

Универзитета у Крагујевцу
Факултет инжењерски наука



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Назив студија: Основне академске студије

Студијско подручје (усмерење): Индустијско инжењерство

Предмет: Производне технологије

Број индекса: 519/2012

Тамара А. Недељковић

АНАЛИЗА ТРОШКОВА ОБРАДЕ ПРОИЗВОДНЕ ОПЕРАЦИЈЕ

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Богдан Недић, редовни професор – ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране:

Оцена:



Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Основне студије: **Машинско инжењерство**

Студијско подручје (усмерење): **Индустријско инжењерство**

Име и презиме: **Тамара Недељковић**

Број индекса: **519/2012**

ПРИЈАВА ЗАВРШНОГ РАДА

Тема рада: **Анализа трошкова обраде производне операције**

Задатак: У оквиру завршног рада потребно је да кандидат изврши прикупљање и систематизацију података о моделима за прорачун трошкова обраде производне операције. Потребно је извршити анализу и поређење различитих математичких модела. У посебном делу рада за изабране примере приказати начин прорачуна и упоредити добијене вредности.

Завршни рад треба да садржи следеће целине:

1. Уводна разматрања,
2. Параметри технолошког процеса обраде,
3. Модели прорачуна трошкова производне операције
4. Израда апликације у софтверу *Excel* за прорачун трошкова,
5. Поређење трошкова производне операције на основу различитих модела,
6. Закључци,
7. Литература.

Ментор:

Др Богдан Недић, редовни професор

Крагујевац, 2019.

РЕЗИМЕ

У раду су приказани модели за прорачун трошкова обраде производне операције. Извршена је анализа и поређење различитих математичких модела. Такође је обрађена тема о основним појмовима трошкова у индустрији.

Поред трошкова производне операције приказан је модел прорачуна експлоатационих трошкова, описан је и прорачун трошкова CNC машине. Извршена су поређења приказаних математичких модела, као и обрада и приказ једног модела са почетним параметрима.

Кључне речи: трошкови, прирачун, операција, обрада.

SUMMARY

In this research models for calculating the cost of machining process operations. It also covered the topic of basic cost concepts in the industry.

In addition to the cost of the production operation, a model of the calculation of the cost of exploration is presented, and a cost calculation of the CNC machine is described. Comparisons of mathematical models are presented, as well as processing and display of one model with initial parameters.

Keywords: costs, budget, processing, operation.

САДРЖАЈ

1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА.....	1
2. ПАРАМЕТРИ ТЕХНОЛОШКОГ ПРОЦЕСА ОБРАДЕ	4
3. МОДЕЛИ ПРОРАЧУНА ТРОШКОВА ПРОИЗВОДНЕ ОПЕРАЦИЈЕ	7
3.1 Модел прорачуна 1	7
3.1.1 Трошкови рада.....	8
3.1.2 Трошкови алата	9
3.1.3 Трошкови машина алатки.....	11
3.1.4 Трошкови средстава за хлађење и подмазивање.....	12
3.2 Модел прорачуна 2	13
3.3 Модел прорачуна 3	15
3.4 Прорачун експлоатационих трошкова.....	16
3.4.1 Трошкови амортизације.....	18
3.4.2 Трошкови одржавања	18
3.4.3 Трошкови алата	20
3.4.4 Трошкови енергије	20
3.4.5 Трошкови мазива.....	20
3.4.6 Трошкови камата и осигурања.....	20
3.4.7 Трошкови радне снаге.....	21
3.5 Прорачун трошкова CNC машине.....	21
4. ПРИКАЗ АКПИКАЦИЈЕ У СОФТВЕРУ <i>EXCEL</i> ЗА.....	24
4.1. Детаљан опис техничког решења	24
4.2 Пример прорачуна трошкова производне операције	29
5. ПОРЕЂЕЊЕ МОДЕЛА ПРОРАЧУНА ТРОШКОВА ПРОИЗВОДНЕ ОПЕРАЦИЈЕ	30
6. ЗАКЉУЧАК	31
7. ЛИТЕРАТУРА	32

1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА

Трошкови представљају један од најзначајнијих, али истовремено и најсложенијих области предузећа. Проучавањем и разматрањем трошкова неопходно је не само да би се унапредила економичност, већ и укупна ефикасност неког предузећа. Трошкови су новчани израз утрошака у свакодневном животу. Под трошковима се подразумева новац који је потрошен за набавку ресурса. Производња нових употребних вредности или пружање друштвено корисних услуга, условљава трошење постојећих предмета рада, средстава за рад и живог рада. Та трошења могу бити изражена у натуралним и вредносним јединицама. Под појмом трошкова се подразумевају утрошене вредности у репродукцији, који се утврђују као производ утрошака елемената производње и њихових цена по јединици утрошака [8].

Подела трошкова:

- Подела према врсти утрошака,
- Подела трошкова према факторима производње,
- Подела трошкова према местима настанка,
- Подела трошкова према везаности за носиоце,
- Подела трошкова према начину преношења на носиоце,
- Подела трошкова према зависности од обима производње,
- Додатни, неотклоњиви и опортунитетни трошкови.

Трошкови су производ утрошака фактора производње и њихових цена по јединици утрошка. Утрошци фактора производње су облик трошења у натуралном виду. *Утрошци* су физички исказане количине фактора производње које се троше у процесу производње. Битно својство утрошака је количина утрошених фактора производње. Количина утрошака зависи од интензитета трошења и времена трошења.

Подела утрошака:

- Утрошци материјала,
- Утрошци средстава за рад,
- Утрошци радне снаге.

Материјал је предмет рада потребан за обављање процеса производње. У производњи и у производним предузећима уопште материјал се троши да би се као резултат тог трошења добио нов производ. Основна карактеристика материјала је да

се једнократно употребљава, тј. да се троши у једнократној употреби и да тиме преноси целу своју вредност у вредност новог производа. Материјал се сврстава у групу обртних средстава. Квантитативно трошкови материјала се утврђују као производ утрошака и набавних цена по јединици утрошака:

$$T_m = M \cdot C_m, \quad \text{односно} \quad T_m = f(M, C_m)$$

T_m – трошкови материјала,

M – утрошци материјала,

C_m – набавна цена материјала по јединици утрошака материјала.

Под *трошковима материјала* подразумевају се новчани изрази физичких количина материјала утрошених у циљу производње одговарајућих производа. Трошкови материјала се формирају под дејством низа фактора. Ти фактори су чињенице које делују на процес формирања трошкова. У основи, међутим, сви фактори делују концентрисано на два главна правца који се могу означити као: количина утрошеног материјала и цена по којој се утрошци обрачунавају. Количина утрошака материјала настаје као последица техничких и организационих фактора који условљавају технолошки процес прераде материјала. За оцену величине утрошака у одређеном временском периоду битно је схватити: појаву нестајања форме њихове егзистенције коју имају при уласку у процес, појаву преношења вредности на нов производ, могућност једноставног приказивања у мерним јединицама физичког трошења. Зато не постоје проблеми у мерењу утрошака материјала. Наравно да за утврђивање масе утрошака није довољно то што природа материјала дозвољава мерљивост утрошених количина. Потребно је створити одговарајућу евиденцију о утрошцима. Цене по којима се обрачунавају утрошене количине материјала су други фактор који одређује величину трошкова материјала. Овај фактор се не тиче непосредно технологије, односно поступка којим се преобликује, тиме и троши материјал. Напротив, он је екстерно дат, што значи да зависи од економских околности у економији у целини, и посебно у сектору набавке материјала у питању.

Врсте материјала према улози у процесу производње:

- Основни материјал (материјал за израду),
- Помоћни материјал,
- Енергија,
- Режијски материјал.

Једна од врста утрошака елемената производње су *утрошци средстава за рад*. То су претпостављени износи физичке истрошености средстава за рад. Основна карактеристика утрошака средстава за рад је њихово једнократно уношење у процес производње и виšekратна употребљивост у том процесу, што значи да се постепено троше и преносе део по део своје вредности на нов производ.

Основни облици стварног трошења средстава за рад:

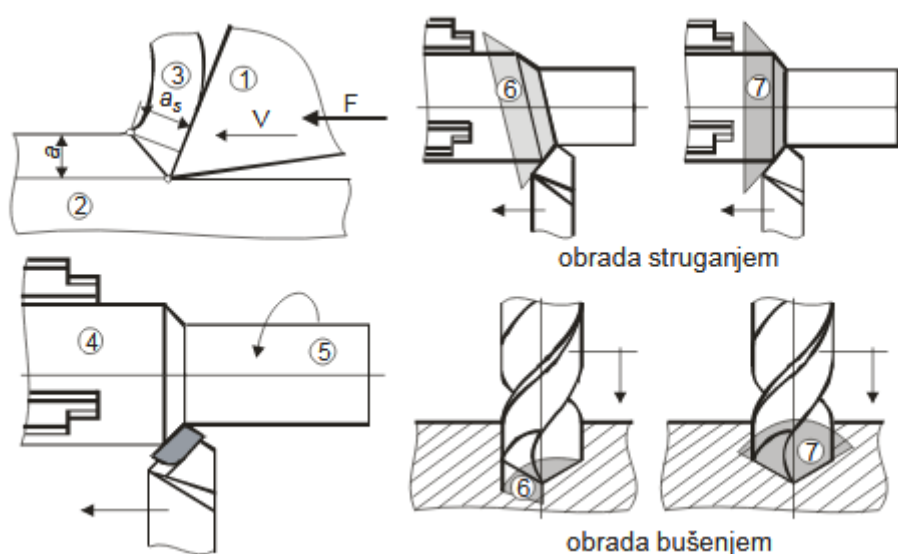
- **хабање средстава за рад** – то је трошење средстава за рад приликом њиховог функционисања, тј. приликом коришћења њихове употребне вредности. Функционисањем средство за рад се физички, што доводи до смањења радног капацитета, поузданости, брзине, прецизности и сл.
- **старење средстава за рад** – реч је о губљењу употребне вредности средстава под утицајем фактора физичког трошења који делују у времену. Овај облик трошења се испољава у биохемијским, хемијским или физикалним променама на средствима под дејством “зуба времена”.
- **лом** – то је механички удес једног или више делова средстава за рад.
- **квар** – то је функционални поремећај у раду средства за рад. Лом и квар доводе до потпуног или делимичног губитка употребне вредности средства за рад и представљају специфичне облике трошења средстава за рад који нису технички нужни.

Радна снага представља скуп физичких и умних способности човека да ради, односно представља одређену количину утрошене биоенергије произвођача у процесима рада. У економској пракси утрошак радне снаге није могуће изразити у неким енергетским јединицама и због тога се њен утрошак мери временским јединицама процеса рада. Време трајања процеса рада јесте економски израз утрошака радне снаге. Да би време трајања процеса рада био економски израз утрошака радне снаге потребно је да се у свакој јединици трајања процеса рада утроши иста количина биоенергије.

У другом делу рада описани су параметри технолошког процеса обраде који имају утицај на трошкове обраде. Затим су описани параметри трошкова производне операције преузети модели са три факултета: Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, Факултета за стројништво из Љубљане и прорачун трошкова ASCEE - American Society for Engineering Education. Поред трошкова производне операције описани су прорачуни и других трошкова у процесу производње. У последњем делу описано је поређење наведена три модела.

2. ПАРАМЕТРИ ТЕХНОЛОШКОГ ПРОЦЕСА ОБРАДЕ

Процес резања настаје када резни алат клина (1) продире брзином V , у материјал предмета обраде (2), слика 1. Под дејством спољашње силе (силе резања F) резни клин алата продире и долази до претварања вишка материјала дебљине a (дубина резања) у струготину (3) дебљине a_s [1].



Слика 1. Основи процеса резања [1]

У процесу резања се уочавају три основне површи:

- ✚ Обрађивана површина;
- ✚ Обрађена површина;
- ✚ Површина резања.

Обрађивана површина налази се испред резног клина, то је површина која се потпуно или делимично уклања у процесу резања.

Обрађена површина је површина која је настала као процес резања, карактерише је тачност облика и диманзија, површинска храпавост и величина и особине површинског слоја, налази се иза резног клина.

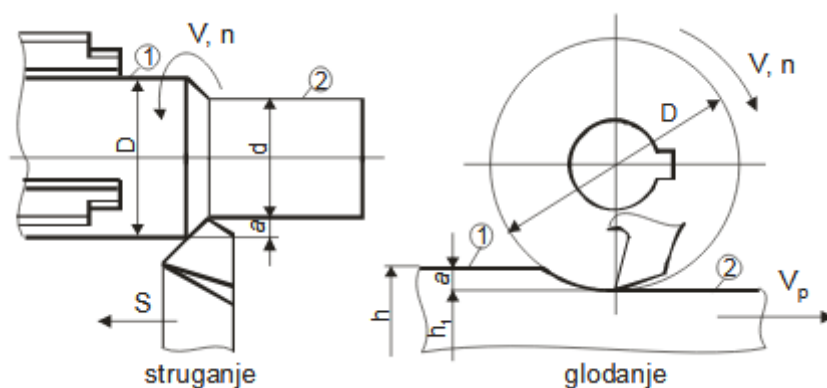
Површина резања је површина предмета обраде која се налази у директном контакту са резним алатом. То је површина коју образује резна ивица алата у току резултујућег кретања.

Две основне групе параметара обраде су:

- Технолошки параметри обраде,
- Геометријски параметри обраде.

Технолошки параметри обраде су:

- a , mm – дубина резања,
- s , mm/o – корак или V_p mm/мин – брзина помоћног кретања,
- V , m/min – брзина резања или n , o/min – број обртаја.



Слика 2. Технолошки параметри обраде у обради стругањем и глодањем [1]

Дубина резања a , mm је вредност слоја материјала који се уклања у процесу резања, одређена растојањем обрађиване (1) и обрађене површине (2):

$$a = \frac{D-d}{2}, \text{ mm при обради ротационих делова и}$$

$$a = h - h_1, \text{ mm при обради призматичних делова.}$$

Корак (посмак) s , mm/o је померање предмета обраде у правцу помоћног кретања за један обрт алата, можемо рећи да је то померање за један зуб алата s_1 , mm/z (глодање), за један дупли ход алата или предмет обраде s , mm/dh (рендисање) или један ход алата s , mm/hod (равно бушење).

Брзина помоћног кретања V_p , mm/min је померање предмета обраде или алата у јединици времена.

Брзина резања V , m/mm или V , m/s (брушење) представља пређени пут главне резне ивице алата у јединици времена.

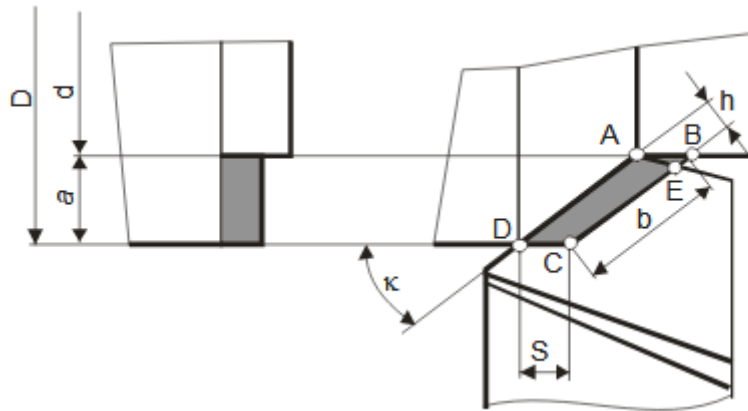
Основни геометријски параметри обраде су:

- ширина резног алата **b**,
- дебљина резног слоја **h**,
- површина попречног пресека резног слоја **A**.

У обради стругањем ширина и дебљина резног слоја (слика 2.3) су:

$$b = \frac{a}{\sin \kappa} ; h = S \cdot \sin \kappa,$$

где је κ нападни угао.



Слика 3. Резни слој у обради стругањем [1]

У процесу резања главно сечиво уклања већи део вишка материјала **CE** и претвара у струготину. **BE** је мањи део обрађиване површине, образује га помоћна резна ивица **AE**, остаје на обрађеној површини као саставни део микрогеометрије обрађене површине.

Зато је номинална површина попречног пресека резног слоја ограничена контуром **ABCD** и износи:

$$A = a \cdot S \approx b \cdot h$$

3. МОДЕЛИ ПРОРАЧУНА ТРОШКОВА ПРОИЗВОДНЕ ОПЕРАЦИЈЕ

Методе истраживања које су примењене у раду су у складу са проблемом и предметом истраживања. Њихово спровођење утиче на целокупан квалитет истраживања и ваљаност добијених резултата. У теоријском делу рада коришћене су литературе коју су прикупљене укључујући кљиге, докторске дисертације и истраживања студената.

3.1 Модел прорачуна 1

На основу прикупљене литературе и истраживања у овом делу је приказан начин прорачуна трошкова према моделу који је креиран на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу [3].

Обрадне системе у којима се изводи процес резања и обликовања предмета чине:

- алатна машина на којој се врши обрада,
- резни алат којим се изводи процес резања,
- средства за хлађење и подмазивање којим се побољшавају услови обраде,
- радник који управља процесом резања.

Вредност производње која се ствара на обрадним системима састоји се из трошкова обраде (V_o) и додатних трошкова (V_d):

$$V = V_o + V_d = V_o + \sum_{i=1}^n V_{di} ,$$

Где су: V_o – трошкови обраде производне операције,

V_{di} – додатни трошкови сведени на производну операцију (контроле, припреме, доприноси, енергија, вода, паре и сл.)

Трошкови обраде су трошкови који настају у обрадном систему. Израз за трошкове обраде једног комада који се производи у серији од X комада на једном обрадном систему има облик:

$$V_o = R + A + M + SHP$$

R - трошкови рада,

A - трошкови алата,

M - трошкови машине,

SHP – трошкови средства за хлађење и подмазивање.

3.1.1 Трошкови рада

Трошкови рада (R) су трошкови по једном обрађеном предмету, односе се на радника који управља процесом обраде у обрадном систему. Они зависе од времена трајања обраде тј. комадног времена t_k и цене коштања јединице времена рада радника и изражавају се на следећи начин:

$$R = n \cdot k_1 \cdot t_k, \text{ din},$$

Где је:

n – коефицијент чија величина зависи од броја машина на којима истовремено ради један радник и број машина које опслужује један стручни радник,

k_1 , din/min – бруто лични доходак производног радника,

t_k , min – време обраде једног комада.

Коефицијент n се прорачунава по обрасцу:

$$n = 1 + \frac{k_3}{k_1} + \frac{N_1}{N_3}$$

Где је:

k_3 , дин/мин – бруто личних доходак стручног радника,

N_1 – број машина на којима истовремено ради један производни радник,

N_2 – број машина које опслужује један стручни радник.

Време обраде једног предмета обраде које се састоји од четири елемената тј.

$$T_k = t_g + t_p + t_{pz} + t_d,$$

Где је :

t_g – главно време обраде тј. време ефективног резања у коме се остварује контакт између алата и предмета обраде,

t_p – помоћно време које се за време обраде троши на постављање предмета у обрадни систем на празне ходове алата и уклањање предмета обраде из обрадног система по завршној обради,

t_{pz} – припремно-завршно време које се односи на време припреме обрадног система (машине, алата, прибора и сл.) за обраду серије од X комада (предмета обраде) и распремање обрадног система по завршеној обради свих комада,

t_d – додатно време које се у процесу производње троши на кратке одморе радника у току израде серије од X комада.

Време ефективног резања или главно време обраде зависи од дужине пута који алат прелази за време резања и од брзине кретања алата тј. брзине помоћног кретања, израчунава се по обрасцу:

$$T_g = \frac{L}{V_p},$$

Где је: L , mm – дужина пута који алат прелази за време резања,

V_p , mm/min – брзина помоћног кретања.

Брзина помоћног кретања се израчунава по обрасцу $V_p = n \cdot s$, зависи од броја обрта n предмета обраде (код обраде стругањем) или алата (код обраде бушењем и глодањем) и корака по једном обрту s . Пораст брзине резања и корака утиче на смањење главног времена израде t_g , као и на смањење постојаности алата.

Помоћно време t_g зависи од нивоа аутоматизације обрадног система, одређује се мерењем у производном процесу методама студије рада.

Припремно завршно време зависи од времена потребног за припрему обрадног система пре почетка израде серије од X комада, и распремања истог, после завршене обраде свих X комада T_{pz} и броја комада у серији X . Припремно завршно време се израчунава по обрасцу:

$$t_{pz} = \frac{T_{px}}{x}$$

Додатно време израде одређује се на основу вредности збира главног и помоћног времена и условима под којима се процес обраде изводи, по обрасцу:

$$t_g = (0.05 - 0.02) \cdot (t_g + t_p).$$

За обрадне системе који раде под повољним условима и на којима се обрађују предмети мање масе потребно је мање додатно време.

Трошкови времена се могу смањити смањењем времена израде комада (предмет обраде) или смањењем цене рада радника. Развој нових алатних материјала, материјала предмета и средства за хлађење и подмазивање усмерен је у правцу стварања могућности за извођење процеса резања са великим брзинама резања, јер оне обезбеђују смањење времена израде комада t_k остварује се непрекидним повећањем нивоа аутоматизације обрадних система свих врста.

3.1.2 Трошкови алата

Трошкови алата (A) се састоје из три дела тј.

$$A = A_1 + A_2 + A_3.$$

A_1 – део трошкова алата који се односе на замену претходног алата новим или регенерисаним алатом (алат који је коришћен у истој или некој сличној производној операцији). У току израде серије од 3 комада, врши се замена похабаног алата новим. У зависности од времена ефективног резања и интензитета хабања резних

елемената алата замена се врши више пута. Замену похабаног алата новим врши радник који управља процесом обраде на обрадном систему. Овај део трошкова алата одређен је изразом:

$$A_2 = k_2 \cdot \sum_{i=1}^m t_{i1} \cdot \frac{t_g}{T}$$

Где је: t_{i1} , min – време замене похабаног i -ог алата новом или регенерисаном ,

m – број резних алата са којима се врши обрада у производној операцији,

$$\left(\frac{t_g}{T}\right)_i = \left(\frac{1}{X_t}\right)_i$$

X_t – број обрађених комада између две оштрица, односно замене алата,

T , min – постојаност алата.

Постојаност алата представља време непрекидног резања између два оштрења или две замене алата. Изражава се у временским јединицама, мада се користе и величине као што су: пређени пут алата, број обрађених комада, запремина скинуте струготине, површина обрађена у току процеса резања и сл. Постојаност алата зависи од великог броја параметара: режима резања, геометрије алата, материјала предмета обраде и алата, врсте алата, врсте и начин довођења средства за хлађење и подмазивање, врсте производне операције, поступка обраде, врсте резања (прекидно или непрекидно), динамичких појава у процесу итд. Постојаност алата који врши обраду у одређеној производној операцији по правилу није једнак, али то не значи да се у појединим случајевима обраде не врши истовремена замена више алата иако њихов степен похабаности није једнак. Време замене похабаног алата новим t_1 најчешће износу од 5 до 15 минута у зависности од врсте алата и врсте обрадног система.

A_2 – део трошкова алата који се односи на регенерацију (оштрење) похабаног алата, одређује се по обрасцу:

$$A_2 = k \cdot \sum_{i=1}^m t_{2i} \cdot \left(\frac{t_g}{T}\right)_i$$

Где је: k_2 , din/min – бруто лични доходак радника који врши оштрење алата,

t_{2i} , min – време оштрења похабаног i -тог алата

A_3 – део трошкова који се односи на његову амортизацију одређен је изразом:

$$A_3 = \sum_{i=1}^m \left(\frac{C_a}{i+1}\right)_i \cdot \left(\frac{t_g}{T}\right)_i$$

Где је: C_a , din – набавна цена i -ог алата,

i – број могућих оштрења i -ог алата.

Број могућих оштрења алата зависи од врсте алата, његове величине и критеријума похабаности алата. Савремени алати израђени од тврдог метала или керамике имају,

врло често на једном резном елементу формирано више сечива. Ова врста алата се не оштри па у изразу за део трошкова A_3 уместо израза $(i + 1)$ налази се број сечива на једном резном елементу алата.

Израз за трошкове алата може бити написан и у следећем облику:

$$A = \sum_{i=1}^m \left[n \cdot k_1 \cdot t_1 + k_2 \cdot t_2 + \frac{C_a}{i+1} \right] \left(\frac{t_g}{T} \right)_i$$

Реалност процене броја могућих оштрења и постојаности алата су параметри од којих зависи реалност прорачуна трошкова алата.

3.1.3 Трошкови машина алатки

Трошкови алатних машина (M) представљају трећи део трошкова обраде и односе се на амортизацију машина, а одређени су изразом:

$$M = \frac{C_m \cdot p}{F \cdot \eta \cdot 60 \cdot 100} \cdot t_k$$

Где је: C_m , min – вредност машине на коју се примењује амортизациона стопа,

p , % - амортизациона стопа,

F , h – могући годишњи фонд часова рада машине,

η - временски степен искоришћења машине,

t_k , min – време израде комада (предмет обраде).

Вредност машине (C_m) на коју се примењује амортизациона стопа може да буде набавна вредност машине или ревалоризована вредност машине, ако се у току њене експлоатације јави потреба за роменом њене вредности (реконструкција машине, подизање нивоа аутоматизације и сл.). Амортизациона стопа (p) за алатне машине креће се по правилу између 7% и 12%, али у неким годинама она може да буде мања или већа у зависности од пословне политике предузећа. Могући годишњи фонд часова рада машине (F) креће се од 3800 до 4200 (рад у две смене) у зависности од броја радних дана у години. Ако предузеће ради само у једној смени, могући годишњи фонд часова машине је два пута већи. Временски степен искоришћења машине одређен је изразом:

$$\eta = \frac{Fr}{F} = \frac{\sum_{i=1}^k (q \cdot t_k)_i}{F}$$

Где је:

F_r , h – време рада машине у тоу године,

k – број различитих предмета обраде који се у току године обрађују на машини,

q – број i -тог комада предмета обраде која се производе у току године на машини.

3.1.4 Трошкови средстава за хлађење и подмазивање

Четврти део трошкова обраде односи се на средства за хлађење и подмазивање (SHP) и зависи од потрошње средстава за хлађење и подмазивање, њихове цене и време израде комада t_k , T_j :

$$SHP = \frac{Q_{shp} \cdot C_{shp}}{60} t_k$$

Где је:

Q_{shp} , l/h – количина средстава за хлађење и подмазивање (емулзија, раствор, чисто уље за резање) која се потроши у процесу производње за један час рада обрадног система

C_{shp} , din/l – цена једног литра средстава за хлађење и подмазивање.

За случај располагања подацима о потрошњи средстава за хлађење и подмазивање по операцији q_{shp} у литрима, SHP се рачуна у облику:

$$SHP = Q_{shp} \cdot C_{shp}, \text{ din/ope.}$$

$$C_{hsp} = C_1 + C_2 + C_3, \text{ din/l}$$

Где је:

$C_1 = C_u \cdot p_{shp}/100$, din – вредност чишћења уља у једном литру SHP-а

C_u , din – вредност једног литра уља за средство за хлађење и подмазивање,

p_{shp} – процена садржаја уља у једном литру средстава за хлађење и подмазивање, за чисто резно уље $p_{shp} = 100\%$ $C_1 = C_u$,

C_2 , din – вредност потребне количине воде $(1-p_{shp}/100)$ у једном литру средстава за хлађење и подмазивање, за чисто резно уље $C_2=0$,

C_3 , din – вредност која се односи на трошкове припреме и дистрибуције једног литра средстава за хлађење и подмазивање.

За случај да су трошкови у вези C_3 не воде на нивоу обрадног већ пословног система, C_{shp} се рачуна по обрасцу:

$$C_{shp} = C_1 + C_2, \text{ а за чисто резно уље } C_{shp} = C_u$$

У општем случају вредност C_3 се рачуна по обрасцу:

$$C_3 = \frac{\sum_{i=0}^n R_{shpi} + \sum_{i=0}^z \left(\frac{C_{oshp} + C_{shp}}{100} \right) i}{Q}, \text{ din/l}$$

Где је:

$R_{shpi, \text{ din}}$ – бруто лични доходак п радника на пословима припреме SHP-а у количини Q током године,

$C_{oshp, \text{ din}}$ – вредност X опреме и објеката који се користе при припреми и дистрибуцији SHP-а,

$p_0, \%$ – амортизациона стопа опреме и објеката за припрему SHP-а,

Q, l – годишња производња количина SHP-а.

Трошкови средстава за хлађење и подмазивање зависе у великој мери од нивоа технологије и пословања са њима у индустријском систему као целини.

3.2 Модел прорачуна 2

У следећем делу приказан је прорачун са Факултет за стројништво, Љубљана [4].

Цена обраде трошкова се рачуна по обрасцу:

$$C = C_f + C_s + C_m$$

Фиксни трошкови обраде (C_f) су они трошкови који остају исти без обзира на количину произведених комада. Ови трошкови се не мењају у зависности од количине произведених аутопутова, јер они настају чак и када предузеће ништа не производи, може се изразити путем обрасца:

$$C_f = t_a \cdot c_m$$

Трошкови чисте обраде (C_m) представља производ технолошког времена (t_t) и цене времена и плате радника (c_m).

$$C_m = t_t \cdot c_m$$

Технолошко време, t_t , min,

$$t_t = \frac{VOL}{V_c \cdot a_p \cdot f}$$

Где је:

$VOL, \text{ mm}^3$ – запремина,

$V, \text{ mm/min}$ – брзина резања,

$a_p, \text{ mm}$ – дубина резања,

$f, \text{ mm/vrt}$ – померање алата

Цена времена и плате радника, c_m ,

$$C_m = C_r + \frac{C_{su}}{60},$$

Где је:

C_r , јединица*/ком – цена режије радника,

C_{su} , јединица*/h – цена машинског сата.

Трошкови због промене опреме (C_s):

$$C_s = \frac{t_t}{T} \cdot C_o,$$

Фиксно време за операцију (t_a) :

$$t_a = l \cdot t_{sr} + \frac{T_{pz}}{N}$$

Где је:

l – број резова,

t_{sr} , min – помоћно време за један рез,

T_{pz} , min – припремно време,

N , ком. – број комада у серији.

Цена алата за пренос (C_o):

$$C_o = t_s \cdot C_m + C_{or},$$

t_s , min – време промене алата

Цена алата (C_{or}),

$$C_{or} = 1,2 \cdot \left(\frac{C_{pl}}{n_r} + \frac{C_d}{100} \right) + C_{sub} \cdot t_{br} + C_{pr}$$

где је:

C_{pl} , јединица/ком – цена плочице,

n_r (/) – број резних алата,

C_d , јединица/ком – цена држала

C_{sub} – јединица/min – цена машине

t_{br} , min – време операције

C_{pr} , трошкови пре операције.

Целокупни тршкови обраде могу бити записани једначином:

$$C = (t_a + t_t) \cdot c_m + \frac{t}{T} \left[t_s \cdot c_m + 1,2 \left(\frac{c_{pl}}{n_r} + \frac{c_d}{100} \right) + c_{sub} \cdot T_{br} + c_{pr} \right].$$

Оптимална брзина резања за најкраће време обраде може се написати у облику:

$$t = t_t + \frac{tt}{T}$$

3.3 Модел прорачуна 3

У трећем примеру уједно и последњем приказан је прорачун трошкова Америчког удружења за инжењерско образовање (ACEE - American Society for Engineering Education) [5]. Ово удружење је намењено за унапређивање инжењерско технолошког образовања. Прорачун трошкова су радили студенти прве године овог удружења, код њих се показао као једноставан и добар да примену.

Укупни трошкови обраде се израчунавају:

$$C_i = C_m + C_l + C_e + C_t.$$

Укупни трошкови обраде представљају збир трошкова материјала (C_m), трошкова рада (C_l), трошкова енергије (C_e) и трошкова алата (C_t).

Трошкови материјала се израчунавају према обрасцу:

$$C_m = i_c \cdot \left\{ \left(q^{\left(\frac{\ln(\phi - m)}{\ln 2} \right)} \right) \right\}, \phi - m = 0,95,$$

Где су:

i_c – иницијално трошкови,

q – количина.

Трошкови рада се израчунавају:

$$C_l = d_l \cdot (1 + f) \cdot t_l,$$

Где су:

d_l – директна стопа рада,

f – режијски фактор,

t_l – укупно радно време.

Укупно време рада се израчунава помоћу обрасца:

$$t_l = t_d \cdot (1 + f_h)$$

где је:

t_d – укупно директно време рада,

f_h – фактор руковања деловима.

Трошкови енергије се израчунавају:

$$C_e = t_e \cdot t_{ce},$$

Где су:

t_e – укупна енергија, kWh,

t_{ce} – трошак енергије по јединици, \$/kWh.

Трошкови алата се израчунавају:

$$C_t = \left\{ (cc_p / \left[\frac{e}{p} \cdot x / e \right]) \right\} + c_c$$

Где је:

c_p – трошкови три уметнута пакета,

e – ивице,

p – пакет,

x – промењени делови,

c_c – трошкови боје.

3.4 Прорачун експлоатационих трошкова

Поред трошкова производне операције, у литератури се могу наћи модели за прорачун и других трошкова у процесу производње. У наредном делу рада приказан је модел прорачуна експлоатационих трошкова [6]. Фактори који утичу на експлоатационе трошкове су многобројни. Потребно је што детаљније анализирати све значајне утицаје фактора приликом избора опреме.

Структура трошкова:

- Трошкови опреме
 - Трошкови амортизације
 - Трошкови одржавања
 - Трошкови алата
- Трошкови енергије
 - Трошкови погонске енергије

- Трошкови мазива и остали трошкови
- Трошкови страних услуга
- Трошкови камата и осигурања
- Трошкови радне снаге
 - Трошкови личних доходака
 - Трошкови личних доходака режије
 - Трошкови и обавезе из личних доходака
 - Трошкови заједничке потрошње

Формула за израчунавање *експлоатације* је:

$$T_e = T_a + T_o + T_{al} + T_e + T_m + T_{su} + T_{ko} + T_p + T_{rs}$$

Где су:

T_e – трошкови експлоатације,

T_a – трошкови амортизације,

T_o – трошкови одржавања.

$$T_o = T_{io} + T_t + T_{dt} + T_{ob}$$

Где је:

→ T_{io} – трошкови инвестиционог одржавања

→ T_t – трошкови текућег одржавања

→ T_{dt} – трошкови делова који се троше

→ T_{ob} – трошкови образовања

T_{al} – трошкови алата,

T_e – трошкови погонске енергије,

T_m – трошкови мазива,

T_{su} – трошкови страних услуга,

T_{ko} – трошкови камата и осигурања,

T_p – трошкови простора,

T_{rs} – трошкови радне снаге.

$$T_{rs} = T_{ld} + T_{ldr} + T_{old} + T_{zp}$$

Где су:

→ T_{ld} – трошкови личних доходака производних радника,

- T_{ldr} – трошкови личних доходака режије,
- T_{old} – трошкови и обавезе из личних доходака,
- T_{zp} – трошкови заједничке потрошње.

Зависно од временског периода за који се посматрају (година, месец, дан, час) добијају се експлоатациони трошкови машине у одговарајућим јединицама.

$$T_e = T_a + T_{io} + T_t + T_{dt} + T_{ob} + T_{al} + T_e + T_m + T_{su} + T_{ko} + T_p + T_{ld} + T_{ldr} + T_{old} + T_{zp}$$

3.4.1 Трошкови амортизације

За радну машину утврђује се век трајања и на основу века трајања одређује се амортизациона стопа. Нормални радни век подразумева време за које она застарева или се промени технолошки процес производње. То је обично период од 5-10 година. Постоје три методе: линеарна, дегресивна и функционална. Код нас се користи линеарна претпостављајући да се инвестициона опрема једнако тороши током века трајања. Код опреме која је већ амортизована, а још увек је у радном стању и даље се врши издвајање средстава за амортизацију по нижој стопи ради покривања амортизације друге опреме која није толико акумулативна.

Трошкови амортизације се одређују према:

$$T_a = \frac{T_{nc}}{V_t}, \text{ din/h}$$

Где је:

T_{nc} , din – набавна цена машине,

V_t , h – економски век трајања машина,

$$V_t = G_t \cdot N_g$$

Где је:

G_t , h – број радних часова у току године,

N_g , god – предвиђени број година за који се машина амортизује.

3.4.2 Трошкови одржавања

Економија производње захтева да се машине што интензивније користе и да се налазе у радном веку. Прекиди у току рада настали услед отказа проузрокују појаву накнадних трошкова код замене и поправке, али и због застоја у процесу производње услед поправки. Систем одржавања има улогу да обезбеди поузданост функционисања машина и целог производног система.

Трошкови одржавања се израчунавају према:

$$T_o = T_{io} + T_t + T_{dt} + T_{ob}$$

Где је:

T_{io} – трошкови инвестиционог одржавања,

T_t – трошкови текућег одржавања,

T_{dt} – трошкови делова који се троше,

T_{ob} – трошкови обуке одржавалаца.

Трошкови инвестиционог одржавања крећу се у распону 5-12% годишње од набавне цене машине.

$$T_{io} = (0,05 - 0,12) \cdot T_{nc}, \text{ din/god}$$

Трошкови текућег одржавања се израчунавају према:

$$T_t = T_{nc} \cdot \frac{p}{V_t}, \text{ din/h}$$

Где је:

T_{nc} – набавна цена машине,

p – коефицијент који зависи од врсте опреме и услова у којима та опрема ради, $p=0,4$,

V_t – просечан економски век трајања машине.

Трошкови делова обухватају замену и одржавање делова који су изложени хабању и лому (лежајеви, зупчаници), као и одржавање пнеуматике и хидраулике. Трошкови делова који се троше се крећу 6 - 15% годишње од набавне цене машине. Када се подели са укупним пројектованим бројем радних сати у току године добијају се трошкови делова који се троше изражени у din/h. Могу се израчунати према обрасцу:

$$T_{dt} = (0,06 - 0,15) \cdot T_{nc}$$

За *трошкове обуке одржавалаца* се на основу података из предузећа узима да се за обуку троши 0,4 – 1,5% укупних планираних средстава за одржавање, тако да се ови трошкови могу израчунати:

$$T_{ob} = (0,04 - 0,015) \cdot (T_{io} + T_t + T_{dt}), \text{ din/h}$$

3.4.3 Трошкови алата

Искуство и анализа показују да приближно трећина набавне цене алата машине отпада током њеног радног века на трошкове алата. Ако се подели са укупним експлоатационим бројем сати добија се трошак алата у din/h:

$$T_{al} = (0,3 - 0,35) \cdot T_{nc}.$$

3.4.4 Трошкови енергије

Трошкови енергије се састоје из трошкова енергије, трошкова мазива и осталих трошкова. Трошкови погонске енергије се израчунавају према:

$$T_e = (P \cdot k_e \cdot t_e \cdot C_e) / (\eta_{ak} \cdot \eta_p), \text{ din/h}$$

Где је:

T_e – трошкови погонске енергије електромотора,

P – инсталисана снага електромотора, kW

k_e – фактор коришћења снаге у односу на снагу, износи 0,6 – 0,9,

t_e – часови рада електромотора, h

C_e – цена једног kW електричне енергије, din/h

η_{ak} – степен искоришћења електромотора, креће се од 0,75 – 0,93

η_p – степен искоришћења инсталација

3.4.5 Трошкови мазива

Трошкови мазива се израчунавају према:

$$T_m = 0,1 \cdot T_e$$

3.4.6 Трошкови камата и осигурања

Ови трошкови се рачунају као:

$$T_{ko} = T_k + T_{os},$$

T_k , din/h – трошкови камата на уложена средства за набавку машина,

T_{os} , din/h – трошкови камата осигурања опреме.

Трошкови камата се рачунају:

$$T_k = C_{sr} \cdot k,$$

Где је:

C_{sr} , din – средња вредност основног средстава

$$C_{sr} = VK \cdot \frac{g+1}{2g},$$

Где је:

VK , din – величина кредита утрошена у набавку машине

g – број година за које кредит треба вратити.

4.3.7 Трошкови радне снаге

$$T_{rs} = T_{ld} + T_{ldr} + T_{old} + T_{zp},$$

Где су:

T_{rs} , din/mes – трошкови радне снаге,

T_{ld} , din/mes – трошкови личних доходака по једном производном раднику за један месец или укупан број радника,

T_{ldr} , din/mes – трошкови личних доходака,

T_{old} , din/mes – трошкови обавеза из личних доходака радника

T_{zp} , din/mes – трошкови заједничке потрошње.

3.5 Прорачун трошкова CNC машине

У овом делу рада су представљени процена CNC трошкова са фокусом на процену постављања трошкова. Прачун трошкова је прво описано, а затим је и постављена процена трошкова.

Машинска обрада CNC машине је подељена на генерисање путање алата, машинску обраду, замена алата и активности око постављања. Замена алата и ангажовањесу такође укључени у машинску обраду. Укупни прорачун трошкова CNC обраде је сума трошкова генерисања путање алата, трошкови машинске обраде, трошкови алата, трошкови материјала, поставку иопшти трошкови [7].

$$C_c = C_g + C_m + C_s + C_t + C_o$$

Где је:

C_g – трошкови генерисања путање алата,

C_m – цена машинске обраде,

C_s – цена постављања алата,

C_t – цена материјала,

C_o – општи трошкови.

Трошкови генерисања путање алата се рачуна помоћу времена које је потребно за дизајнирање и генерисање путање алата помножена са стопом зараде програмера.

$$C_m = m_t \cdot (m_s + l_c),$$

Где је:

m_t – утрошено време потребно за машинску обраду,

m_s – трошак машине по сату,

l_c – цена рада по сату.

Да би поједноставили процес и користили већ постојећи CAD/CAM софтвер, време потребно за машинску обраду се директно чита из CAM софтвера након што корисник генерише CNC путању алата. Већина CAM софтвера може да обради и произведе информације везане за све операције у текстуалном формату. Ове информације укључују време потребно за обраду, укупно време потребно за машинску обраду, и параметре потребне за обраду. Разлика између времена потребног за обраду и укупног радног времена потребно за машинску обраду је време које је потребно за замену алата и време ангажовања. У овој методи прорачунавања трошкова замена алата и време ангажовано су урачунати.

Улагање у машине претвара се у трошкове машине по сату и укључује се у трошкове одржавања капиталне инвестиције на CNC машини.

$$m_s = \frac{m_p}{m_y \cdot m_a},$$

где је:

m_p – трошкови куповине машина,

m_y – године предвиђене за повраћај,

m_a – просечан број сати по години.

Трошкови куповине машина је укупна инвестицију CNC машина. Године предвиђене за повраћај представљају број година после којих ће се исплатити CNC машина. Просечан број сати по години је просечан број радних сати на CNC машини.

C_t – је сума трошкова машинске обраде. Алат за машинску обраду мора бити замењен када дође до отказа неког дела техничког система.

$$C_t = \sum_{i=1}^n (t_{li} \cdot t_{pi}),$$

Где је:

C_t – збир трошкова резног алата,

t_{li} – век алата,

t_{pi} – трошак куповине алата.

Животни век алата може бити израчунат помоћу Тејлорове формуле са параметрима машинске обраде који се добија обрадом софтвера. Тејлорова формула:

$$V \cdot T^n = C,$$

Где је:

V , m/s – брзина сечења,

T , s – век алата,

n – константа заснована на материјалу алата,

C – константа на основу материјала алата, материјала радног комада и машинске обраде.

n и C се могу добити из пруручника произвођача или емпиријски, са овом информацијом животни век може да се израчуна за било коју брзину.

Алат може бити коришћен неколико пута у току машинске обраде. Животни век коришћеног алата може се израчунати.

$$t_{lj} = \sum_{i=1}^n \frac{t_{ui}}{t},$$

где је:

t_{ui} – време коришћења алата

t – животни век алата

$i = 1, 2 \dots n$ је број машинских обрада.

Животни век коришћења алата је животни век за дати алат изражен као децимални запис. Ако је вредност 1 или више то значи да се алат истрошио и мора се заменити. $j = 1, 2 \dots n$ алат се може користити у много операција током целог процеса машинске операција. N је укупан број операција једног алата, а j је индекс операције алата. Време коришћења алата је укупно време коришћења алата операције j за алат i .

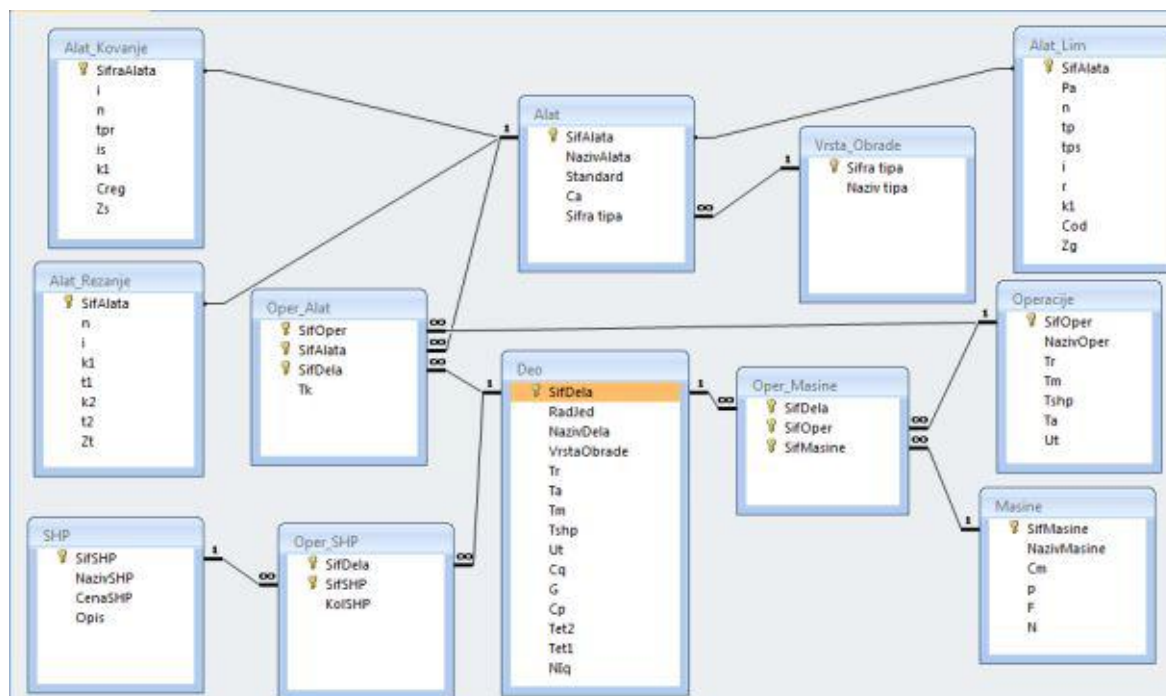
Цена постављања је укупна цена повезана са локацијом радног дела и стезања. Цена материјала је производ количине операције и трошкова материјала по јединици количине. Општи трошкови су сви остали трошкови које укључује машинска обрада, али нису наведени као сто су менамент, рента, струја итд. Приликом израчунавања трошкова пописа опреме укључен у опште трошкове. Трошкове операције постављања и трошкова опреме направљене по мери су укључени у трошкове поставке.

4. ПРИКАЗ АКПИКАЦИЈЕ У СОФТВЕРУ *EXCEL* ЗА ПРОРАЧУН ТРОШКОВА

4.1. Детаљан опис техничког решења

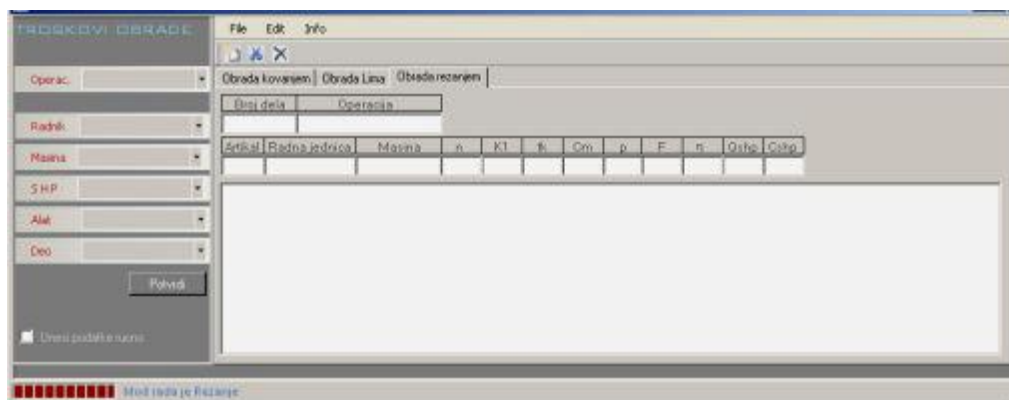
Софтвер за прорачун трошкова обраде – Soft – ТО, чији су аутори Др Милан Ерић, Др Миладин Стефановић, Др Славко Арсовски и Др Богдан Недић, развијен је Microsoft алата у клијент-сервер технологији, а ослања се на базе MS Access 2007 уређен је у Visual Basic 2008 Express Edition [3]. Квалитетна имплементација и коришћење проверених технологија, осигуравају софтверу брзину, поузданост, сигурност и стабилност. У случају да постоје аналитички захтеви који нису обухваћени софтвером, може се искористити Microsoft-ов Excel, импортовањем одговарајуће базе или селектовањем оних колона које су потребне за графичко представљање и анализу.

Логички модел података за прорачун трошкова обраде је приказан на слици 5, и представља концептуалну шему база података. Сва обележја приказана су у Табелама које су обухваћене релацијама: Део, Машине, Алат, Алат_Резање, Алат_Ковање, Алат_Лим, Операције, Опер_Алат, Опер_Машине, СХП, Опер_СХП, Врста_Обраде.



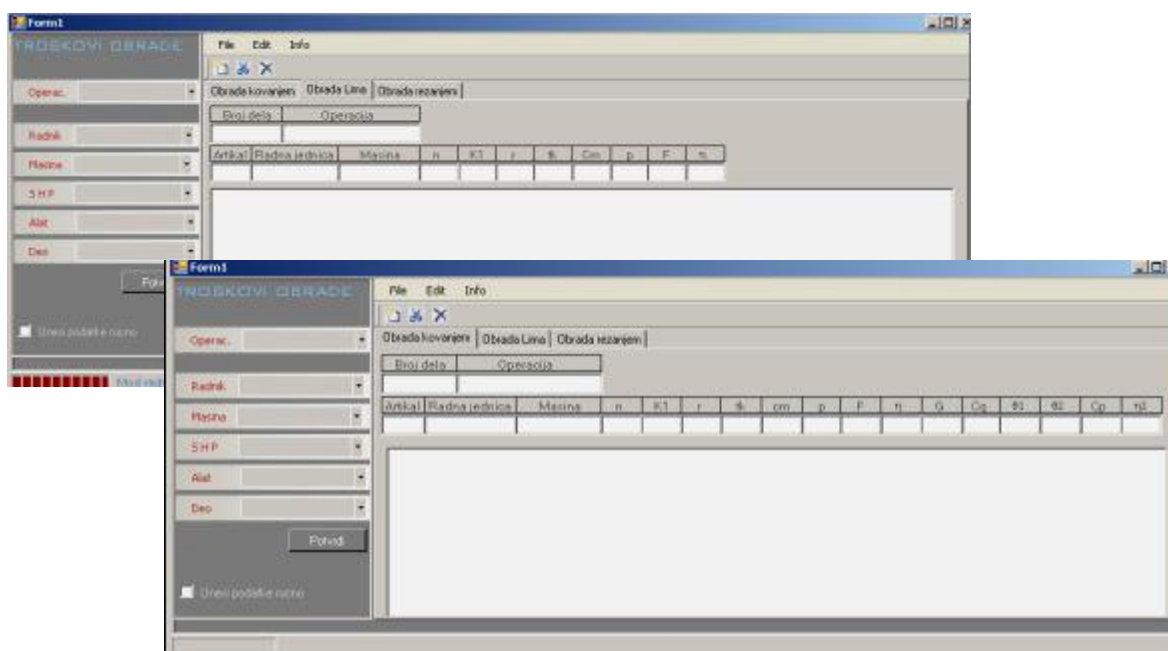
Слика 4. Логички модел база података трошкова обраде [3]

Када се програм покрене приказује се почетни екран апликације (слика 5.).



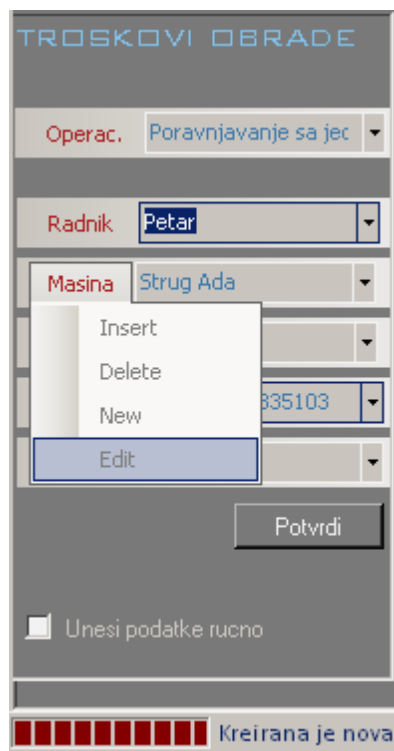
Слика 5. Почетни изгледа апликације [3]

Почетни екран није навигациони, али се на њему уочавају картице врсте обраде - *Обрада ковањем* - *Обрада лима* - *Обрада резањем* -. Избором одређене картице одређује се и врста обраде односно прорачун трошкова обраде. На слици 6 се уочава различит изглед екрана и структура поља за различите врсте обраде.



Слика 6. Изглед екрана за обраду лима у обради ковањем [3]

Леви део екрана, слика 7., омогућава рад са подацима везаним за део алата, сшп, машине, радника и операције. Левим кликом миса на било који тастера актицира се падајући мени, који омогућава избор једне од операција: додавање новог, брисање или измена већ постојаћег слога. Са десне стране тастера налази се поље које представља падајућу листу за операцију, радника, сшп-а, алата за изборни део.



Слика 7. Изгледа падајућег менија Soft-TO[3]

Избором тастатуре *New* и *Edit* задодавање новог или измене постојећег слога у зависности од изборног тастера добијају се нови екрани за унос, измене основних и потребних података за прорачун и то за део (слика 8.), спх (слика 9.), радника (Слика 10.), машину (Слика 11.), операцију (Слика 12.) и алата (Слика 13.). С обзиром да се операција дефинише за одређени део, а изводи са одређеним алатима, на одређеној машини са или без спх-а и да је изводи одређени радник, екран приказан на слици 12. Омогућава повезивање операције са свимнаведеним објектима, а ако нису унети у одговарајуће базе онда тастером *New* могуће је додати их без напуштања маске за унос операције.



Слика 8. Изглед екрана за додавање и измене основних података о делу [3]

Слика 9. Изглед екрана за додавање и измену основних података о схп-у [3]

Слика 10. Изглед екрана за додавање и измене основни хподатака о раднику [3]

Слика 11. Изглед екрана за додавање и измене основних података о машини [3]

Слика 12. Изглед екрана за додавање и измене основних података о операцији обраде [3]

Alat

Naziv.....: Rez.pl. 669835103

Cena.....: 229.71 Din

k2.....: 0 Din/min

i.....: 4

Zt.....: 70

t1.....: 0 min

t2.....: 0 min

☒ checkBox1

DA NE

Broj regeneracija alata

Слика 13. Изглед екрана за давање и измене основних података о алату [3]

Прорачун трошкова обраде севрши у оквиру опције *-Направи извештај-*, падајућег менија *-File-Edit-Info-*, слика 14. Након унетих основних, неопходних података за прорачун да би се попунила поља у оквиру база података за трошкове алата, радника,машине и схп-а по операцији и укупно за цео део, неопходно је покренути ову операцију. Такође ако се подаци који утичу навредност трошкова обраде промењени, неопходно је покренути ову опцију.

TROSKOVI OBRADJE

File Edit Info

Napravi izvestaj

Save as .txt Obrada rezanjem

Operac. Poravnjavanje sa jec

Radnik Petar

Masina Strug Ada

SHP SHP

Alat Rez.pl. 669835103

Deo Poluosovina

Potvrdi

☐ Unesi podatke rucno

Broj dela	Operacija

Artikal	Radna jedinica	Masina	n	K1	tk	Cm	p	F	η

Kreirana je nova operacija

Слика 14. Изглед екрана за извор опције за прорачун трошкова обраде [3]

4.2 Пример прорачуна трошкова производне операције

У овом делу је представљен пример прорачуна трошкова једне операције направљен и приказан у програму Excel-у. На слици 15 су приказани почетни параметри који су усвојени за рачун трошкова производне операције по моделу прорачуна 1.

n	k ₁	t _k	C _m	p	F	η	S _{hp}	F _r
1.14	2.27	2.17	1615642	0,09	2159	1.806392	0	3900
C _a		l + 1	Z _t	t ₁	t ₂	k ₂		
254.4		5	20	0	0	0		
Трошкови рада (R)			Трошкови алата (A)			Трошкови машина (M)		

Слика 15. Почетни параметри

Потребно је израчунати трошкове рада (R), трошкове алата (A) и трошкове машине (M), где су на слици 16 и приказане коначне излазне информације.

n	k ₁	t _k	C _m	p	F	η	S _{hp}	F _r
1.14	2.27	2.17	1615642	0,09	2159	1.806392	0	3900
C _a		l + 1	Z _t	t ₁	t ₂	k ₂		
254.4		5	20	0	0	0		
Трошкови рада (R)			Трошкови алата (A)			Трошкови машина (M)		
5.615526			2.544			27.06		

Слика 16. Излазне информације једног прорачуна

Трошкови рада зависе од времена трајања обраде комадног времена и цене коштања јединице времена рада једног радника. Трошкови рада су изражени у динарима по једном обрађеном комаду. Трошкови алата машине се односе на амортизацију машине. Трошкови средстава за хлађење и подмазивање су дата у полазним претпоставкама и није било потребно рачунати их.

5. ПОРЕЂЕЊЕ МОДЕЛА ПРОРАЧУНА ТРОШКОВА ПРОИЗВОДНЕ ОПЕРАЦИЈЕ

У даљем раду приказано је поређење три модела прорачуна, њихове сличности и разлике, који модел је једноставнији за прорачун.

Трошкови рада

Трошкови рада су заступљени у сва три модела прорачуна, али се и не рачунају исто. Код прорачуна 1 трошкови рада се рачунају помоћу коефицијента који зависи од броја машина на којима радници врше операције, од бруто личних доходака радника и времена које је потребно за обраду једног комада на машини. Док се код прорачуна 2 до трошкова рада долази помоћу цене радника и цене машинског сата. Прорачун трошкова рада код модела 2 је нешто сложенији у односу на модел 1 који је једноставнији за израду прорачуна. Код модела 3 су такође заступљени трошкови рада, на њега утиче директна стопа рада, као и режијски фактор. Заправо алат, енергија, сировина, трошкови рада и режијски трошкови користе се за израчунавање укупног износа производних трошкова. Значајни квалитативни докази показују да прорачун 3 имао је позитиван утицај на учење. Код сва три модела прорачуна јединица је изражена у одговарајућим валутама.

Трошкови алата

Трошкови алата су такође заступљени у сва три модела прорачуна трошкова. Рачунају се другачије, али имају исту функцију. Различити фактори утичу на сва три модела код прорачуна трошкова. Код прорачуна модела 1 трошкови алата се састоје из три дела: део трошкова алата који се односе на замену похабаног алата, део алата који се односе наоштрење алата и део трошкова који се односе на амортизацију алата. Трошкови алата код модела прорачуна 2 се рачунају у склопу Трошкова промене алата.

Код прорачуна модела 1 су заступљени трошкови машина и трошкови средстава за хлађење и подмазивање, код остала два модела не постоје прорачуни помоћу којих се може доћи до ових трошкова. У моделу прорачуна 2 рачунају се и фиксни трошкови обраде. Фиксни трошкови су они трошкови који остају исти без обзира на количину произведених комада, као сто су: амортизација, плата директора, обезбеђење, енергија потребна за осветљење хала итд.

Као резултат сва три прорачуна дају различите информације, различити фактори утичу на моделе прорачуна трошкова и из различитих држава и универзитета су.

6. ЗАКЉУЧАК

Врло важну улогу у постизању жељених циљева има добро управљање трошкова. Да би предузеће постигло водећу конкурентску позицију потребно је да познаје укупне трошкове унутар организације и да примени неку од модерних метода за њихово управљање. Управљање трошковима не значи штедња за предузеће, већ улагање у будућност предузећа. Важно је оптимизовати трошкове и свести их на прихватљив ниво, али пазити да се ипак не угрози функционалност производа.

Овај рад је представио неке од метода процене трошкова производне операције, као и трошкове обраде CNC машина. Три модела прорачуна трошкова је проучено и представљено, оне се могу користити у производној индустрији у одабиру одговарајућег процеса за њихов појединачни део. Рађено је поређење три модела са три различита факултета и као њихов резултат показало се да су сва три модела добра за прорачуну трошкова. Али као резултат овог рада први модел се показао као најједноставнији за израду прорачуна трошкова из ког се излазне информације могу лако прочитати. Трошкови рада код првог модела зависе од физичког и интелектуалног рада утрошеног у стварање новог производа, могу се смањити смањењем времена израде комада или смањењем цене радника. Прорачун трошкова алата зависи од броја оштрења алата и постојаности алата. Трошкови алата за хлађење и подмазивање зависе од нивоа технологије.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Недић Б., Лазић М., *Обрада метала резањем*, Машински факултет, Крагујевац, 2007.
- [2] Ивковић Б., *Обрада метала резањем*, Машински факултет, Крагујевац, 1985.
- [3] Ерић М., Стефановић М., Арсовски С., Недић Б., *Софтвер за прорачун трошкова обраде – Soft-ТО*, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2012.
- [4] Копач Ј., *Odrezavanje; Teoretične osnove intehnološki napotki*, Fakultet za strojništvo, Љубљана, 2008.
- [5] Sarper H., Jakšić N., Vahala L., *Metal Cutting and Manufacturing Economics Project for Freshmen*, American Society for Engineering Education, 2017 (<https://www.asee.org/>)
- [6] Шобат М. , Семинарски рад: *Вертикална глодалица*, Београд
- [7] Ли Ф. , Automated cost estimationfor 3-axis cnc milling and stereolithography rapid prototyping, Department of Mechanical and Manufacturing Engineering the University of Manitoba, Manitoba, 2005.
- [8] Др Максимовић Љ., *Теорија цена*, Економски факултет, Крагујевцу, 2008.