број 07014694, Текући рачун 160-15401-45, банка Банка Intesa ад Београд, кога заступа законски заступник проф. Сања Вранеш, дипл.инж.ел. директор, члан групе понуђача

(у даљем тексту заједно: Уговорне стране)

закључиле су у Београду,

#### УГОВОР О КУПОПРОДАЈИ ДОБАРА СА ПРАТЕЋИМ УСЛУГАМА „ЦЕНТРАЛНИ ДИСПЕЧЕРСКИ СИСТЕМ –ЦЕНТРАЛНИ СИСТЕМ ПЛАНИРАЊА, ФАЗА 1 И 2“

Партија 1 – Централни диспечерски систем

#### Уводне одредбе

Имајући у виду:

- да је Купац у складу са Конкурсном документацијом а сагласно члану 32. Закона о јавним набавкама („Сл.гласник РС“, бр.124/2012,14/2015 и 68/2015 – даље: Закон) спровео отворени поступак јавне набавке за набавку добара и пратећих услуга „Централни диспечерски систем –централни систем планирања Фаза 1 и 2“, за Партију 1 –Централни диспечерски систем, Јавна набавка бр. ЈН/1000/0154/2016 ;
- да је Позив за подношење понуда у вези предметне јавне набавке објављен на Порталу јавних набавки дана 26.10.2016. године, као и на интернет страници Купца и на Порталу Службених гласила и база прописа;

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, 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, <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

### Иванка Перковић

M85	1200897	2011	Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић, Милош Стојић, Совјетка Крстонијевић, Игор Бундало, Сузана Цветићанин, <b>Иванка Перковић</b> , Јелена Цар, <i>Апликативни подсистем техничког информационог система термоелектране (TIS-TE), 2011.</i>	Верификована
M81	1226306	2012	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, <b>Иванка Перковић</b> , Горан Јакуповић, Нина Радновић, Маја Минић, <i>База</i>	Верификована

			производно-техничких података (ВТР) система PROTIS-TE, 2012.	
M81	1192431	2012	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић, <b>Иванка Перковић</b> , Совјетка Крстонијевић, Маја Минић, Програмски пакет апликације за унос и одржавање података о енергетској опреми (ЕОР), 2012.	Верификована
M81	1252417	2012	Нина Радновић, Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Милош Стојић, <b>Иванка Перковић</b> , Програмски пакет апликације за унос и одржавање података о материјалима процеса (КМР), 2012.	Верификована
M81	1252368	2012	Нина Радновић, <b>Иванка Перковић</b> , Игор Бундало, Јелена Цар, Нинел Чукалевски, Сузана Цветићанин, Програмски пакет апликације за праћење погонских догађаја на енергетској опреми (РОД), 2012.	Верификована
M81	1187956	2013	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић, С. Цветићанин, Ј. Цар, <b>И. Перковић</b> , Радуловић, М. Стојић, С. Крстонијевић, И. Бундало, Програмски пакет за управљање протоцима материјала процеса у електранама (ПМП), 2013.	Верификована
M85	1193142	2014	Сузана Цветићанин, Горан Јакуповић, Игор Бундало, Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски, Милош Стојић, Јелена Цар, <b>Иванка Перковић</b> , Апликативни подсистем за повезивање на и преузимање података из система управљања (PSU), 2014.	Верификована
M81	1201475	2015	Нинел Чукалевски, Игор Бундало, Горан Јакуповић, Совјетка Крстонијевић, <b>Иванка Перковић</b> , Нина Радновић, Милош Стојић, Јелена Цар, Сузана Цветићанин, Апликација за прогнозу оптерећења по чворовима ЕЕС (БЛФ), 2015.	Верификована
M85	5072538	2018	Горан Јакуповић, Иван Гојковић, Катарина Јовановић, Павле Лучић, Милош Стојић, Нинел Чукалевски, Совјетка Крстонијевић, Сузана Цветићанин, <b>Иванка Перковић</b> , Јелена Цар, Програмски пакет за прогнозу производње ветрогенератора-паркова (WGF), 2018.	Верификована

M81	5152367	2019	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић, Милош Стојић, Јелена Цар, Совјетка Крстонијевић, Игор Бундало, <b>Иванка Перковић</b> , <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, <b>Иванка Перковић</b> , <i>Програмски систем за централно управљање производњом (GEC), 2019.</i>	Неверификована
M82	5152098	2020	Јелена Цар, Горан Јакуповић, <b>Иванка Перковић</b> , Тамара Јелић, Прилагођење и имплементација групног регулатора активне снаге у ХЕ Ђердап 1, 2020.	Неверификована
M82	5152169	2020	Горан Јакуповић, Тамара Јелић, <b>Иванка Перковић</b> , <i>Интеграција система управљања производњом са системом планирања у склопу ЦДС ЈП ЕПС, 2020.</i>	Неверификована