

1. Др Жарко Петровић, ванредни професор, Универзитет у Источном Сарајеву, Машински факултет Источно Сарајево, ужа научна област: Машинство, предсједник Комисије
2. Др Сеад Пашић, редовни професор, Универзитет "Џемал Биједић" у Мостару, Машински факултет Мостар, ужа научна област: Заваривање, члан Комисије
3. Др Здравко Божичковић, ванредни професор, Универзитет у Источном Сарајеву, Саобраћајни факултет Добој, ужа научна област: Машинство, члан Комисије
4. Др Драгослав Добраш, доцент, Универзитет у Бања Луци, Машински факултет Бања Лука, ужа научна област: Конструкциони материјали, члан Комисије
5. Др Милија Крајишник, доцент, Универзитет у Источном Сарајеву, Машински факултет Источно Сарајево, ужа научна област: Машинство, члан Комисије

### **Наставно-научном вијећу Машинског факултета Универзитета у Источном Сарајеву**

Одлуком Наставно-научног вијећа Универзитета у Источном Сарајеву бр.245-С-2/16 од 13.10.2016. године именовани смо у Комисију за оцјену подобности теме и кандидата мр Ненада Букејловића, дипл. инж. маш. за израду докторске дисертације под радним називом „Оптимизација процеса заваривања челичних резервоара са једноструким и двоструким зидом за нафту и нафтне деривате“.

Увидом у достављени материјал пријаве и осталу потребну документацију за пријаву докторске дисертације кандидата мр Ненада Букејловића, Комисија у горе именованом саставу подноси сљедећи

### **ИЗВЈЕШТАЈ**

#### **о оцјени подобности кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације кандидата мр Ненада Букејловића**

#### **1. КРАТКА БИОГРАФИЈА КАНДИДАТА**

Ненад Букејловић је рођен 09.04.1968. године у Добоју. Основну и средњу Машинско техничку школу завршио је у Добоју. Дипломирао је на Машинском факултету Универзитета у Београду 1996. године са оцјеном 10 и стекао звање дипломираног инжењера машинства.

Постдипломски студиј смјер „Заваривање“ је уписао школске 2008/2009. године на Машинском факултету Универзитета у Бања Луци. Све испите је положио са просјечном оцјеном 9,5. Након завршеног постдипломског студија 04.04.2014. године одбранио је магистарски рад на тему „Прилог оцјени заварљивости челика повишене чврстоће – HARDOX 450“.

По завршетку основних студија приправнички стаж одрадио у Сартид (U.S.Steel) Смедерево и радио до 1999. године у погону Енергетика. Након тога, у периоду од 1999. до 2005. године радио је у Трудбеник Добој на пословима развоја компресорске опреме и руководиоца продаје. На Факултету стројарства и бродоградње Загреб, 2005. године, завршио је специјалистички курс за International welding engineer IWE, European welding engineer EWE и стиче звање Европског инжењера за заваривање. У периоду 2005. до 2013. године запослен је у компанији Далековод - ТКС Добој на пословима инжењера за заваривање и руководиоца Сектора контроле квалитета. Од 2013. до 2016. године запослен у Металној индустрији Приједор на пословима инжењера за заваривање. Тренутно је запослен у компанији KRAMPITZ TANKSYSTEM GmbH, Dahlenburg Germany.

Кандидат је радио на увођењу и унапређењу система квалитета према стандарду ISO 9001, европском стандарду за заваривачке радове EN 3834-2, њемачком стандарду за заваривачке радове DIN 18800-7, те европском стандарду за израду металних конструкција EN 1090-1,2.

Од школске 2002/2003 године па до школске 2007/2008 године кандидат је радио на пословима асистента на Вишој техничкој школи Добој на групи предметима машинске струке.

## **2. ПРИЈАВА ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### **2.1 Опис проблема**

Одговарајуће снабдевање енергијом од виталног је интереса за развој економије једне земље. Угаљ је био главни енергент у 19. и почетком 20. вијека, али је након Другог свјетског рата његову позицију заузела нафта. Од 1970. године почиње повећање заступљености природног гаса у укупној производњи примарне енергије. У 2009. години од укупних свјетских потреба за енергијом, 23,8% потреба подмирено је природним гасом, а 34,8% нафтом.

Складишта за масовну течну и гасовиту робу имају облик резервоара. Основна намјена резервоара је складиштење течности и гасова. Њихова примјена се дефинише у односу на мјесто и улогу у логистичком систему и врсти робе која се складишти.

За складиштење нафте и нафтних деривата користе се резервоари различитог облика и величина који могу бити надземни и подземни. Према облику резервоари се дијеле на цилиндричне (вертикални и хоризонтални), сферичне и призматичне – кутијасте (који ће бити предмет испитивања кроз докторску дисертацију). Резервоари представљају херметички затворена складишта у којима се врши складиштење течности (воде, хемикалија или осталих опасних материја у течном стању) или гасова.

Складиштење течне и гасовите робе може се посматрати као складиштење:

- амбалажирани течне или гасовите робе преведене у течно стање која се онда посматра као комадна роба,
- масовне робе које захтјевају специфичне складиштне објекте и претоварна средства (системе цјевовода, вентиле, пумпе итд).

Складиштење нафте и нафтних деривата је процес који је неизбежно праћен појавом различитих врста губитака. Ти губици су сљедећи:

- евапоративни (губици услед испаравања),
- губици услед цурења.

Сви ови губици су важни како са становишта енергетских биланса стања, тако и са становишта заштите животне средине.

Данас се резервоари израђују од челика или неметалних материјала, с тим да је највећи број резервоара који се у пракси користи за складиштење нафте израђен у завареној изведби од челичних материјала. Начин израде резервоара зависи од: величине резервоара, медија који се складишти, атмосферским и специфичним условима зависним о мјесту на коме се резервоар налази, те државним и локалним безбједоносним законима и законима везаним за заштиту животне средине.

Производне привредне дјелатности (енергетика, рударство, индустрија) и војна индустрија, захтјевају благовремену допрему енергије у потребним количинама на одговарајуће локације, као и сигурност снабдјевања. У том циљу данас је све већа примјена покретних станица за снабдијевање течним и гасовитим материјама које у свом саставу посједују резервоаре адекватне величине.

Изучавање заваривања и примјена иновативних технологија заваривања као метода спајања више дијелова у једну нераздвојиву цјелину има велики значај због своје универзалне примјене.

У индустријској производњи појављују се грешака у завареном споју, а нарочито њихово понављање, узрокује велике проблеме како у испуњењу рокова производње тако и у цијени коштања производа. Узроци грешака могу бити у фазама прије производње (пројектовање, избор основног, додатног и помоћног материјала, избор поступка заваривања, врсте и облика споја ...), у току производње и након производње у зависности од начина употребе и оптерећења конструкције.

Да би се у процесу заваривања квалитет унапријед обезбједио, неопходно је прије одговарајуће производње урадити технолошке пробе, те примјенити већ провјерене технологије заваривања потврђене разним врстама испитивања.

Све већи захтјеви економичности израде заварених челичних конструкција условљавају примјену савремених квалитетних поступака заваривања. Развој поступака заваривања је тијесно повезан са потребом повећања продуктивности, без губљења квалитета изведених заварених спојева. Смањење трошкова и конкурентна цијена се све више везују за технолошке иновације.

Данас се путем иновативних поступака заваривања настоји произвести већи број производа уједначеног квалитета, по нижим цијенама, у радном окружењу које је у складу са захтјевима животне средине. То је изазов који треба да достигне свака компанија.

Из тих разлога ће се у овом раду анализирати употреба нових иновативних поступака заваривања приликом израде завареног челичног резервоара, као и употреба различитих врста заштитних гасова приликом заваривања.

При избору поступака заваривања као и економске оправданости примјене нових поступака заваривања, величине које морају да карактеришу нове резервоаре су сљедеће:

- посједовање одговарајућих механичких и конструктивних особина материјала које обезбјеђују сигурност и стабилност облика резервоара у различитим динамичким режимима рада и различитим температурним условима,
- обезбјеђење адекватног заптивања, како се не би појавио губитак садржаја (економске и еколошке посљедице).

## 2.2 Преглед досадашњих истраживања

Досадашња истраживања из области израде кутијастих резервоара [29] базирана су на изучавању инжињерске праксе која је имплементирана кроз примјену технологија заваривања са жичаним електродама пуног попречног пресека, док је оцјена заварљивости материјала базирана само на основу хемијског састава и дебљине уграђеног материјала.

Савремена пракса указује да је примјеном прахом пуњених жичаних електрода продуктивност заваривања већа [11] уз истовремено боље механичке особине и мање деформације заварених спојева.

Прахом пуњене жице омогућавају мањи унос топлоте у заварени спој [11], те је зона промјене структуре уграђеног материјала усљед уноса топлоте ужа. Ово условљава да су механичке и технолошке особине завареног споја боље, а деформабилно-напонско стање зоне заваривања стабилније.

Развој нове аутоматизоване и роботизоване опреме, као и нових додатних и помоћних материјала, доводи до нових приступа у технологији и организацији заваривачких радова. Највећи допринос у истраживању квалитета заварених спојева дали су и кроз своје радове [9] као и произвођачи заваривачке опреме [9, 11, 15], додатних и помоћних материјала.

Литературни подаци [7, 15, 29] указују да примјена пуњених жица при заваривању на површини шава ствара троску која штити заварени спој од атмосферских утицаја, смањује брзину хлађења растопа, те је металуршки гледано шав са мање укључака и порозности, а са становишта механичких особина шав је жилавији.

Истовремено, прах којим се пуни електродна жица може бити различитог хемијског састава, па тако целулоно пуњење омогућава да се заваривање може лакше изводити у принудним положајима (надглавни и одозго према доле).

При очвршћавању троска се хлађењем сама одваја од површине шава, те је вријеме чишћења скраћено у односу на вријеме чишћења при заваривању пуним жицама. Распрскавање додатног материјала смањено је за више од 50% у односу на заваривање пуним жицама [29], те је утрошак додатног материјала за исту количину депозита мањи. Такође, додатно чишћење капљица је смањено.

Произвођачи заштитних гасова, указују на битне резултате у погледу економичности и продуктивности уз примјену гасних мјешавина за заваривање [7]. Електролучно заваривање заснива се на преносу топлоте и масе кроз електрични заваривачки лук.

Различити гасови и њихов омјер у гасним мјешавинама различито утичу на ширину електричног лука и његов топлотни флуks.

## 2.3 Циљеви рада и основне хипотезе

На основу прегледа бројне релевантне литературе и на основу досадашњег истраживања показало се да оптимизација процеса заваривања има велики економски значај.

Истраживања која ће обухватити докторска дисертација огледају се у анализи деформационо-напонског стања и оцјене квалитета заварених спојева изведених на једној дебљина основног материјала квалитета S235 JR+N заварених ручним електролучним поступком заваривања у заштити гасова, уз примјену пуног и пуњеног додатног материјала а у заштити различитих заштитних гасова. Избор примјењеног поступака

заваривања и заштитних гасова, као и избор додатног материјала условљен је најновијим европским и свјетским достигнућима из области заваривачке технике, а прилагођен расположивим могућностима и потребама тржишта.

*Циљ докторске дисертације је идентификација утицајних фактора заваривања, деформација и напона након процеса заваривања челичних кутијастих резервоара како би након заваривања, а без накнадних поступака машинске и термичке обраде био у функционалном стању за употребу.*

Прије заваривања, конструктивни елементи се постављају у онај међусобни положај који ће након заваривања дати жељени облик завареног споја. Претходно еластично деформисани и укљештени елементи ће у процесу заваривања представљати статички неодређен систем с геометријским дисконтинуитетима – деформацијама и концентра-цијом напона у оси и око осе шави. Изналажење облика – положаја елемената прије заваривања с аспекта минималне концентрације заосталих напона и деформација један је од кључних проблема. Познато је да деформација код процеса заваривања настаје због концентрације напона у оси шави. Деформација заварене конструкције је у функцији:

- конструкционих параметара,
- параметара материјала и
- производних параметара.

*Конструкциони параметри укључују геометрију конструкције (да ли је плоча округла, цилиндар, сферна конструкција итд.).*

*Параметри материјала укључују врсту и стање основног и додатног материјала.*

*Производни параметри обухватају поступке заваривања (MIG, MAG, TIG, EPP итд.): параметри заваривања – јачина и напон струје заваривања, брзина кретања лука, предгријавање итд., и параметре спајања – секвенце заваривања итд.*

Све ово указује на комплексност проблема и на актуелност и нужност истраживања у предложеној области. У постизању циља овог рада истраживања ће бити усмјерена на изналажење оптималне технологије процеса заваривања челичних кутијастих резервоара који ће условити минималну деформацију у току и након процеса заваривања и мање заостале напоне.

При конципирању теме докторске дисертације полазну тезу чини преглед и синтеза савремених сазнања и постојећих метода за идентификацију параметара који утичу на појаву деформација и концентрацију напона при заваривању челичних резервоара. У раду ће бити упоређени резултати деформационо-напонског стања заварених спојева кутијастих резервоара условљени примјеном различитих додатних материјала (пуне и пуњене жице) и различитих помоћних материјала (заштитног гаса).

Докторска дисертација обухватила би области: технологије заваривања, оцјене квалитета заварених спојева, анализу напонских стања и деформација у току заваривања кутијастих резервоара за транспорт нафте те оптимизацију процеса заваривања у циљу смањења деформација и заосталих напона.

Рад ће обухватити комплетну анализу, развијање методологије и математичких модела за изучавање утицајних фактора у вези с деформацијом и концентрацијом напона, на основу којих се може утврдити оптимални поступак за заваривање кутијастог резервоара.

Очекује се да се избором оптималне технологије процеса заваривања доведе до смањења деформација и концентрације напона, да се смање трошкове исправљања након заваривања а да се при томе не наруши форма и експлоатациони вијек елемената.

Поред теоријских истраживања, у дисертацији ће бити приказана експериментална мјерења деформационог стања тензометријским методама, те прорачуну и идентификацији напонских стања и заосталих напона. те нумеричким симулацијама које ће бити урађене на реалним конструктивним елементима. У том циљу користиће се и постојећи апликативни софтвери (FEM анализа) за рјешавање напонског и деформационог стања у затвореној контури, примјеном метода коначних елемената. Уз помоћ апликационих софтвера симулирали би се услови процеса заваривања на природним димензијама израдака. То ће свакако довести до нових сазнања у овој области.

За испитивање ће се користити мјерна опрема произвођача HBM - Darmstadt. Мјерит ће се: помак – давач помака типа WA, температура – термопар Pt – Rd – Pt и рачунати заостали напони на основу резултата добијених помоћу тензометријских мјерних трака –трака типа LY11-10/120 и росета типа RY 61/1.5/120. Користит ће се мјерно аквизицијски систем са софтвером SPIDER и софтвер CATMAN.

На основу аналитичких рјешења, нумеричке анализе и добијених зависности параметара извешће се одређени закључци о технолошком поступку заваривања челичних резервоара који ће обезбиједити минималне концентрације напона и минималне деформације након заваривања.

Поред тога, у дисертацији ће бити разрађен математички модел за налажења оптималне технологије процеса заваривања с аспекта минималне концентрације напона. Математички модели биће формирану уз увођење одређених претпоставки, водећи рачуна да се узму у обзир и други утицајни параметри од којих зависи концентрација напона и деформација. На основу аналитичких рјешења, нумеричке анализе и добијених зависности параметара извешће се одређени закључци о технолошком поступку заваривања који ће обезбиједити минималне концентрације напона и минималне деформације након заваривања.

Верификацијом резултата уз помоћ података из литературе и праксе доћи ће се до оцјене о ваљаности развијене методологије и могућности њене практичне примјене.

На основу постављеног проблема истраживања, анализе досадашњих искустава и истраживања из ове области и дефинисаног циља истраживања издваја се сљедеће:

#### **Главне хипотезе:**

1. Примјеном иновативних поступака заваривања, може се знатно утицати на карактеристике завареног споја и побољшање механичких карактеристика у завареном споју.
2. Употребом заштитних гасних мјешавина, може се постићи већа пенетрација, боље геометријске и механичке карактеристике завареног споја.

#### **Помоћна хипотеза:**

1. Употребом иновативних поступака заваривања, уз примјену адекватног заштитног гаса или гасних мјешавина, може се унапредити производња резервоара у принудним положајима заваривања.

Постављене хипотезе су основа за истраживање могућности оптимизације процеса заваривања што ће довести до ефективније и ефикасније производње уз истовремено смањење деформационо-напонског стања.

## 2.4 Садржај и методе рада

Оквирни садржај дисертације се може исказати следећим насловима:

1. Уводна разматрања.
2. Опис проблема, циљ истраживања и хипотезе.
3. Деформације, напони и помјерања при заваривању челичних конструкција.
4. Теоретска разматрања и симулација процеса заваривања челичних кутијастих резервоара.
5. Експериментална испитивања.
6. Анализа резултата добијених аналитичким, нумеричким и експерименталним методама и верификација резултата у технолошкој пракси.
7. Закључци и правци даљег истраживања.
8. Литература

## 2.5 Очекивани резултати и научни допринос

**Очекивани резултати** истраживања у овој дисертацији треба да пруже подлогу за дефинисање нових или допуну и потврђивање већ постојећих законитости и утицајних фактора у погледу напона и деформације при заваривању кутијастих резервоара.

Из презентованих радова у литератури до којих се могло доћи не може се донијети закључак о међусобној интеракцији свих утицајних параметара на појаву деформација и концентрације напона у и око осе шави, јер су истраживани утицаји само појединих параметара, независно од утицаја осталих. У оквиру овог рада биће учињен напор да се анализира што више параметара. Прије свега, истраживања у оквиру предложене теме докторске дисертације треба да доведу до нових сазнања у погледу избора (дефинисања) оптималне технологије заваривања челичног кутијастог резервоара. Тиме би се повећао квалитет и вијек резервоара што је свакако један од примарних захтјева при пројектовању носивих конструкција. Изабрани оптимални процес заваривања је претпоставка за добијање минималних деформација и минималне концентрације напона. То би била нова сазнања и допринос науци за развој научне мисли у овој области.

**Очекивани научни допринос** је усавршавање постојеће методологије прорачуна деформације и концентрације напона при заваривању кутијастих резервоара и уграђивање нових сазнања и спознаја до којих се дошло истраживањем, што би науци био допринос од значаја за развој даљих научних истраживања у овој области.

Развој нумеричких метода и рачунарске технике створили су добру основу за нумеричко прорачунавање деформација и напона код конструктивних облика као што су резервоари овог типа. Правилан избор нумеричке методе уз правилно дефинисање почетних и граничних услова могу се добити резултати о корелацији утицајних параметара.

Добијени резултати на основу формираних прорачунских процедура биће упоређени с расположивим експерименталним резултатима и резултатима добијеним другим методама.

Реално се очекује да приступ, који буде презентован у оквиру овог рада, обезбиједи прецизније и поузданије прорачунско одређивање деформационо-напонског стања у челичним кутијастим резервоарима током заваривања, те да дату методу прорачуна учини примјенљивијом у пракси.

### 3. ЛИТЕРАТУРА

Оквирни списак радова који се баве овом проблематиком ће се базирати на претраживању сљедеће литературе при изради докторске дисертације:

- [1] Ј. Станић – Метод инжињерских мјерења, Машински факултет Београд, 1990.
- [2] З. Божичковић – Еластично-пластичне деформације полигоналних цијеви промјењивог попречног пресека при подужном заваривању, докторска дисертација, Машински факултет Бања Лука, 2010.
- [3] Д. Добраш – „Заваривање“, помоћни уџбеник за наставнике средњих техничких школа у РС, Пројекат финансиран од стране Владе Швајцарске, кроз програм Прилика Плус, проведен од стране Републичке агенције за развој малих и средњих предузећа, Машински факултет Бањалука, 2016.
- [4] М.Огњановић – Моделирање машинских елемената, Машински факултет Београд, 1992.
- [5] S. Tickoo – SOLIDWORKS 2015 – Универзитет Purdue Calumet, SAD
- [6] З. Д. Петровић – Заварене конструкције, Подгорица, 2002.
- [7] С. Пашић – Заштитни гасови за МИГ/МАГ заваривање, Машински факултет Мостар 2004.
- [8] Ж. Петровић – Ламеларно цијепање, Завод за уџбенике и наставна средства, Источно Сарајево 2013.
- [9] И. Јурага, К. Љубић, М. Живчић – Погрешке у завареним спојевима, Хрватско друштво за технику заваривања Загреб, 2007.
- [10] Д. Буђевац, З. Марковић, Д. Чукић, Д. Тошић – Металне конструкције, ГК , Београд, 2007.
- [11] Д. Бајић, Д. Бајић – Приручник, Подгорица, 2005.
- [12] С. Краљ, З. Кожух – Заваривање спаја, зборник радова, Сарајево, 2005
- [13] С.Седмак, А.Седмак - Fundamentals of fracture mechanics and structural integrity assessment methods, Београд, 2009
- [14] И. Пантелић – Увод у теорију инжењерског експеримента, Нови Сад, 1976.
- [15] З. Лукачевић – Заваривање, Славонски Брод, 1998.
- [16] А. Седмак, Анђелка Милосављевић – Основи заваривања, Београд, 1999.
- [17] А. Neumann – Schweißtechnisches handbuch für konstruktoren, 1960.
- [18] T. Rosado, P. Almeida, I. Pires, R. Miranda, L. Quintino – Innovations in arc welding, Заваривање и заварене конструкције, 2011.
- [19] К. Герић, С.Седмак – Отпорност према прслинама зоне утицаја топлоте микролегираних челика, Заваривање и заварене конструкције, 2/2000.
- [20] М. Смиљанић – Заваривање финозрних челика, Заваривање и заварене конструкције 4/2006.
- [21] М. Смиљанић – Способност за заваривање челика према JUS EN 10025:2003, Заваривање и заварене конструкције 1/2004.
- [22] Р. Прокић - Цветковић – Утицај унијете топлоте при заваривању на жилавост метала



- шава микролегираних челика, Заваривање и заварене конструкције 3/2000.
- [23] М. Дунђер, Т.Ергић, М.Дуспара – Оптимизирање параметара заваривања микролегираних челика повишене чврстоће, 4 Међународно знанствено – стручно савјетовање, Славонски Брод, 2007.
- [24] Definition and classification of grades of steel – EN 10020: 2000.
- [25] В. Семјан, Љ.Крстић, А.Имамовић, Ж.Петровић – Теорија заварљивости челика, Сарајево, 1989.
- [26] S. Sedmak – The application of fracture mechanics to life estimation of power plant components, Beograd, 1989.
- [27] В. Палић – Заваривање, Нови Сад, 1987.
- [28] С. Кожух – Специјални челици, Загреб, 2010.
- [29] SYSTEM INSTALLATION AND INSPECTION MANUAL HEATING OIL STORAGE TANK SYSTEM, 30 July 2015.
- [30] W. G.Moffatt, G. W. Pearsall, J. Wulff – Структуре и особине материјала.
- [31] А.Радовић, Д.Марковић – Ниско и средње легирани челици високе чврстоће, ВТИ, Београд, 1976.
- [32] W.E.Duckworth – Metallurgy of structural steels: Present and future possibilities, 1976.
- [33] А. Радовић – Дефинисање технолошке заварљивости нисколегираних челика високе чврстоће, ВТИ, Београд, 1975.
- [34] Y.Ito, M.Nakanishi – Study on Stress Relief Cracking in Welded Low – Alloy Steels IIW-X-668-72.
- [35] А. Радовић – Утицај технолошко – конструктивних параметара на појаву кристалizacionих пукотина код заваривања челика повишене чврстоће, ВТИ, Београд, 1975.
- [36] Y. Ito, K. Bessyo – Weldability Formula of High Strength Steels, IIW – IX – 576 - 68
- [37] Н. Horikawa – Application of the Y - groove restrain Cracking Test for heavy Plates, IIW – IX 965-76.
- [38] Ј. Чабелка – Метода испитивања заварљивости високо чврстих челика, Загреб, 1970.
- [39] G. WOLD, Kristoffersen – Development of Method for Measuring Susceptibility of Steel Plate to Lamellar Tearing, IIW – IX – 865-73.
- [40] BS – 709 – 1964 Controlled Thermal Severity test.
- [41] Х. Исмар – Инспекција, процјене стања и могућности санације вертикалних – надземних резервоара за складиштење деривата нафте, Зеница, 2014.

#### 4. ПОДОБНОСТ КАНДИДАТА

##### Саопштења на међународним научним скуповима:

1. **Букејловић, Н.:** Улога оптимизације производње уз помоћ персоналних . рачунала, Међународни сајам мале привреде, Добој 1997.
2. Божичковић, З., **Букејловић, Н.:** Спречавање трајних деформација при заваривању полигоналних цијеви, ДЕМИ, Бања Лука, 2000.
3. Божичковић, З., **Букејловић, Н.:** Материјали за израду полигоналних цијеви, Савремени материјали 2010, Академија наука и умјетности РС, Бања Лука, 2010.
4. Драгослав, Д., **Букејловић, Н.:** HARDOX 450 – Прилог оцјени заварљивости, ДЕМИ 2015 Бања Лука, 29-30.05.2015 год.

5. **Букејловић, Н.**, Божичковић, Д., Божичковић, З.: Заваривање радног точка роторног багера KRUPP C700, СОМЕТ-а, Јахорина, 2016.

#### **Стручни радови и пројекти:**

1. **Букејловић, Н.**: Пројекат аутоматске обраде података, Трудбеник Добој, 2004. год.
2. Божичковић, З., **Букејловић, Н.**: Развој и увођење нових производа у ТКС Добој, 2005. год.
3. **Букејловић, Н.**, Божичковић, З.: Технологија заваривања полигоналних цијеви са једним шавом, Техничко-технолошки елаборат, Добој, 2005.
4. **Букејловић, Н.**, Божичковић, З.: Заваривање радног точка роторног багера KRUPP C700 – ЕФТ Group Станари.
5. **Букејловић, Н.**, Божичковић, З.: Заваривање обртне платформе Роторног багера ЕШ 5/45, ЕФТ - Рудник и Термоелектрана Станари.
6. **Букејловић, Н.**, Божичковић, З.: Пројектовање жичара и ски лифтова, ТКС Добој, 2005.
7. **Букејловић, Н.**, Божичковић, З.: Технологија заваривања рефлекторских стубова на спортским објектима, Добој 2006.
8. **Букејловић, Н.**, Божичковић, З.: Технологија заваривања далеководних стубова 10 – 500 kV, Добој, 2006.
9. **Букејловић, Н.**: Технологија заваривања кућишта редуктора KMPS 526 - SIEMENS, Приједор, 2014 год.
10. **Букејловић, Н.**: Технологија заваривања обртне платформе багера ЕШ 5/45 – ЕФТ Рудник и термоелектрана Станари, Приједор, 2015.
11. **Букејловић, Н.**: Технологија заваривања TRUNK BMS 10609 – BECKER MARINE SYSTEM, Приједор, 2015.
12. **Букејловић, Н.**: Технологија заваривања кормила BECKER MARINE SYSTEM, Приједор, 2016.

#### **5. БИОГРАФСKE И БИБЛИОГРАФСKE ЈЕДИНИЦЕ МЕНТОРА**

**Др Здравко Божичковић, ванредни професор**, Саобраћајни факултет Добој, Универзитет у Источном Сарајеву, ужа научна област: Машинство

1. **Божичковић, З.**: Спречавање трајних деформација при заваривању полигоналних цијеви, Зборник радова са III међународног савјетовања о достигнућима у електро и машинској индустрији – ДЕМИ 2000, Машински факултет Бања Лука, Бања Лука, април 2000, 121-126
2. **Божичковић, З.**, Радоњић, Р., Божичковић, Р.: The simulation of discontinuous tin bending in the process of forming round conical tube, 34th INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRODUCTION ENGINEERING, 28 -30 September 2011, Niš, Serbia, 293-296, ISBN 978-86-6055-019-6; COBISS.SR-ID 186256140
3. **Божичковић, З.**, Добраш, Д., Божичковић, Р.: Elimination of permanent deformations in the longitudinal welding process of conical pipes with one seam, 11th International Scientific Conference Novi Sad, Serbia, September 20-21; 2012; 419-422; ISBN 978-86-7892-429-3; COBISS.SR-ID 273838087
4. **Божичковић, З.**, Добраш, Д., Пољашевић, М.: Утицај степена деформације у процесу вучења на квалитет жице за арматурне мреже, Прва међународна научна

- конференција "COMETA" Јахорина, 28-30 децембар 2012; 145-152; ISBN 978-99938-655-4-4; COBISS.BH-ID 3337752
5. Добраш, Д., Петровић, Ж., **Божичковић, З.**: Савремена опрема и методе "MAG" заваривања, Зборник радова "Савремени материјали", Бања Лука 2013; 373-391; ISBN 978-99938-21-45-8
  6. Добраш, Д., **Божичковић, З.**, Петровић, Ж., Сантрач, М., Тасић, П.: Virtual welding, 11th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Tehnology DEMI 2013, 30th May – 1st June 2013; Banja Luka; 637-542; ISBN 978-99938-39-46-0; COBISS.BH-ID 3729176. ISBN 978-99938-21-45-8
  7. Добраш, Д., Петровић, Ж., **Божичковић, З.**: Brown's gas – heat source for welding, 11 th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Tehnology DEMI 2013, 30th May – 1st June 2013, Banja Luka; 333-338; ISBN 978-99938-39-46-0; COBISS.BH-ID
  8. **Божичковић, З.**, Марић, Б., Добраш, Д., Лакић-Глобочки, Г., Чича, Ђ.: Virtual modeling of assembly and working elements of horizontal hydraulic press, II nd ANNALS of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering, 65 Fascicule 3, Tome XIII [2015] - Fascicule 3 [August], ISSN: 1584-2673[CD Rom; online]
  9. **Божичковић, З.**, Божичковић, Р., Мољевић, С., Божичковић, Д.: Methodology of the optimal design of horizontal hydraulic press by simulation techniques, VII th International Metallurgical Congress, Metallurgy, materials and environment, ISBN 978-9989-9571-8-5; Ohrid, Republic of Macedonia, 09th – 12st June 2016

#### **Научноистраживачки пројекти:**

1. **Божичковић, З.**, Поповић, Ј.: Напонско – деформационо стање оптерећеног вијчаног споја са зазором за случај пробијања рупа, Енергоинвест Сарајево, Институт за контролу материјала и ТДСК Добој, 1984.
2. **Божичковић, З.**, Поповић, Ј.: Пројектовање и испитивање носивости далеководног стуба Y4N, 400 kV, Енергоинвест Сарајево, Испитна станица Алипашин мост и ТДСК Добој, 1985.
3. **Божичковић, З.**, **Цвијетић Ж.**: Хоризонтална хидрауличка преса 6000 kN са хидрауличним подизним столом 100 kN, Студија и пројекат, (технолошка иновација), Универзитет у Источном Сарајеву, Машински факултет, Добој, 2014.

#### **6. БИОГРАФСKE И БИБЛИОГРАФСKE ЈЕДИНИЦЕ ОСТАЛИХ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ**

**Др Жарко Петровић, ванредни професор;** Машински факултет, Универзитет у Источном Сарајеву, ужа научна област: Машинство

1. Чорић, З., **Петровић, Ж.**, Пашић, С.: "Heat Input Influence to the Hardness and Toughness and Toughness of Heat Affected Zone of High Strength Steel", International Congress on Advances in Welding Science and Technology for Construction, Energy and Transportation Systems (AWST – 2011) 24-25 October 2011, Antalya, Turkey

2. Цихо, Е., Пашић, С., **Петровић, Ж.**: "Capacity discharge welding of small diameter wires", 17th International Research/Expert Conference „Trends in the Development of Machinery and Associated Technology" TMT 2013, Istanbul, Turkey, 10 – 11 Sep.2013.
3. Добраш, Д., **Петровић, Ж.**, Божичковић, З.: „Савремена опрема и методе МАГ заваривања", Међународни научни скуп Савремени материјали 2012, Бања Лука 5 – 7 Јул 2012.
4. Цихо, Е., **Петровић, Ж.**, Пашић, С., Незирић, Е.: „Optimization Capacity Discharge Welding Process of Small Diameter Wires" European Conference on Joining Technology, EUROJOIN 8, May 24 – 26, 2012, Pula, Croatia.

**Др Сеад Пашић, редовни професор**, Машински факултет Мостар, Универзитет "Џемал Биједић" у Мостару, ужа научна област: Заваривање

1. Авдић, С., **Пашић, С.**, Аљукић, Џ.: Компаративна анализа тачкастог CO<sub>2</sub> заваривања и заваривања кроз рупицу REL и TIG поступцима/Comparativel Analysis of Spot CO<sub>2</sub> Welding (GMAW) and Welding Processes Trough Small Hole (SMAW and GTAW), 6th INTERNATIONAL RESEARCH/EXPERT CONFERENCE "TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF MACHINERYAND ASSOCIATED TEHNOLOGY", TMT 2002, Neum, Bosnia and Herzegovina, September 2002.
2. **Пашић, С.**, Исић, С., Цихо, Е.: "An Analysis of Welding Arc Stability on SMAW Procedure in Dependence of Chosen Welding Proceeding", 1st International Conference of Welding Technologies, Gazi University Ankara, Turkey, June 2009.
3. Цихо, Е., Петровић, Ж., **Пашић, С.**: "Effects of nitrogen adding in argon shielding gas for welding of austenitic stainless", 8th European Concerence – Pula, Croatia, May 2012.
4. Алић, Б., **Пашић, С.**: "Optimization of capacity discharge welding process of small diameter wires", 8th European Concerence – Pula, Croatia, May 2012.
5. Авдић, С., **Пашић, С.**, Терзић, А., Хоџић, Д.: "Residual stresses and deformations depending on the added amount energy during welding", 8th European Concerence – Pula, Croatia, May 2012.

**Др Драгослав Добраш**, доцент, Машински факултет Бања Лука, Универзитет у Бања Луци, ужа научна област: Конструкциони материјали.

1. **Добраш, Д.**, Петровић, Ж., Божичковић, З.: „*Brown's gas – heat source for welding*“ DEMI 2013, 11th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology, University of Banja Luka, Faculty of Mechanical Engineering, 30<sup>th</sup> May – 1th June 2013
2. Тасић, П., Хајро, И., Хоџић, Д., **Добраш, Д.**: „*Energy efficient welding technology: FSW*“ DEMI 2013, 11th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology, University of Banja Luka, Faculty of Mechanical Engineering, 30<sup>th</sup> May – 1th June 2013.
3. **Добраш, Д.**, Шестић, Т.: „*Analysis of consumption nitrogen near laser cutting stainless steel*“ VI International Scientific Conference “Contemporary materials 2013“, Banjaluka

- 4-6. July 2013, ANURS, Poster prezentacije, Simpozijum A: Nauka materije, kondenzovane materije i fizika čvrstog stanja, poster 60.
4. **Добраш, Д.**, Петковић, С.: *“Possibilities of application of Brownian gas in mechanical engineering”* VI International Scientific Conference “Contemporary materials 2013“, Banjaluka 4-6. July 2013, ANURS, Постер презентације, Симпозијум А: Наука материје, кондензоване материје и физика чврстог стања, постер 81.
  5. Исмар, Х., **Добраш, Д.**: “Review of standards development for quality control and insurance for manufacture of demanding welded structures with respect to role of national welding societies”, 9. Научно – стручни скуп са међународним учешћем “КВАЛИТЕТ 2015”, НЕУМ, Б&Х, 10 – 13 јуна 2015.
  6. **Добраш, Д.**, Букејловић, Н.: „HARDOX 450 - *Prilog ocjeni zavarljivosti*“ DEMI 2015, 12th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology, University of Banja Luka, Faculty of Mechanical Engineering, 29 - 30<sup>th</sup> May 2015.
  7. **Добраш, Д.**, Марковић, М.: „Услови одабира кандидата за обуку у ИБР-у“, Саветовање са међународним учешћем “ИБР 2016” Суботица, Србија, 05-07. октобар 2016, Српско друштво за испитивање без разарања - СДИБР

**Др Милија Крајишник**, доцент, Машински факултет Источно Сарајево, Универзитет у Источном Сарајеву, ужа научна област: Машинство

1. **Крајишник, М.**, Вилотић, Д., Шиђанин, Л., Стефановић, М., Илић, Ј.: Analysis of microstructural damage on C45E steel in the process of cold upsetting of a cylinder, Journal for Technology of Plasticity, Vol.41 (2016), Number 1, pp.27 – 36, ISSN: 0354-3870, udk: 621.7
2. **Крајишник, М.**, Вилотић, Д., Шиђанин, Л., Петровић, Ж., Шљивић, М., Стефановић, М.: Morphology of steel C45E microstructure during upsetting, ANNALS of Faculty Engineering Hunedoara, University POLITEHNICA Timisoara, Romania, (pp.77-81), ISSN: 1584-2673 [CD Rom; online]
3. **Крајишник, М.**, Вилотић, Д., Шиђанин, Л., Петровић, Ж.: Initial microstructure state impact to steel C45E formability, 11th International Scientific Conference MMA 2012-Advanced Production Technologies, Novi Sad, Serbia 2012, (pp.453-458), ISBN: 978-86-7892-419-4, COBISS.SR-ID 272838087
4. Стојановић, С., Бајић, Н., **Крајишник, М.**: Утицај хемијског састава, структуре и температуре на особине нискоугљеничних челика при деформационом старењу, VI Научно стручни симпозијум са међународним учешћем "Метални и неметални аноргански материјали", Зеница 2006. (стр.177-182), ISBN: 9958-785-02-1, COBISS.BH-ID 14793478

## **7. ИЗЈАВА ДА ЛИ ЈЕ ПРИЈАВЉЕНА ТЕМА ПОД ИСТИМ НАЗИВОМ НА ДРУГОЈ ВИСОКОШКОЛСКОЈ ИНСТИТУЦИЈИ**

Дата је изјава да је пријављена тема докторске дисертације под овим називом није пријављена на другој високошколској установи.

## **8. ПРОЦЈЕНА ПОТРЕБНОГ ВРЕМЕНА ИЗРАДЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ, МЈЕСТО ИСТРАЖИВАЊА**

С обзиром на прегледану пријаву дисертације, врсту проблема и његов обим којим ће се кандидат позабавити, реално је очекивати да се рад на изради ове докторске дисертације може завршити у року од 20 – 30 мјесеци.

Експериментална испитивања ће се обавити у институцијама:

- Машински факултет Универзитета у Источном Сарајеву;
- Машински факултет Универзитета у Бањалуци;
- DOO Krampitz international & partner – Брод и др.

## **9. ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ КОМИСИЈЕ**

На основу увида у рад кандидата, приложену документацију, биографију кандидата и списак објављених радова, Комисија закључује да кандидат Ненад Букејловић испуњава све формалне услове за одобрење теме за израду докторске дисертације у складу са важећим прописима и Статутом Универзитета у Источном Сарајеву.

На основу поднесене пријаве за одобрење теме докторске дисертације и датог образложења, Комисија констатује да ће кандидат при обради предложене теме користити савремена научна достигнућа из области којом се бави дисертација и да ће у тој области дати одговарајући научни допринос.

Предложена тема је актуелна и занимљива како са научног становишта, тако и са становишта могућности примјене у индустријској пракси. Рад ће имати теоријски и практични значај из разлога што ће се свеобухватно сагледати савремена технолошка рјешења у циљу оптимизације процеса заваривања кутијастих челичних резервоара са циљем смањења деформационо-напонског стања.

У раду ће бити презентована теоретска разматрања, као и преглед најсавременијих практичних рјешења која се примјењују у овој области. Рад ће обухватити комплетну анализу, развијање методологије и математичких модела за изучавање утицајних фактора у вези са деформацијом и концентрацијом напона, на основу којих се може утврдити оптимални поступак за заваривање резервоара.

Очекује се да избором оптималне технологије процеса заваривања доведе до смањења деформација и концентрације напона у кутијастом резервоару, смањења трошкова заваривања а да се при томе не наруши форма и вијек елемената у експлоатацији. Поред теоретских доприноса, истраживања ће бити усмјерена ка експерименталном мјерењу деформација и заосталих напона, те нумеричким симулацијама који ће бити урађене на реалним конструктивним елементима.

Наведене методе истраживања представљају задовољавајуће и поуздане технике истраживања помоћу којих је могуће добити довољно поуздане резултате. Такође, дату тематику је кандидат обрађивао и у објављеним радовима. Комисија сматра да постоје реални услови да кандидат у даљем истраживању може успјешно да реализује све постављене захтјеве везане за израду докторске тезе.

Дајући позитивно мишљење о условима кандидата и подобности предложене теме за израду докторске дисертације, Комисија констатује да кандидат испуњава услове предвиђене Законом о високом образовању, Правилима Универзитета у Источном Сарајеву и Правилима Машинског факултета у Источном Сарајеву, те

## ПРЕДЛАЖЕ

Наставно-научном вијећу Машнског факултета у Источном Сарајеву и Сенату Универзитета у Источном Сарајеву да се кандидату мр Ненаду Букејловићу, дипл.инж.маш. одобри рад на докторској дисертацији под радним насловом: „**ОПТИМИЗАЦИЈА ПРОЦЕСА ЗАВАРИВАЊА ЧЕЛИЧНИХ КУТИЈАСТИХ РЕЗЕРВОАРА У ЦИЉУ СМАЊЕЊА ДЕФОРМАЦИОНО-НАПОНСКОГ СТАЊА**”.

Комисија, такође, предлаже да се за ментора ове докторске дисертације именује Др Здравко Божичковић, ванредни професор Саобраћајног факултета Добој, Универзитета у Источном Сарајеву, с обзиром да испуњава све законске и друге услове.

Источно Сарајево, 22.11.2016. године

Чланови Комисије:

Др Жарко Петровић, ванредни професор  
Машински факултет Универзитет у Источном Сарајеву,  
ужа научна област: Машинство, предсједник Комисије

---

Др Сеад Пашић, редовни професор  
Машински факултет Мостар, Универзитет "Џемал Биједић"  
ужа научна област: Заваривање, члан Комисије

---

Др Здравко Божичковић, ванредни професор,  
Саобраћајни факултет Добој, Универзитет у Источном Сарајеву,  
ужа научна област: Машинство, члан Комисије

---

Др Драгослав Добраш, доцент  
Машински факултет, Универзитет у Бања Луци  
ужа научна област: Конструкциони материјали, члан Комисије

---

Др Милија Крајишник, доцент  
Машински факултет, Универзитет у Источном Сарајеву  
ужа научна област: Машинство, члан Комисије