

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Индустијско инжењерство

Предмет: Производне технологије

Број индекса: 36/2016

Никола М. Алемпијевић

Анализа типске и групне технологије

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. **Др Богдан Недић**

Датум одбране: _____

2. _____

Оцена: _____

3. _____

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Основне студије: **Машинско инжењерство**

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

Име и презиме: **Никола Алемпијевић**

Број индекса: **36/2016**

ПРИЈАВА ЗАВРШНОГ РАДА

Тема рада: **Анализа типске и групне технологије**

Задатак: У оквиру завршног рада потребно је да кандидат изврши прикупљање и систематизацију података о типској и групној технологији изради делова. Потребно је описати основне разлике и избор примене датих технологија, као и начин формирања фамилије делова. На примеру изабране фамилије делова потребно је дефинисати групни технолошки процес обраде.

Завршни рад треба да садржи следеће целине:

1. Уводна разматрања,
2. Пројектовање производа технолошких процеса на бази типских форми,
3. Групна технологија,
4. Основна методологија груписања радних задатака и преставника групе,
5. Фамилија делова,
6. САМ системи,
7. Пример пројектовања групне технологије,
8. Закључак,
9. Литература.

Ментор:

Др Богдан Недић, редовни професор

Крагујевац, 2020.

Резиме:

Технолошке промене су један од главних индикатора конкуренције и један од најзначајнијих фактора који могу да промене правила пословања предузећа. Оне имају значајнију улогу у промени структуре постојећих, као и креирању нових производа. Технолошке промене изједначавају компаније, будући да смањују конкурентску предност једних, а истичу друге компаније. Многе велике компаније су настале захваљујући томе што искористиле технолошке промене.

Технологије драстично мењају пословање компанија, омогућавајући пораст продуктивности. Оне су кључни предуслов за достизање конкурентности и економске модернизације. Представљају важан инструмент за уклањање економских и социјалних подела, али и смањивања сиромаштва.

Кључне речи: технологије, пословање, технолошке промене

Abstract:

Technological changes are one of the main indicators of competition and one of the most significant factors that can change the business rules of a company. They have a more significant role in changing the structure of existing, as well as creating new products. Technological changes are equalizing companies, as they reduce the competitive advantage of some, and other companies stand out. Many large companies have emerged as a result of taking advantage of technological change.

Technologies are drastically changing the business of companies, enabling productivity growth. They are a key prerequisite for achieving competitiveness and economic modernization. They are an important instrument for eliminating economic and social divisions, but also for reducing poverty.

Keywords: technologies, business, technological change

САДРЖАЈ

УВОД	5
1. ТЕХНОЛОШКИ ПРОЦЕС, КАРАКТЕРИСТИКЕ И КЛАСИФИКАЦИЈА	7
1.1. Утицај технолошких промена на конкурентску предност	7
1.2. Технолошке промене	8
1.3. Дефинисање технолошког процеса	8
1.4. Врсте технолошког процеса	9
2. ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПРОИЗВОДА ТЕХНОЛОШКИХ ПРОЦЕСА НА БАЗИ ТИПСКИХ ФОРМИ	11
2.1. Дефиниције типских форми	12
2.2. Класификација типских форми	13
2.3. Технике формирања типских форми	14
2.4. Типизација технолошких процеса	16
3. ГРУПНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ	17
3.1. Групна технологија и производња	18
3.2. Групна технологија и остали процеси	18
3.3. Принципи групне технологије	19
4. ОСНОВНА МЕТОДОЛОГИЈА ГРУПИСАЊА РАДНИХ ЗАДАТАКА И ПРЕДСТАВНИКА ГРУПЕ	20
4.1. Појам представника групе	20
4.2. Класификација радних задатака и класификатор	21
4.3. <i>Opitzov</i> систем	21
4.4. Принципи груписања код групне и типске технологије	22
5. ФАМИЛИЈА ДЕЛОВА	25
6. САМ СИСТЕМИ	27
6.1. Веза САМ система и пројектовање технолошког поступка	27
7. Пример пројектовања групне технологије	29
7.1. Анализа групе делова	29
7.2. Захтеви за обраду дате групе делова	29
ЗАКЉУЧАК	45
ЛИТЕРАТУРА	47

УВОД

Савремени услови пословања, турбулентно и непредвидиво окружење захтевају од компанија нове концепте пословања. Примена савремених метода, учење на бази искуства других, иновативност и флексибилност представљају неке од смернице за успешно пословање. Кључни фактори постизања конкурентности су квалитет и знање. Имплементација технолошких промена и унапређење продуктивности чврст ослонац за успешно пословање компанија. Унапређујући своје знање, технологију, продуктивност, компанија ствара повољан амбијент за преузимање тржишта. Технолошка револуција је променила основне пословне активности и створила нову друштвену и привредну структуру која се често назива друштво знања. Менаџмент нових технологија је најзначајнији део менаџмента сваке успешне компаније. То је, може се са правом рећи, кључни ресурс савременог пословања.

Кључно питање за успех технолошког менаџмента је у одговору који су то концепти, технике и алати, које менаџмент компаније мора користити за укупну продуктивност компаније. Поставља се питање, шта менаџер треба да зна о улози технологије и у пословној активности и стратегији компаније. Сматра се да савремени менаџмент мора да зна шта ради и како функционише савремена технологија. За менаџера је кључно поседује знања за разумевање технологија у савременом пословању, као и начина како да технолошки потенцијал компаније искористи за побољшање продуктивности.

Под технологијом се подразумева сума укупног знања, као и вештина друштва, у одређеном временском периоду. Важно је напоменути да се технологија разликује од науке, јер је наука знање које је усмерено ка разумевању, а технологија је усмерена ка примени знања.

Учестало напређење технологије је постао императив савременог доба, јер од технологије зависи колико је људских потреба могуће задовољити са датом количином ресурса. Такође, технологија поставља границе у погледу количине и врсте добара.

Развој технологије доводи до стварања нових или побољшања постојећих производа или процеса, развија се са циљем да реши проблеме у самом предузећу. Технологија је фокусирана на извршење задатака у датим условима, на решавање проблема у одређеном контексту у предузећу. Технологија мора да задовољи перформансе и одређене критеријуме, што захтева ангажовање људи из различитих научних дисциплина.

Важне одлуке везане за технологију односе се на одређивање тренутка за избор нове технологије која ће заменити постојеће, тиме ће се спречити да постојећа технологија дође у фазу зрелости и застаревања. Животни циклус технологије односи се на уочавање, набавку и усвајање нове технологије, чиме се доћи до подударања тренутак зрелости и опадања старе технологије и тренутак раста нове технологије.

Увођење нових технологија може битно да утиче на структуру предузећа, као и на производни процес.

Сектор информационо-комуникационе технологије је вероватно сектор који је најзначајнији за напредак и иновације на нивоу целог друштва, и технолошки и економски. Заправо, праксе коришћења технологије, запошљавања и организације рада у сектору често пионирски развој у другим секторима. Очигледан разлог је тај овај сектор развија велики део технологија које видљиво мењају рад и живот у друштвима и економијама. Своје праксе гради на само-апликацијама сопствених изума. Истовремено, ове технологије се шире у друге секторе и сфере друштва, које мењају ове контексте и прилагођавају им се. Из ових разлога пукe распрострањености, динамичности и утицаја, ИКТ, попут свемирских путовања шездесетих година, дошао

је да свеобухватно представи слике и очекивања будућности, а посебно будућност рада.

Са принципом примена групне технологије делује као традиционални концепт и даље игра значајну улогу у нови концепт за производњу као што је време, укупно управљање квалитетом и технологијама као што су оптимизована технологија производње, рачунарски интегрисана производња у концепту производног система, групна технологија помаже у постизању смањења подешавања време, нивоа залиха и логистике робе и такође даје ефикасну контролу производње.

У првом поглављу је дат опис технолошког процеса, карактеристике и класификација. Разматран је утицај технолошких промена на конкурентску предност, технолошке промене, начин дефинисање технолошког процеса и врсте технолошког процеса.

У другом поглављу су дефинисане типске технологије, као и њихова класификација. Типске форме које се користе за пројектовање производа, често се значајно разликују од технолошких типских форми које се користе за пројектовање технолошких процеса.

Технолошке типске форме најчешће се повезују са информацијама које се односе на запремину материјала која треба бити уклоњена са поступцима машинске обраде.

У трећем делу рада су дефинисане групне технологије и приказан је њихов значај. Групна технологија је производна техника у који делови имају сличности у геометрији, процес производње или функције су састављене заједно. Заснива на општем принципу груписања сличних проблема, а на тај начин се може наћи једно решење за низ проблема штедећи време и труд. Позната је група сличних делова као породица дела и група машина које су некада биле коришћене. Обрада појединачне породице дела позната је као машинска ћелија. Ова врста производње у којој је део делова произведен од стране машинске ћелије познат је као ћелијски производња. У овој врсти ефикасности производње повећани су коришћењем групне технологије јер потребне операције могу бити ограничене на само малу ћелију и на тај начин се избегава потреба за транспортом обрађених делова.

Четврто поглавље обухвата методологију груписања и радних задатака. Типска технологија се заснива на класификацији делова чији је циљ формирање уређених скупова од геометријско, односно процесно сличних делова и добијање типова делова, а групна технологија се заснива на операцијско сличним деловима и добијању операцијских група. Груписање делова може да се изврши на класе, подкласе, групе и типове.

Пето и шесто поглавље обухватају фамилију делова и *CAM* системе. Фамилија делова је група сличних делова. Делови у фамилији су слични према геометрији или производним захтевима, или према оба критеријума. *CAM* систем подразумевају програмске алате који подржавају употребу рачунара за планирање и пројектовање производних и технолошких процеса, као и управљање производним процесима.

Седми, као последње поглавље рада садржи припер пројектовања групне технологије. У оквиру овог дела рада биће обрађени типови обраде, који се реализују са циљем израде делова из фамилије. Представљање захвата биће приказано кроз примену софтвера. Одабрани захвати обраде на четвртом делу – обрада стругањем и обрада чеоне површине биће приказан кроз примену софтвера *SecoCut*.

1. ТЕХНОЛОШКИ ПРОЦЕС, КАРАКТЕРИСТИКЕ И КЛАСИФИКАЦИЈА

Циљ технолошког менаџмента је комерцијализација технолошке активности. Успешност сваке компаније је везана за њену продуктивност. Менаџери треба да нађу одговор на питање како адекватно управљати новим технологијама како би се оствариле стабилне позиције на тржишту. Историјски докази показују да су технолошке промене снажно пристрасне јер асиметрично утичу на излазну еластичност било ког инпута, као што су капитал, радни или специфични посреднички улази. Технолошка промена може бити капитално интензивна, када се фаворизује употреба капитала путем повећања његове излазне еластичности, а самим тим и штедње радне снаге или интензивније радне снаге, односно специфичне вештине, када фаворизује употребу радне снаге и конкретније квалификоване радне снаге, када повећава излазну еластичност рада од капитала

1.1. Утицај технолошких промена на конкурентску предност

Пристрасност или смер технолошких промена разликује се од земље до земље. Конвенционална методологија за мерење укупне факторске продуктивности претпоставља неутралност технолошких промена. Неке методолошке иновације се захтевају како би се правилно мерило укупни ефекти технолошких промена на раст продуктивности, када се призна њен правац. Увођење пристрасне технолошке промене омогућава интензивније коришћење обилазних фактора производње, уствари, последична промена у нагибу утиче на излаз и стога раст продуктивности. Као последица тога, земље са различитим задужењима фактора ће искористити технолошке иновације које омогућавају интензивније коришћење локално богатих производних фактора. Из тога произилази да земље боље способне да уведу технологије које су у стању да одговарају локалним условима тржишта фактора треба да покажу боље перформансе продуктивности него земље које су мање уложиле у обликовање технологија у складу са релативном оскудицом производних фактора [1].

За земље које нису на технолошком граничном плану, технолошки напредак дугује имитацији, а не иновацији. Многе технологије морају бити прилагођене потребама локалних услова укључујући вештине радне снаге, регулаторно окружење, доступност виталних ресурса и културне разлике. Отвореност на међународним тржиштима и ефикасан правни систем који штити права страних инвеститора игра важне улоге у привлачењу мултинационалних компанија које користе напредне технологије. Пошто увођење нове технологије генерално ствара и победнике и губитнике, међународни трансфери технологије се такође могу суочити са добро организованом опозицијом. На нове технологије се често супротстављају преиндустријске елите који се плаше губитка лидера, постојећим индустријама које се инвестирају у старије технологије и синдикатима који се плаше губитка посла.

Конкурентска предност је основ успешног пословања сваке савремене компаније, па самим тим и њено стварање и одржавање представља фокус ефективног и ефикасног развоја компанија. Постизање, одржавање и унапређивање конкурентских предности компанија представља основу савременог пословања.

Конкурентска предност се може дефинисати као функција ефикаснијег пружања сличне вредности купцима од конкурената или обављање активности уз сличан трошак али на јединствене начине који стварају већу вредност за купца од конкурената. Технологије у условима савременог пословања, постају кључни фактор економског

раста и развоја, повећањем обима производње које прати смањење укупних трошкова и квалитета производа.

Савремене услове пословања карактерише технолошки развој. Највећи део оствареног профита предузећа улажу у нове технологије и опрему, ради унапређења производног процеса, производа или пласирања на тржиште. На положај предузећа на тржишту утичу бројни фактори економске, техничко-технолошке и организационе природе.

Због стицања и очувања конкурентне позиције на тржишту, предузећа су дужна да стално прате достигнућа у техници и технологији, што доводи до промена у њиховој организацији.

У савременој привредној ситуацији веома је тешко обезбедити континуалну, економичну и квалитетну производњу, која захтева иновативан приступ пословању у потпуности. Сама иновација не гарантује успех на тржишту. Главна димензија успешног пословања у тржишним условима је задовољење захтева потрошача, односно главни фокус производног процеса заснива се на пласирању квалитетног производа на тржиште. Један од начина развоја и усвајања идеја о иновацијама које би испуниле очекивања потрошача, представља учење кроз употребу постојећих производа.

1.2. Технолошке промене

Промене и предрасуде технолошке промене које су уведене од стране компанија су резултат стратешког значаја за компанију. Анализа ефеката и узрока правца технолошких промена, након година занемаривања, поново игра главну улогу у актуелним дебатама о иновацијама. Имплементација специфичне методологије декомпозиције укупног фактора продуктивности и идентификација појма технолошке сагласности омогућили су да идентификују и разликују ефекте неутралних технолошких промена на пристрасне технолошке промене.

Велике фирме су способно је да командују систематском генерацијом и експлоатацијом кодифициране технолошке промене са снажним научним садржајем. Карактеристике процеса генерисања и експлоатације технолошког знања и иновацијски процес подстиче велике фирме ка увођењу технолошких промена представљеним променом положаја изокванта и тиме карактерише а главна компонента помака која их држи ближе првобитном интензитету фактора.

Иако су технолошке промене понекад идентификоване као синоним промена продуктивности, ова два су различита, иако повезана концепта. Конкретно, технолошке промене доприносе промена продуктивности.

Идентификација доприноса технолошких промене у продуктивности, заузврат, захтева неку прецизност у мерењу.

1.3. Дефинисање технолошког процеса

Технолошки процес представља део производног процеса у коме се врши измена облика, димензија, естетског изгледа, унутрашњих особина материјала, као и контрола.

Пројектовање технолошких процеса представља активност у којој пројектант доноси одлуку на који начин извршити економичну и конкурентну трансформацију у готов део или групу делова, подсклопова и склопова у готови производ. Први случај односи се на пројектовање технолошких процеса израде делова, док се други случај односи на пројектовање технолошких процеса монтаже производа [1].

Место и значај пројектовања технолошких процеса чини основу за планирање, организацију и реализацију сваког производног процеса. Положај пројектовања технолошких процеса у структури производног система има значајно место, које остварује везу између пројектовања производа и производње. Према томе, ова комуникација у великој мери утиче на ефикасност производног система и одређује како ће се пројектовани технолошки процес реализовати, слика 1.1 [2].



Слика 1.1. Положај технолошких процеса у производном систему

1.4. Врсте технолошког процеса

У сврху задовољавања високих захева купаца и савремених тржишних захтева, производно предузеће мора бити способно да врши производњу различитих варијанти производа у различитим количинама. Ширина производног програма и могућност количинске производње, зависе од мисије и визије предузећа, технолошке оспособљености, ресурса предузећа и захтева тржишта.

Производња производа у појединачним количинама, серијама или масовним количинама, представља доминантни фактор који утиче на ниво и методе пројектовања технолошких процеса и реализације производње. Према томе, пројектовање технолошких процеса зависи од три типа производње [2]:

- Појединачна,
- Серијска и
- Масовна.

Појединачну производњу карактеришу мале количине производа и широк производни програм. Производи се разликују по својим геометријским карактеристикама, степену тачности, врсти и полазном облику материјала. Време израде производа је дуго јер је полазни облик материјала најчешће ваљани или вучени профили, машине универзалне, алати, прибори и опрема стандардног типа и радници високо квалификовани [2].

У појединачној производњи технолошки процес се не разрађује детаљно због повећања трошкова пројектовања производа. Технолошки процес се даје у скраћеном облику, где о технолошким детаљима одлуку доноси оператер на машини.

Производња коју карактерише понављање одређене количине производа у временском интервалу назива се серијска производња. Серијска производња у производним предузећима се може поделити на: малосеријску, средњесеријску и великосеријску производњу [2]. Опште правило за поделу серијске производње не постоји, јер поред количина и други фактори, као што су врста производа, габарити, сложеност и степен тачности производа, утичу на одређивање типа серијске производње.

Производни програм предузећа, посматран са аспекта груписања делова, може се систематизовати према технолошкој сличности, односно поделити у целине за које је оправдано применити концепт индивидуалне, групне и типске технологиј. Према тако груписаним деловима технолошки процеси могу бити [3]:

- *Индивидуални,*
- *Групни и*
- *Типски технолошки процеси.*

Индивидуални технолошки процес пројектује се за један одређени део или производ, према цртежу, обиму производње и производним условима, који су пројектанту на располагању у систему технолошке припреме производње [2].

Групни и типски технолошки процеси се базирају на принципима класификације и унификације делова и методама групне технологије.

2. ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПРОИЗВОДА ТЕХНОЛОШКИХ ПРОЦЕСА НА БАЗИ ТИПСКИХ ФОРМИ

Интеграција активности рачунаром подржаног пројектовања производње у модерној индустрији позната је као основна активност која доприноси смањењу укупних трошкова настанка производа. Рачунаром подржано пројектовање производа реализује се у домену примене конвенционалних технологија моделирања и графичке концепције производа, склопа или дела. Резултат конвенционалних технологија моделирања помоћу рачунара представља геометријски модел производа. Геометријски модел производа има одређене недостатке који ограничавају његову примену у апликацијама.

Он се користи у процесу детаљног пројектовања производа и као улаз у апликације рачунаром подржаног инжењерства. Информације потребне у осталим фазама развоја производа нису садржане у геометријском моделу производа.

Поред наведених, остали недостаци конвенционалних техника геометријског моделирања, могу се сажети кроз следеће [4]:

1. Геометријски модел граничне презентације дефинисан је у смислу геометрије и топологије, док је модел презентације дефинисан у облику запреминских примитива и скупа операција над њима. Информације доступне у геометријским моделима дефинишу се као ентитети микро нивоа. Начин одлучивања и процеси резоновања у оквиру реализације већине инжењерских послова захтевају постојаност ентитета на макро нивоа. Многе врсте информација о производу, које су неопходне у циљу подршке инжењерског доношења одлука, анализе и резоновања за различите фазе животног циклуса производа, не могу бити укључене у модел који се састоји само од ентитета микро нивоа. Информације о одступањима су од суштинског значаја за пројектовање технолошких процеса. Поступак дефинисања одступања захтева ентитете вишег нивоа у односу на класичне ентитете геометријског модела. Према томе, коришћење конвенционалних геометријских модела доводи до недовољно дефинисаних спецификација о производу.

2. Конвенционални геометријски модел не садржи информације помоћу којих је могуће направити разлику између геометрије која је моделирана у сврху реализације ограничења, реализације функционалних захтева или из других разлога. Да би се извршило меморисање информација, неопходно је увести систем резоновања, а то значи користити модел или ентитете вишег нивоа. Резултат овог недостатка може се приписати као немогућност меморисања пројектанстким намерама.

3. Конвенционални геометријски модел меморише геометрију на једном нивоу апстракције, у смислу прецизно димензионисаних геометријских ентитета. Другим речима, када се користе конвенционалне геометријске методе моделирања, тачна геометрија дела који се пројектује мора бити унапред позната. Геометрија дела се дефинише коришћењем тачних координата, оријентација и геометријских положаја. Из тог разлога геометријски модел је најбоље користити након што је процес пројектовања завршен, односно у сврху израде техничке документације, а не за сам процес пројектовања. Ако се геометријске методе моделирања користе у току процеса пројектовања, чак и за само неколико геометријских аспеката производа, комплетан и формални геометријски модел мора бити креиран. Овај недостатак резултује

чињеницом да је пројектант приморан да изврши "комплетну" презентацију производа, чак и ако за тим не постоји реална потреба.

4. Конвенционалне методе геометријског моделирања производа, које су подржане у геометријским моделерима, нису у сагласности са захтевом како пројектант жели приказати део. Запремински примитиви су веома ниског нивоа. Ентитети за позиционирање и оријентацију, једних у односу на друге, тешко се дефинишу помоћу произвољних тачака, линија и равни. Креирање модела у смислу ентитета ниског нивоа је неефикасно и не подржава поновно коришћење постојећих проверених и поузданих инжењерских решења. С друге стране, већина задатака могу се окарактерисати као варијанте претходних задатака, где се постојећи основни пројекат модификује. Ако се прилагођавање постојећег модела врши преко манипулације великих количина ентитета ниског нивоа, многи пројектанти одлучују да изнова креирају нови модел. Резултат овог недостатка је понављање пројектовања нових пројектних решења. Сви горе наведени проблеми конвенционалног геометријског моделирања указују на исти правац у коме се решење налази, односно потреби увођења неких макроскопских ентитета који морају бити доступни у експлицитној форми модела. Моделирањем ентитета високог нивоа може се обезбедити „конектор“ за кога ће се „закачити“ потребне апликације у сврху чувања и преузимања информација. Ентитети високог нивоа могу се користити за повезивање са моделом геометријских и других ограничења, као и у смислу дефинисања карактеристика високог нивоа моделираног дела. Из угла концептуалног пројектовања, ентитети високог нивоа и њихови односи омогућавају брзу синтезу решења.

Ентитети вишег нивоа најчешће се поистовећују са ентитетима који се називају типске форме. Пројектовање или моделирање производа/дела на вишем семантичком нивоу, које користи типске форме као ентитете макро нивоа, назива се пројектовање или моделирање на бази типских форми.

Овакав модел базе производног знања омогућава да, након завршетка процеса моделирања дела, операције и захвати за обраду типске форме могу бити идентификовани у сврху генерисања технолошког процеса обраде посматраног дела. С друге стране, базе производног знања подржава додавање нових типских форми, процеса и ресурса, што се одражава на резултате пројектовања нових производа и развоја производних процеса.

2.1. Дефиниције типских форми

Пројектовање на бази типских форми појављује се у истраживањима још од 1970-их година и од тада се у литератури може пронаћи велики број дефиниција ове технологије [5].

Термин "типска форма" има различита значења у различитим окружењима, у зависности од специфичног домена примене.

Израз типска форма је настао из латинске речи *фацтура* која значи чин израде или формирања [5]. Већина дефиниција карактерише типске форме као "ентитете вишег семантичког нивоа, за разлику од чистих геометријских елемената, који се углавном користе приликом запреминског моделирања".

Неке од значајних дефиниција типских форми које су доступне у литератури су:

“Типске форме представљају облике и технолошке атрибуте повезане са производним операцијама и алатима [6].”

“Типске форме су основни облици повезани у једну целину у сврху функционалних и производних разлога. Иако су типске форме делови структуре дела, оне нису физички самосталне и морају увек бити повезане са осталим типским формама, како би формирали део или сложену типску форму [7].”

“Типска форма је област интересовања на површини дела [8].”

“Суштина концепта типских форми је да се приликом описа производа не говори о томе шта је производ, него да тај опис садржи имплицитне и експлицитне информације о томе како се он може трансформисати из једног стања у друго [9].” и

Типска форма представља презентацију облика производа који се може мапирати према генеричком облику и функционалности које су значајне за неку од фаза животног циклуса производа [10].

Према датим дефиницијама може се закључити да се типске форме повезују не само са физичким и геометријским аспектима дела, него и са другим инжењерским информацијама значајним за све фазе животног века производа.

2.2. Класификација типских форми

Класификација типских форми извршена је у три основне категорије и то [5]:

- *изданици,*
- *удубљења и*
- *површи.*

Ове три категорије даље су разврстане у зависности од броја спољашњих приступа, који се дефинишу као могући правци прилаза резног алата, у процесу машинске обраде, посматране типске форме.

Даља подела узима у обзир границе типске форме које могу да буду отворене или затворене. Последњи ниво класификације одређен је излазним статусом границе типске форме који се користи приликом идентификације пролазне или непролазне типске форме.

Горњи ниво класификације обухвата: експлицитне и имплицитне типске форме. Експлицитни сегмент садржи информације о типским формама које се могу у потпуности дефинисати без прорачуна, а имплицитни сегмент садржи описе типских форми који се морају дефинисати, односно за које стварни геометријски подаци морају бити прорачунати. Експлицитне типске форме се затим класификују у четири класе: пролазне рупе, изданици, удубљења и површи.

Класификација према [11] предлаже да се типске форме класификују на:

- *типске форме облика,*
- *типске форме монтаже,*
- *типске форме материјала,*
- *функционалне типске форме*

Док је типска форма физички ентитет, који је саставни део дела, својство представља одређену карактеристику или перформансу типске форме. Може се рећи да се типске форме састоје од атрибута, делови од типских форми, а склопови од делова.

Атрибути се могу користити на било ком нивоу, од дефинисања типске форме, или скупа типских форми, до дефинисања дела или склопа.

Класификација технолошких типских форми према различитим перспективама као што су: захтеви за информационом подршком, применљивост типских форми у различитим фазама производње, конфигурација типских форми и профил типских форми, дата је у табели 3 [12].

Табела 3. Класификација технолошких типских форми према различитим перспективама

Аспект	Врста типских форми	Карактеристике
Захтев за информационом подршком	Типске форме облика Прецизне типске форме Типске форме материјала	Величина, облик Толеранција, квалитет површине Тип и својства материјала
Применљивост типских форми у различитим фазама производње	Пројектантске/конструктивне типске форме Технолошке типске форме Типске форме монтаже	Централна линија, функција типске форме Почетна површина, метод израде Линије, радијус, толеранције
Конфигурација типске форме	Елементарне типске форме Компоноване типске форме Функционалне типске форме	Отвор, степеник, итд. Степенасти отвор Навој на завртњу
Профил типске форме	Призматичне типске форме Цилиндричне типске форме	Жљеб, цеп, итд. Отвор, заобљење, лук, итд.

Већина аутора се слаже да је технолошке типске форме потребно повезати са одговарајућим процесима обраде. Неке од значајнијих дефиниција технолошких типских форми су: [12]

- Технолошка типска форма је део радног предмета који је израђен помоћу одговарајућег процеса обраде метала резањем,
- Технолошка типска форма је дефинисана геометријским и технолошким ентитетима које карактеришу одговарајући атрибути. Геометријски ентитети представљају положај, облик, мере и толеранције, технолошки ентитети представљају елементарне операције помоћу којих је компонована одговарајућа форма, док су атрибути битне карактеристике наведених ентитета,
- Технолошке типске форме су геометријске форме које имају облик повезан са препознатљивим процесом обраде.

2.3. Технике формирања типских форми

Техника интерактивног препознавања типских форми развијена је пре него што су се појавили доступни системи за пројектовање на бази типских форми. Интерактивни приступ препознавању типских форми развијен је како би се обезбедили подаци о типским формама у сврху пројектовања технолошких процеса. У овом

приступу прво се креира геометријски модел дела коришћењем запреминског моделера.

Анализирани модел дела омогућава кориснику да сагледа детаљну геометрију дела и изврши препознавање типских форми на интерактивни начин. Препознавање типских форми врши се на начин да корисник интерактивно селекује геометријске ентитете из модела дела. Корисник одређеној комбинацији геометријских ентитета придружује одговарајућу типску форму. На овај начин запремински модел дела, корак по корак, трансформише се у модел дела на бази типских форми.

Израз из процеса аутоматизованог препознавања типских форми најчешће представља запремински модел дела који је моделиран на бази технолошких типских форми. Технолошка типска форма, као што је претходно дефинисано, односи се најчешће на запремину коју је потребно уклонити поступцима машинске обраде. У процесу извођења машинске обраде потребно је познавати само границе технолошких типских форми које одговарају коначним површинама обраде. У том смислу развијене су две групе метода за [11]:

- Препознавање региона машинске обраде и
- Претходно дефинисано препознавање типских форми

Креирање модела технолошких типских форми, као и моделирање производа врши се коришћењем методологија:

- Линијског моделирања,
- Површинског моделирања и
- Запреминског моделирања.

Линијско и површинско моделирање технолошких типских форми ретко се користи приликом креирања модела производа. Примена ових методологија моделирања задржана је само у ограниченом броју апликација за моделирање специфичних индустријских производа.

Рачунаром подржано пројектовање технолошког процеса на бази технолошких типских форми обухвата [11]:

Општу анализу модела дела на бази технолошких типских форми. Општа анализа модела дела обухвата издвајање и систематизацију података који се налазе у моделу дела на бази технолошких типских форми. Подаци се најчешће систематизују као геометријске, технолошке и информације опшег карактера. Имплементацијом техника објектно оријентисаног програмирања и база података, у оквиру ЦАД програмског система, врши се реализација ове активности.

Аналізу технологичности модела дела на бази технолошких типских форми. Ова анализа обухвата, поред анализе технологичности, дела и анализу технологичности појединачних технолошких типских форми. Анализа технологичности се састоји од анализе геометријског облика дела, мера и толеранција, површинске храпавости, материјала и захтеване количине производа/делова. Ова активност базирана је на принципима пројектовања за извршност. Експертни системи на бази правила најчешће се користе приликом имплементације анализе технологичности.

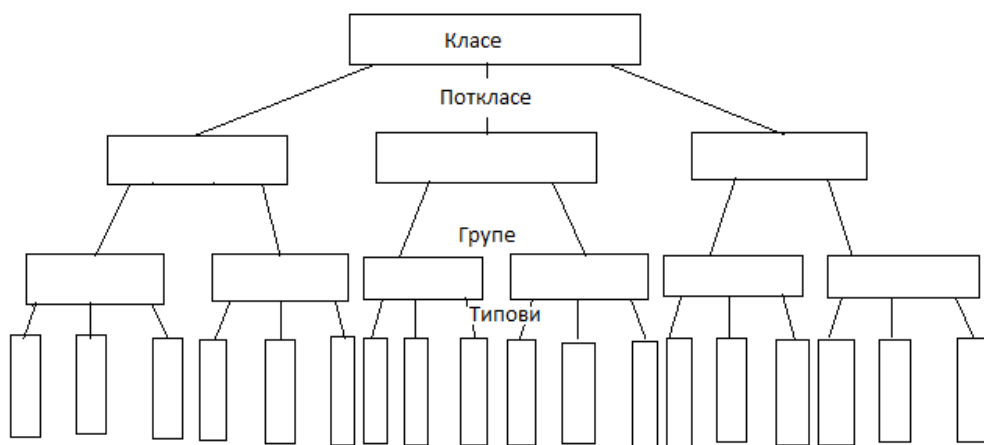
Одређивање врсте и полазног облика материјала, као и додатака за обраду. Ови елементи технолошког процеса дефинишу се на основу габаритних димензија модела дела и технолошких типских форми које чине модел дела, као и количине

производа/делова. Реализација ове активности врши се претраживањем и упоређивањем издвојених геометријских и технолошких података, са подацима који се налазе у базама података материјала и додатака за обраду.

Избор метода обраде, машина и алата за израду одговарајућих технолошких типских форми. Приликом реализације ове активности узима се у обзир технолошка сложеност дела, планиране количине делова, као и одговарајући подаци из модела података технолошке типске форме. Ове информације представљају улазне податке за избор поменутих елемената технолошког процеса.

2.4. Типизација технолошких процеса

Приликом типизације је основно за класификацију процеса је класификација делова који се обрађују, тј. њихово разврставање на класе, групе и типове. Класа је скуп делова које карактеришу исти технолошки проблеми који су одлучујући у условима одређене конфигурације тих делова. Поткласе и групе споне су у класификацији.



Слика 2.1. Шема класификације делова приликом типизације технолошких процеса

Већина технолога сматрала је да за основу класификације треба узети део који се обрађује. Неки сматрају да треба свестрано разрадити технолошке нормативе за обраду елементарних површина. То се решава најразличитим средствима; једни су стварали необично сложене начине класификације у којима је свака типична група добијала одређени број, а у неким фабрикама прихваћен је делимичан систем [12].

Класом су названи сви делови чија је карактеристика заједничка намера, конструктивна форма и једнаке методе решавања основних технолошких проблема.

Поткласом су названи сви делови који имају заједничку конфигурацију и сродне технолошке редоследе обраде. Поткласе су подељене на групе делова који се међусобно разликују елементима конфигурације и бројем операција потребних за његову израду. Групе се деле на типове.

Под типовима се подразумевају сви делови који захтевају исте операционе обраде. Тип је последњи ступањ класификације и у њему се сједињују делови израђени по истом технолошком процесу.

3. ГРУПНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ

Задатак групне технологије је стварање таквог начина разраде технолошких процеса, пројектовање опреме и рационалне прераде стројева (опреме), који би осигурао најрентабилнију и временски најсажетију технолошку припрему производње. За решавање тог задатка потребно је прећи од разраде технолошких индивидуалних процеса за поједине делове на стварање процеса за групне делове, тј. потребно је применити методу групне обраде.

Основна питања која треба решити у вези са групном методом састоји се у томе да се на бази генерализације и систематизације прогресивног искуства [12]:

1. Одбаци неоправдана разноврсност подтојећих технолошких процеса
2. Да се подигну заостали процеси на ниво напредних, који се примењују у великосеријског и масовној производњи
3. Да се осигура усвајање високопроизводне технолошке опреме која се може лако преиначити, што представља предуслов за ефективну модернизацију и аутоматизацију стројева.

Групна технологија је заснована на искоришћавању технолошких карактеристика. Полази од претпоставке да се груписањем сличних проблема могу пронаћи заједничка решења. Једној технолошкој групи припадају сви делови који се могу обрадити истим алатима. Самим тиме за потребу груписања технолошких сличних делова потребно је класификовати делове и формирати групе сличних делова за који ће се стандардизовати технолошки поступак обраде. Технолошке групе састоје се од низа делова сличних карактеристика у начину обраде. То значи да је групна технологија ограничена на конструктивну и технолошку сличност појединих поступака обраде и алата, односно на поједине операције, чему је последица комбинација групних и индивидуалних технолошких операција у поступку израде. Групне операције се успешно примењују за обраду делова чија је обрада ограничена једим обрадним процесом односно да је све обраде могуће извршити на истом строју или кад је могуће груписати сличне делове, тада се обрада изводи применом сличних обрадних процеса, односно групним технолошким процесом [13].

Групна и типска технологија представљају значајне научне концепте у области пројектовања технолошких процеса. Њиховом применом унапређен је процес пројектовања технолошких поступака, а на тај начин се такође постижу значајне организационе и економске предности [13].

Групна технологија је варијанта типске технологије и пружа могућност уношења научних основа у пројектовање технолошких процеса и организацију производње у условима појединачне и малосеријске производње. Заснива се на идентификацији и примени сличности делова и процеса у пројектовању и производњи [13].

Групна технологија најширу примену налази у ћелијској производњи, код које су делови погона издвојени у виду ћелија. Свака ћелија се састоји из неколико радних станица, на пример CNC машина, робота и сл. Ове машине су физички груписане у ћелију и посматрају се као ентитет. Свака ћелија је пројектована за производњу мање

фамилије делова. Концепт групне технологије посебно је добио на значају развојем флексибилних технолошких система.

Правилно имплементиране ћелије су флексибилније и брже традиционалних линија за масовну производњу и може да управља процесима, кваровима, одржавањем опреме. Пораст групне технологије која испитује производе, делове и склопове. Фрагментирано тржиште, конкуренција и софистицирани купаци су створили вртоглаву разноликост производа са мањом запремином.

3.1. Групна технологија и производња

Групна технологија користи производњу на више начина. Смањује се број и разноврсност делова. Планирање процеса за преостале делове је лакше и конзистентније. Компјутерско планирање процеса је важан алат за то. Користи кодиране сличности за планирање доследно, стандардизује и тачно процењује трошкове. Групне технологије понекад елиминишу потребу за скупом опремом, као и поједностављује програмирање, учвршћивање и алате.

3.2. Групна технологија и остали процеси

Из интензивног конкурентског окружења глобалне економије, опстанак чак и најпризнатијих произвођача светске класе зависи од способности континуираног унапређења квалитета уз смањење трошкова. Резултирајућа већа продуктивност је кључ за тржишно лидерство и стицање одрживе конкурентске предности. У том погледу, промена производних метода од масовне производње са високим залихама до мањег рада са малим залихама постала је суштинска пракса за успешне [13].

Групна технологија је филозофија заснована на процесу са принципом сличне обраде сличних производа [14]. *Snead* (1989) [15] је претпоставио да је ово почетак примене групних технологија. *Burbidge* (1975) [16] је развио систематски приступ на основу класификације радних комада и сличних комада у стандардним сличним поступцима.

Oliff и *Burch* [17] су покушали да смање производни трошак који су били у великој мери зависни од груписања производа у породице. Коришћење ових група успешно су смањили трошкове пребацивањем између породица производа и подешавања машине. *Miller* [18] га је користио у развоју агрегатног модела планирања производње и дистрибуције. *Hubbard* и др. [19] уградио групну технологију у технику заказивања протока процеса за усмеравање производње понављајуће производње велике количине. Поред тога, *Prasad* и *Bhadury* [20] примењивали су групну технологију за груписање послова у породице на основу захтева алата.

Zhu и други (1997) [21] описали су примену групне технологије у планирању производње индустријских кеса. Ова студија бавила се новом облашћу примене групне технологије што је довело до бољег решења радних задатака и руководству су пружили драгоцене информације од суштинског значаја за развој и стратешу конкурентску предност.

Груписање у чланове породица доводе до смањења поставки, мањи утрошак времена, материјала и рада. Један од принципа групне технологије је описан као физичка група машина, од којих је свако груписање или ћелија посвећен производњи

породице производа. Групна технологија је филозофија обраде која се заснива на принципу да слични производи треба да буду обрађен на сличан начин. Основна идеја групне технологије је разградити производни систем у подсистеме. Смањује време производње; рад у процесу; рад; алате; материјал; време припреме; време испоруке; и рад на папиру. Идеја је да побољша ефикасност експлоатацијом сличности. Примена групне технологије утиче на време рада, инвентар, руковање материјалом, пословно задовољство, трзај и чвора, подешавање времена, потребног простора, квалитета, готових производа и трошкова рада. Овај концепт је успешно примењен у ћелијској производњи у којој су сличног захтеви за обраду идентификовани и груписани у породице делова, а затим машине са различитим капацитетом за обраду су смештени унутар ћелије [14].

3.3. Принципи групне технологије

Принципи групне технологије се могу применити на више различитих области. На пример, *Shafer* и *Ernst* (1993) су примењивали групну технологију принципа за складиштење. Код складиштења, ефикасност се може побољшати лоцирањем ближе оне јединице за складиштење залиха које имају већу вероватноћу да буду истовремено изабране у складишта, чиме се смањује време потребно за испуњавање поруџбине купца.

Састављају групе производа (породица делова) и групну технологију ћелије. Групе производа су број производа који имају сличне дизајнерске карактеристике или сличне производне процесе. Груписање производа је важан корак у употреби ове технике. Четири главна методе груписања производа укључују ручну / визуелну претрагу; номенклатуре / функције; анализа производног тока и систем класификације и кодирања.

Једна од важних и практичних предности групне технологије засноване на правилном систему кодирања и класификацији је рафинирање информације о дизајну и оправдање дизајна. Усаглашеност дизајна помаже у стандардизацији плана процеса; група заказивање; подешавање алата за групе; и побољшати захтеве за набавком залиха.

Да би се формирала групна производња, треба предузети следеће кораке:

- Група машина / ћелија: групну технологију додељује машине за једну или више породица производа да би се производили слични производи.
- Линија протока групне технологије: у овом распореду свака од породица делова има готово исту производну линију или треба исте машине. Линија протока групне технологије је најлогичнији изглед и користи предности изгледа производа.
- Ћелија групне технологије: у овом распореду пут производног процеса за једну или неке делове породице није слично, тако да је немогуће користити групну технологију проточну линију. У овом распореду је потребна опрема, алати и машине су окупљени у ћелији. След поступка одређује се потребном операцијом.
- Центар за групну технологију.

4. ОСНОВНА МЕТОДОЛОГИЈА ГРУПИСАЊА РАДНИХ ЗАДАТАКА И ПРЕДСТАВНИКА ГРУПЕ

Групна технологија је заснована на класификацији радних задатака на начин да се користе машине истог типа, једнаких алата и једнаким подешавањем.

Поступци груписања радних задатака [23]:

- Према редоследу операција (типска технологија),
- Према врсти обраде (групна технологија),
- Комбинација врсте обраде и редоследа операција

Зависно од нивоа груписања и степена стандардизације, методологија груписања може бити:

- Груписање сличних радних задатака који ће се обрађивати на једној врсти строја.
- Груписање у групе где сви творци одређене групе пролазе кроз све групне операције планираног групног технолошког процеса или кроз само одређене групе и појединачне операције.
- Одређење радних задатака из неколико група који имају заједнички технолошки ток што омогућује обраду на групним линијама.

Основа групних технолошких процеса је класификација радних задатака према конструктивним карактеристикама [23]:

- Геометријски облик и димензије,
- Технологија обраде.

Састав класификовања, зависно од потребе садржи и друга обележја попут [23]:

- Положај и облик површина,
- Тачност обраде,
- Храпавост површине,
- Квалитета и облик материјала итд.

4.1. Појам представника групе

За сваку формирану групу потребно је одредити репрезентативни (комплексни) део. Репрезентативни део може бити:

- Виртуални - Састављен на основи свих радних задатака из одређене групе (не постоји реална израда која садржи све карактеристике радних задатака групе)
- Стварни - Стварни најкомплекснија израда из одређене групе
- Комплексни део садржи елементарне површине свих радних задатака из одређене групе, с тиме да остале делове групе садрже исти број или један део површина које има комплексни део, а редослед површина не мора бити исти.

4.2. Класификација радних задатака и класификатор

Класификација радних задатака је први корак у примени групне технологије. Класификацијом се предузима низ радњи које су засноване на класификацији постојеће групе радних задатака на класе, подкласе, фамилије и групе [24].

Класа садржи делове међусобно сличне по општем геометријском облику.

Поткласу чине делови израђени у одређеном интервалу димензија.

Фамилију чине делови сличних главних површина за обраду.

Групу чине делови чији је полазни материјал истог облика.

Постоје класификатори који детаљно групишу делове према тачности обраде, врсти површинске заштите и сл. највећи број класификатора се темељи на следећим подацима:

- Општи геометријски облик радних задатака
- Интервал главних димензија радних задатака
- Карактеристике главних површина за обраду
- Врста и облик материјала

Предности употребе класификатора [25]:

- Брзо формирање групе радних задатака
- Олакшано управљање нацртима, врсти материјала и облика
- Боља искоришћеност производне опреме
- Олакшано је планирање, терминирање производње и програмирање

Класификација радних задатака се врши на основу прописаних техничких правила или стандарда. Постоји низ сустава класификовања који се користе у технолошкој припреми и пракси [26]:

- *Opitzov систем*
- „*CODE*“ *систем*
- *KK-3 систем*
- *MICLASS систем*
- *DCLASS систем*
- *COFORM систем*

Један од најпознатијих класификацијских система је *Opitzov* систем.

4.3. **Opitzov систем**

Један од најпознатијих класификатора којим се заснива извођење радова који описује издатак у групним технологијама је *Opitzov* код. Код је предложио *Herwart Opitz* 1970. године. Код се састоји од максимално 13 бројева и сваки број може попримити 10 различитих вредности (атрибута) [26].

Opitzov класификацијски код се састоји од:

- Код облика
- Допунског кода
- Секундарног кода

Првих пет бројева се назива код облика те тај код описује примане карактеристике предмета. Затим следећих четири бројева облик допунски код који детаљније описује карактеристике предмета које су повезане са производњом. На крају постоји и секундарни код који по потреби допуњује информације о предмету које су неопходне за производни циклус.

4.4. Принципи груписања код групне и типске технологије

Значај увођења групне и типске технологије најбоље се уочава кроз њихове основне карактеристике у примени [26]:

- Повећање степена серије у производном систему,
- Извођење концепцијски истих конструкционих решења уколико функција производа то дозвољава,
- Свођење различитих операција и захвата у оквиру технолошких процеса на неопходни минимум,
- Олакшано конструисање, пројектовање технолошких процеса израде, планирање и управљање производњом, као и реализација процеса производње сличних производа,
- Скраћење времена циклуса производње,
- Значајно смањење непродуктивних времена у производном процесу,
- Смањење трошкова израде производа,
- Повећање укупних ефеката производних система, и др.

Принципи груписања код групне и типске технологије [26]:

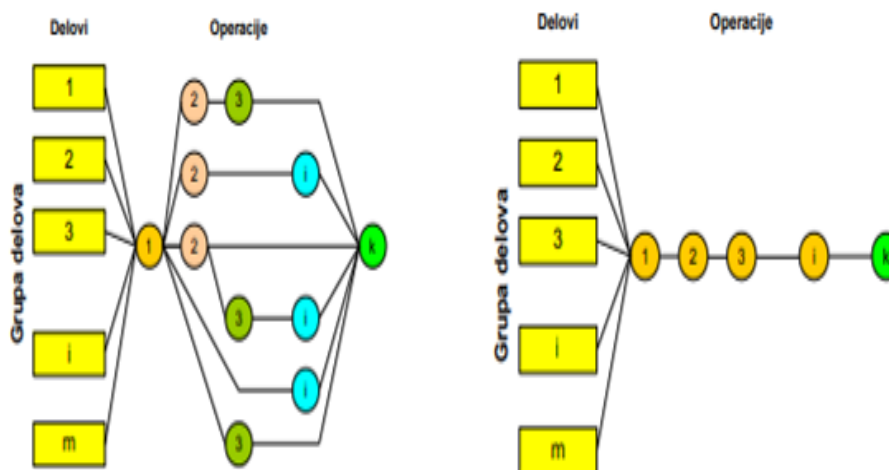
а) груписање према врсти обраде

б) груписање према редоследу операција

Класу чине делови чија је карактеристика заједничка намена, конструкциони облик и једнаке методе решавања основних технолошких задатака. Подкласа садржи делове који имају заједничку конфигурацију и сличне редоследе операција обраде. Група делова се међусобно разликује елементима конфигурације, односно типским облицима а самим тим и бројем операција и/или захвата потребних за њихову израду. Тип чине делови који имају исти или веома сличан геометријски облик, односно састоје се од истих типских облика али различитих димензионих карактеристика и карактеристике их заједнички технолошки процес израде. На овим основама су развијени поступци груписања, који могу бити, слика 4.1.:

- Према врсти обраде,
- Према редоследу операција и

- Комбиновани поступак према врсти обраде и редоследу операција.

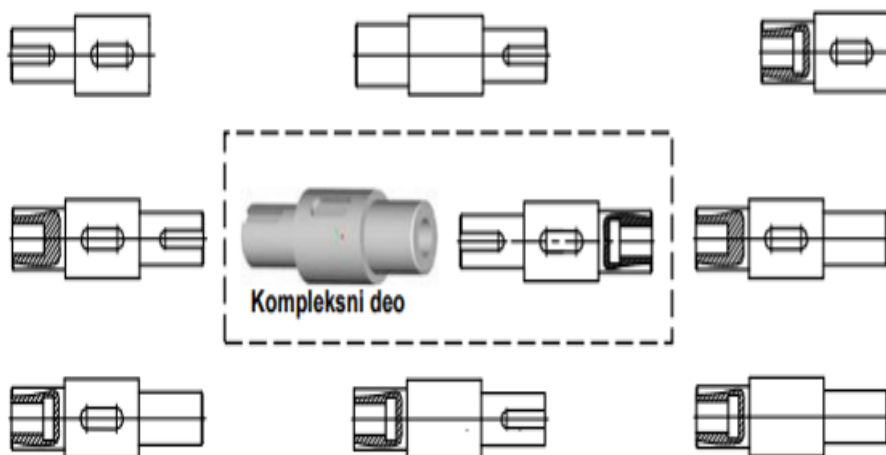


Слика 4.1. Принципи груписања код групне и типске технологије а) груписање према врсти обраде б) груписање према редоследу операција

Групни технолошки процес или групна операција израде, пројектује се и реализује у производњи, за формирану технолошку групу делова, односно операцијске групе, за чију обраду су потребни обрадни системи истог типа, заједнички прибори, алати и мерила, уз једну њихову основну припрему. Како би се по групном концепту могли обрађивати сви делови из једне групе, групни технолошки процес мора обухватити све операције, а групна операција мора обухватити све захвате, којима ће се обрадити сви типски облици и/или површине делова из групе. Због тога се пројектовање групног технолошког процеса врши за представника групе који се назива комплексан део.

Комплексан део треба да садржи све геометријске елементе, односно површине или типске облике делова из групе, тако да пројектовани технолошки процес за њега може да се примени за израду било ког дела из групе. Ако се у групи делова налази део који испуњава све наведене услове онда се ради о реалном комплексном делу, а ако не постоји такав део, врши се пројектовање имагинарног комплексног дела. Група делова која може да се обради на одређеном обрадном систему по јединственој групној операцији обраде назива се операцијска група, која чини основни елемент групне технологије.

На слици 4.2. дат је пример једне операцијске групе.



Слика 4.2. Пример операцијске групе делова са комплексним делом

Пројектовање групног технолошког процеса обраде за комплексне делове, врши се до нивоа утврђивања редоследа и садржаја операција и захвата, избора стандардних и пројектовања групних прибора и алата. На основу пројектованог групног технолошког процеса или групне операције обраде врши се прецизирање технолошког процеса за сваки појединачни део из групе, тако што се врши прецизирање осталих потребних ресурса, пре свега алата, димензија, параметара обраде и времена.

Типске технолошке процесе карактерише јединство технолошких процеса, односно заједнички садржај и редослед операција и захвата обраде, за делове са заједничким конструкционо-технолошким карактеристикама који припадају истом типу.

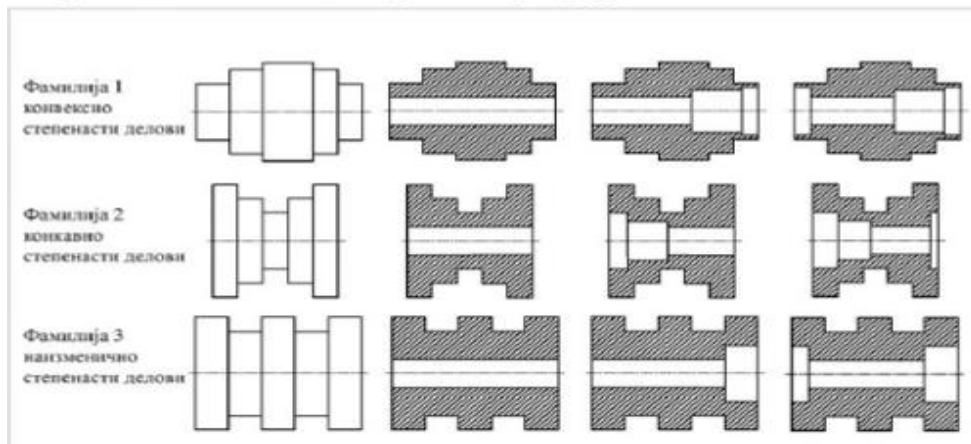
Применом одговарајућих метода груписања, даљом класификацијом група делова долази се до одређених типова делова који имају већи степен сличности, а разлике између делова се најчешће односе само на димензије. На овај начин се постиже непроменљивост структуре група делова дуж производног тока, јер сваки део пролази исте операције и захвате, што значи да се класификација делова врши само једном на улазу у производни процес и сви делови заједно пролазе кроз процес производње. У производним системима где се производе веће количине типизираних производа, пројектовање типских технолошких процеса је скоро неопходно јер омогућује примену најпрогресивнијих начина обраде, чиме се осигурава висока производност и најповољније искоришћење расположивих производних ресурса.

5. ФАМИЛИЈА ДЕЛОВА

Фамилија делова је група сличних делова. Делови у фамилији су слични према геометрији или производним захтевима, или према оба критеријума. На основу сличности делова се могу пројектовати на сличан начин, што између осталог смањује трошкове [26].

Постоје три основна типа система за класификацију фамилија делова, а то су:

- Конвексност степенести делови,
- Конкавно степенести делови и
- Наизменично степенести делови



Слика 5.1. Типови за класификацију фамилија делова

Формирање фамилије делова може се извршити визуелном претрагом, поделом и моделирањем, анализом производних токова и математичким програмирањем. Моделирањем се користи за проналажење сличности делова помоћу симбола. Постоје два видокруга сличности делова: пројектни атрибути и технолошки атрибути. При одређивању група проверавају се габаритне мере делова, јер су одлучијуће за величину стројева и прибора на којима се делови израђују. Узима се у обзир [26]:

- Геометријски облик, тј. једнакост елемената који сачињавају конфигурацију делова;
- Истоветност површина које полежу обради;
- Тачност и квалитет површина које се обрађују;
- Истоврсност припремка;
- Величина серија;
- Економичност процеса.

Примена групних процеса за поједине операције подиже производност оних радних места на којима се те операције обављају.

Прелаз од индивидуалног на групне процесе, и с тиме повезано повећање величине серија у производњи, проширује могућност даље механизације и аутоматизације производних процеса у машиноградњи и производњи прибора.



Слика 5.2. Шема механизације и аутоматизације пригрупној обради

Као што се види на шеми на слици 5.2, објекти механизације и аутоматизације поређани су по сложености на следећи начин [12]:

1. Групне операције;
2. Групне операционе линије;
3. Групне аутоматске линије.

Стварање технолошких група је најодговорнији посао. За тај посао неопходно је одређено знање и искуство. Принцип формирања група делова састоји се у следећем: Као база узима се карактеристичан део дотичне групе, који ћемо од сада називати комплексним делом. Тај део се састоји од низа елементарних површина. Сви остали делови групе морају имати потпун број или део истих таквих површина, али ове могу бити распоређене другачијим редоследом него код комплексног дела.

Комплексан део може бити стваран или условни.

- Под стварним га посматрамо као најсложени део једне групе који омогућава функцију целог дела.
- А под условним подразумевамо условно створени део који садржи све елементе (површине) делова једне групе

Кодни систем је низ нумеричких карактера. Постоје три основна типа система за поделу:

- класификатори са хијерархијском структуром,
- класификатори са ланчаном структуром и
- класификатори са хибридном структуром.

6. CAM СИСТЕМИ

Основна идеја ових система је да се компјутер користи у сврху генерисања програма за *CNC* машине. *CAM* систем заправо представља програмски алат за нумеричко управљање у којем се помоћу *CAD* система генеришу дводимензионални или тродимензионални модели. У *CAM* програму је могуће генерисати путању алата за различите поступке обраде.

Елементи *CAM* система су приказани на слици 6.1.



Слика 6.1. Елементи *CAM* система

6.1. Веза *CAM* система и пројектовања технолошког поступка

CAM је скраћеница од енглеског појма *Computer Aided Manufacturing*. Овај појам представља програмске алате који омогућују инжењерима и оператерима у производњи израду прототипа компонената производа, а и самих компонената производа. Како би се то успело, овде се примењују модели израђени у *CAD* пакетима. *CAM* пакети први пут су употребљени 1971. године за конструирање аутомобила за машинску обраду. У овом појму може се дефинисати још један јако битан појам, који није важан само за машинство. Производња представља основно подручје људског рада. Појам производња долази од енглеске речи "*Manufacturing*" која има латински коријен: *Manu* – рука (руком), *Facere* – израђивати (производити) [27].

CAM системи представљају програмске алате који подржавају интензивну употребу рачунара за планирање и пројектовање производних и технолошких процеса, операција и управљања производњом, односно производним процесима. *CAM* системи у аутоматизацији пројектовња и израде производа чине важан фактор, јер успостављају везу између *CAD* модела и машина. Основне функције *CAM* система везане су за планирање производно-технолошких процеса. Међу њима су [28]:

- генерисање производа,
- оптимизација путање алата,
- креирање и кориштење база података и каталога режима алата,
- прорачун времена израде,
- генерисање програма,
- симулација и визуализација процеса израде,
- генерисање производне документације
- управљање производним процесима.

Такође је циљ користити само потребну количину сировине, док је истовремено смањена потрошња енергије. Нижи трошкови производње се такође постижу груписањем сличних производа. Производи који чине једну групу обрађују се на сличан начин. За њихову израду су потребни исти алати, машине и режими обраде, а некад су потребне и исте операције што зависи од пројектоване групе делова. Постизање вишег степена организације производње налаже просторно групирање елемента система. Скупови елемената засебно, и све заједно, стварају одређену, јединствену структуру производног система. Под структурирањем производног

система подразумева се активност којој је циљ најекономичније повезивање и усклађивање конституирајућих елемената у просторном и временском погледу [28].

Рачунаром потпомогнута производња је коришћење софтверских алата који помажу инжењерима у производњи, изради прототипа производа те код стројне обраде [63]. Његова примарна сврха је створити бржи производни процес и омогућити стројну обраду с прецизнијим димензијама. Такође је циљ користити само потребну количину сировине, док је истовремено смањена потрошња енергије. *CAM* је програмски алат који омогућује производњу физичких модела помоћу програма за рачуналом потпомогнуто конструирање. *CAM* ствара стварне верзије компоненти осмишљене унутар програмског пакета.

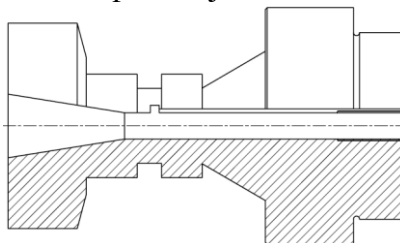
CAM је облик аутоматизације у којем се радне информације производној опреми, стројевима, предају изравно из рачунала. Та технологија се развила из нумерички управљаних нивоа с почетка 50-тих, чијим радом се управљало помоћу низа кодираних наредби садржаних на бушеним картицама.

7. ПРИМЕР ПРОЈЕКТОВАЊА ГРУПНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ

На основу примера урађеног пројектног задатка из предмета Пројектовање технолошког процеса из 2010. године на Машинском факултету у Београду [30], у овом делу рада приказан је пример избора полуфабриката, избора редоследа обраде и елемената обрадног система, режима обраде и технолошка документација. Примером је описан начин коришћења софтвера *SecoCut* фирме *SECO* и софтвера *Rezanje*, реализованог на Машинском факултету у Београду.

7.1. Анализа групе делова

Поставком задатка је дато да је потребно производити делове у серијској производњи, највиша класа тачности која се захтева је N7, док је посебно наглашено за део 5 да је степен толеранције слободних мера средњи. Сви делови се могу израдити операцијама стругања и бушења. У циљу обраде неопходно је спровести обраду спољашњег и унутрашњег усецања, резања навоја на унутрашњим и спољашњим површинама, као и операцију бушења. Као могућност формирања групе датих делова на слици 7.1 дата је скица представника фамилије делова.

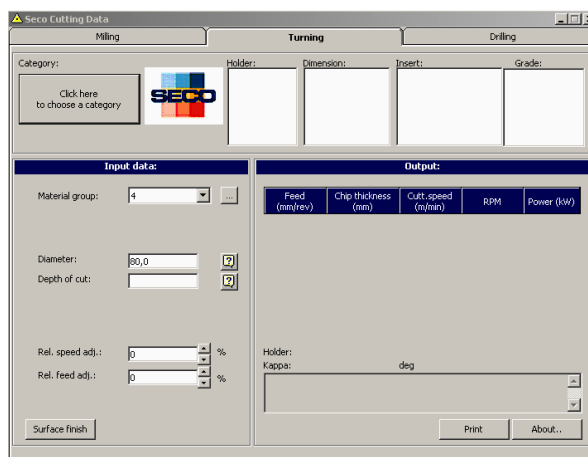


Слика 7.1. Скица типичног представника

7.2. Захтеви за обраду дате групе делова

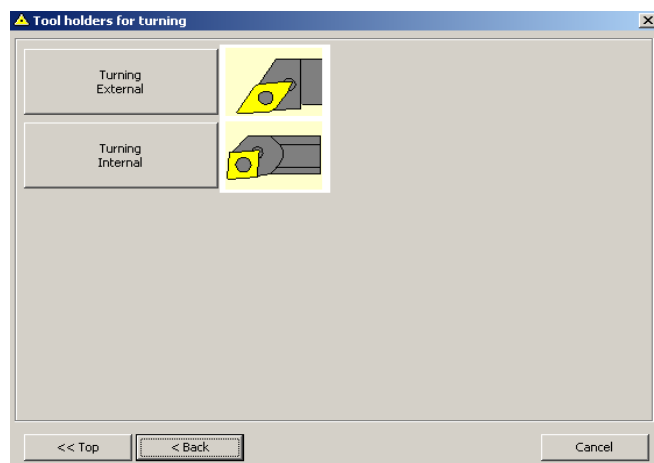
Одабрани захвати обраде на четвртм делу – обрада стругањем и обрада чеоне површине биће приказан кроз примену софтвера *SecoCut* [29].

У првом кораку, у примени софтвера *SecoCut*, потребно је изабрати врсту обраде, што је приказано на слици 7.2

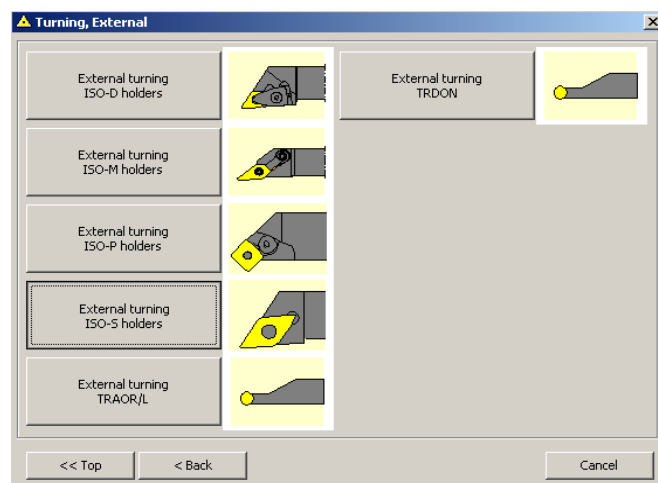


Слика 7.2. Први корак у примени *SecoCut*

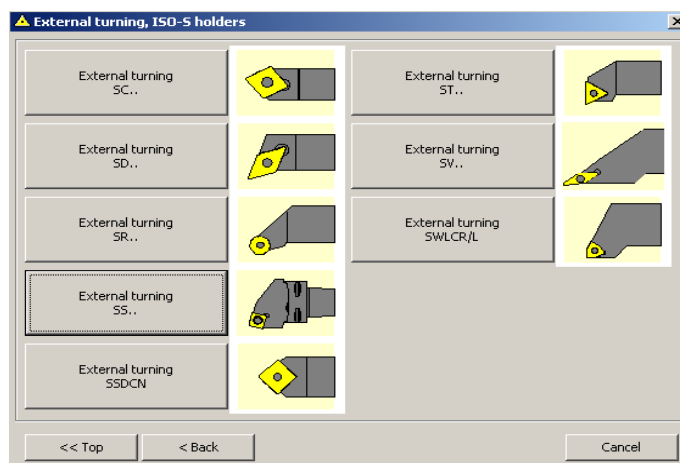
Други корак је избор спољашњег или унутрашњег стругања, што је приказано на следећим сликама:



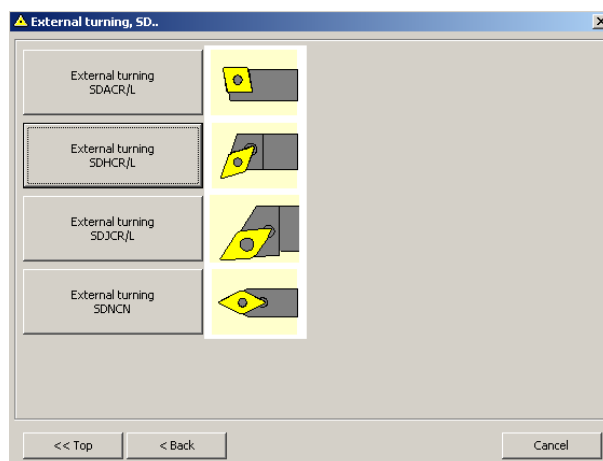
Слика 7.3. Обрада стругањем



Слика 7.4. Избор држача плочице за уздужно стругање, 1. корак

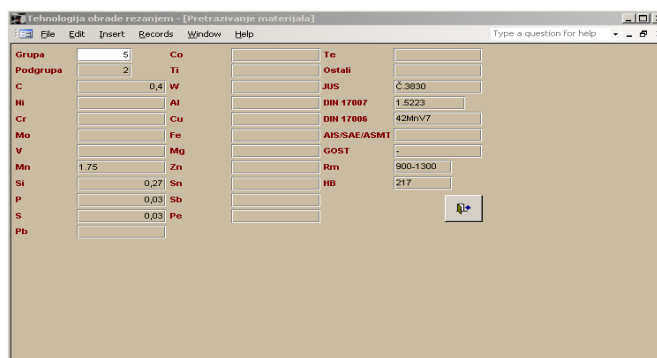


Слика 7.5. Избор држача плочице за уздужно стругање, 2. корак



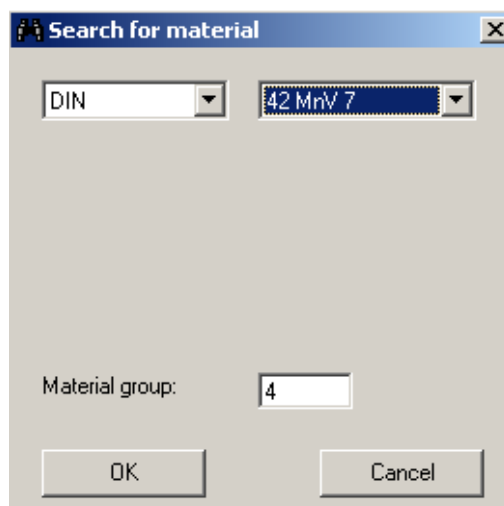
Слика 7.6. Избор плочице за уздужно стругање

Када је завршен корак одабира држача и плочице, следи избор материјала.



Слика 7.7. Избор материјала у софтверу *Rezanje*

Након што је дати материјал одабран у софтверу *Резање* и установљена његова ознака, исти се дефинише у *SecoCut*-у, слика 7.8.



Слика 7.8. Дефинисање материјала у оквиру прозора за претрагу материјала, у *SecoCut*-у

Следећи корак је дефинисање пречника обраде и дубине резања. Применом само софтвера *SecoCut* није могуће усвојити додатке, па се примењује софтвер *Rezanje* и тамо се одређују подаци, слика 7.9.

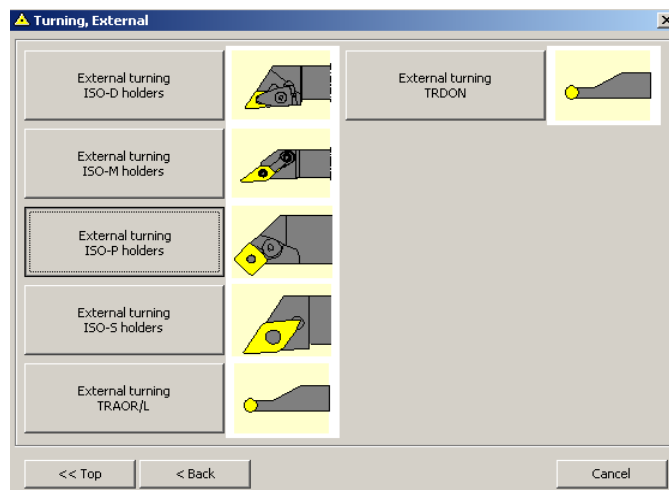
Слика 7.9. Одређивање додатка за обраду, односно пречника у софтверу *Rezanje*

Након што су дефинисани сви параметри, добија се предлог потенцијалних режима обраде, што је приказано на слици 7.10.

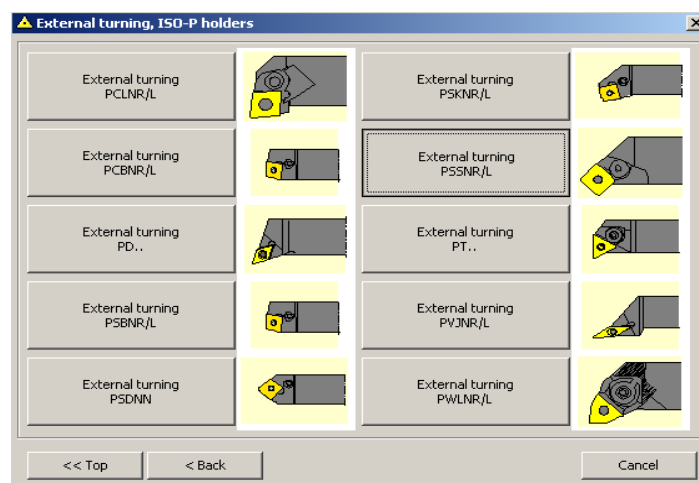
Feed (mm/rev)	Chip thickness (mm)	Cutt. speed (m/min)	RPM	Power (kW)
0,15	0,15	416	945	5
0,20	0,20	376	855	5
0,25	0,25	346	788	6
0,30	0,30	323	734	6
0,40	0,40	287	653	7

Слика 7.10. Предлог потенцијалних режима обраде

За одређивање режима за попречну обраду примењује се идентични поступак. Држач плочице и плочица се бирају поново у програму *SecoCut* -а, након одабира спољашње обраде бирају се држач и плочица, што је приказано на следећим сликама:

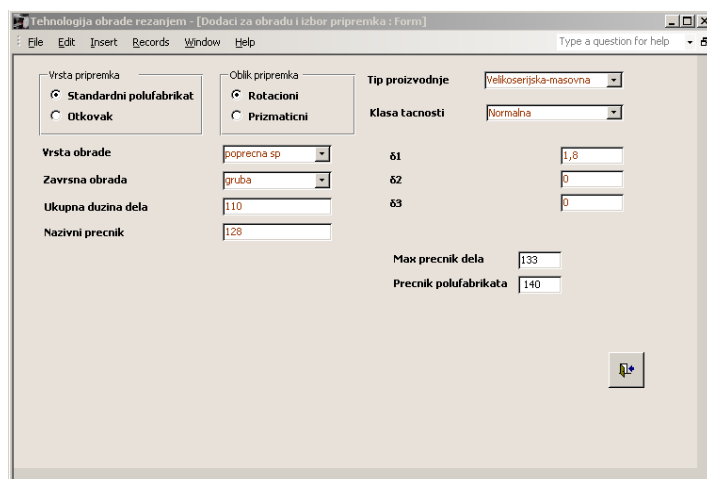


Слика 7.11. Одабир држача плочице за попречно стругање, 1. корак



Слика 7.12. Одабир плочице за попречно стругање, 2. корак

За одабир додатака за попречну обраду коришћен је софтвер *Rezanje*, као што је и приказано на слици 7. 13.



Слика 7.13. Одабир додатка за попречну обраду чеоне површине

На слици 7.14. дат је приказ режима за захват попречне обраде чеоне површине на основу одабраног алата и осталих параметара.

Feed (mm/rev)	Chip thickness (mm)	Cutt. speed (m/min)	RPM	Power (kW)
0,25	0,25	450	1022	7
0,30	0,30	419	952	7
0,40	0,40	372	847	8
0,60	0,60	312	709	9

Holder: PSSNL2020K12
Kappa: 90,0 deg

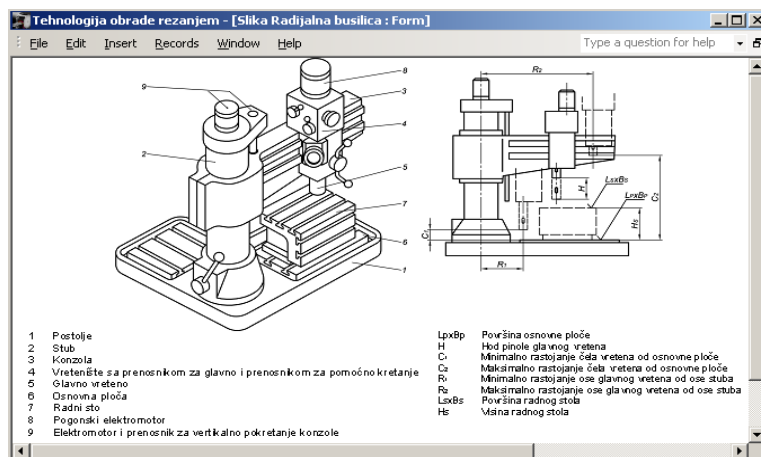
Слика 7. 14. Предлог режима за захват попречне обраде

На основу рада у софтверу *SecoCut* може се закључити да се у оквиру истог не разматра уздужна и попречна обрада. Овај дефект је занемарен и у одговарајуће поље унета је дубина резања за попречну обраду.

Како дату фамилију делова одликују отвори у оси, а одлучено је да се делови израђују из стандардних шипки исечених на потребне дужине. Неопходно је да операција која се изводи као завршна обрада отвора, пре израде навоја, садржи захвате унутрашње уздужне грубе и fine обраде стругањем.

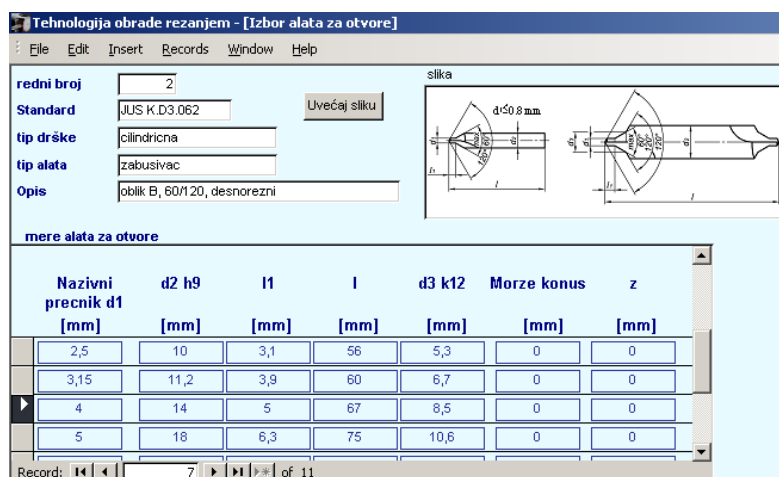
Одабир додатака за обраду грубим и финим унутрашњим уздужним стругањем, у оквиру софтвера *Rezanje*, приказан је на слици 7.15.

Слика 7.15. Одређивање додатака за обраду стругањем

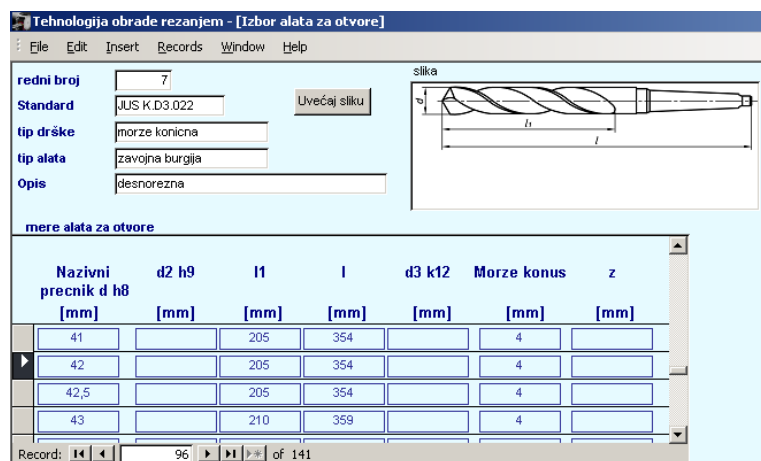


Слика 7.16. Шематски приказ одабране радијалне бушилице

Усвојена радијална бушилица је одабрана на основу максималног пречника обраде у челику. Одабир алата за извођење бушачких захвата у циљу израде отвора дат је на наредним сликама.



Слика 7.17. Одабир забушивача са димензијама резног дела



Слика 7.18. Одабир бургije за захват бушења

Tehnologija obrade rezanjem - [Izbor alata za otvore]

File Edit Insert Records Window Help

redni broj: 7

Standard: JUS K.D3.022 Uvećaj sliku

tip drške: morze konicna

tip alata: zavojna burgija

Opis: desnorezna

slika:

mere alata za otvore

Nazivni prečnik d h8 [mm]	d2 h9 [mm]	l1 [mm]	l [mm]	d3 k12 [mm]	Morze konus [mm]	z [mm]
68		250	437		5	
70		250	437		5	
71		250	437		5	
74		255	442		5	

Record: 126 of 141

Слика 7.19. Одабир бургије за захват разбушивања

Како су у претходним корацима дефинисани и усвојени потребни елементи обрадног система за операције и захвате израде отвора, могуће је прећи на одређивање параметара режима обраде.

Materijal: Č.3830 Tvrdoca: 225

Prečnik bušenja: 42 Dubina bušenja: 110

Brzina rezanja: 16 Korak: 0.409

Preporučeni mat. alata: S2 S3 Korekcija koraka: 1

Korekcija brzine: 1 Broj obrta: 121.32

Korigovan korak: 0.409

Stand. za br obrta: 1.12 Stand. broj obrta: 112.00

Stand za korak: 1.25 Stand. korak: 0.4

Glavno vreme: 2.455

Слика 7.20. Параметри режима обраде за захват бушења

Materijal: Č.3830 Tvrdoca: 225

Prečnik bušenja: 71 Dubina bušenja: 110

Brzina rezanja: 16 Korak: 0.487

Preporučeni mat. alata: S2 S3 Korekcija koraka: 1

Korekcija brzine: 1 Broj obrta: 71.77

Korigovan korak: 0.487

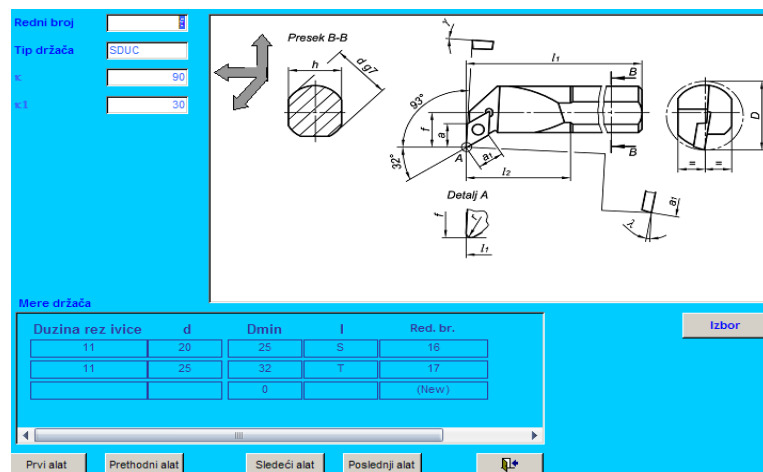
Stand. za br obrta: 1.12 Stand. broj obrta: 71.00

Stand za korak: 1.25 Stand. korak: 0.4

Glavno vreme: 3.873

Слика 7.21. Параметри режима обраде за захват разбушивања отвора

Како би се извршила завршна обрада разматраног отвора пре израде навоја, као што је претходно наведено, после бушачких захвата потребно је извршити грубо и фино уздужно унутрашње стругање. Одабир алата за ова два захвата приказан је на слици 7.22.



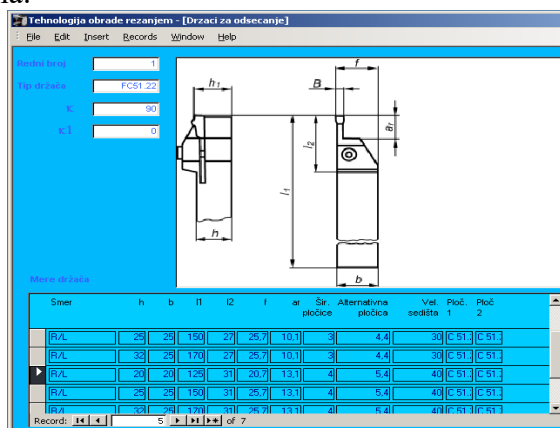
Слика 7.22. Одабир ножа за унутрашње стругање са плочицом у оквиру софтвера *Rezanje*

Прво се врши дефинисање материјала обратка, који је дат цртежом. Као што се са слике 7.23. види.



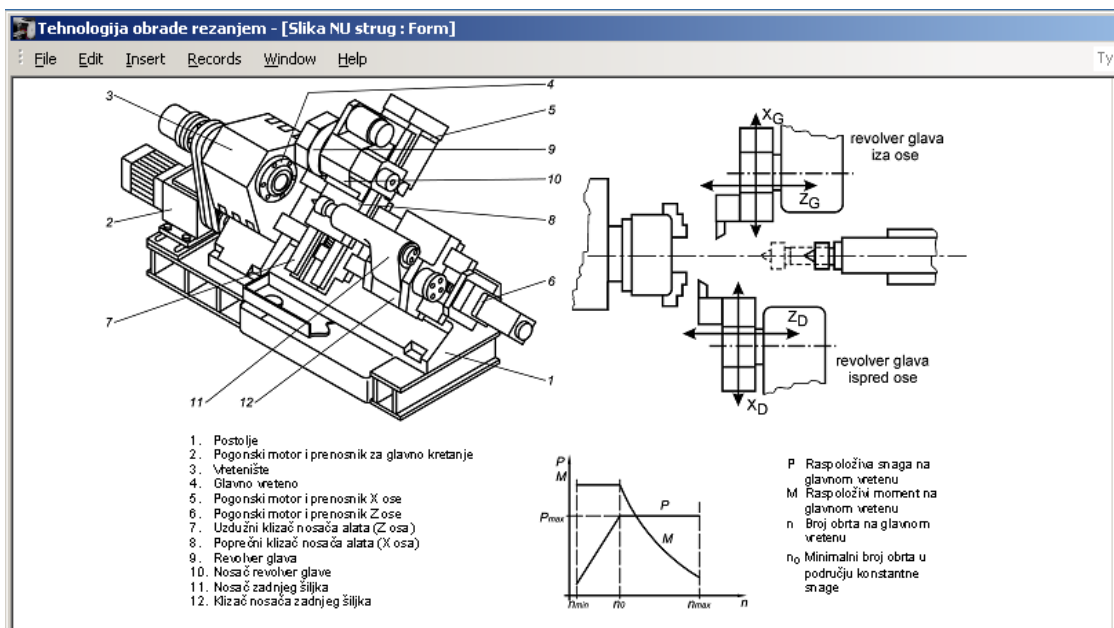
Слика 7.23. Одабир материјала

Следећи корак јесте одабир алата за усецање. Изабран је алат за усецање са плочицом од тврдог метала.



Слика 7.24. Одабир алата за усецање

Одабир машине извршен је на основу максималног пречника обратка, максималне дужине обратка и максималног пресека дршке ножа које машина може да прихвати. Критеријум који се тиче снаге машине обухваћем у овом софтверу јер модул за одређивање режима обраде за усецање не поседује одређивање потребне снаге машине за одређен захват.



Слика 7.25. Шематски приказ CNC струга

Tehnološki postupak

Ident broj 10

Ime dela deo1

Materijal Č.3130 **HB =** 217 **RM [N/mm²]** = 700-105 **Grupa** 5 2

Tip proizvodnje Velikoserijska - masovna

Pripremak otkovak JUS C.B3.021 **D=** 68 **L=** 21 normalna tacnost

Operacija 10

Zahvat	a [mm]	D	n	s	i	L	tg	Alat	Pločica
5 Stezanje na fi 61			0	0	0		0,000		
10 Ceona obrada fi 53	1,3	53	721	0,4	1	27	0,092	CSKPR/L161609	SPGR090304
15 Grubo uzdužno struganje fi 61 L= 10	1,75	66	583	0,30	1	10	0,044	CS DPR/L202012	SPGR120304
20 Grubo uzdužno struganje fi 63 L= 63	0,65	65	732	0,2	1	63	0,430	CS DPR/L202012	SPGR120304
25 Grubo uzdužno struganje fi 50 L= 21	1,5	54	706	0,30	1	21	0,076	CS DPR/L202012	SPGR120304
30 Grubo uzdužno struganje fi 63 L= 11	1,75	68	566	0,30	1	11	0,050	CS DPR/L202012	SPGR120304
35 Grubo uzdužno struganje fi 50 L= 3	0,6	52	918	0,2	1	3	0,016	CS DPR/L202012	SPGR120304
40 Grubo uzdužno struganje fi 53 L= 7	1,75	58	664	0,30	1	7	0,027	CS DPR/L202012	SPGR120304
45 Ceona obrada fi 53	0,8	53	901	0,14	1	27	0,210	CSKPR/L161609	SPGR090304
50 Fino uzdužno struganje fi 61 L= 3	0,5	62	770	0,14	1	3	0,028	CSKPR/L161609	SPGR090304
55 Fino uzdužno struganje fi 63 L= 63	0,45	64	747	0,14	1	63	0,602	CSKPR/L161609	SPGR090304
60 Fino uzdužno struganje fi 50 L= 21	0,55	51	934	0,14	1	21	0,161	CSKPR/L161609	SPGR090304
65 Fino uzdužno struganje fi 63 L= 11	0,5	64	746	0,14	1	11	0,105	CSKPR/L161609	SPGR090304
70 Fino uzdužno struganje fi 50 L= 3	0,4	51	940	0,14	1	3	0,023	CSKPR/L161609	SPGR090304
75 Fino uzdužno struganje fi 53 L= 7	0,5	54	884	0,14	1	7	0,057	CSKPR/L161609	SPGR090304
80 Stezanje na fi 63			0	0	0		0,000		
85 Ceona obrada fi 61	1,3	61	626	0,4	1	3	0,012	CSKPR/L161609	SPGR090304

Слика 7.26. Технолошки поступак на основу претходних података

У наставку су коришћена два кода за поделу делова, *Opitz* и *CODE*. *Opitz* код се састоји из 9 бројева, при чему се геометријски облик кодира помоћу првих пет бројева, а остали се односе на полуфабрикат. Код се користи за поделу ротационих и неротационих делова. Подела делова применом овог кода је дата табелом 1. Фамилија делова формира се за делове који су међусобно према технологији израде слични, односно за делове који су слични геометријски. У овом пројектном задатку, за потребе формирања фамилије делова, искоришћен је расположиви софтвер *masBaza*. Како би било могуће искористити овај софтвер најпре је било потребно класификовати делове.

Класификација делова извршена је на основу *Opitz* и *CODE* класификатора, према њиховим геометријским карактеристикама. Код дела се формира на основу табела које садрже различите ознаке у зависности од карактеристика дела. Кодови делова формирану према *Opitz* класификатору дати су у табели 1.

Табела 1. Кодови делова према *Opitz* класификатору

	Основни део кода					Допунски део кода			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Део 1	0	7	9	0	0	2	6	7	0
Део 2	1	6	9	6	0	3	6	0	0
Део 3	1	3	2	0	0	3	6	0	0
Део 4	1	3	2	0	0	3	6	0	0
Део 5	1	7	7	0	0	2	6	0	0

Кодови делова формирану према *CODE* класификатору дати су у табели 2.

Табела 2. Кодови делова према *CODE* класификатору

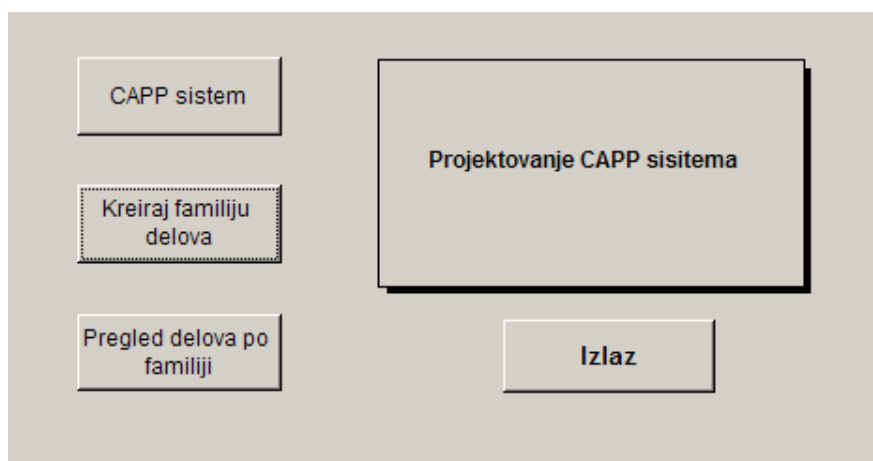
Кодови делова према <i>CODE</i> класификатору								
	1	2	3	4	5	6	7	8
Део 1	1	С	2	0	0	0	6	3
Део 2	1	2	2	0	0	4	7	7
Део 3	1	4	6	0	3	4	7	7
Део 4	1	4	6	0	3	4	7	7
Део 5	1	С	В	0	9	4	7	5

Приликом покретања софтвера *masBaza* добија се приказ у оквиру којег је неопходно изабрати опцију *Kreiraj familiju delova*. За формирање фамилије делова у софтверу *masBaza* користе се кодови делова добијени по *Opitz* класификатору. Овај поступак се спроводи тако што се у расположиву матрицу уносе ознаке из кода, и то за сваку од цифара све ознаке које се појављују на свакој од позиција.

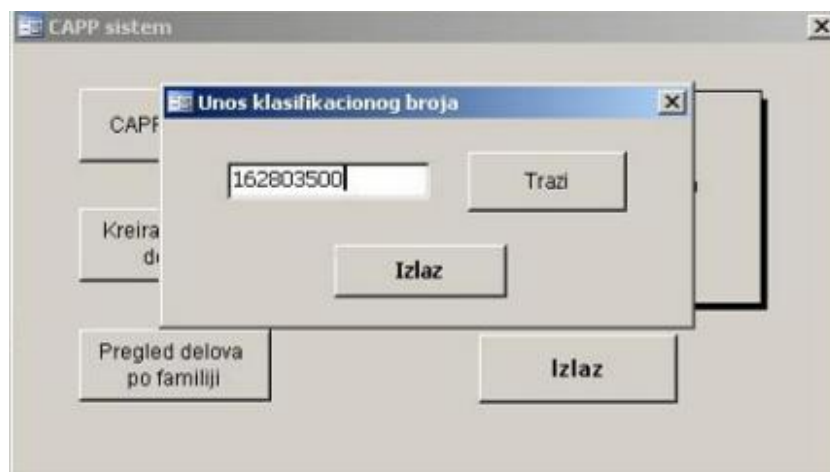
Програм *masBaza 2000* представља апликацију за рад над базом података у којој су сачуване операције израде за формирану фамилију делова. Ова апликација користи *Opitz* код за дефинисање карактеристика фамилије делова. Фамилија се састоји од четири дела чији су кодови: 71502500, 162803500, 162803500 и 177502500.

На слици 7.27. је приказан је почетни мени у којем су понуђене опције датог програма:

- Креирај фамилију делова,
- CAPP систем и
- Преглед делова по фамилији.



Слика 7.27. Почетни мени апликације *masBaza2000*



Слика 7.28. Дијалог за претрагу фамилије делова за дати класификациони број по *Opitz-y*

На слици 7.29. приказан је прозор који даје информације о делу чији је *Opitz* код претходно унет.

Слика 7.29. Параметри дела са класификационим кодом 162803500

На слици 7.30. је приказан прозор у коме се за нађени део бирају технолошки процеси који су дефинисани у фамилији делова којој овај део припада.

Слика 7.30. Одабир технолошког процеса који је дефинисан за фамилију којој део припада

Овај модул је представљао почетни корак у коме је дефинисана фамилија за приказану групу делова, што се може видети на следећој слици:

Kreiranje familije delova

Matrica familije delova (MFD)

Atributi kodnog sistema Opitz

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cifra 1	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Cifra 2	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☒	☐	☐	☐
Cifra 3	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Cifra 4	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☒	☐	☐
Cifra 5	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Cifra 6	☐	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Cifra 7	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐
Cifra 8	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Cifra 9	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Ime familije:

Kreiraj familiju

Familije:

- dejan
- Uberfamilija2**

Izmeni familiju

TP familija

Opcije kreiranja familija

- ☐ Kreiranje familije
- ☐ Brisanje familije
- ☒ Izmena osobina familije
- ☐ Tehnološki procesi familije

Kraj

Слика 7.31. Дефинисање фамилије делова

Дати списак технолошких поступака приказан је на следећој слици:

Tehnoloski procesi familije

Familija: **Uberfamilija2**

Naziv tehnoloskog procesa: **Uberproces**

Operacije:

- struganje 1
- struganje 2
- struganje 3
- struganje pop1
- struganje pop2
- busenje 1
- busenje 2
- busenje 3
- narezivanje 1
- narezivanje 2
- narezivanje 2

Osobine operacije:

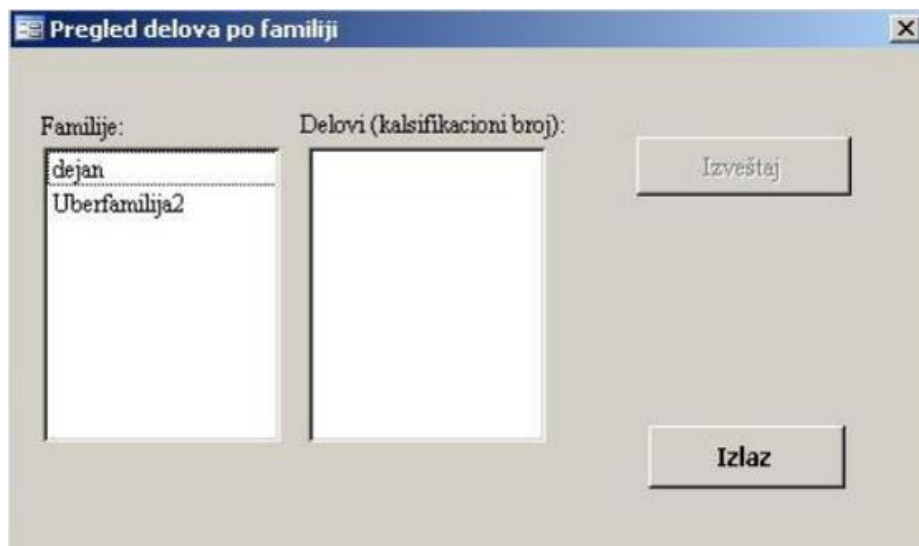
Dodaj na kraj

Obrisi poslednju

Izlaz

Слика 7.32. Списак поступака којима се формира тражени облик

Преглед делова по фамилији – могућ је преглед делова по изабраној фамилији претрагом и налажења одговарајућег процеса (слика 7.33.).



Слика 7.33. Преглед делова по фамилији

Ова апликација има веома интуитиван систем за формирање фамилије делова јер користи *Opitz*-ов кôдни класификациони систем, не поседује формирану базу података са могућим технолошким поступцима. Може се закључити да када би било омогућено да се већ дефинисани технолошки поступци. На тај начин би се скратило време потребно за технолошки поступак. Једна од предности исте је што представља брзо формирање извештаја, као и основних информација о изабраном делу. Они се могу генерисати после дефинисаних технолошких операција приликом формирања дела или из брзе претраге делова по фамилијама.

ЗАКЉУЧАК

Групна технологија је производна филозофија која идентификује и искоришћава основне истоветности делова и производних процеса. Серијска производња за више производа и производњу малих димензија, конвенционално сваки део сматра јединственим од дизајна до производње. Међутим, груписањем сличних делова у породице делова на основу њиховог дизајна или процеса могуће је повећати продуктивност кроз ефикаснију рационализацију дизајна и проналажење података, и стандардизацију производње и рационализацију. Основни концепт групне технологије се практикује широм света већ дуго година „добре инжењерске праксе“ и „научног менаџмента“. Примене концепта групне технологије функција. Традиционално, групне технолошке праксе биле су ограничене на конвенционалне серијске производње за побољшање продуктивности, са различитим степени успеха било у области дизајна или производње. За многе година групна технологија није добила формално признање какво заслужује и се ригорозно не примењује као систематски приступ продуктивности побољшања.

Према теоријским и емпиријским резултатима овог истраживања, тврди се да је продуктивност виткости производни системи ће бити побољшани ако систем смањи свој отпад и не дода процесе додате вредности. На с друге стране, у групну технологију је филозофија подела система на подсистеме. Концептуални модел наглашава даље чињеница да групну технологију у производним системима чини групе производа у делове породица, класификујући и кодирање породица дела, пројектовање процеса сличних породица делова и последично класификовање алата, машине, опрема која води дизајнирању и припреми прилагођених кракова и чвора за сличан део породице.

Ћелијска производња је врста изгледа која се може користити у групну технологију системима и као што је већ речено, ово врста изгледа је један од алата и метода витких производних система. У последње време употреба рачунара у производном систему је постао превладавајућ и има улогу у рачунарском планирању процеса па су менаџери производње заинтересовани да га користе у *CIM*-у. Последњи корак групне технологије је развој и проширење употребе индустријских робота, централне обраде, *CNC*, микро процесора и сл. Са друге стране, основа је аутоматизована фабрички системи су на ћелијској производњи и груписању система.

Овај рад је показао димензије групне технологије и његову везу са витким производним циљевима. У ствари, покушај направљено је да се позабави како групна технологија може да помогне производним системима да постигну постигнуте циљеве производње.

Иако су се истраживачи фокусирали на мршаву производњу и они се баве групном технологијом синонимом ћелијске производње, чини се да два субјекта нису слична. У раду је наглашена групна технологија и његови процеси постизања виткости побољшане производње и продуктивности. Групна технологија има много утицаја на производни отпад; посебно може побољшати време подешавања, квалитет, управљање залихама, трзај и чвора како би се смањило време чекања, кварови, залиха и преко производње. Важно је имати на уму да предложени модел не нуди никакав мерни приступ за мерење утицаја променљивих на продуктивност. Предложени модел се примењује за производне системе, а посебно за масовну производњу. Будући да се модел примењује за производне системе, топло се препоручује прилагођавање и имплементација у другим организацијама као што су услужне компаније. Препознавање показатеља за мерење количине повећања продуктивности препоручује се за будуће студије. Такође, однос снаге рада и прекомерна производња која је наведена у моделу треба више истражити.

Технолошки процеси за великосеријску производњу пројектују се детаљно, док за малосеријску производњу се пројектује на нивоу који одговара појединачној производњи.

Карактеристике малосеријске производње, машине, алати, опрема и радници, су најчешће на нивоу појединачне производње, иако су врло често у савременим условима у примени, док су код великосеријске производње машине наменског типа, алати и опрема специјалног карактера, а радници нижих квалификација.

Типске форме користе се како би се обезбедила побољшања у односу на наведене недостатке техника конвенционалног геометријског моделирања. Моделирањем на бази типских форми генерише се модел дела коришћењем пројектантских типских форми. Стварна моћ овог модела, у производним апликацијама, базира се на придруживању одговарајућих врста и садржаја типских форми моделима производних процеса. Успостављење везе између типских форми, модела процеса и модела ресурса доводи до организације базе производног знања.

Групна технологија производи уштеде и користи у готово свим областима пословања. Иако групна технологија има значајне ефекте на важне димензије мршаве производње, као што су производни отпад, време постављања, квалитет и управљање залихама, однос између два субјекта није у довољној мери обрађен у литератури.

Поред своје примене у технолошкој припреми, групни и типски прилаз је нашао своју примену и у пројектовању производа, планирању и управљању производњом, као и самом процесу производње, што је посебно карактеристично за примену код одговарајућих флексибилних технолошких системима. Иако су групна и типска технологија развијене у циљу повећања серијске израде делова широке структуре, односно асортимана у малосеријској и појединачној производњи на конвенционалним обрадним и технолошким системима са циљем постизања ефеката серијске производње, ови концепти се успешно примењују и при пројектовању и производњи на савременим обрадним и технолошким системима са *CNC* управљањем.

Данашњи рачунари могу управљати радом низа робота, глодалица, стројева за заваривање и других стројева и уређаја, транспортирајући обрадак од строја до строја, када је операција на претходном строју завршена. Такви системи дозвољавају једноставно и брзо репрограмирање, што омогућује брзу примену конструкцијских промена. Напреднији системи, који су обично интегрирани са *CAD* системима, могу управљати и таквим задацима као што су наруџбе делова, распоређивање и измена алата. Принцип рада *CAM* система темељи се на *NC* и *CNC* модулима. То је технологија где се користе програми за контролу производних нивоа као што су токарилице, глодалице, бушилице и стројеви за конвенционално и неконвенционално резање материјала. Постоје два примарна типа нумеричке контроле који се разликују према методи спремања програма. У случају *CNC*-а, контролни систем производног строја директно је повезан с локалним рачуналом где је стварни програм похрањен. Други, модернији приступ је окарактерисан помоћу дистрибуиране контроле, где се са више производних стројева управља из једног центра.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Милошевић М. (2012), *Колаборативни систем за пројектовање технолошких процеса израде производа базиран на интернет технологијама*, Докторска дисертација, Факултет техничких наука, Нови Сад
- [2] Тодић, В., (2004). *Пројектовање технолошких процеса*, Факултет техничких наука, Нови Сад
- [3] Mitrofanov, S.P., (1996), *The Scientific Principles of Group Technology*, National Landing Library Translation, Yorks, UK, Boston Spa
- [4] Zhang, H. C., Alting, L., (1994), *Computerized Manufacturing Process Planning System*, Chapman & Hall, London,
- [5] Јовишевић, В., (2005), *Пројектовање технолошких процеса*, Машински факултет, Бања Лука
- [6] Borja, V.R., (1997), *Redesign Supported by Data Models with Particular Reference to Reverse Engineering*, PhD Thesis, Department of Manufacturing Engineering, Loughborough University
- [7] Pratt, M. J., Wilson, P. R., (1985), *Requirements for Support of Form Features in a Solid Modelling System*, Final Report R-85-ASPP-01, CAM-I Inc., Arlington, Texas, USA
- [8] Case, K. (1992), *Feature Technology - an Integration Methodology for CAD and CAM*, International Conference on Manufacturing Automation, Hong-Kong. Vol. 1
- [9] Bidarra, R., Bronsvort, W. F. (2000), *Semantic feature modeling*, Computer-Aided Design. vol. 32, Issue 3.
- [10] Gindy, N. N. Z., (1989), *A hierarchical structure for form features*. Int. J. of Prod. Research. 27(12),
- [11] Pratt, M. J., Wilson, P. R., (1985), *Requirements for Support of Form Features in a Solid Modelling System*, Final Report R-85-ASPP-01, CAM-I Inc., Arlington, Texas, USA
- [12] Митрофанов, С., П., (1964), *Научни темељи групне технологије*, Привреда, Загреб
- [13] Бабић, Б., (2009), *Пројектовање технолошких процеса*, Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд
- [14] Ham, I., Hitomi, K., Yoshida, T. (1985). *Group technology application to production management*, Nijhoff, EN: kluwer
- [15] Snead, C. (1989). *Group Technology: foundation for competitive manufacturing*, New York, NY: van Nostrand Reinhold
- [16] Burbidge, J. (1975). *Production flow analysis for planning group technology*, New York, NY: John Wiley & Sons
- [17] Oliff, M.D., Burch, E.E. (1985). *Multiproduct production scheduling at Owens Corning Fiberglass*. Interfaces, 15(5)

- [18] Miller, T. (1991). *Integrating current end-item inventory conditions into optimization-based long-run aggregate production and distribution planning*, Production & Inventory Management Journal, 32(4),
- [19] Hubbard, D.T., Taylor, S.G., Bolander, S.F. (1992). *Process flow scheduling in a high volume repetitive manufacturing environment*. Production & Inventory Management Journal, 33(4),
- [20] Prasad, T., Bhadury, B. (1993). *Productivity improvement of a machining center*, Production & Inventory Management Journal, 34(3)
- [21] Zhu, Z., Cernich, W., Meredith, P. & Lanier, P. (1997) *Scheduling customized bag production: an application of the Group Technology concept*, Industrial Management & Data Systems, 97(1)
- [22] Милачић, В.Р., Спасић, Ж., (1990), *Компјутерски интегрисани технолошки системи ЦИМ-системи*, Машински факултет, Београд
- [23] Јовишевић, В.. (2002), *Аутоматизација пројектовања технолошких процеса*, Монографија, Машински факултет, Бања Лука
- [24] Бабић, Б., (1999), *Пројектовање технолошких процеса*, Машински факултет, Београд,
- [25] Урошевић, С., (1967), *Типска и групна технологија у металској индустрији, приручници ИАМА бр.1*, Машински факултет, Београд
- [26] Тодић, В., (2004), *Пројектовање технолошких процеса*, Факултет техничких наука, Нови Сад
- [27] Младеновић, Ц., Каленић, Н., Блануша, В., Бојанић, М., Живковић, А., (2013), *Стратегија обраде у CAD/CAM програмским системима*, Инфотех, Јахорина
- [28] Wang, L., (2013), *Machine availability monitoring and machining process planning towards Cloud manufacturing*; CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology
- [29] Yip-Hoi, D., (2010), *Strategies for teaching CAD automation to engineers and technologists*; Western Washington University
- [30] Божовић И., Југовић А., Југовић С., Лукић Н., Петровић М., Пројектни задатак: Пројектовање технолошког процеса помоћу рачунара, Машински факултет, Београд, 2010.