



**XVI МЕЂУНАРОДНИ ФОРУМ О ЧИСТИМ ЕНЕРГЕТСКИМ ТЕХНОЛОГИЈАМА
ПЕРСПЕКТИВЕ ПРИВРЕДНОГ РАЗВОЈА КРОЗ ПОДРШКУ СЕКТОРУ ЕНЕРГЕТИКЕ**

Нови Сад, 26.-27. 9. 2023.

**ДРУГА РАДНА СЕСИЈА
ИЗАЗОВИ ЕНЕРГЕТСКЕ СУПСТИТУЦИЈЕ И ДИВЕРСИФИКАЦИЈЕ ЗА ПАМЕТНУ БУДУЋНОСТ**

ARS T-MOD МОДУЛ ON-LINE ДИЈАГНОСТИКЕ ТЕРМОБЛОКА У ТЕ „НИКОЛА ТЕСЛА А“, БЛОК А5 Ц

**Небојша Радмиловић
Институт Михајло Пупин – Аутоматика д.о.о.**

Нови Сад, 26. септембар 2023.



- ✓ **стална потреба за достизањем и верификацијом максималне ефикасности електро-енергетског производног погона,**
- ✓ **ефикасност рада постројења у пракси се одређује на дневном нивоу,**
- ✓ **одређивање ефикасности термоблока, како постројења у целини, тако и појединих делова је релативно сложен прорачун, који користи велику количину података из рада постројења,**
- ✓ **одређивање ефикасности за временски период у прошлости, доводи до неоптималног рада - касна детекција оваквих режима рада доводи до отказа и старења опреме,**

Увод – повећање ефикасности – фазе ...

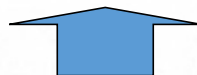
Системи за праћење перформанси термоенергетског производног
погона у реалном времену

Plant Performance Monitoring (PPM) Systems



Системи за надзор и управљање целокупним производим
електроенергетским погоном као јединственом целином

Distributed Control System - DCS



термоенергетски погон



Увод – предности РРМ система (1/2)

Корист од праћења перформанси процеса произилази из следећег:

- ✓ **Побољшан квалитет производње електричне енергије**
 - Постизање оптималног рада постројења**
 - Смањење емисије загађујућих материја**
 - Квантификација старења и прљања**
- ✓ **Повећана расположивости постројења**
 - Прљање, старење и спољни утицаји могу довести до квара компоненте. РРМ систем подржава рано откривање проблема, чиме оператер има више времена да адекватно реагује**

Увод – предности РРМ система (2/2)

✓ Смањени трошкови:

- Смањење трошкова горива
- Смањење трошкова за емисије гасова - NO_x, CO, CO₂
- Смањење трошкова одржавања
- Смањење трошкова особља за евалуације, прорачуне и извештаје

✓ Побољшања интерног извештавања

- Повећање транспарентности

ARS T-MOD систем

- ✓ ИМП-Аутоматика поседује вишедеценијско искуство у развоју и имплементацији DCS-а за управљање термоблоковима

VIEW T-POWER®



- ✓ **ARS T-MOD систем** дијагностике рада термоблока у реалном времену
 - Развијен за блок А5 у термоелектрани „Никола Тесла А“ Обреновац
 - Блок А5 је изграђен 1976. и од тада је у континуираном раду. Снага блока је по покретању блока била 308,5 MW, да би се реконструкцијом блока у току 2012. снага повећала на 344 MW.
 - Имплементација у току ремонта април-септембар 2023. године

Развој ARS T-MOD ...

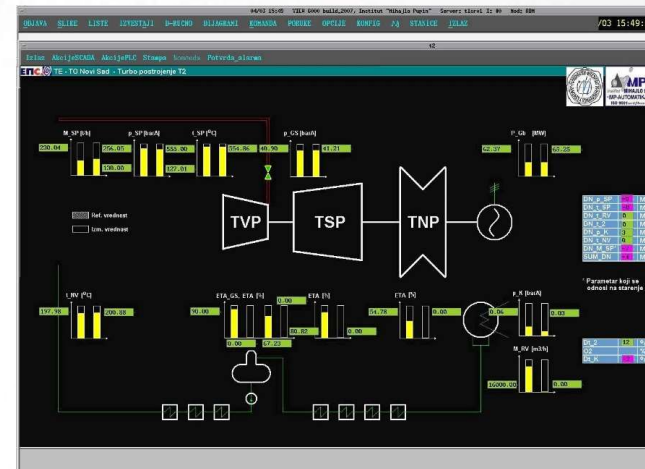
Резултат НИ пројекта:

**Систем за оптимизацију рада
термоблокова капацитета
преко 350MW**

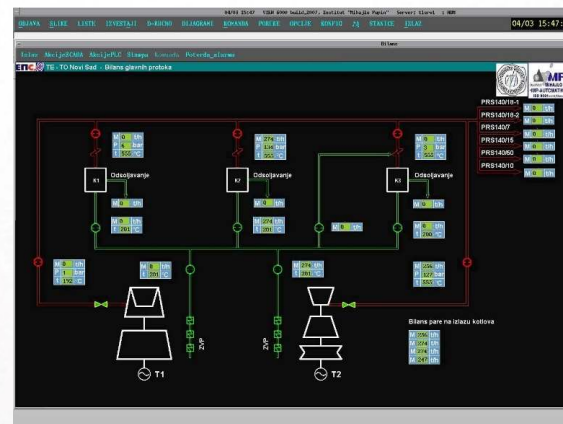
пројекат Министарства просвете и науке
Републике Србије
из области енергетике и енергетске
ефикасности
за период 2011-2014 године,
ев. број пријаве III 420007
са партиципатима

**Институт "Михајло Пупин",
ИМП-Аутоматика, Београд
Електротехнички факултет
Универзитета у Београду,
Машински факултет
Универзитета у Београду
Термоелектрана "Никола Тесла А",
Обреновац**

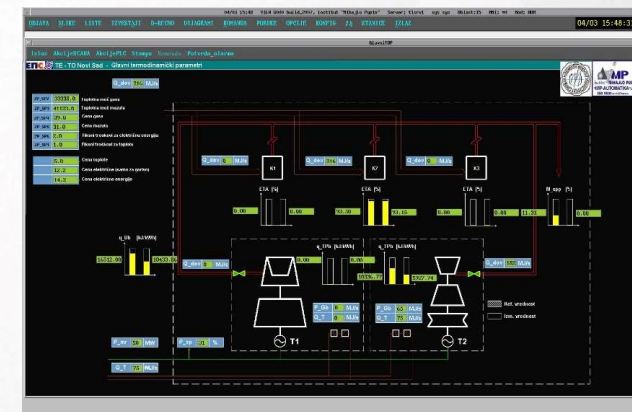
ТЕ-ТО Нови Сад
2014. године



Мерене и референтне вредности параметара компоненти T2



Биланс свеже паре



Главни термодинамички параметри

Намена ARS T-MOD ...

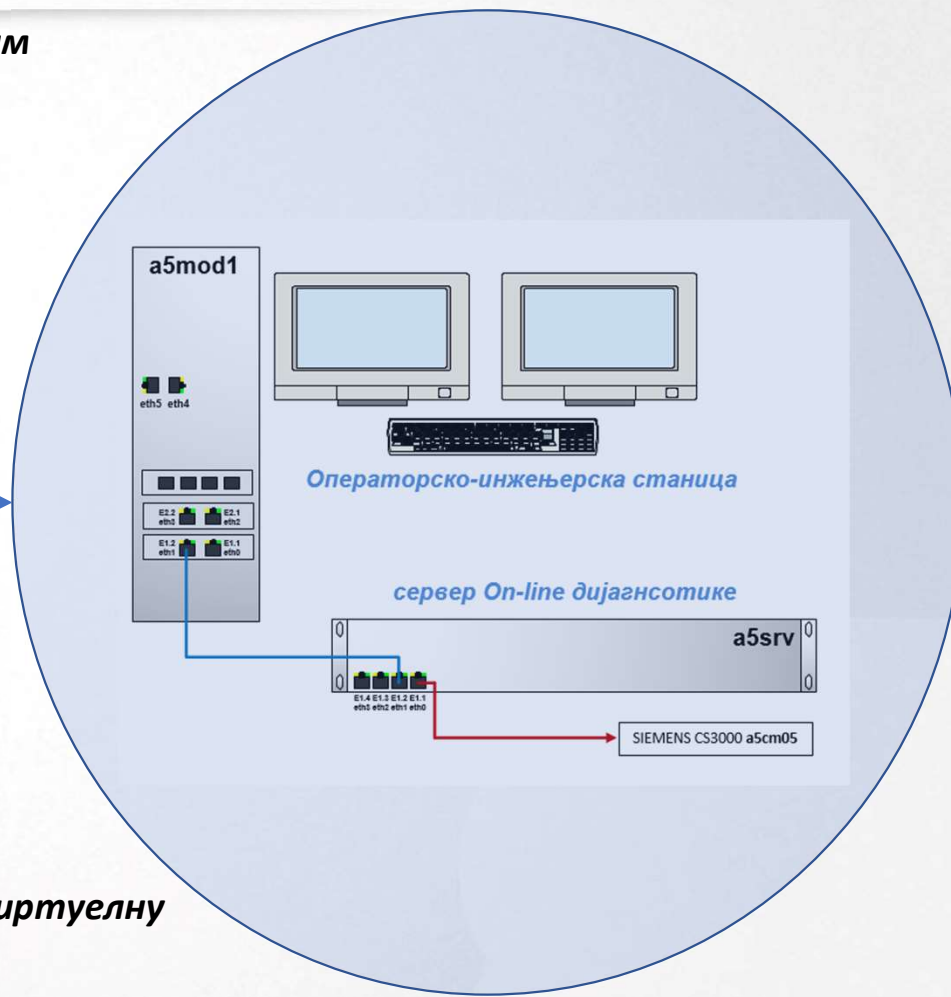
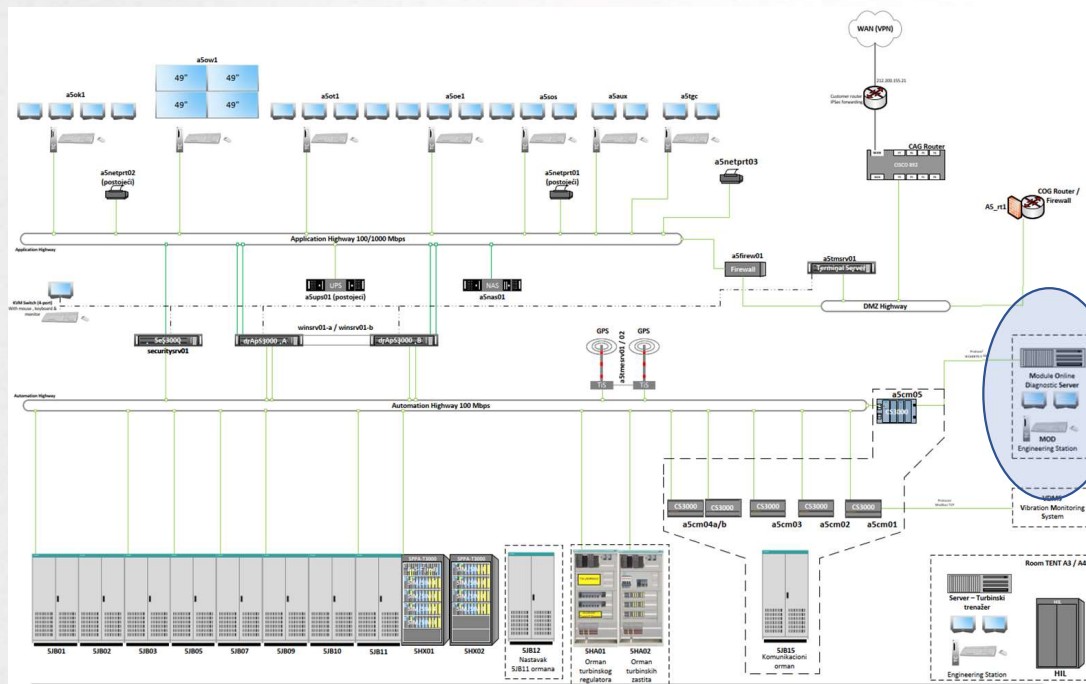
- ... је да у реалном времену, за време рада постројења у дефинисаном погонском стању:**
- ✓ **генерише информације о перформансама целокупног система, као и појединих делова система (котао, турбина, генератор),**
- ✓ **на интуитиван начин одреди губитке у раду система, узимајући у обзир оне факторе који имају највећи утицај,**
- ✓ **одреди пројектоване вредности битних мерење и упореди са стварно мереним вредностима у том тренутку, уз генерисање аларма,**
- ✓ **генерисање извештаја према захтевима корисника о перформансама рада постројења.**

Захтеви при имплементацији ARS T-MOD ...

- ✓ проширење постојећих DCS:
 - VIEW T-POWER и системи других произвођача (нпр. SIEMENS,...)
- ✓ интеграција са DCS-ом стандардним индустријским комуникационим протоколима,
- ✓ не ремети рад DCS-а и не утиче на рад постројења,
- ✓ софтверски алати за конфигурисање и подешавање са истим карактеристикама као алати у DCS-у
 - омогућавају подешавања напредних система од стране корисника, без учешћа испоручиоца истог, сходно променама на опреми или уградњом нове опреме
- ✓ Визуелизација на:
 - операторској станици DCS-а,
 - сопственој операторској станици

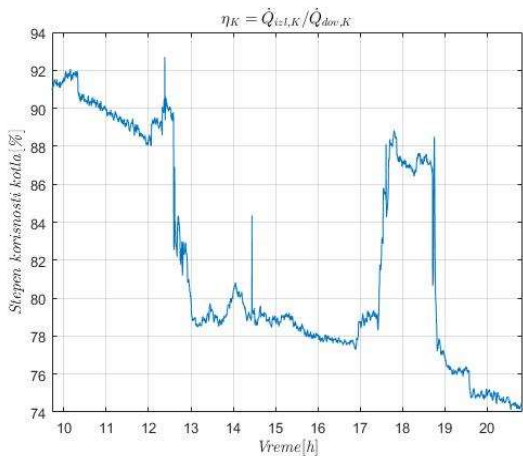
Интеграција у DCS

Независна хардверска целина која стандардним комуникационим протоколима комуницира са DCS-ом



Могућа је интеграција као и софтверски модул или виртуелну машину уз резервисање неопходних капацитета

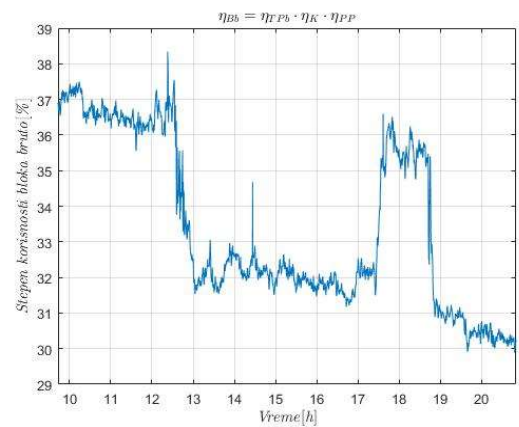
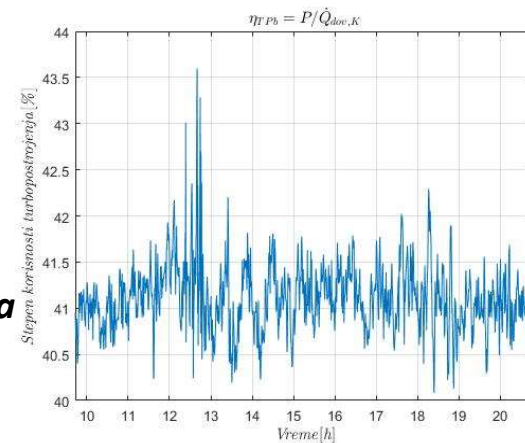
Перформансе рада постројења – временски дијаграми



Промена степена ефикасности појединих делова постројења у периоду од 10:00 до 20:00

Ефикасност турбопостројења

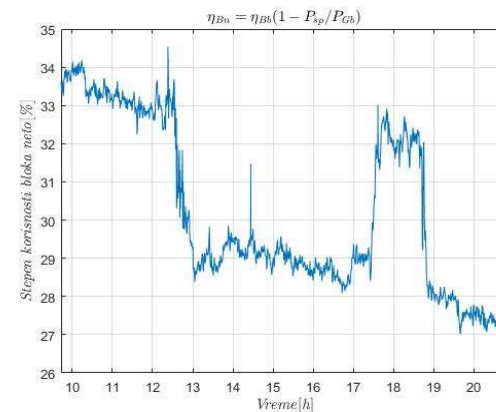
Ефикасност котла



Ефикасност блока

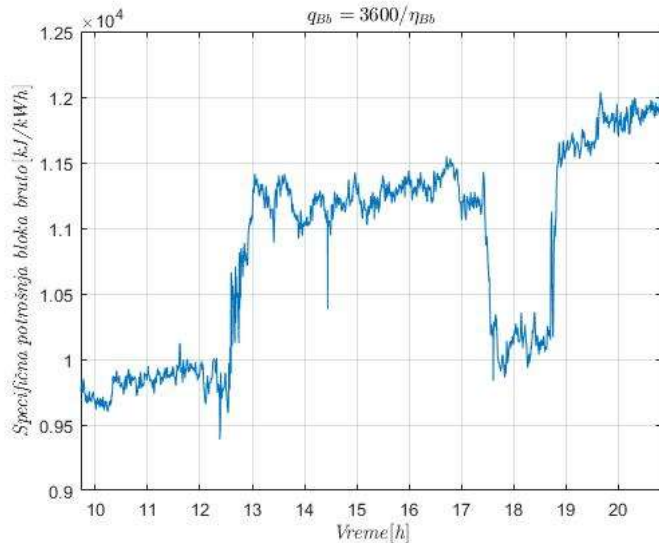
брuto

нето

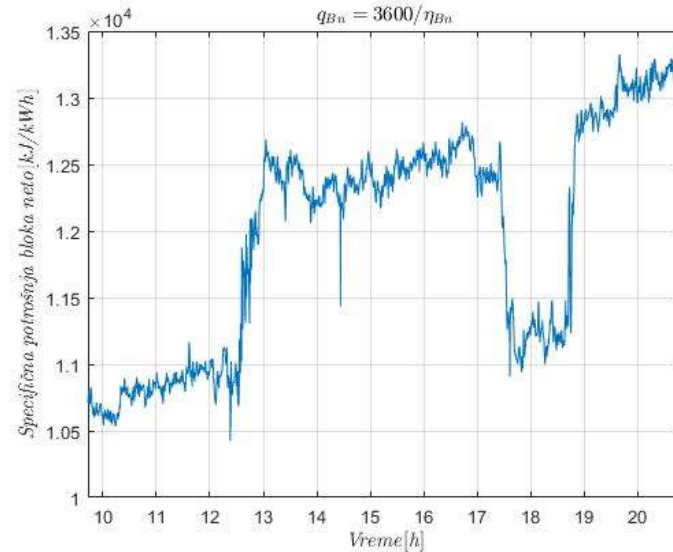


Перформансе рада постројења – временски дијаграми

Промена степена ефикасности појединих делова постројења у периоду од 10:00 до 20:00



брuto



нето

Специфична потрошња топлоте блока

Перформансе рада постројења - узроци

Одступања која имају доминантан утицај на ефикасност рада постројења и специфичну потрошњу топлоте блока

EPS TENT A5 - MODUL ONLINE DIJAGNOSTIKE				ODSTUPANJA			
KOTAO:	Nominalni	Trenutni	Odstupanje	TURBINA:	Nominalni	Trenutni	Odstupanje
Gubitak u izlaznim gasovima zbog promene donje toplotne moci:	6950.90 kJ/kgK	8734.38 kJ/kg	0.098 %	Temperartura sveze pare:	540.0 °C	543.9 °C	-0.71 %
Gubitak u izlaznim gasovima zbog promene temperature izlaznih gasova:	142.47 °C	148.69 °C	-0.585 %	Pritisak sveze pare:	177.5 bar	177.3 bar	0.13 %
Gubitak u izlaznim gasovima zbog promene temperature okolnog vazduha:	20.00 °C	25.60 °C	-0.059 %	Temperartura naknadno pregrejane pare:	540.0 °C	519.2 °C	3.84 %
Gubitak u izlaznim gasovima zbog promene sadrzaja ugljenika u sirovom uglju:	20.88 %	25.30 %	-4.189 %	Pritisak naknadno pregrejane pare:	27.2 bar	28.4 bar	-4.11 %
Gubitak u izlaznim gasovima zbog promene sadrzaja vlage u dimnim gasovima:	47.79 %	35.00 %	1.195 %	Stepen korisnosti turbopostrojenja:	0.42	0.41	2.66 %
Gubitak u izlaznim gasovima zbog promene sadrzaja pepela u sirovom gorivu:	19.00 %	25.00 %	-0.325 %	Stepen korisnosti generatora:	0.98	0.93	5.28 %
Gubitak u izlaznim gasovima zbog promene sadrzaja ugljen-dioksida u dimnim gasovima:	15.82 %	16.24 %	-0.131 %	Specificna potrosnja toplote bloka bruto:	9977.3 kJ/kWh	11439.0 kJ/kWh	-14.65 %
Gubitak usled mehanicke nepotpunosti sagorevanja zbog promene donje toplotne moci:	6950.90 kJ/kgK	8734.38 kJ/kg	0.032 %	Stepen korisnosti bloka bruto:	0.36	0.31	12.78 %
Gubitak usled mehanicke nepotpunosti sagorevanja zbog promene sadrzaja pepela u sirovom gorivu:	25.00 %	19.00 %	0.897 %	Specificna potrosnja toplote bloka neto:	9978.2 kJ/kWh	12681.6 kJ/kWh	-27.09 %
Odstupanje ostalih gubitaka zbog promene donje toplotne moci:	6950.90 kJ/kgK	8734.38 kJ/kg	0.025 %	Stepen korisnosti bloka neto:	0.36	0.28	21.32 %
Gubitak u izlaznim gasovima zbog promene sadrzaja kiseonika u dimnim gasovima:	3.05 %	4.27 %	-0.606 %				
Odstupanje stepena korisnosti kotla:	0.87 %	0.78 %	11.60 %				

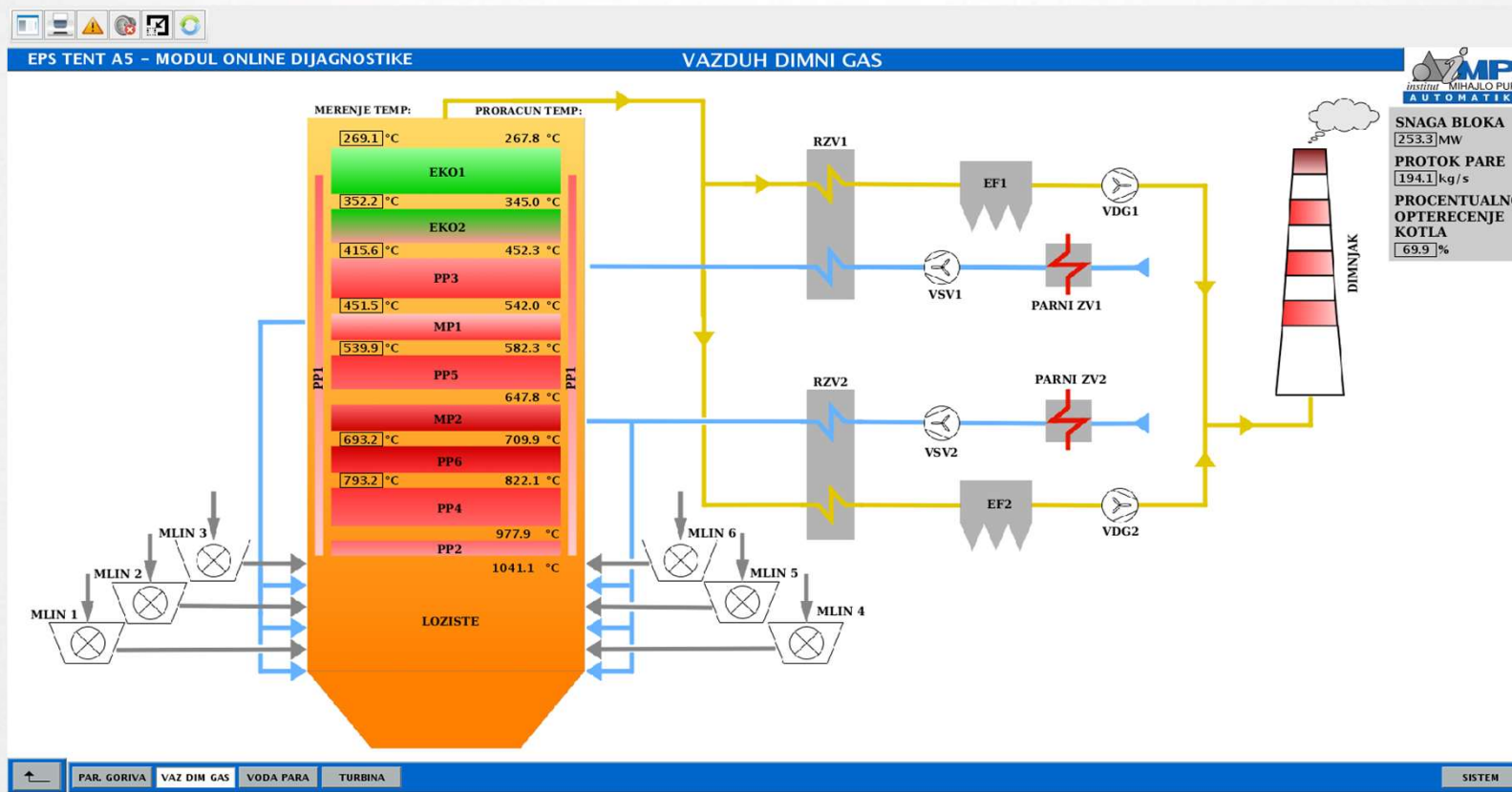


SNAGA BLOKA
253.3 MW
PROTOK PARE
194.1 kg/s
PERCENTUALNO OPTERECENJE KOTLA
69.9 %

Приказ у форми нумеричких вредности на оператроским приказима

Пројектовани и тренутни параметри

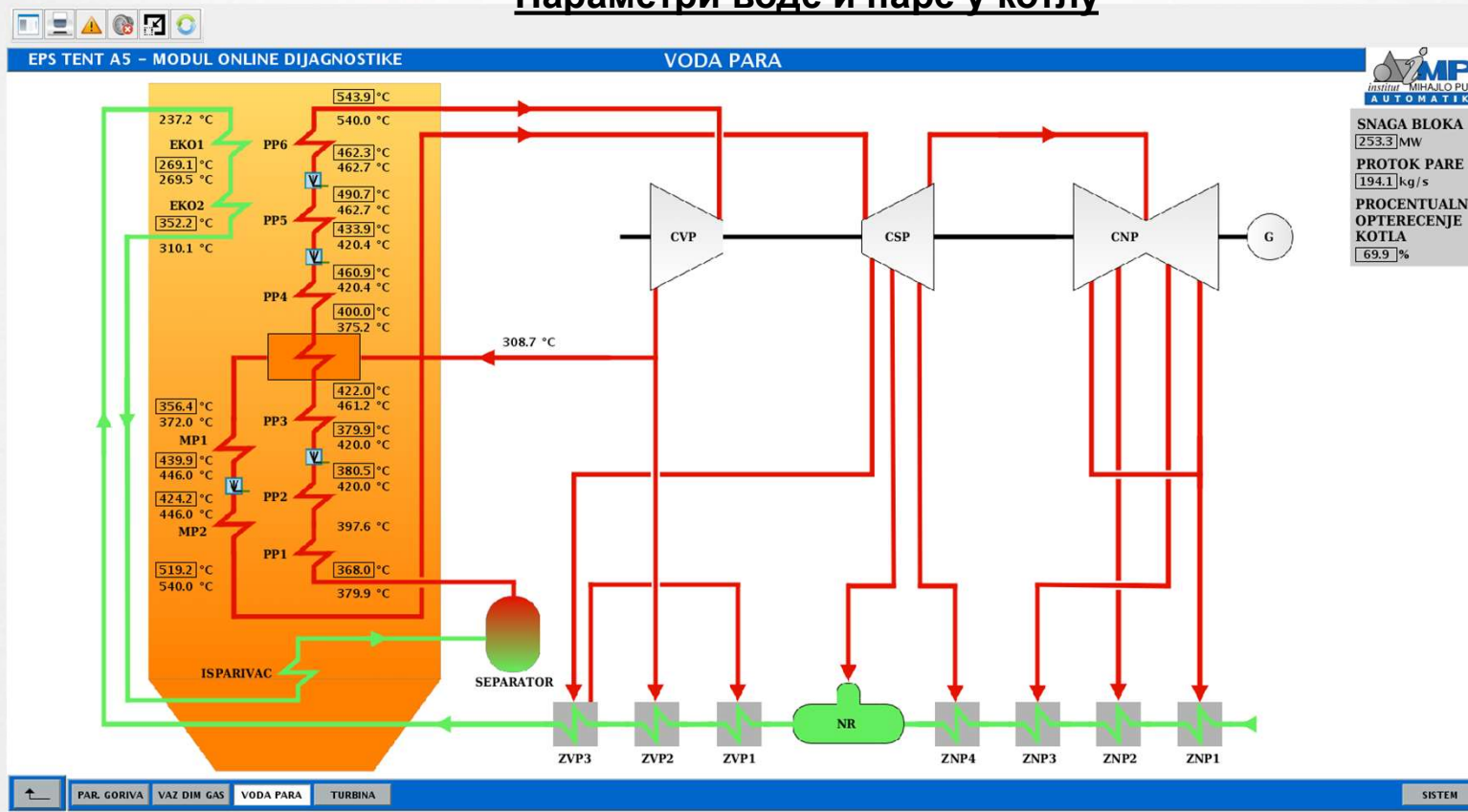
Температуре димног гаса иза грејних површина



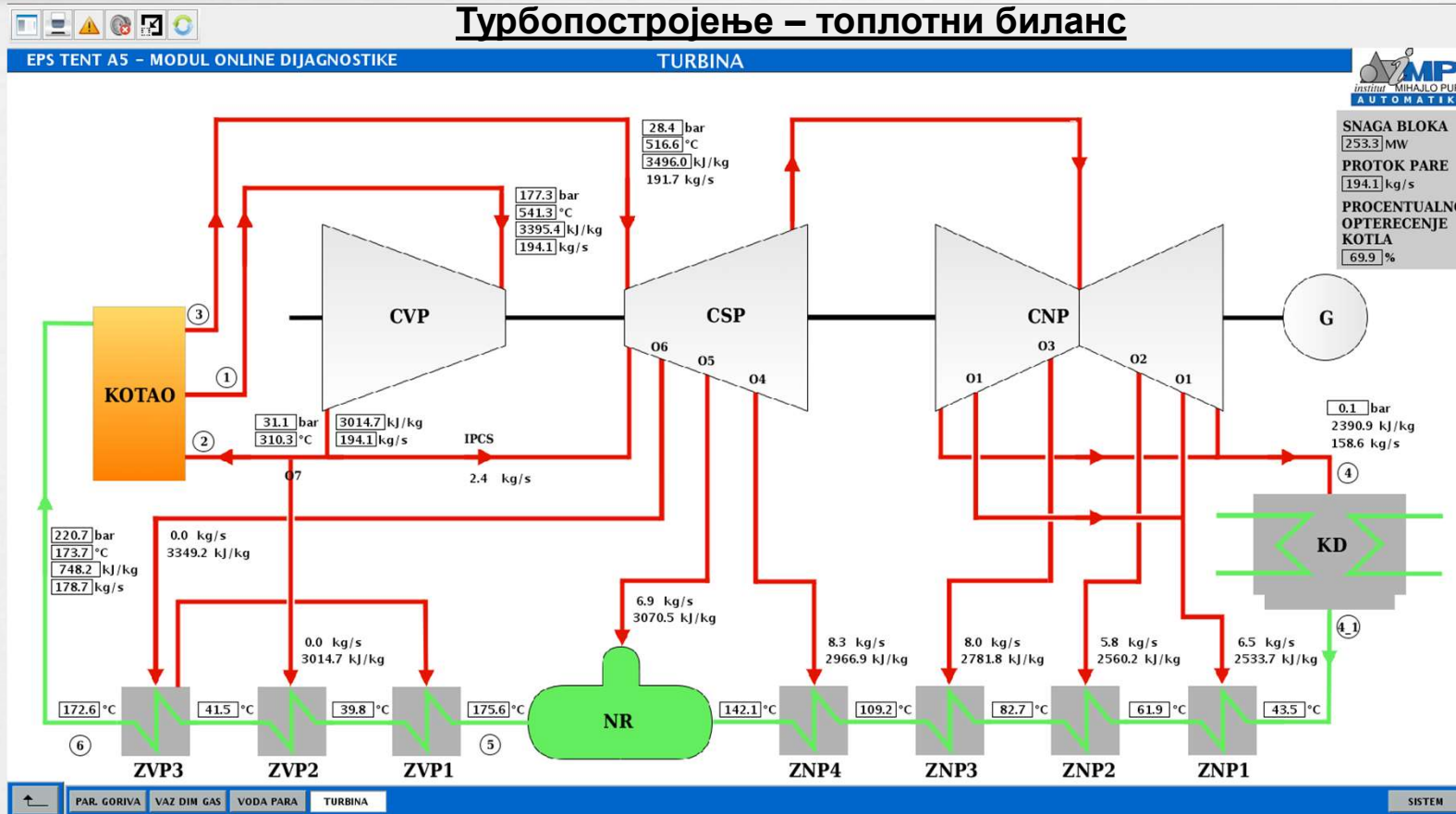
У правоугаонику су приказане мерене вредности, а поред су пројектоване вредности за дато оптерећење котла

Пројектовани и тренутни параметри

Параметри воде и паре у котлу



Пројектовани и тренутни параметрици

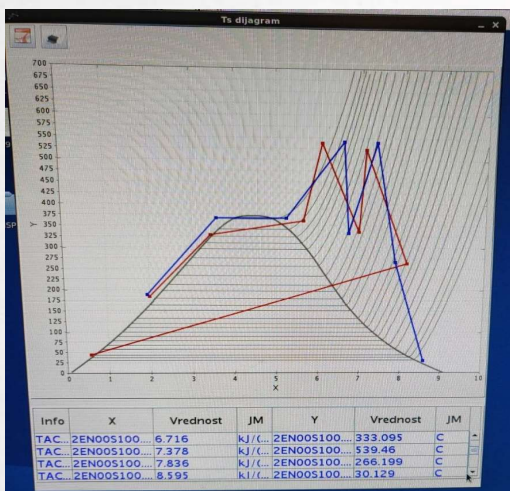


У правоугаонику су приказане мерене вредности, а поред су пројектоване вредности за дато оптерећење блока

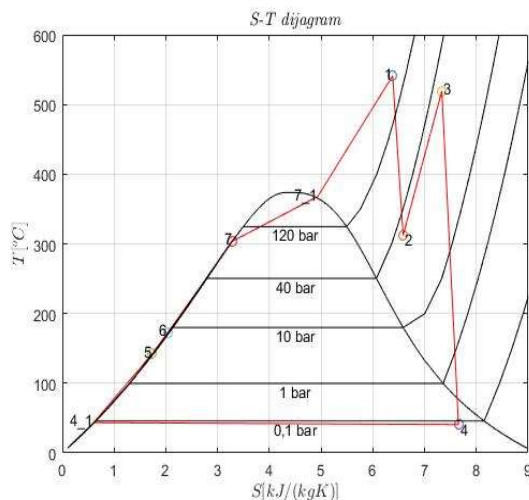
Други примери приказа за праћење перформанси

✓ ХУ дијаграми

ST-дијаграми



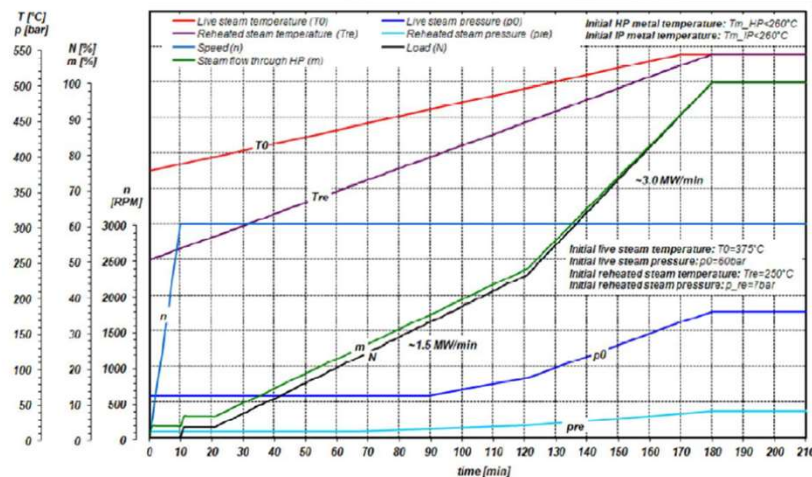
Плаво су пројектоване вредности,
а црвено мерене вредности



- 1: Излаз из прегрејача
- 2: Излаз из ЦВП
- 3: Улаз у ЦСП
- 4: Излаз из ЦНП
- 4_1: Улаз у ЗНП
- 5: Улаз у ЗВП
- 6: Улаз у ЕКО
- 7: Улаз у испаривач
- 7_1: Улаз у прегрејач

✓ Планирни и тренутни параметри

дијаграми стартовања



Старт након застоја од 8h, 24h
Праћење основних параметара и
одступања од њих

Закључак

✓ **ARS T-MOD систем омогућава:**

- ❑ Праћење перформанси рада термоенергетског постројења преко низа параметара у реалном времену,
- ❑ Праћење одступања и лоцирање потенцијалног проблема у одговарајућим деловима постројења,
- ❑ Детекција отказа мерне инструментације битних технолошких параметара.

✓ **Преостале активноти на пројекту ТЕНТ А5:**

- ❑ Анализа рада система током једногодишњег експлоатационог периода и сагледавање бенефита коришћења истог

Хвала на пажњи!

ARS T-MOD МОДУЛ ON-LINE
ДИЈАГНОСТИКЕ ТЕРМОБЛОКА У
ТЕ „НИКОЛА ТЕСЛА А“, БЛОК А5