

ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

„Софтвер за прорачун трошкова сечења неконвенционалним поступцима обраде - *Soft-TSNPO*“

Аутори техничког решења

- *Др Богдан Недић, ред.проф., Факултет инжењерских наука у Крагујевцу*
- *Др Милан Ерић, ванр.проф., Факултет инжењерских наука у Крагујевцу.*

Наручилац техничког решења

- пројекат ТР 35034

Корисник техничког решења

- Центар за ревитализацију индустријских система Факултета инжењерских наука у Крагујевцу
- Предузеће "СЛОВАС", Чачак

Година када је техничко решење урађено

- 2014.

Област технике на коју се техничко решење односи

- Класа 42 - пројектовање и развој софтвера (према међународној класификацији роба и услуга)

1. Опис проблема који се решава техничким решењем

Анализом већег броја постојећих модела прорачуна трошкова неконвенционалних поступака сечења материјала ласером, плазмом и воденим абразивним млазом садржаних у литератури [10], [11], [12], у оквиру реализације пројекта технолошког развоја ТР 35034 Министарства просвете, науке и технолошког развоја креиран је на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу, математички модел прорачуна трошкова обраде [13]. Овај модел садржи систематизоване моделе обрачуна трошкова сечења различитим поступцима обраде са различитом производном опремом и заснован је на заједничким изразима које је могуће применити за појединачне поступке обраде.

Реализовани модел поред неконвенционалних поступака сечења садржи и модел прорачуна трошкова сечења класичним поступком гасног сечења. Код великог броја предузећа овај вид сечења се замењује сечењем плазмом и ласером а дебљих материјала и воденим абразивним млазом. Због тога било је потребно у модел прорачуна трошкова уградити и прорачун ових трошкова.

Математички модел прорачуна трошкова обраде код сечења ласером, плазмом и воденим абразивним млазом и гасним сечењем

За технологије обраде сечења ласером, плазмом, воденим абразивним млазом и гасним сечењем приликом прорачуна трошкова обраде могу се усвојити заједнички полазни подаци и означавање:

n	број делова који се израђује,
n_s	број сечења по једном делу (нпр. ако део има рупу у себи, тада је $n_r=2$, једно за сечење контуре рупе у делу и друго за сечење периферне контуре дела),
L_{cut}	дужина реза за један део, mm,
N_{sm}	број смена рада радника,
P_r	број смена рада радника, дин/часу (€/часу)
P_m	уложени капитал (цена опреме - машина и др.), дин (€)
p	временски степен искоришћења, %
n_h	број радних сати у једној смени годишње, час
T_m	век машине, амортизационо време, година,
I_{nt}	камата на годишњем нивоу, %/годишње
I_{ns}	осигурање (% од уложеног капитала)
S	потребни простор, m ² ,
P_z	цена закупа простора, дин/m ² (€/m ²) на месечном нивоу
I_m	одржавање, % од уложеног капитала на годишњем нивоу
T_{pr}	припремно време (обухвата време програмирања и др.),
P_{el}	цена електричне енергије, дин/kWh (€/kWh)
E_l	потрошња електричне енергије, kW.

v_{cut}	брзина резања, m/min
T_{sp}	време припреме за сечење (време за позиционирање, продирање и прилаз до контуре), sec
n_{ml}	број млазница (које истовремено врше обраду)
T_{ml}	век једне млазнице, часова/млазници
P_{ml}	цена једне млазнице, дин/млазници (€/млазници)

Заједнички прорачун :

Трошкови електричне енергије	$C_{el} = E_l \cdot P_{el}$	дин/час (€/час)
Трошкови камате	$C_{int} = C_c \cdot 0,5 \cdot I_{nt} \cdot 0,01$	дин/годишње (€/годишње)
Трошкови амортизације	$C_{am} = P_m / T_m$	дин/годишње (€/годишње)
Број часова рада машине	$n_r = n_h \cdot p \cdot N_{sm} \cdot 0,01$	часова
Трошкови осигурања	$C_{ins} = P_m \cdot I_{ns} \cdot 0,01$	дин/годишње (€/годишње)
Трошкови простора	$C_s = S \cdot P_z \cdot 12$	дин/годишње (€/годишње)
Трошкови одржавања	$C_o = P_m \cdot I_m \cdot 0,01$	дин/годишње (€/годишње)
Трошкови машине по часу	$C_m = (C_{int} + C_{am} + C_{ins} + C_s + C_o) / n_r$	дин/час (€/час)
Ротрошња млазница на једној обрадној глави	$H_{ml} = I / T_{ml}$	млзница/час
Трошкови млазница	$C_{ml} = H_{ml} \cdot P_{ml} \cdot n_{ml}$	дин/час (€/час)

Укупна дужина резања	$L_{Ucut} = n \cdot L_{cut}$	m
Укупно време припреме и кретања пре сечења	$T_{Usp} = (n_s \cdot T_{sp} \cdot n) / 3600$	час
Укупно време сечења	$T_{Ucut} = (L_{Ucut} / (v_{cut} \cdot 60) + T_{Usp}) / n_{ml}$	час
Укупно време сечења (ласер)	$T_{Ucut} = L_{Ucut} / (v_{cut} \cdot 60) + T_{Usp}$	час
Укупни трошкови рада	$C_{Ur} = P_r \cdot (T_{pr} + T_{Ucut})$	дин (€)
Укупни трошкови електричне енергије (гасно нема)	$C_{Uel} = C_{el} \cdot T_{Ucut}$	дин (€)
Укупни трошкови рада машине	$C_{Um} = C_m \cdot T_{Ucut}$	дин (€)
Укупни трошкови млазница	$C_{Uml} = C_{ml} \cdot T_{Ucut}$	дин (€)

1. ОБРАДА ЛАСЕРОМ

T_l	век објектива, час/сочиву
P_l	цена објектива,
P_{rg}	цена радног гаса, дин/м ³ (€/м ³)
Q_{rg}	потрошња радног гаса, l/min
P_{lg}	цена ласерског гаса, дин/м ³ (€/м ³)
Q_{lg}	потрошња ласерског гаса, l/min

Трошкови гасова	$C_q = (Q_{rg} \cdot P_{rg} + Q_{lg} \cdot P_{lg}) / 1000$	дин/час (€/час)
Ротрошња сочива	$H_l = I / T_l$	сочива/час
Трошкови сочива	$C_l = H_l \cdot P_l$	дин/час (€/час)
Укупни трошкови гасова	$C_{Uq} = C_q \cdot T_{Ucut}$	дин (€)
Укупни трошкови сочива	$C_{Ul} = C_l \cdot T_{Ucut}$	дин (€)
Укупни трошкови сечења	$C_{cut} = C_{Ur} + C_{Uel} + C_{Uq} + C_{Um} + C_{Uml} + C_{Ul}$	дин (€)

2. OBRADA PLAZMOM

T_k	vek katode, (čas/po katodi)
P_k	cena katode, дин (€)
P_{cg}	cena gasa za hladenje, дин/м ³ (€/м ³)
Q_{cg}	potrošnja gasa za hladenje, l/min
P_{pg}	cena plazma gasa, дин/м ³ (€/м ³)
Q_{pg}	potrošnja plazma gasa, l/min

Troškovi gasova	$C_q = (Q_{cg} \cdot P_{cg} + Q_{pg} \cdot P_{pg})/1000$	дин/час (€/час)
Potrošnja katoda	$H_k = I / T_k$	млазница/час
Troškovi katoda	$C_k = H_k \cdot P_k \cdot n_{ml}$	дин/час (€/час)
Ukupni troškovi gasova	$C_{Uq} = C_q \cdot T_{Ucut}$	дин (€)
Ukupni troškovi katoda	$C_{Uk} = C_k \cdot T_{Ucut}$	дин (€)
Ukupni troškovi sečenja	$C_{cut} = C_{Ur} + C_{Uel} + C_{Uq} + C_{Um} + C_{Uml} + C_{Uk}$	дин (€)

3. OBRADA ABRAZIVNIM VODENIM MLAZOM

P_a	cena abraziva, дин (€)/kg
Q_a	potrošnja abraziva, kg/h

Troškovi abraziva	$C_q = Q_a \cdot P_a$	дин/час (€/час)
Ukupni troškovi abraziva	$C_{Uq} = C_q \cdot T_{Ucut}$	дин (€)
Ukupni troškovi sečenja	$C_{cut} = C_{Ur} + C_{Uel} + C_{Uq} + C_{Um} + C_{Uml}$	дин (€)

4. OBRADA GASNIM SEČENJEM

P_O	cena kiseonika, дин/м ³ (€/м ³)
Q_{Og}	potrošnja kiseonika pri sečenju, l/min
Q_{Ohg}	potrošnja kiseonika pri predgrevanju, l/min
P_{fg}	cena gorivog gasa, дин/м ³ (€/м ³)
Q_{fg}	potrošnja gorivog gasa, l/min
P_{pg}	cena gasa za predgrevanje, дин/м ³ (€/м ³)
Q_{pg}	potrošnja gasa za predgrevanje, l/min
T_p	vreme predgrevanja, min

Troškovi gasova	$C_q = ((Q_{Og} + Q_{Ohg}) \cdot P_O + Q_{fg} \cdot P_{fg})/1000$	дин/час (€/час)
Ukupni troškovi gasova	$C_{Uq} = C_q \cdot T_{Ucut}$	дин (€)
Ukupni troškovi sečenja	$C_{cut} = C_{Ur} + C_{Uq} + C_{Um} + C_{Uml}$	дин (€)

Ako se koristi posebno predgrevanje, tada se ukupni troškovi uvećavaju:

Dodatni troškovi za predgrevanje pre obrade:

Troškovi gasa za predgrevanje	$C_{pg} = P_{pg} \cdot Q_{pg} \cdot 1000$	дин/час (€/час)
Troškovi predgrevanja	$C_{Up} = (C_{pg} + P_r) \cdot (T_p / 60)$	дин (€)

Dodatni troškovi za kontinualno predgrevanje u toku obrade:

Troškovi gasa za predgrevanje	$C_{pg} = P_{pg} \cdot Q_{pg} \cdot 1000$	дин/час (€/час)
Troškovi predgrevanja	$C_{Up} = (C_{pg} + P_r + C_m) \cdot (T_p / 60)$	дин (€)

2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења

Проблем прорачуна трошкова обраде је данас веома присутан код великог броја предузећа која се баве услужним делатностима, када је у кратком временском интервалу потребно креирати понуду и извршити задатак израде дела. Такође, овај проблем је присутан у фази развоја производа и доношења одлука о примењеним технологијама за израду делова, када је потребно брзо доношење одлука о развоју новог производа, дизајну производа итд. Већина софтвера који су доступни на тржишту су интегрисани у оквире конкретних обрадних система где се решавају проблеми прорачуна трошкова производње на датој производној опреми. Поред ових интегрисаних софтвера постоје модули „Производња“ пословних софтвера SAP, SVM Syntegra, Dynamics NAV, који обухватају креирање саставница, радних налога за полупроизоде, производе и услуге, требовање сировина, пријем из производње, расподелу индиректних трошкова и израчунавање стварне цене коштања производа. Обрачуни трошкова и учинака производње се у овом случају воде у књиговодству трошкова и учинака или, како се популарно зове погонском књиговодству. Наведени пословни софтвер омогућава праћење конадне производње и аутоматско генерисање серијских бројева за сваки произведени примерак као и тачни утрошак материјала за сваки произведени примерак. Висока цена, период имплементације (најмање 8 недеља), већа хардверска захтевност, „громост“, „робусност“ су само неки од недостатака за примену оваквих софтвера за инжењерско-економске анализе као што су оптимизација процеса обраде или избор варијанти технолошких поступака са гледишта трошкова обраде.

Постоји више модела за прорачун трошкова сечења неконвенционалним поступцима обраде, односно сечења ласером, плазмом и воденим абразивним млазом. Анализом ових модела, долази се до закључка да на обраду сечењем овим поступцима утичу многобројни различити фактори од којих су: дужина контуре сечења, време потребно за исецање, трошкови машине, одржавање њених делова, трошкови радника једни од најважнијих и доминантних фактора.

Поједине фирме користе упрошћене обрасце за прорачун трошкова, ради веће ефикасности. Прорачун се врши на основу времена трајања или на основу дужине путање сечења, односно контуре предмета обраде. Трошкови се такође прорачунавају и у односу на број комада, величину радних делова, врсту материјала делова и дебљину материјала. Веома упрошћени модела прорачуна трошкова се могу срести код великог броја предузећа у окружењу која имају опрему за сечење ласером, плазмом или воденим абразивним млазом.

3. Суштина техничког решења

Суштина техничког решења је смањење времена потребног за техничко технолошку и економску анализу трошкова обраде и повећање поузданости и ефикасности производних система за сечење материјала неконвенционалним поступцима обраде као што су: сечење ласером, плазмом и воденим абразивним млазом. Ово техничко решење треба да омогући управљање трошковима, економску оптимизацију процеса обраде, брзо и поуздано одређивање цене коштања финалног производа или избор најповољнијег технолошког поступка или адекватан избор производне опреме са аспекта трошкова обраде. Реализовани софтвер за прорачун трошкова је заснован на математичком моделу прорачуна појединих трошкова елемената технолошког процеса

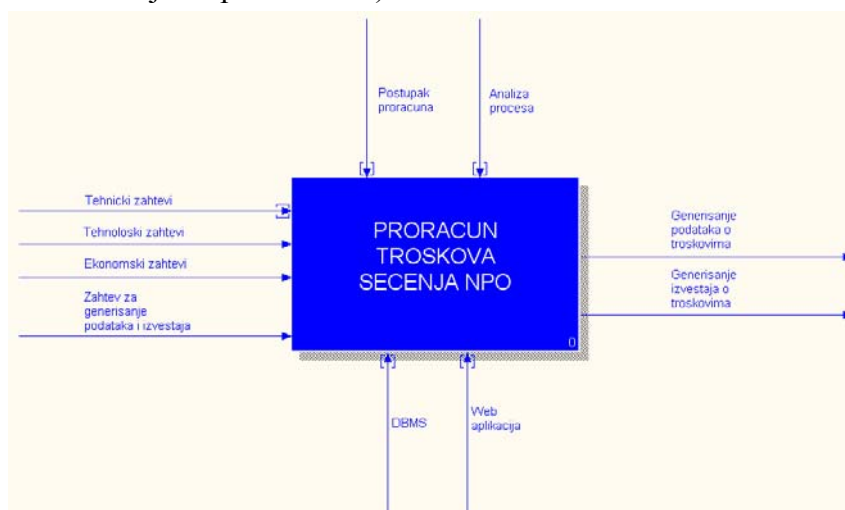
обrade сечењем који је развијен на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу, дат у првом поглављу.

Кориснику ово техничко решење омогућује једноставно управљање подацима као што су: уношење, чување, ажурирање, преглед, формирање извештаја, доступност, итд. Софтверско решење прорачуна трошкова неконвенционалним поступцима сечења задовољава принципе да: помаже кориснику а не замењује га, представља алат а не коначно решење, садржи имплементирана знања, поседује висок степен интерне презентације и одговарајући кориснички интерфејс

4. Детаљан опис техничког решења

За израду Софтвера за прорачун трошкова сечења неконвенционалним поступцима обраде - *Soft-TSNPO* коришћене су следеће технологије: PHP, JavaScript, HTML, CSS и MySQL. *Soft-TSNP* је израђен као веб апликација и базиран је WAMP платформи коју чине Linux/Windows оперативни систем, Apache сервер, MySQL база података и PHP програмски језик. За везу између клијента и web сервера се може користити интернет или интранет мрежа. Кориснички интерфејс је једноставан за употребу а од корисника се тражи само елементарно предзнање у раду са веб претраживачем. Шаблони су дизајнирани RWD (*responsive web design*) техником чиме је постигнут оптималан приказ веб апликације без обзира на величину екрана. Коришћење савремених и проверених развојних технологија, софтверу омогућавају поузданост, сигурност и стабилност у експлоатацији. За аналитичке захтеве који нису обухваћени софтвером, може се искористити Microsoftov Excel, импортовањем одговарајуће базе и селектовањем оних колона које су потребне за визуелно представљање и анализу.

Контекстним дијаграмом (слика 1) прорачуна трошкова сечења неконвенционалним поступцима обраде дефинисане су границе система. У оквиру контекстног дијаграма дефинисан је сет улаза (технички, технолошки, економски захтеви као и захтев за генерисање података и извештаја), контрола и механизма (поступак прорачуна, анализа процеса, анализа процеса, веб апликација и DBMS) који производе сет излаза (генерисање података као и извештаја о трошковима).



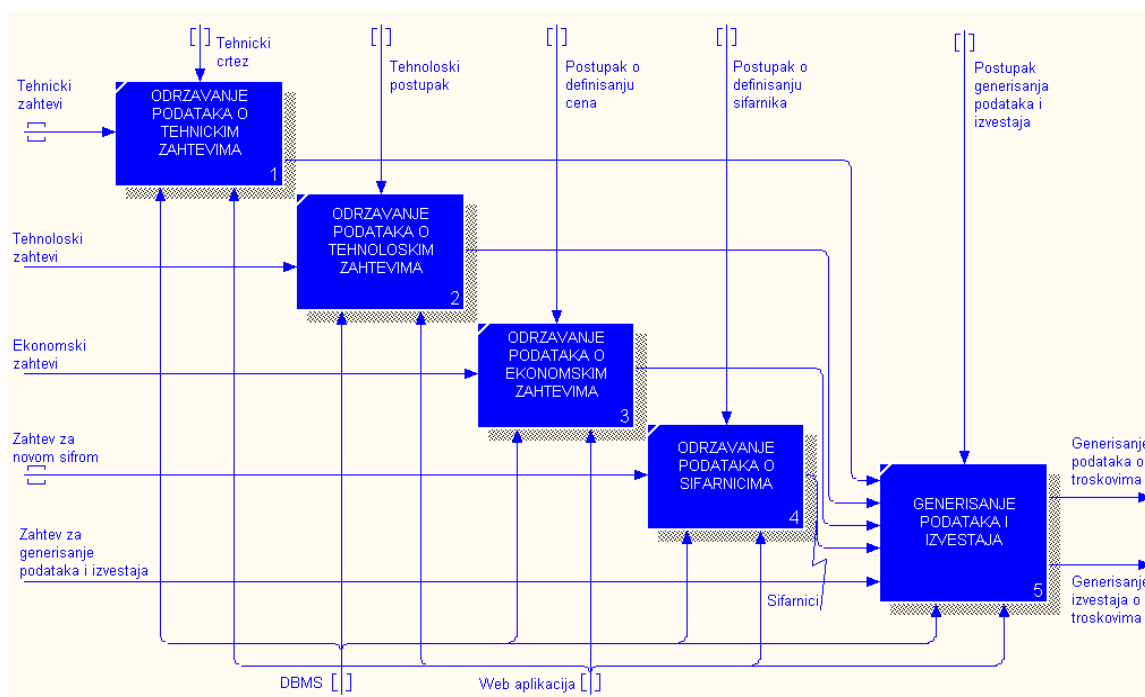
Слика 1 Контекстни дијаграм за прорачун TSNPO

На основу дефинисаних граница система у дијаграму контекста извршено је дефинисање стабла активности (слика 2), где су успостављене вертикалне (хијерархијске) везе између активности.



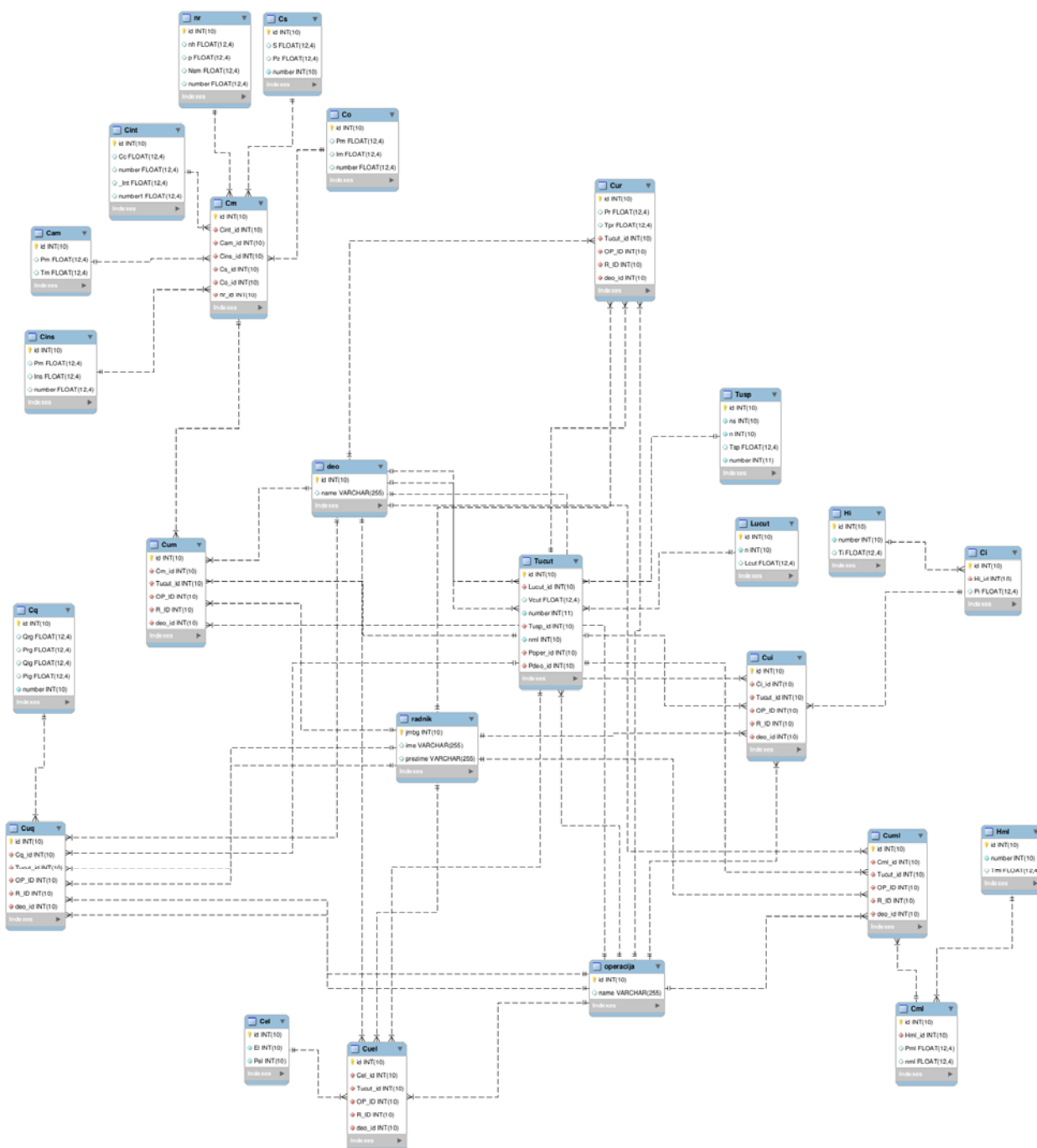
Слика 2 Стабло активности за прорачун ТСНПО

Декомпозициони дијаграм првог нивоа, приказан на слици 3, дефинише хоризонталне везе које се успостављају између активности за прорачун трошкова сечења неконвенционалним поступцима обраде.



Слика 3 Декомпозициони дијаграм активности за прорачун ТСНПО

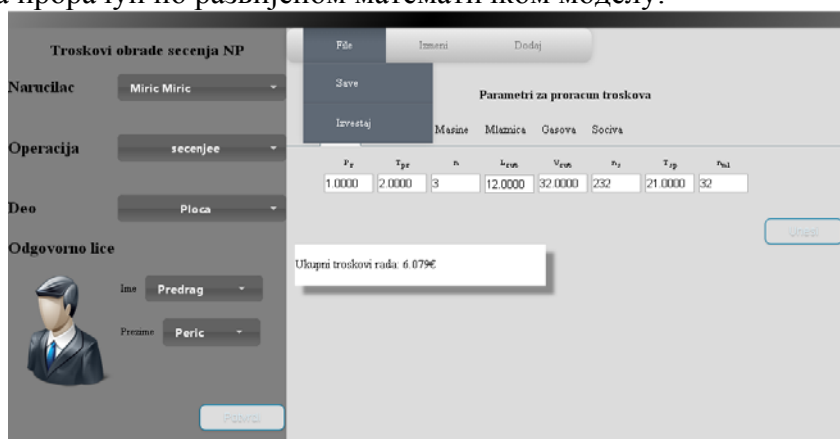
Интегрални логички модел података за прорачун трошкова сечења неконвенционалним поступцима обраде је приказан на слици 4, и истовремено представља и концептуалну шему база података на основу које се генерише физичка шема база података. Сва обележја приказана у математичком моделу прорачуна трошкова обраде сечења ласером, плазмом и воденим абразивним млазом и гасним сечењем су обухваћена приказаним релацијама.



Слика 4 Логички (концептуални) модел база података за прорачун ТСНПО

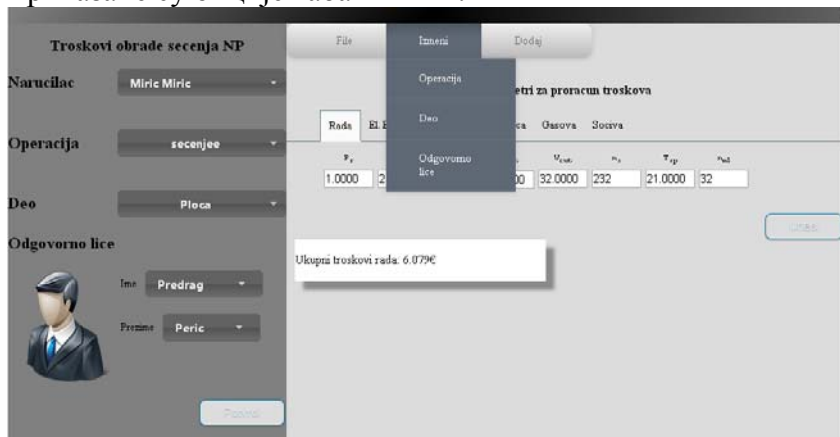
Покретањем софтвера - апликације *Soft-TSNPO* добија се почетна страна која се може поделити на три целине. Први део је навигациони таб - картица који нуди опције за додавање нових података , измену постојећих података и генерисање података и извештаја о трошковима . Други део су подаци везани за назив операције, дела као и наручиоца и одговорно лице односно корисника који извршава операцију за наведени део односно делове. Трећи део су поља за унос података неопходних за израчунавање укупних трошкова сечења неконвенционалним поступцима обраде. На слици 5 приказана је почетна страна апликације када се изабере картица . Може се уочити да таб нуди две опције, једну за генерисање и чување извештаја у облику текста или графика а другу за преглед и штампу истих. Треба

напоменути да је услов за генерисање података и извештаја трошкова унети сви подаци неопходни за прорачун по развијеном математичком моделу.



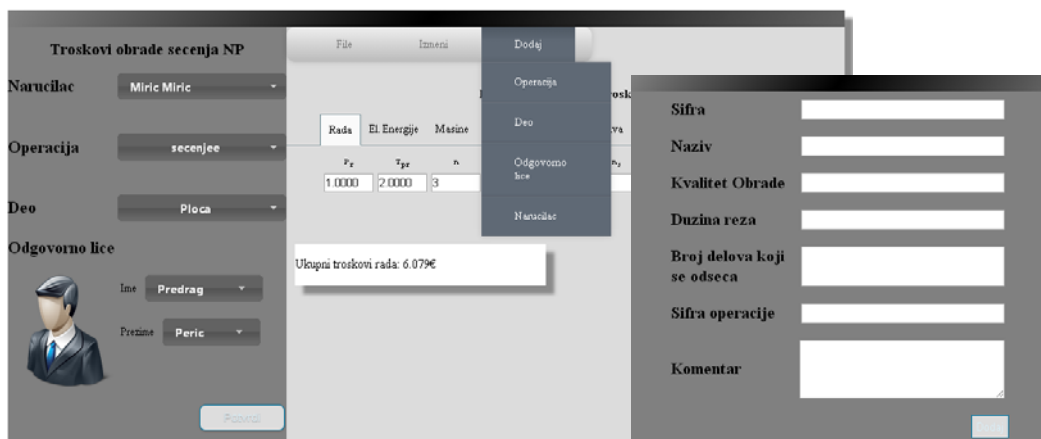
Слика 5 Активирање опција у табу FILE

На слици 6 приказане су опције таба **IZMENI**.



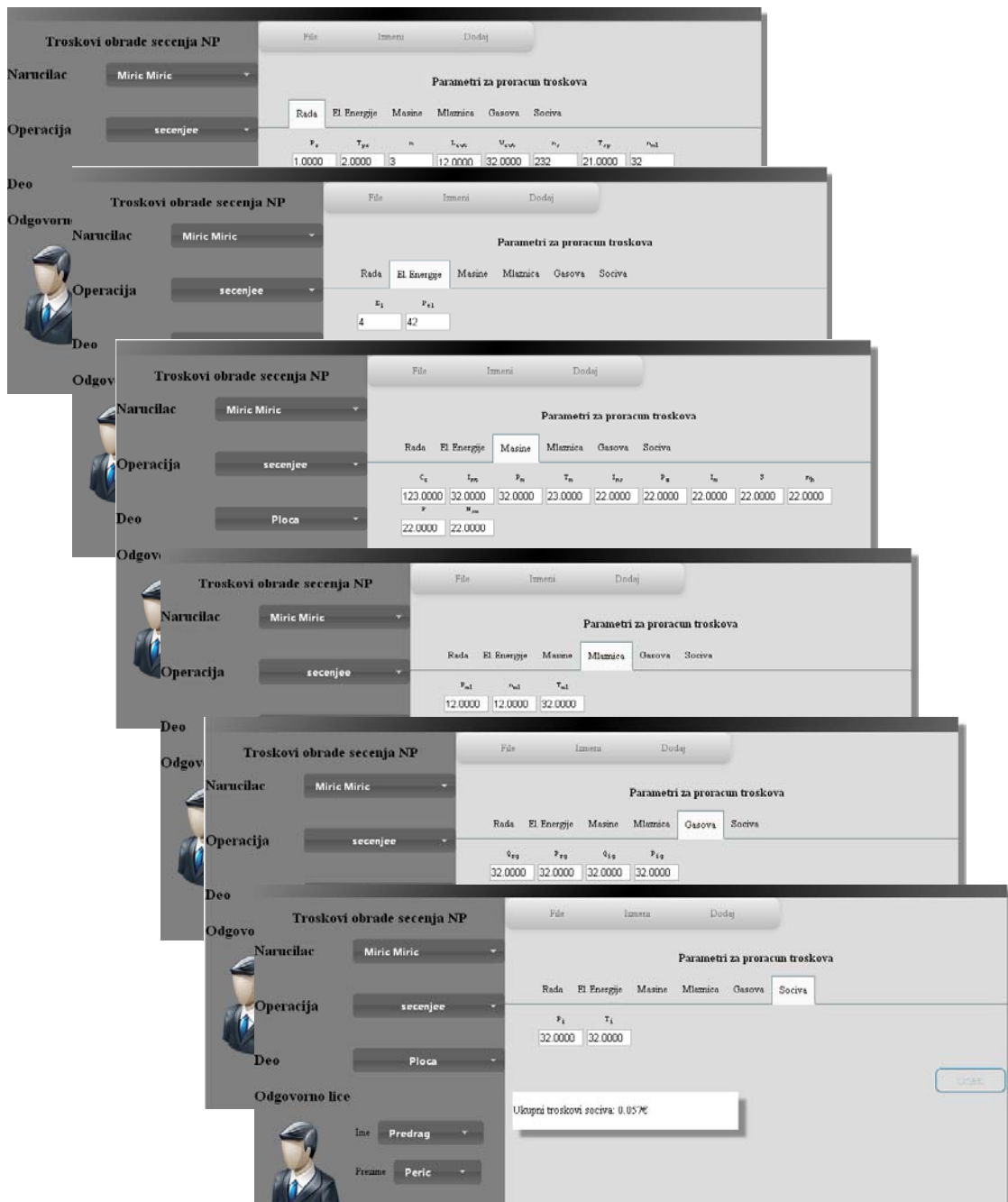
Слика 6 Опције таба IZMENI

На слици 6 се види да таб IZMENI нуди више опција, и све се односе на измене података са леве стране почетне странице апликације, а то су наручилац, операција, део и одговорно лице. Подаци који се могу изменити су: шифра и назив операције, ширина, дужина и дебљина плоче као и број плоча, шифра и назив дела, број делова који се исеца, дужина реза, коментар (напомена), квалитет обраде, најосновнији подаци о наручиоцу и одговорном лицу. На слици 7 приказане су опције таба **DODAJ** за додавање нових вредности за наручиоце, операције, делове и одговорна лица.

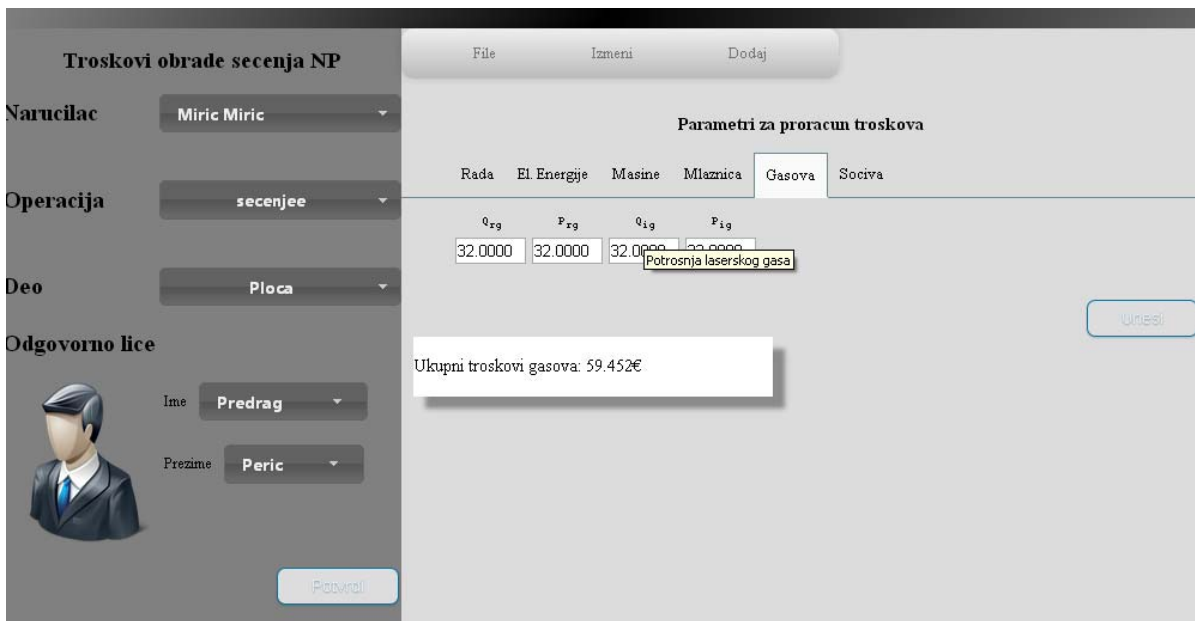


Слика 7 Опције таба DODAJ

Након уноса података о наручиоцу, операцији, делу и кориснику односно одговорном лицу, уносе се подаци неопходни за прорачун трошкова сечења неконвенционалним поступцима, који су груписани у шест картица. Картица односно таб „*Rad*” омогућава рад са подацима везаним за прорачун трошкова рада. Картица „*El.Energija*” омогућава рад са подацима неопходним за прорачун трошкова енергије. Такође картице „*Masina*”, „*Mlaznica*”, „*Gasovi*” и „*Sociva*” омогућавају рад са подацима који су потребни за прорачун трошкова машине, млазнице, гасова и сочива. На слици 8 су каскадно приказани изгледи страница када се изаберу поједине картице са параметрима чије се вредности могу унети односно изменити. За корисника апликације је омогућено да задржавањем показивача на ознаци параметра се појави „*ScreenTip*” са пуним називом параметра, слика 9.

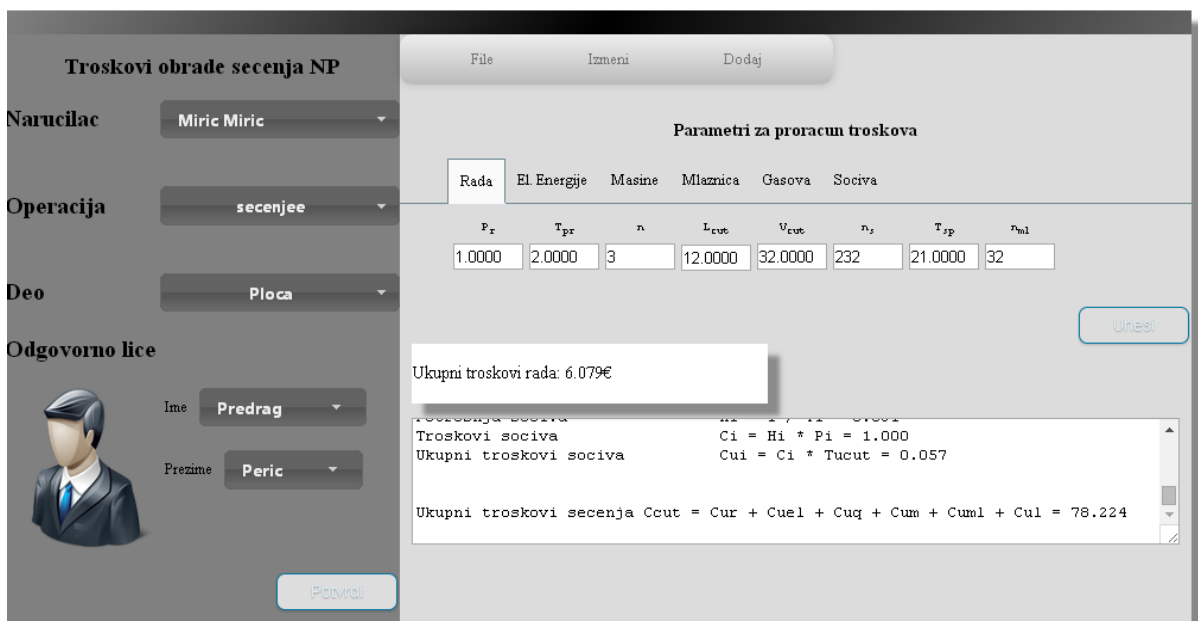


Слика 8 Сет страница са груписаним параметрима за прорачун трошкова



Слика 9 Изглед странице са додатним описом параметра (“ScreenTip”)

Након уноса свих података неопходних за прорачун трошкова сечења неконвенционалним поступцима обраде може се приступити генерисању података о трошковима као и извештајима у облику листе или графика, и то избором опције **FILE**, слика 10. Извештаји се могу и сачувати као текст или график са екстензијамa .txt и .chart што је приказано сликама 10 и 11.



Слика 10 Избор опције IZVESTAJ

Формирани извештај поред прорачунатих вредности трошкова сечења садржи и податке који су искоришћени за прорачун.

Narucilac: Miric Miroslav
Odgovoran za proracun: Peric Vlastimir
Deo: Ploca
Operacija: secenje

Ukupno vreme pripreme i kretanja pre secenja: $T_{usp} = (n_s * T_{sp} * n) / 3600 = 0.007$

Ukupna duzina rezanja: $L_{cut} = n * L_{cut} = 6.006$

Ukupno vreme secenja: $T_{ucut} = (L_{cut} / (V_{cut} * 60) * T_{usp}) / n_{ml} = 0.057$

Ukupni troskovi rada: $C_{ur} = Pr * (Tr * T_{ucut}) = 1.079$

Ukupni troskovi elektricne energije: $C_{uel} = C_{el} * T_{ucut} = 1.525$

Troskovi elektricne energije: $C_{el} = E_l * P_{el} = 168$

Broj casova rada masine $nr = n_h * p * N_{sm} * 0.1 = 106.48$

Troskovi odrzavanja $C_o = P_m * I_m * 0.01 = 7.04$

Troskovi prostora $C_s = S * P_z * 12 = 5808$

Troskovi osiguranja $C_{ins} = P_m * I_{ns} * 0.01 = 7.04$

Troskovi amortizacije $C_{am} = P_m / T_m = 1.391$

Troskovi kamate: $C_{int} = C_c * 0.5 * I_{nt} * 0.01 = 19.68$

Troskovi masine po casu: $C_m = (C_{int} * C_{am} * C_{ins} * C_s * C_o) / nr = 4.876$

Ukupni troskovi rada masine: $C_{um} = C_m * T_{cut} = 3.111$

Potrosnja mlaznice na jednj obradnoj glavi $H_{ml} = 1 / T_{ml} = 0.031$

Troskovi mlaznice $C_{ml} = H_{ml} * P_{ml} * n_{ml} = 4.5$

Ukupni troskovi mlaznice $C_{uml} = C_{ml} * T_{cut} = 0.255$

Troskovi gasa $C_q = (Q_{rg} * P_{rg} * Q_{ig} * P_{ig}) / 1000 = 1048.576$

Ukupni troskovi gasa $C_{uq} = C_q * T_{cut} = 952$

Potrosnja sociva $H_i = 1 / T_i = 0.031$

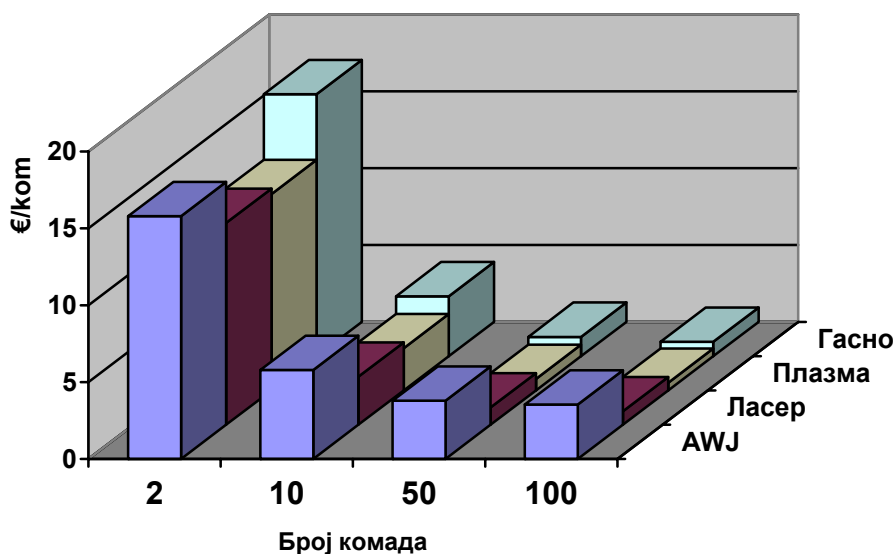
Troskovi sociva $C_i = H_i * P_i = 1$

Ukupni troskovi sociva $C_{ui} = C_i * T_{cut} = 0.057$

Ukupni troskovi secenja $C_{cut} = C_{ur} + C_{uel} + C_{uq} + C_{um} + C_{uml} + C_{ui} = 10.479$

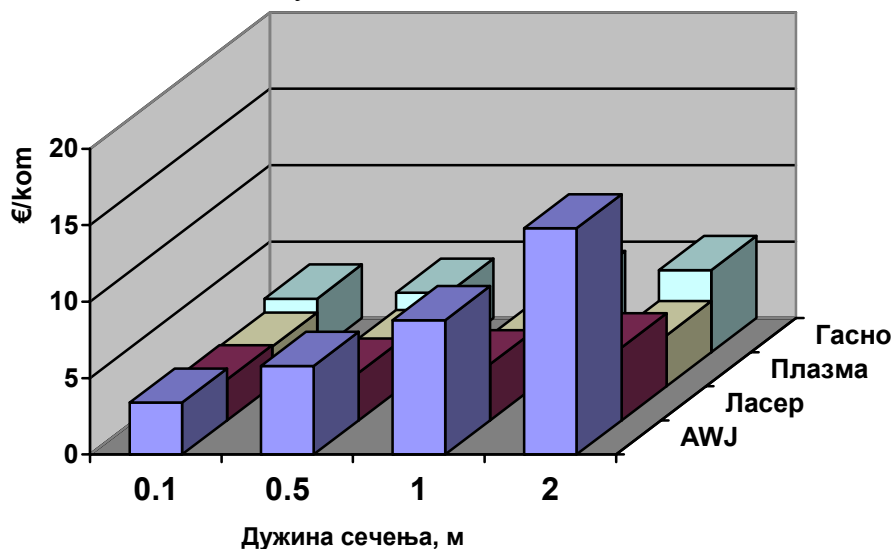
У наредном делу текста на бази литературних података [12] дати су примери прорачуна трошкова у зависности од дебљине материјала, броја комада у серији и дужине сечења по комаду.

Пример 1: Трошкови сечења челичне плоче дебљине 12 мм, предмета дужине 0,5 м, у зависности од броја комада



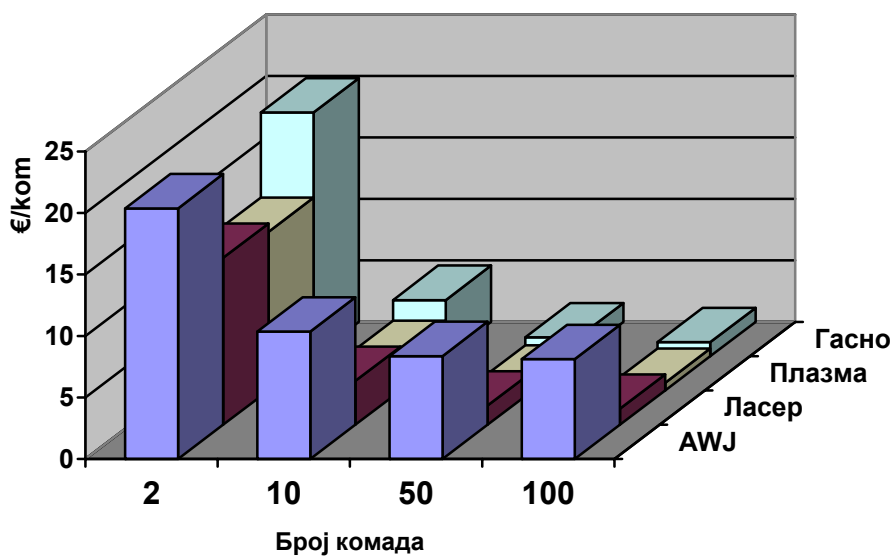
Тип обраде	Број комада			
	2	10	50	100
Сечење абразивним воденим млазом	15.8	5.8	3.8	3.55
Сечење ласером	13.13	3.13	1.13	0.88
Сечење плазмом	12.76	2.76	0.76	0.51
Гасно сечење	17.03	3.89	1.26	0.93

Пример 2: Трошкови сечења 10 комада од челичне плоче дебљине 12 мм у зависности од дужине сечења



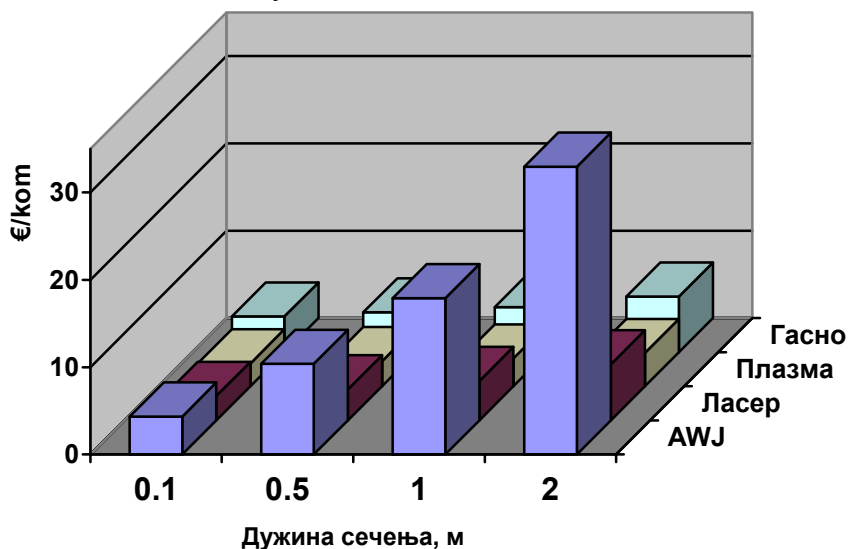
Тип обраде	Дужина сечења, м			
	0,1	0,2	1	2
Сечење абразивним воденим млазом	3.4	5.8	8.79	14.79
Сечење ласером	2.69	3.13	3.68	4.78
Сечење плазмом	2.6	2.76	2.95	3.34
Гасно сечење	3.5	3.89	4.38	5.36

Пример 3: Трошкови сечења челичне плоче дебљине 20 мм, предмета дужине 0,5 м, у зависности од броја комада



Тип обраде	Број комада			
	2	10	50	100
Сечење абразивним воденим млазом	20.38	10.38	8.38	8.13
Сечење ласером	13.57	3.57	1.57	1.32
Сечење плазмом	12.88	2.88	0.88	0.63
Гасно сечење	19.81	4.57	1.53	1.14

Пример 4: Трошкови сечења 10 комада од челичне плоче дебљине 20 мм у зависности од дужине сечења



Тип обраде	Дужина сечења, м			
	0,1	0,2	1	2
Сечење абразивним воденим млазом	4.36	10.38	17.9	32.94
Сечење ласером	2.81	3.57	4.52	6.43
Сечење плазмом	2.63	2.88	3.19	3.81
Гасно сечење	4.1	4.57	5.17	6.36

5 Литература

- [1] Avison, David and Fitzgerald, Guy *Information systems development: methodologies, techniques and tools*, Maidenhead, UK, McGraw Hill, 2006.
- [2] Coffman G., *SQL server*, Компјутер библиотека, Чачак, 1999.
- [3] Haag S., Cummings M., Dawkins J. *Management information systems*, IrwinMcCraw-Hill, Boston, 2004.
- [4] Лазих М., и др., *Технологија обраде метала резањем*, Машински факултет Крагујевац, 2002.
- [5] Лазаревић Б., и др., *Базе података*, ФОН, Београд, 2003.
- [6] Митровић Р., *Пројектовање технолошких процеса*, Научна књига, Београд, 1991.
- [7] Riordan R., *Designing Effective Database Systems*, Addison-Wesley, 2005.
- [8] Тодић В., Станић Ј., *Основе оптимизације технолошких процеса израде и конструкције производа*, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2002.
- [9] Тодић В., *Пројектовање технолошких процеса*, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2004.
- [10] <http://www.pololu.com/catalog> (24. 9. 2013)
- [11] Laser in material processing - Evaluation of cost efficiency Juergen Scholz, GER-Unterschleißheim
- [12] Master's thesis – Cut Cost Calculation – Johan Berglund, Lulea University of Technology, Sweden, 2006
- [13] Б. Недић, Трошкови сечења неконвенционалним поступцима обраде, елаборат, Факултет инжењерских наука, Факултет инжењерских наука, 2013.
- [14] Алексијевић М., Анализа трошкова обраде ласером, *Završni rad*, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу, Крагујевац, 2013.

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА
УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

16.12.2014.

01-1/4328

Одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу бр. 01-1/3826-25 од 20.11.2014. год. именовани смо за рецензенте техничког решења "Софтвер за прорачун трошкова сечења неконвенционалним поступцима обраде - **Soft-TSNPO**" аутора др Богдана Недића, редовног професора и др Милана Ерића, ванредног професора Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу. На основу документованог предлога овог техничког решења подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење ""Софтвер за прорачун трошкова сечења неконвенционалним поступцима обраде - **Soft-TSNPO**" аутора др Богдана Недића, редовног професора и др Милана Ерића, ванредног професора Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, реализовано 2014. године, приказано је на 15 страна формата А4, писаних 12 pt Timer New Roman фонтом, сингл проредом, садржи 10 слика, једну табелу и четири примера са графичким и табеларним приказима.. Предлог техничког решења садржи, поред уводних података, следећа поглавља:

1. Опис проблема који се решава техничким решењем.
2. Стање решености проблема у свету- приказ и анализа постојећих решења,
3. Суштина техничког решења,
4. Детаљан опис техничког решења,
5. Литература.

Техничко решење припада области Пројектовање и развој софтвера (према међународној класификацији роба и услуга, класа 42).

У оквиру првог поглавља аутори дају опис математичког модела за прорачун трошкова сечења материјала неконвенционалним поступцима обраде и то: сечења абразивним воденим млазом, сечења ласером, сечења плазмом и гасним сечењем. Због тога што трошкови представљају централни проблем у економији и пословању предузећа, добар финансијски резултат се може постићи, између осталог, смањењем и контролом трошкова. Део укупних трошкова су производни, а у оквиру њих и трошкови сечења материјала, па је због тога теорија трошкова саставни део теорије производње. Ово се посебно односи на предузећа која услужниом делатношћу сечења материјала остварују значајан доходак, као и на предузећа чији производи настају највећим делом сечењем материјала (као што су делови од плочастих челичних материјала). Аутори су приказали структуру трошкова обраде односно методолошки поступак изражен кроз математичке моделе за прорачун трошкова обраде сечењем, развијен на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

У другом поглављу је констатовано да је прорачун трошкова сечења у већини софтвера који су доступни на тржишту интегрисан у оквиру софтвере за управљање машином, при чему се трошкови сечења прорачунавају на основу дужине пута сечења материјала. При томе су уведена значајна поједностављења модела прорачуна. Овакав начин прорачуна је у већини случајева појединачне и малосеријске израде делова погодан јер у кратком времену даје вредност трошкова потребних да би се формирала понуда или цена услуге сечења.

Обрачуни стварних трошкова и учинака производње води се применом савремених софтвера кроз књиговодствени прорачун трошкова и учинака или, како се популарно зове погонско књиговодство. Висока цена, период имплементације (најмање 8 недеља), већа хардверска захтевност, "тромост", "робусност" ових софтвера су само неки од недостатака за њихову примену код решавања проблема инжењерско-економских анализа као што су оптимизација процеса обраде или избор варијанти технолошких поступака са гледишта трошкова обраде.

У трећем поглављу описана је суштина техничког решења. Софтверско решење **Soft-TSNPO** омогућује повећање поузданости и смањење времена инжењерско-економске анализе трошкова сечења у циљу управљања трошковима, економске оптимизације процеса обраде сечењем, одређивања цене коштања производа или избора варијанти технолошких поступака. Са становишта корисника, суштина техничког решења се огледа кроз предности које оно носи, а то су: једноставно управљање подацима (уношење, чување, ажурирање, преглед), повећање безбедности, сигурности, доступности података и фирмирање извештаја.

У оквиру четвртог поглавља детаљно је дат опис развијеног софтвера и његове карактеристике. Концептуалним моделом, приказана је структура база података, успостављене веза као и њихов степен. Софтвер је реализован модуларно, коришћене су технологије: PHP, JavaScript, HTML, CSS i MySQL. Софтвер *Soft-TSNP* је израђен као веб апликација и базиран је WAMP платформи коју чине Linux/Windows оперативни систем, Apache сервер, MySQL база података и PHP програмски језик. За везу између клијента и web сервера се може користити интернет или интранет мрежа. Кориснички интерфејс је једноставан за употребу а од корисника се тражи само елементарно предзнање у раду са веб претраживачем. Шаблони су дизајнирани RWD (*responsive web design*) техником чиме је постигнут оптималан приказ веб апликације без обзира на величину екрана. Модули су визелно приказани као картице са припадајућим параметрима, и сваки од модула је детаљно описан и дат је начин њиховог коришћења. На конкретном примеру приказани су извештаји у табеларном (текстуалном) и графичком облику.

На крају пријаве техничког решења дат је приказ коришћене литературе.

Из приложених примера види се да техничко решење има примену у индустрији и научноистраживачком раду. Примена и валидација предложеног техничког решења је извршена у предузећу СЛОВАС, Чачак.

МИШЉЕЊЕ

Техничко решење "Софтвер за прорачун трошкова сечења неконвенционалним поступцима обраде - **Soft-TSNPO**" аутора др Богдана Недића, редовног професора и др Милана Ерића, ванредног професора Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, је документовано јасно и прегледно. Детаљно је приказана и теоријски обрађена комплетна структура техничког решења. Приказано софтверско решење, у области примењене информатике, је потпуно оригинално, научио верификовано и успешно изведено од идеје до конкретне реализације и може имати значајно место у примени, па стога са задовољством предлажемо Наставио научном већу Факултета инжењерских наука у Крагујевцу да се прихвати као ново техничко решење, класа М85, према класификацији из Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживања. ("Сл. Гласник РС", бр. 38/2008).

16.12.2014.

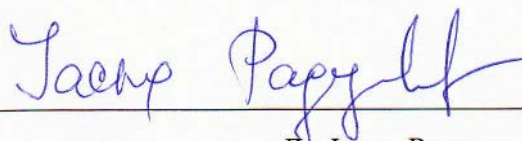
Крагујевац



Др Миодраг Лазић, ред. проф.

Факултет инжењерских наука Универзитет у Крагујевцу

Научна област: Производно машинство,
Индустријски инжењеринг



Др Јасна Радуловић

Факултет инжењерских наука Универзитет у Крагујевцу

Научна област: Аутоматика и мехатроника,
Примењена информатика и рачунарско инжењерство



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
Факултет инжењерских наука
Број: ТР-80/2014
18. 12. 2014. године
Крагујевац

Наставно-научно веће Факултета инжењерских наука у Крагујевцу на својој седници од 18. 12. 2014. године на основу члана 205. Статута Факултета инжењерских наука, донело је

ОДЛУКУ

Усвајају се позитивне рецензије техничког решења „Софтвер за прорачун трошкова сечења неконвенционалним поступцима обраде – *Soft-TSNPO*“, аутора др **Богдана Недића**, редовног професора и др **Милана Ерића**, ванредног професора.

Решење припада класи **M85**, према класификацији из Правилника о поступку, начину вредновању, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача („Сл. Гласник РС“ - бр. 38/2008).

Рецензенти су:

1. **Др Миодраг Лазић**, ред. проф., Факултет инжењерских наука, Крагујевац,
Уже научне области: Производно машинство, Индустрijски инжењеринг,
2. **Др Јасна Радуловић**, ред. проф., Факултет инжењерских наука, Крагујевац,
Уже научне области: Аутоматика и мехатроника, Примењена информатика и рачунарско инжењерство.

Достављено:

- Ауторима
- Архиви

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА



Др Мирослав Живковић, редовни професор