

Техничко решење

Детекција умањења ефикасности мини-хидроелектране

Аутори:

Невена Стојилковић, Небојша Пањевац, Дарко Новаковић, Богдан Поповић

Година:

2020.

Корисник:

„VMHE Energy“ doo Vladičin Han

Начин коришћења:

Како би се успешно спровела детекција заглављивања актуатора мини-хидроелектране, формиран је модел агрегата који са великом тачношћу естимира активну снагу, те у случају постојања разлике између стварне и естимираних вредности, у систему управљања јавља се аларм. Модел је реализован помоћу неуралне мреже, унутар функције имплементиране на процесном контролеру који управља електраном.

Рецензенти:

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

Назив	Детекција умањења ефикасности мини-хидроелектране
Аутори	Невена Стојилковић, Небојша Пањевац, Дарко Новаковић, Богдан Поповић
Категорија	Ново техничко решење (метода) примењено на националном нивоу (M82) К=6 Доказ: Уговор број 2450/1-20
Кључне речи	Модел, естимација снаге, детекција квара, млазнице

За кога је решење рађено (правно лице или грана привреде):
VMHE Energy, примена на МХЕ Маковиште и МХЕ Мањак
Година када је решење комплетирано:
2020. за МХЕ Маковиште и 2020. за МХЕ Мањак
Година када је почело да се примењује и од кога:
Примена техничког решења је почела у 2020. години, пуштањем у рад МХЕ Маковиште и МХЕ Мањак Корисник: Електране, компанија VMHE Energy доо Владичин Хан
Област и научна дисциплина на коју се техничко решење односи:
Енергетска ефикасност
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
- Рецензије техничког решења
- Одлука научног већа са захтевом да се категоризује техничко решење
- 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:

За рад беспосадне електране неопходан је висок степен аутоматизације целокупног процеса, али и поуздана дијагностика. Систем управљања конципиран је тако да појава сваког аларма или квара, разумљиво и недвосмислено дефинисаног, буде одмах послата надлежном особљу. Оно што је подједнако важно је рана дијагностика, која спречава озбиљна оштећења опреме, или детектује умањење ефикасности и на тај начин значајно умањује цену одржавања система.

Ефикасност агрегата зависи од много параметара, као и само његово функционисање и безбедност. Одступање тренутних излазних вредности од излазних вредности у случају када је сва опрема исправна индикује проблем који је могуће детектовати једино уколико постоји модел који пружа референтну вредност у реалном времену и омогућава компарацију са дијагностиком.

Тешко детектабилан проблем је заглављивање млазница Пелтон турбине – такав проблем модул аналогних улаза не може детектовати јер је конструкционо мерење положаја на извршном елементу, а не на самој млазници (он детектује само нестанак напајања, прекид жице, мерење изван опсега, ...). Велика је вероватноћа да до проблема са млазницама дође услед нечистоће реке у комбинацији са недовољно добрим филтерима, те уколико би се снага довољно добро естимирала само на основу положаја млазница, свако превелико одступање естимиране од стварне вредности снаге би значило неисправан ход млазница – заглављивање.

Стање решености тог проблема у свету:

Енергетска постројења захтевају висок ниво поузданости, те је детекција кварова, као и рана детекција отказа неких уређаја изузетно значајна. На различитим објектима користе се разни видови детекција и отклањање кварова, у чему све више учествује вештачка интелигенција, као напредна техника која на основу доступних података може да детектује неправилности.

Старењем опреме рад постројења постаје све скупљи, али трошкови одржавања могу бити смањени бољим планирањем и циљаним одржавањем опреме омогућеним дигитализацијом система. Током последњих неколико година, дигитализација хидроелектрана досегла је виши ниво, ниво који укључује развој и тестирање различитих алгоритама и метода осмишљених за анализу оперативних података из система управљања хидроелектране. Модели и алгоритми, који користе базу података из система управљања као и податке са сензора и мерне опреме који се налазе у електрани, се све ефикасније развијају. Овакви системи обезбеђују благовремена обавештења о променама у функцијама и перформансама постројења. [1]

Модели и алгоритми ће омогућити све више помоћи у идентификовању могућих будућих кварова у постројењу. Циљ је предвидети отказ неког уређаја пре него што дође до озбиљног проблема, пре него што дође до опасности да безбедност људи и опреме буде угрожена. [1]

У раду [2] дат је приказ ране дијагностике отказа игала Пелтон турбине само на основу базе података када је електрана била у нормалном раду, коришћењем неколико различитих метода, међу којима су и неуралне мреже. У поменутом примеру, дијагностика је вршена међусобним поређењем хода млазница које се истовремено покрећу, при чему се проблем детектује уколико дође до одступања њихове зависности промене положаја у односу на период нормалног рада. Овакав принцип детекције квара могао би да буде размотрен као редундантни начин детекције који би радио паралелно са постојећим техничким решењем.

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

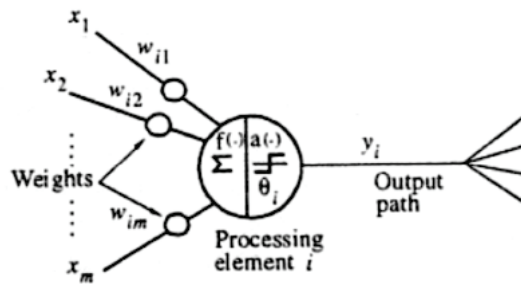
Неуралне мреже – опште одлике

Неурална мрежа је облик вештачке интелигенције, инспирисан начином рада нервних ћелија. Представља систем који се састоји од одређеног броја међусобно повезаних чворова (процесних елемената) који се називају вештачким неуронима.

Идентификација система уз помоћ неуралне мреже врши се на основу обсервација улаза и излаза из процеса који заправо чине улазно-излазне парове за обучавање неуралне мреже. Идеја је неуралну мрежу истренирати тако да естимира вредност активне снаге што је могуће уколико се она тренира помоћу довољно велике базе података и то из времена нормалног рада агрегата. Улазни подаци који ће бити коришћени за естимацију снаге су мерења вредности отворености млазница и тачне вредности снаге за задате положаје млазница. Занемарене су друге величине које такође утичу на снагу, као што је притисак у цевоводу и ниво горње воде, због једноставности мреже. Ако се естимација снаге испостави довољно поузданом, свака већа разлика у односу на стварно измерену снагу за време рада агрегата би указивала на проблем са млазницама, који би детектован на време могао да буде ефикасно решен, без претрпљених великих губитака у производњи електричне енергије.

Неурална мрежа је упрошћена математичка представа биолошког нервног система. Она има моћ да учи из примера, препознаје шаблоне у бази података, прилагођава решења и брзо обрађује податке. Неурална мрежа је способна да реши и компликоване, нелинарне проблеме и то само на основу базе података са архивом потребних улазних величина.

На слици испод (Слика 1) приказана је структура неурона. Тело неурона назива се чвор. Сваки неурон има локалну меморију у којој памти податке које обрађује, међутим појединачни неурон не носи корисне информације, моћ мреже је у повезаности и заједничком раду целе структуре.



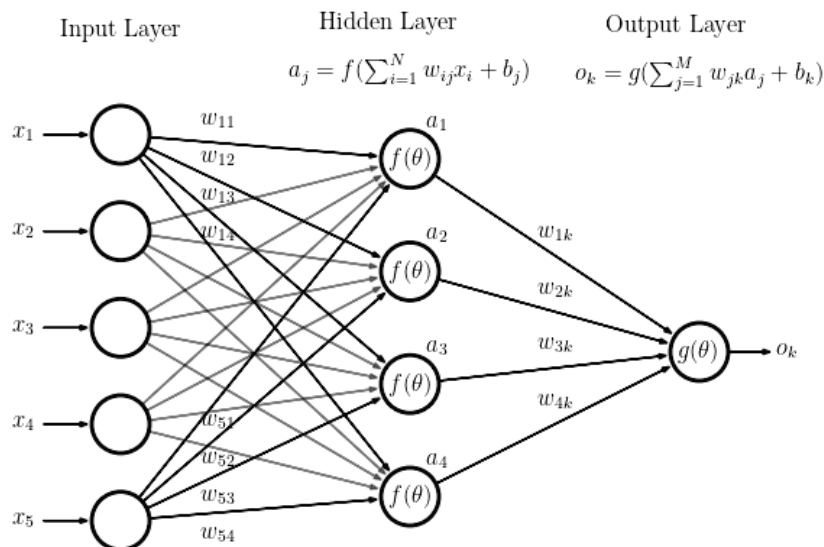
Слика 1 Приказ вештачког неурона

Излаз i -тог чвора рачуна се на следећи начин:

$$y_i = a \left(\sum_{j=1}^m w_{ij} x_j - b_i \right)$$

Мрежа има способност да учи, присећа се и генерализује чињенице добијене из тренирајућег скупа тако што прилагођава тежине различитих међунеронских веза.

Архитектура мреже представља начин на који су неурони повезани у јенду целину. На слици испод (Слика 2) дат је пример структуре једне неуралне мреже. Она садржи улазни слој (помоћу њега прима информације из спољашњег света), излазни слој, који се састоји од једне или више ћелија, са ког се чита крајњи резултат мреже. Између њих се налази један или више скривених слојева који се баве обрадом података.



Слика 2 Приказ „feedforward“ неуралне мреже [3]

Неуралне мреже се могу класификовати према:

- Броју слојева (једнослојне и вишеслојне)
- Врсти веза између неурона
- Начину обучавања мрежа (несупервизијско, учење са критиком, супервизијско)
- Смеру простирања информација (feedforward, feedback)
- Врсти података

Неуралне мреже се за коришћење згодне када нису позната правила, или функције, према којима би било могуће довести у везу улазне и излазне податке. Истренирана неурална мрежа има способност генерализације, што значи да ако јој се доведе улаз који није идентичан улазима помоћу којих је мрежа тренирана, она ће дати добро решење и то својство је оно што издваја неуралну мрежу од неких других метода естимације.

Неопходна је прво предобрада улазних података (уклањање допликада и скалирање улазних величина на опсег од 0 до 1 како би све величине имале једнак утицај на мрежу – у овом случају то није био неопходан корак, јер су свакако све улазне величине исте, положај млазнице од 0 до 100). Након тога, потребно је издвојити 80% података помоћу којих ће се мрежа тренирати, а преосталих 20% ће се користити за тестирање мреже.

У датом пројекту, коришћена је вишеслојна неурална мрежа, са нуронима међусобно повезаним линеарном функцијом. Обучавање је било супервизијско (јер су познати тачни резултати – активна снага у овом случају). У питању је feedforward неурална мрежа – информације су се кретале само једном смеру – од улазног, преко скривених до излазног слоја.

Тренирање и тестирање неуралне мреже

Процес одређивања тежинских фактора неуралне мреже зове се учење (тренирање) и слично је калибрацији математичких модела. Неуралне мреже се тренирају помоћу сетова улазних података и жељених излаза. Почетак тренирања подразумева иницијализацију тежинских фактора и то или насумично, или на основу претходног искуства. Даље, тежине се систематски мењају по увојеном алгоритму „учења“ као што је на пример минимизација разлике између циљаног излаза и излаза који мрежа даје. Алгоритам се понавља све док поменута разлика не постане мања од унапред дефинисане разлике, или уколико број епоха (број понављања обучавајућег алгоритма кроз мрежу) постане већи од унапред дозвољеног. На први поглед делује као логично да број епоха треба да буде што већи како би мрежа дала најбоље резултате, али показује се да мрежа истренирана кроз превелик број епоха постаје „преобучена“. Таква мрежа губи могућност генерализације, односно „од дрвећа не види шуму“. Појава може бити објашњена на примеру учења напамет, где мрежа савршено добро даје резултате за податке над којима се обучавала, али чим се појави неки нови податак, који је у опсегу над којим је обучена, али није идентичне вредности као обучавајући

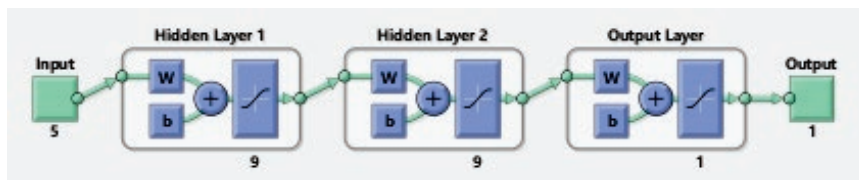
подаци, мрежа даје потпуно погрешне резултате. Стога је увек неопходно при тренирању мреже уврстити заштиту од преобучавања.

За конкретан проблем естимације снаге помоћу неуралне мреже коришћени су подаци када је агрегат био оптерећен у читавом свом опсегу – од минималне до максималне снаге. Млазнице су прошле кроз све комбинације положаја, отварајући се и затварајући по предефинисаном редоследу. На тај начин је мрежа опскрбљена улазним подацима неопходним за обучавање. Из скупа скупа обучавајућих података неопходно је уклонити стационарна стања, јер уколико та стања трају значајно дуже у односу на прелазне режиме, они неће бити добро естимирани.

Подаци су смештени у шест колона, пет првих су улази у будућу мрежу и представљају мерења отворености млазница у различитим тренутцима, а преостала колона представља жељени излаз – мерење активне снаге.

Мрежа која је довела до коректних резултата је feedforward мрежа, двослојна, са по 9 неурона у поменути два скривена слоја и излазним слојем са једним неуроном. Сви неурони су са „tansig“ активационом функцијом:

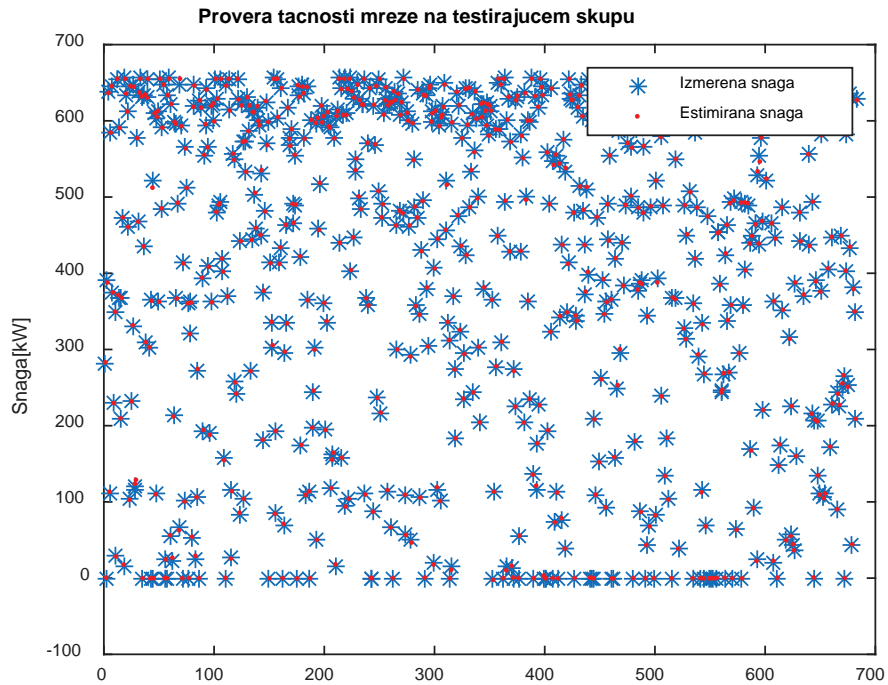
$$y = \text{tansig}(x) = \frac{2}{1 + e^{-2x}} - 1$$



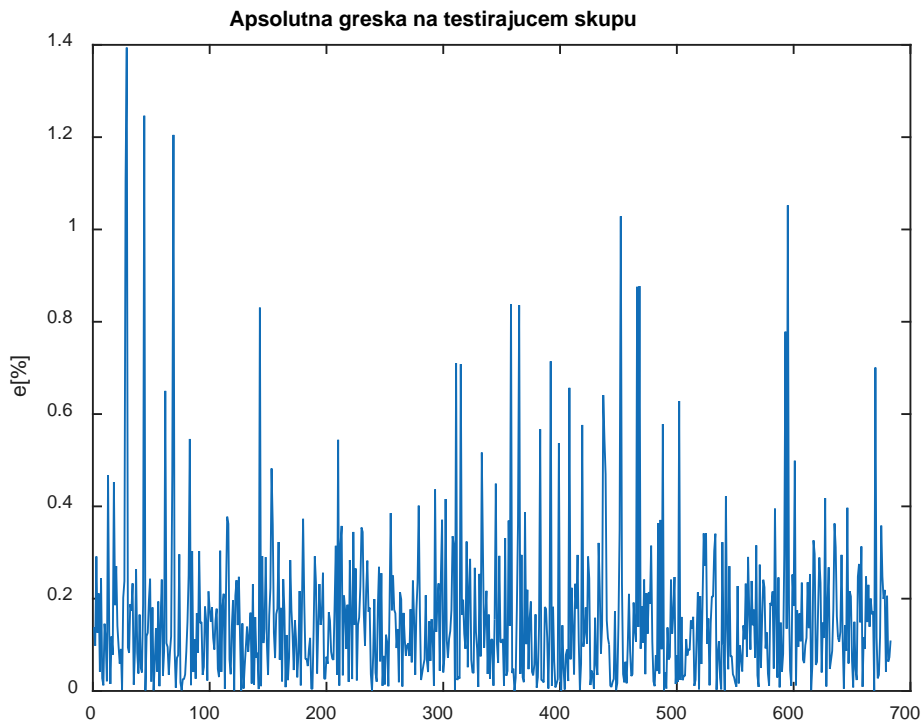
Слика 3 Поједностављен приказ коришћене неуралне мреже (из софтверског пакета MATLAB)

Мрежа је направљена (тренирана и тестирана) у софтверском пакету MATLAB, на слици (Слика 3) је дат приказ структуре мреже. Након добијања задовољавајуће мреже (вероватноћа појаве највеће дозвољене вредности грешке мора бити мања од неке жељене вредности) потребно је из MATLAB-а мрежу пребацити у језик разумљив PLC-у (eng. Programmable Logic Controller). На електрони о којој је реч процесни контролер за управљање, мониторинг и регулацију користи се Atlas MAX-RTL, чији функционални блокови користе ST (eng. Structured Text) код. Како би код био најједноставнији за пребацавање у поменути програмски језик, бира се најједноставнија мрежа, са најмањим могућим бројем неопходних параметара (улаза, броја неурона, броја слојева), али таква да даје добре резултате.

Резултати

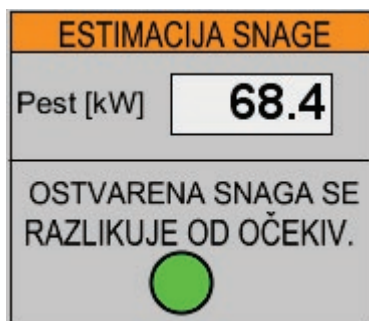


Слика 4 Приказ измерених и стварних вредности снаге за одређене вредности отворености млазница из тестирајућег скупа



Слика 5 Апсолутна грешка естимиране снаге на тестирајућем скупу

Максимална грешка која се издвојила на тестирајућем скупу је 1.4% што је за дати проблем довољно добро (9. kW, при чему је макс снага 650 kW). На одговорном руковаоцу је да упише жељену вредност дозвољеног одступања снаге, а препорука је да то свакако не буде број мањи од 10 киловата. Када одступање постане веће од дозвољеног укључиће се одговарајуће алармно стање на основу ког ће руковалац моћи да предузме одговарајуће кораке. На слици испод (Слика б) дат је приказ естимације снаге и алармна лампица на операторском панелу електране.



Слика б Приказ са операторског панела - лампица светли уколико се остварена снага разликује од естимиране

Закључак и дискусија

Показује се да су резултати приказаног решења сасвим задовољавајући за дати систем. Коришћен је тип неуралне мреже облика најједноставнијег за имплементацију унутар процесног контролера који управља електраном, водећи рачуна да додата функционалност не представља велико повећање оптерећености процесорске јединице.

Уколико би се указала потреба за унапређење система, на различите начине је могуће систем учинити робуснијим и још смањити вредност грешке у односу на тренутно постигнуту. На два начина би се могло доћи до даљег побољшања: уколико се у улазни сет података уврсти још величина (притисак у цевоводу, као и ниво воде), мрежа би била робуснија, мање осетљива на промене тих величина, а други начин је имплементација динамичке неуралне мреже, која би у обзир узимала и претходна стања система, а не само тренутно.

Успешно реализовано техничко решење проблема путем неуралне мреже на овакав начин отвара могућност за проширења подручја рада у области ране дијагностике помоћу вештачке интелигенције како на различитим хидроелектранама, тако и на другим системима где је поузданост опреме кључни фактор за безбедан и ефикасан рад.

Референце:

- [1] Emiliano Corà – Hydropower Technologies, The-state-of-the-art - Hydropower Europe, August 2019.
- [2] Asgeir Øen Åsnes – Condition Monitoring of Hydroelectric Power Plants, Norwegian University of Science and Technology, May 2018.
- [3] Слика преузета са сајта: <https://www.datastuff.tech/machine-learning/convolutional-neural-networks-an-introduction-tensorflow-eager/>
- [4] Fridrik Gisslén and Jonathan Gyllenram – Comparing the predictability of the next day stock trend between high volatile and low volatile stocks using a feedforward neural network – School of Computer Science and Communication, 2017.

Доказ о примени техничког решења

UGOVOR O
ISPORUCI OPREME I IZVRŠENJU RADOVA
(u daljem tekstu: Ugovor)

21 OCT 2020 год.
БЕОГРАД

ZAKLJUČEN IZMEĐU:

1. Društvo za proizvodnju i distribuciju električne energije VMHE ENERGY d.o.o., Vladičin Han, Ratka Pavlovića 20, MB 20720107 PIB 106993693, koga zastupa direktor Milan Milenković (u daljem tekstu Naručilac),

i

2. INSTITUT MIHAJLO PUPIN DOO. BEOGRAD (ZVEZDARA), Ul. Volgina br. 15, 11060 Beograd, MB: 07014694, PIB: 100008310, koga zastupa direktor Dr. Sanja Vraneš, dipl.inž. (u daljem tekstu Izvođač)

zajedno u daljem tekstu kao »Ugovorne strane«.

PREDMET UGOVORA

Član 1.

Predmet ovog ugovora je isporuka opreme i izvršenje radova na sledećim poslovima:

1. Projektovanje, izradu, testiranje na simulatoru i implementaciju na objektima MHE Makovište i MHE Manjak algoritma estimacije parametara rada agregata i detekcije umanjenja efikasnosti agregata usled nepravilnosti na primarnoj opremi.
2. Daljinski nadzor nad agregatima sa udaljene lokacije pristupom preko postojeće satelitske internet konekcije, analiza pogonskih događaja i intervencije po potrebi. Konfiguracija podsistema za mail obaveštavanje o događajima na elektrani (MHE Manjak i MHE Makovište). Obaveza Investitora je da obezbedi konfiguraciju prenosnog sistema (satelitski internet) da može da propusti ovaj saobraćaj.
3. Isporuka, ugradnja i konfiguracija potrebne opreme za realizaciju tačke 2 člana 1 ovog Ugovora:
 - a. SMS oprema za javljanje događaja
 - b. Oprema za potpun daljinski pristup (sa funkcijama komandovanja i naprednim funkcijama analize i konfiguracije sistema koji su sada dostupni samo direktnim (fizičkim, lokalno) pristupom sistemu):
 1. Gateway + firewall sa konfiguracijom, kabliranjem i instalacijom
 2. Obaveza Investitora je da obezbedi konfiguraciju prenosnog sistema (satelitski internet) da može da propusti ovaj saobraćaj.
 - c. Prenosni laptop 1 kom. dijagonale 12" – 14" sa konfiguracijom i aplikacijom za daljinski nadzor i upravljanje

UGOVORENA CENA

Član 2.

Ukupna vrednost Isporuke opreme i radova iz člana 1. ovog Ugovora iznosi:

R.Br	Opis	Kol/J.M.	Cena/kom	Ukupno (RSD)
1	Implementacija algoritma estimacije opisanog u Članu 1 tačka 1	1 komplet	288.163,00	288.163,00
2	Implementacija sistemskog softvera opisanog u Članu 1 tačka 2	1 komplet	255.000,00	255.000,00
3	Oprema opisana u Članu 1 tačka 3	1 komplet	353,035,00	353,035,00
	UKUPNO (RSD), bez PDV-a			896.198,00

Za potrebe održanja sistema, periodičnih preventivnih pregleda određuje se paušal u iznosu od 35 000 RSD. Paušal će početi da se naplaćuje prvog narednog meseca od implementacije komponenti definisanih Članom 1 tačkom 2.

U okviru paušalnog iznosa Izvođač se obavezuje:

1. Da jednom godišnje, u dogovoru sa Investitorom, fizički obiđe oba objekta, proveri stanje elektro opreme upravljanja i regulacije, napravi backup konfiguracije sistema i arhiva
2. Da se odazove na telefonski poziv ovlašćenog lica investitora i učestvuje u analizi događaja i daje predloge i korektivne mere

U slučaju potrebe fizičke intervencije na objektu obračunaće se:

1. Troškovi prevoza u iznosu od 15 000 RSD
2. Inženjer dan u iznosu od 25 000 RSD
3. Utrošak materijala prema specifikaciji

ROK ISPORUKE OPREME

Član 3.

Izvođač se obavezuje da isporuku opreme i radova u skladu sa ovim Ugovorom i Ponudom realizuje prema sledećoj dinamici:

- Isporuka konfigurisane opreme 6 meseci od potpisivanja ovog Ugovora
- Konfiguracija i puštanje u rad prema raspoloživosti komponenti

Vreme odziva na intervenciju za vreme trajanja ovog Ugovora:

1. Telefonski odmah, po primljenom pozivu
2. U slučaju potrebe odlaska na objekat – 12 sati od pisanog poziva (u formi maila, SMSa ili VIBER poruke).

NAČIN PLAĆANJA

Član 4.

Naručilac se obavezuje da Izvođaču izvrši upatu avansa u iznosu 20% ponuđene cene bez PDV-a 10 dana od dana potpisivanja.

Ugovorne strane su saglasne da se plaćanje po ovom Ugovoru vrši na osnovu privremenih i konačne situacije u roku od 15 dana od prijema situacija.
Paušal se fakturiše bilo kog od poslednjih 5 dana u mesecu za tekući mesec.

Uz račun, Izvođač je dužan da dostavi zapisnik o izvršenim radovima i uslugama potpisan od ovlašćenih predstavnika obe ugovorene strane.

ODGOVORNO LICE

Član 5.

Ugovorne strane su dužne da odrede odgovorna lica za realizaciju ovog Ugovora i da o tome pisanim dopisom obaveste drugu Ugovornu stranu u roku od 7 (sedam) dana od dana potpisivanja ovog Ugovora.

KVALITET OPREME

Član 6.

Izvođač se obavezuje da svu opremu i radove koji su Predmet ovog Ugovora izradi u svemu kvalitetno i u skladu sa Ponudom, tehničkim normativima, standarima i važećim propisima.

TEHNIČKI PREGLED I PRIMOPREDAJA OPREME I RADOVA

Član 7.

Naručilac je obavezan da organizuje tehnički pregled i prijem Predmeta ovog Ugovora, u skladu sa odredbama ovog Ugovora.

Član 8.

Kvantitativni i kvalitativni prijem Predmeta ovog Ugovora izvršiće se po izvršenoj isporuci opreme i realizaciji radova u prisustvu ovlašćenih predstavnika Isporučioca i Naručioca/Investitora, o čemu će se sačiniti Zapisnik.

GARANTNI ROK I ROK TRAJANJA UGOVORA

Član 9.

Ugovorne strane su se saglasile da je garantni rok na opremu i radove 18 (osamnaest) meseci, računajući od dana potpisivanja Zapisnika iz člana 9. ovog Ugovora, u kom roku je Izvršilac dužan otkloniti sve eventualne greške.

Trajanje raspoloživosti Izvođača za analizu i otklanjanje kvarova počinje prvog narednog meseca od potpisivanja zapisnika o isporuci komponenti definisanih Članom 1 tačkom 2 i traje narednih 12 meseci od tog trenutka.

OSTALE ODREDBE

Član 12.

Ugovorne strane tokom izvršenja ovog Ugovora mogu otkriti određene poverljive i vlasničke informacije drugoj Ugovornoj strani, (u daljem tekstu: Informacija), te se obavezuju na preduzimanje potrebnih mera radi zaštite istih.

Pod Informacijom se podrazumevaju sve informacije u pisanoj, verbalnoj ili u drugoj materijalnoj ili nematerijalnoj formi, kao i otkrića, ideje, koncepti, know-how, tehnike, dizajni, specifikacije, crteži, nacrti, planovi, dijagrami, modeli, primerci, flow čartovi, podaci (kako oni koji se odnose na korisnika tako i oni koje se ne odnose na korisnika), kompjuterski programi, konfiguracione datoteke i podaci, diskovi, diskete, trake, marketinški planovi, cene, proizvodi i druge tehničke, komercijalne i poslovne informacije, kao i sve ostale informacije koje mogu biti iskorišćene od strane bilo kog konkurenta i/ili koje mogu naneti štetu nekoj od Ugovornih strana, ukoliko bi bile otkrivene.

Primalac Informacije je Ugovorna strana kojoj je saopštena Informacija od strane Davaoca Informacije.

Davalac Informacije je Ugovorna strana koja je saopstila Informaciju Primaocu Informacije.

Svaka Ugovorna strana se obavezuje da poštuje poverljivost svih Informacija, napred navedenih, izuzev informacija:

- (a) za koje Ugovorna strana, na osnovu svoje prethodno postojeće dokumentacije, može dokazati da ih je zakonski posedovala pre nego što su saopštene;
- (b) koje su Ugovorne strane izričito dogovorile da nemaju karakter poverljive Informacije;
- (c) koje su javno dostupne i pre otkrivanja, ili će postati javno dostupne, ali ne kao rezultat pogrešnog postupanja, greške ili nebrige Ugovorne strane – Primaoca Informacije;
- (d) koje je nezavisno razvila Ugovorna strana - Primalac Informacije, a bez pozivanja ili oslanjanja na Poverljivu Informaciju;
- (e) po nalogu sudskih i upravnih organa

Obaveza čuvanja poverljivosti Informacije se odnosi na sve zaposlene Primaoca Informacije.

Zabrana korišćenja i odavanja Informacije će ostati na snazi za period od 5 (pet) godina od dana saopštavanja Informacije.

Primalac Informacije će čuvati sve Informacije koje su mu saopštene od Davaoca Informacije kao strogo poverljive i iste neće otkrivati trećim licima i/ili licima koja su zaposlena kod njih, izuzev onih Informacija koje su neophodne za realizaciju ovog Ugovora.

O nameri otkrivanja Informacije od strane Primaoca Informacije trećim licima, neophodno je da Davalac Informacije bude prethodno blagovremeno obavešten i saglasan sa otkrivanjem.

Svaka Ugovorna strana će u potpunosti naknaditi drugoj Ugovornoj strani sve direktne gubitke, štete, troškove, reklamacije ili izdatke nastale po osnovu kršenja navedenih obaveza iz ovog člana od strane te Ugovorne strane ili njenih odnosnih predstavnika ili zaposlenih.

Nijedna Ugovorna strana neće biti odgovorna za indirektne/posledične gubitke ili štete.

Ugovorne strane su saglasne da se u pogledu činjenica koje nisu obuhvaćene ovim Ugovorom a tiču se njegove realizacije, imaju primenjivati odredbe Zakona o obligacionim odnosima.

Član 12.

Ugovorne strane su saglasne da sve eventualne nesuglasice oko ovog Ugovora, njegove realizacije i tumačenja rešavaju sporazumno, a ukoliko se spor ne može rešiti na navedeni način ugovaraju nadležnost Privrednog suda u Beogradu.

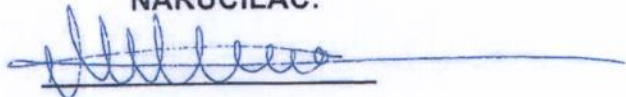
Član 13.

Ugovorne strane su saglasne da sve izmene i dopune ovog Ugovora vrše sporazumno, pisanim putem u formi posebnog Aneksa ovog Ugovora.

Član 14.

Ovaj Ugovor je sačinjen u 4 (četiri) istovetna primerka, od kojih svaka ugovorna strana zadržava po 2 (dva) primeraka i stupa na snagu danom obostranog potpisivanja.

NARUČILAC:



VMHE ENERGY DOO VLADIČIN HAN

Direktor

Milan Milenković



IZVRŠILAC:



INSTITUT MIHAJLO PUPIN DOO. BEOGRAD (ZVEZDARA)

Direktor

Dr Sanja Vraneš, dipl.inž.

Beograd, 21. 10. 2020.



Листа раније прихваћених техничких решења за сваког аутора појединачно

Небојша Пањевац

1. Небојша Радмиловић, Бојан Папић, **Небојша Пањевац**, Никола Крајновић, Милена Милојевић, Весна Петковски, Милош Станковић, Драган Бојанић, Мирсад Бахтијаревић, Василије Јовановић, Биљана Антић, Владимир Неранчић, Александар Супић: Real time хардверски симулатор парне турбине термоенергетског блока, Реализација 2011, Примена 2011, Корисник: Термоелектрана Никола Тесла А, Обреновац, Термоелектрана Костолац Б, Дрмно, Термоелектрана Колубара А, Велики Црљени, Категорија: М83
2. Небојша Радмиловић, мр Миленко Николић, др Љубиша Јовановић, мр Милена Милојевић, Весна Петковски, Никола Крајновић, Иван Николић, Младен Вучинић, Драган Бојанић, Дарко Новаковић, **Небојша Пањевац**, Владимир Неранчић, Жељко Гагић, Александар Латиновић: Метода одржавања броја обртаја турбинског постројења након испада са оптерећења, Реализација 2012, Примена 2012, Корисник: Термоелектрана Никола Тесла А, Обреновац, Термоелектрана Костолац Б, Дрмно, Термоелектрана Колубара А, Велики Црљени, Категорија: М84
3. Милош Станковић, др Љубиша Јовановић, др Драган Радојевић, Бојан Папић, Светлана Деспотовић, Драган Бојанић, Перица Крстић, **Небојша Пањевац**, Ивана Бачвански, Мирсад Бахтијаревић, Василије Јовановић, Милисав Богдановић, Владимир Нешић, Саво Безмаревић: Систем за редундантно мерење броја обртаја у системима турбинске регулације у термоагрегатима, Реализација 2011, Примена 2012, Корисник: Термоелектрана Никола Тесла А, Обреновац, Термоелектрана Костолац Б, Дрмно, Термоелектрана Колубара А, Велики Црљени, Категорија: М83
4. Милос Станковић, Миленко Николић, Перица Крстић, **Небојша Пањевац**, Ивана Бачвански, Бојан Папић, Василије Јовановић, Небојша Радмиловић, Богдан Поповић, Александар Супић, Жељко Гагић, Немања Самарџић: Систем надбрзинске заштите турбоагрегата, Реализација 2012, Примена 2012, Корисник: Термоелектрана Никола Тесла А, Обреновац, Термоелектрана Костолац Б, Дрмно, Термоелектрана Колубара А, Велики Црљени, Категорија: М83
5. Саша Максимовић, Гордан Конечни, Александар Михајлов, Миленко Николић, Бојан Папић, Светлана Деспотовић, Младен Вучинић, **Небојша Пањевац**, Биљана Антић, Богдан Поповић, Ђорђе Човић, Милош Деспић: Механизам инкорпорације разнородних библиотечких модула у ДЦС, Реализација 2012, Примена 2012, Корисник: ТЕ-ТО Нови Сад, Категорија: М84
6. Небојша Радмиловић, Весна Петковски, Никола Крајновић, Бојан Папић, Миленко Николић, Жељко Ђуровић, Горан Квашчев, Василије Јовановић, Драган Бојанић, **Небојша Пањевац**, Милисав Богдановић, Милан Бједов, Драган Радојевић, Милена Милојевић, Иван Николић: Библиотека функција за одређивање параметара воде у различитим фазним стањима оптимизованих за рад у реалном времену, Реализација 2013, Примена 2013, Корисник: ТЕ Колубара А, Велики Црљени, ТЕНТ А Обреновац, ТЕ Костолац Б, Дрмно, Категорија: М84
7. Небојша Радмиловић, Весна Петковски, Никола Крајновић, Бојан Папић, Перица Крстић, Ивана Бачвански-Јањатовић, **Небојша Пањевац**, Милисав Богдановић, Милан Бједов, Тамара Јовановић, Владимир Нешић, Драгана Глишић, Ђорђе Човић, Иван Николић: Реализација snapshot функционалности симулатора-тренажера термоенергетског постројења, Реализација 2013, Примена 2013, Корисник: ТЕНТ А Обреновац, Категорија: М84
8. Небојша Радмиловић, Весна Петковски, Никола Крајновић, Бојан Папић, Ивана Бачвански-Јањатовић, Дарко Новаковић, **Небојша Пањевац**, Милисав Богдановић, Милан Бједов, Ђорђе Човић, Вања Чукалевски, Богдан Поповић, Александар Супић, Тамара Јовановић, Иван Николић, Милена Милојевић: Естимација протока паре из испаривача проточног парног котла термоелектране за потребе аутоматске регулације протока напојне воде, Реализација 2013, Примена 2013, Корисник: ТЕНТ А Обреновац, Категорија: М83
9. Љубиша Јовановић, Бојан Папић, Огњен Ристић, Милош Станковић, Василије Јовановић, Перица Крстић, Ивана Бачвански-Јањатовић, Драган Радојевић, Драган Бојанић, **Небојша Пањевац**, Милисав Богдановић, Милан Бједов, Богдан Поповић: Систем за детекцију стања хидроагрегата, Реализација 2014, Примена 2014, Корисник: ХЕ Вишеград, Категорија: М83
10. Микица Димитријевић, Милош Станковић, Предраг Марић, Бранислав Шашић, Владимир Нешић, Никола Марковић, Александар Цар, **Небојша Пањевац**: Инсталација Atlas ХВВ-RTL-а за даљинско читавање потрошње топлотне енергије Института "Михајло Пупин", Реализација 2016, Примена 2016, Корисник: Институт Михајло Пупин, Категорија: М82

11. Владимир Нешић, Ђорђе Човић, Мирослав Симић, Ђорђе Јовановић, Драган Радојевић, Небојша Радмиловић, Милена Милојевић, **Небојша Пањевац**, Весна Петковски, Никола Цимбаљевић, Бојан Папић: EDICOPT алат за тестирање и пуштање Atlas Hудра уређаја, Реализација 2017, Примена 2017, Корисник: Електродистрибуција Београд, Категорија: М84
12. мр Милена Милојевић, Алекса Арсић, Небојша Радмиловић, Весна Петковски, Никола Цимбаљевић, проф. др Жељко Ђуровић, проф. др Горан Квашчев, Ивана Бачвански-Јањатовић, **Небојша Пањевац**, Богдан Поповић, Љубиша Јовановић: Алгоритам самоподешавања параметара Атлас дАПВ уређаја за аутоматско позиционирање вентила, Реализација 2018, Примена 2018, Корисник: Елнос БЛ, Бања Лука, Категорија: М83
13. Небојша Радмиловић, мр Милена Милојевић, Весна Стаменковић (ex Петковски), Бојан Папић, **Небојша Пањевац**, Љубиша Јовановић, Владимир Нешић, Предраг Марић, Никола Матић, Алекса Луковић, Катарина Аврамовић, Михаило Бјекић, Саша Јовановић: Atlas dAPV-L, унапређени dAPV уређај за директну подршку LVDT (Linear Variable Differential) улаза, Реализација 2019, Примена 2019, Корисник: Елнос БЛ Beograd, Категорија: М84

Дарко Новаковић

1. Небојша Радмиловић, мр Миленко Николић, др Љубиша Јовановић, мр Милена Милојевић, Весна Петковски, Никола Крајновић, Иван Николић, Младен Вучинић, Драган Бојанић, **Дарко Новаковић**, Небојша Пањевац, Владимир Неранцић, Жељко Гагић, Александар Латинковић: Метода одржавања броја обртаја турбинског постројења након испада са оптерећења, Реализација 2012, Примена 2012, Корисник: Термоелектрана Никола Тесла А, Обреновац, Термоелектрана Костолац Б, Дрмно, Термоелектрана Колубара А, Велики Црљени, Категорија: М84
2. Никола Крајновић, Небојша Радмиловић, мр Милена Милојевић, Весна Петковски, Иван Николић, Тамара Јовановић, др Драган Радојевић, Срђан Сударевић, Марко Рогановић, **Дарко Новаковић**, Мирсад Бахтијаревић, Биљана Антић, Милан Бједов, Вања Чукалевски, Ђорђе Човић: Један приступ моделовању ваздушно-димног тракта котла за потребе симулатора-тренажера термоенергетског блока, Реализација 2012, Примена 2013, Корисник: Термоелектрана Никола Тесла А, Обреновац, ТЕ ТО Нови Сад, Категорија: М83
3. мр Милена Милојевић, Небојша Радмиловић, Весна Петковски, Никола Крајновић, Иван Николић, мр Миленко Николић, **Дарко Новаковић**, Василије Јовановић, Милисав Богдановић, Вања Чукалевски, Богдан Поповић, Александар Супић, Александар Латинковић: Један приступ моделовању бубња котла са природном циркулацијом за потребе симулатора-тренажера термоенергетског блока, Реализација 2011, Примена 2012, Корисник: ТЕ ТО Нови Сад, Категорија: М83
4. Бојан Папић, Владимир Нешић, Драгана Глишић, Гордан Конечни, Нина Радновић, Никола Јевтовић, Михаило Стојановић, Драган Радојевић, Светлана Деспотовић, **Дарко Новаковић**, Владимир Неранцић, Вања Чукалевски, Богдан Поповић: Увођење редундансе у дистрибуирани систем управљања за интеграцију специјалних мерних система по ИЕС 61850 протоколу, Реализација 2013, Примена 2013, Корисник: ЕПС, Термоелектране у Србији, Категорија: М83
5. Небојша Радмиловић, Весна Петковски, Никола Крајновић, Бојан Папић, Ивана Бачвански-Јањатовић, **Дарко Новаковић**, Небојша Пањевац, Милисав Богдановић, Милан Бједов, Ђорђе Човић, Вања Чукалевски, Богдан Поповић, Александар Супић, Тамара Јовановић, Иван Николић, Милена Милојевић: Естимација протока паре из испаривача проточног парног котла термоелектране за потребе аутоматске регулације протока напојне воде, Реализација 2013, Примена 2013, Корисник: ТЕНТ А Обреновац, Категорија: М83
6. Никола Крајновић, Жељко Ђуровић, Горан Квашчев, Милена Милојевић, Небојша Радмиловић, Весна Петковски, Иван Николић, Тамара Јовановић, Срђан Сударевић, **Дарко Новаковић**, Ђорђе Човић, Ана Вучуревић, Бранко Ковачевић: Реализација граничника пада градијента притиска свеже паре испред турбине у систему турбинске регулације парне турбине, Реализација 2014, Примена 2014, Корисник: ТЕ Колубара А, Велики Црљени, ТЕНТ А Обреновац, ТЕ Костолац Б, Дрмно, Категорија: М82

Богдан Поповић

1. мр Милена Милојевић, Небојша Радмиловић, Весна Петковски, Никола Крајновић, Иван Николић, мр Миленко Николић, Дарко Новаковић, Василије Јовановић, Милисав Богдановић, Вања Чукалевски, **Богдан Поповић**, Александар Супић, Александар Латиновић: Један приступ моделовању бубња котла са природном циркулацијом за потребе симултора-тренажера термоенергетског блока, Реализација 2011, Примена 2012, Корисник: ТЕ ТО Нови Сад, Категорија: М83
2. др Горан Квашчев, проф. др Жељко Ђуровић, др Veljko Papić, Aleksandra Marjanović, др Драган Радојевић, мр Милена Милојевић, Небојша Радмиловић, Никола Крајновић, Весна Петковски, Иван Николић, Бојан Папић, Срђан Сударевић, Младен Вучинић, Милан Бједов, **Богдан Поповић**, Милош Станковић: Решење индустријског ПИД регулатора за примену у аутоматском управљању разноврсним процесима у термоелектрани, Реализација 2011, Примена 2012, Корисник: Термоелектрана Никола Тесла А, Обреновац, Термоелектрана Костолац Б, Дрмно, Термоелектрана Колубара А, Велики Црљени, ТЕ ТО Нови Сад, Категорија: М84
3. Милос Станковић, Миленко Николић, Перица Крстић, Небојша Пањевац, Ивана Бачвански, Бојан Папић, Василије Јовановић, Небојша Радмиловић, **Богдан Поповић**, Александар Супић, Жељко Гагић, Немања Самарцић: Систем надбрзинске заштите турбоагрегата, Реализација 2012, Примена 2012, Корисник: Термоелектрана Никола Тесла А, Обреновац, Термоелектрана Костолац Б, Дрмно, Термоелектрана Колубара А, Велики Црљени, Категорија: М83
4. Саша Максимовић, Гордан Конечни, Александар Михајлов, Миленко Николић, Бојан Папић, Светлана Деспотовић, Младен Вучинић, Небојша Пањевац, Биљана Антић, **Богдан Поповић**, Ђорђе Човић, Милош Деспић: Механизам инкорпорације разнородних библиотечких модула у ДЦС, Реализација 2012, Примена 2012, Корисник: ТЕ-ТО Нови Сад, Категорија: М84
5. Бојан Папић, Владимир Нешић, Драгана Глишић, Гордан Конечни, Нина Радновић, Никола Јевтовић, Михаило Стојановић, Драган Радојевић, Светлана Деспотовић, Дарко Новаковић, Владимир Неранцић, Вања Чукалевски, **Богдан Поповић**: Увођење редундансе у дистрибуирани систем управљања за интеграцију специјалних мерних система по ИЕС 61850 протоколу, Реализација 2013, Примена 2013, Корисник: ЕПС, Термоелектране у Србији, Категорија: М83
6. Небојша Радмиловић, Весна Петковски, Никола Крајновић, Бојан Папић, Ивана Бачвански-Јањатовић, Дарко Новаковић, Небојша Пањевац, Милисав Богдановић, Милан Бједов, Ђорђе Човић, Вања Чукалевски, **Богдан Поповић**, Александар Супић, Тамара Јовановић, Иван Николић, Милена Милојевић: Естимација протока паре из испаривача проточног парног котла термоелектране за потребе аутоматске регулације протока напојне воде, Реализација 2013, Примена 2013, Корисник: ТЕНТ А Обреновац, Категорија: М83
7. Љубиша Јовановић, Бојан Папић, Огњен Ристић, Милош Станковић, Василије Јовановић, Перица Крстић, Ивана Бачвански-Јањатовић, Драган Радојевић, Драган Бојанић, Небојша Пањевац, Милисав Богдановић, Милан Бједов, **Богдан Поповић**: Систем за детекцију стања хидроагрегата, Реализација 2014, Примена 2014, Корисник: ХЕ Вишеград, Категорија: М83
8. мр Милена Милојевић, Алекса Арсић, Небојша Радмиловић, Весна Петковски, Никола Цимбаљевић, проф. др Жељко Ђуровић, проф. др Горан Квашчев, Ивана Бачвански-Јањатовић, Небојша Пањевац, **Богдан Поповић**, Љубиша Јовановић: Алгоритам самоподешавања параметара Атлас дАПВ уређаја за аутоматско позиционирање вентила, Реализација 2018, Примена 2018, Корисник: Елнос БЛ, Бања Лука, Категорија: М83