

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ – МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ

Дипломске академске студије – 2. година

Модул: **ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО**, шк. год. 2010/2011.

Предмет: **ИНТЕЛИГЕНТНИ ТЕХНОЛОШКИ СИСТЕМИ (ПРО220-0131)**

Предметни наставници: **проф. др Зоран Миљковић** и **проф. др Бојан Бабић**

ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК (2/2)

ПРОЈЕКТОВАЊЕ ТЕХНОЛОШКОГ ПРОЦЕСА ПРИМЕНОМ РАЧУНАРА (CAPP - Computer Aided Process Planing)

Пројектовати технолошки процес за следеће делове дате на скицама: чаура 1÷4.

Решењем пројектног задатка обухватити:

1. Избор припремка
2. Одређивање редоследа обраде
3. Избор елемената обрадног система
4. Избор режима обраде
5. Израду технолошке документације

Приликом пројектовања користити програме **Rezanje** и **Secocut**.

Резиме

Пројектовање технолошког процеса претходи свакој изради неког дела. До појаве рачунара и почетка примене истих у индустрији пројектовање технолошког процеса се вршило класичним методама. Због чешћих измена производног програма у модерној индустрији или великог асортимана производа, пројектовање процеса је морало да се аутоматизује - почела је нова ера пројектовања технолошког процеса, а то је пројектовање процеса применом рачунара - CAPP. Управо то је био задатак нашег пројекта, да применом рачунара извршимо пројектовање технолошког процеса за групу делова. Прво смо за добијене делове формирали фамилију делова. Затим је на основу њихових сличности, а помоћу програма masBaza конструисан представник фамилије. Следећи корак је био пројектовање технолошког процеса за изабрани репрезентативни део. Програми које смо користили током израде овог пројекта били су: masBaza, PROTEH-R, Rezanje и SecoCut. Користећи ове програме увидели смо да коришћењем само једног од њих није било могуће испројектовати цео процес, као и да у самим програмима су примећени недостаци и грешке. Такође се намеће закључак да они и поред својих недостатака у значајној мери олакшавају поступак пројектовања технолошког процеса. Зато, у будућности, машински инжењери и програмери треба да удружено раде на развоју и усавршавању CAPP програма.

¹**David Pritchett 1036/09**, Универзитет у Београду - Машински факултет, студент друге године
Дипломских академских студија.

Е-пошта: david.pritchett@gmail.com

²**Филип Нешковић 312/05**, Универзитет у Београду - Машински факултет, студент друге године
Дипломских академских студија.

Е-пошта: neskovicf@gmail.com

³**Чолић Мирослав 1188/09**, Универзитет у Београду - Машински факултет, студент друге године
Дипломских академских студија.

Е-пошта: cola.car384@gmail.com

⁴**Марковић Иван 1189/09**, Универзитет у Београду - Машински факултет, студент друге године
Дипломских академских студија.

Е-пошта: ivan_markovic@rocketmail.com

Списак слика

Слика 2.1. Примери фамилија ротационих делова.....	7
Слика 3.1. Скица представника фамилије делова	10
Слика 3.2. Почетни мени апликације masBaza2000.....	11
Слика 3.3. Дијалог за претрагу фамилије делова за дати класификациони број по Opitz-у...	11
Слика 3.4. Параметри дела са класификационим кодом 162803500.....	12
Слика 3.5. Одабир технолошког процеса који је дефинисан за фамилију којој део припада .	12
Слика 3.6. Дефинисање нове фамилије делова	13
Слика 3.7. Списак поступака којима се формира тражени облик дела.....	13
Слика 3.8. Дијалог за брзи преглед делова по фамилији.	14
Слика 3.9. Форма за избор материјала.....	15
Слика 3.10. Форма за дефинисање додатака за обраду	16
Слика 3.11. Форма за опис површине 20	16
Слика 3.12. Форма за приказ распореда операција и захвата	17
Слика 3.13. Усвојени алати и добијени режими обраде	17
Слика 3.14. Држач плочице	18
Слика 3.15. Карактеристике плочице.....	18
Слика 3.16. Део генерисаног извештаја плана алата	19
Слика 3.17. Изглед дела генерисаног извештаја за технолошки поступак.....	19
Слика 3.18. Главни мени	20
Слика 3.19. Карактеристике материјала	21
Слика 3.20. Избор забушивача.....	21
Слика 3.21. Избор бургије за бушење	22
Слика 3.22. Избор бургије за разбушивање	22
Слика 3.23. Карактеристике одабране машине.....	22
Слика 3.24. Шема одабране Вертикалне бушилице глодалице.....	23
Слика 3.25. Режији обраде за захват бушења отвора Ø9.....	23
Слика 3.26. Режији обраде за захват разбушиваа отвора на Ø42	23
Слика 3.27. Избор алата.....	24
Слика 3.28. Избор материјала.....	25
Слика 3.29. Графички приказ параметара који се дефинишу при стругању.....	25
Слика 3.30. Режији обраде за разматрани захват на основу унетих улазних параметара....	26
Слика 3.31. Зависност избора режима у односу на квалитет обрађене површине.....	26
Слика 3.32. Приказ корекције изабраних параметара обраде.....	27
Слика 3.33. Излазни извештај из софтвера SecoCut.....	28

Списак таблица

Таблица 2.1. Приказ класификације делова Opitz кодом.....	7
Таблица 2.2. Приказ класификације делова CODE кодом.....	8

Садржај

1.	Увод	5
2.	Поставка проблема.....	6
2.1.	Групна технологија.....	6
2.2.	Фамилија делова.....	6
2.3.	Опис коришћених софтвера у пројекту	8
2.3.1.	masBaza.....	8
2.3.2.	PROTEH-R.....	8
2.3.3.	Rezanje	9
2.3.4.	SecoCut.....	9
3.	Пројектно решење.....	10
3.1.	Примена софтвера masBaza	10
3.2.	Примена PROTEH-R	15
3.3.	Примена Rezanja.....	20
3.4.	Примена SecoCut.....	24
3.4.1.	Захват уздужне грубе обраде.....	24
3.4.2.	Избор алата.....	24
3.4.3.	Избор материјала	25
4.	Закључак	28
5.	Литература	30
6.	Прилози	31

1. Увод

У оквиру овог дела пројекта биће приказан поступак пројектовања технолошких процеса применом рачунара са, у околностима, доступним софтверским пакетима :

- masBaza,
- SecoCut,
- Rezanje и
- Proteh-R.

Према захтевима из пројекта, на основу полазних информација и према могућностима сваког од наведених софтвера приступило се изради пројекта тако да се на почетку даје дефиниција групне технологије, као и то шта представља пројектовање технолошких процеса применом рачунара и какве предности овог приступа пројектовању технолошких процеса.

Након тога следи дескрипција примењених софтвера. У наставку се укратко анализирају делови који су предмет пројектног задатка и формира се типичан представник дате фамилије. Затим се, кроз примену софтвера *Rezanje* и *SecoCut* издвајају карактеристични захвати дате групе делова, а након тога следи примена софтвера *PROTEH-R* на примеру дела 1 и демонстрација његових перформанси, које се у општем случају разликују од могућности прва два. Како све дате делове карактеришу слични технолошки поступци, односно сличне операције и захвати, на крају се врши њихова класификација према *Opitz* и *CODE* класификатору, на основу које се формира фамилија делова применом софтвера *masBaza*.

На крају се даје закључак о достигнутом нивоу примене пројектовања технолошких процеса применом рачунара на основу софтвера који су примењени у оквиру израде пројектног задатка.

2. Поставка проблема

Циљ овог задатка јесте пројектовање технолошког поступка за одређени број задатих делова. Тачније, применом групне технологије и пројектовањем помоћу рачунара за фамилију задатих делова потребно је одредити представника исте. За тако одабрани репрезентативни део треба одредити режиме обраде за неке карактеристичне захвате, као и извршити избор елемената обрадног система (машине, помоћног прибора и алата) на којима ће се извршити одређени захвати.

2.1. Групна технологија

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 [2]. Заснива се на идентификацији и примени сличности делова и процеса у њиховом пројектовању и процесу производње. Групна технологија најбоље и најшире се може применити у ћелијској производњи, код које је производни (или монтажни) погон издвојен на ћелије. Свака ћелија се састоји из неколико радних станица, на пример CNC машина, робота, конвејера и слично. Ове машине су физички груписане у ћелију и посматрају се као ентитет. Свака ћелија је пројектована за производњу мале фамилије делова. Концепт групне технологије посебно је добио на значају развојем флексибилних технолошких система (ФТС) [2].

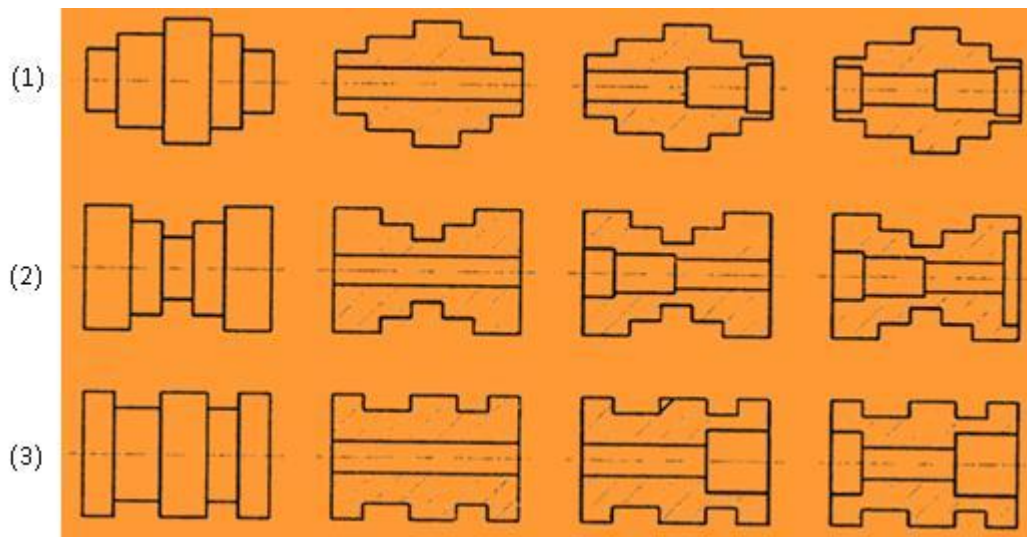
Неке од предности ове технологије обухватају скраћење производног времена; поједностављење и стандардизовање технолошких поступака; стандардизацију алата и прибора; повећање квалитета производа; лакшој аутоматизацији технолошких поступака итд.

2.2. Фамилија делова

Фамилија делова представља групу сличних делова. Делови у фамилији су слични према геометрији или производним захтевима, или према оба критеријума. На основу сличности делова њихови технолошки поступци се могу пројектовати на сличан начин, што између осталог као резултат има смањење трошкова производње. Постоје три основна типа система за класификацију фамилија ротационих делова, а то су:

- Конвексност степенести делови (1),
- Конкавно степенести делови (2) и
- Наизменично степенести делови (3).

На слици 2.1 су приказани примери делова који припадају наведеним фамилијама.



Слика 2.1. Примери фамилија ротационих делова

Формирање фамилије делова може се извршити мануелним (визуелним) претраживањем, класификацијом и кодирањем, анализом производних токова и математичким програмирањем (уз помоћ експертних система).

Кодирање се примењује за идентификацију сличности делова помоћу симбола. Постоје два вида сличности делова: пројектни атрибути (геометријски облик и величина) и технолошки атрибути (редослед обраде). Кодни систем је низ алфанумеричких карактера. Постоје три основна типа система за класификацију:

- класификатори са хијерархијском структуром (монокод),
- класификатори са ланчаном структуром (поликод) и
- класификатори са хибридном структуром (мултикод).

Ми смо користили два кода за класификацију наших делова, то су: Opitz и CODE.

Opitz код се састоји из 9 цифара, при чему се геометријски облик кодира помоћу првих пет цифара, а преостале цифре се односе на полуфабрикат. Код се користи за класификацију ротационих и неротационих делова. Класификација наших делова применом овог кода је дата таблицом 2.1.

Таблица 2.1. Приказ класификације делова Opitz кодом									
Ред. број дела	Геометриски код					Допунски код			
	Тип дела	Облик дела	Ротационе површине	Равне површине	Допунске ознаке и озубљења	Мера	Материјал	Полу фабрикат	Тачност
1	0	7	1	5	0	2	5	0	0
2	1	6	2	8	0	3	5	0	0
3	1	6	2	8	0	3	5	0	0
4	1	7	7	5	0	2	5	0	0

CODE представља хибридную структуру и има код од 8 цифара. Свака цифра је представљена хексадецималном вредношћу за разлику од децималних вредности које има већина кодних система. Класификација на наших делова применом овог кода је дата таблицом 2.2.

Таблица 2.2. Приказ класификације делова CODE кодом

Ред. број дела	Ротациони део	Спољни облик	Главни отвор	Помоћни отвор	Жљебови и спољашњи навој	Разно	Максимални пречник	Максимална дужина
1	1	С	2	0	0	9	6	3
2	1	5	2	0	1	5	7	7
3	1	5	8	0	1	5	7	7
4	1	С	2	0	9	1	7	5

Коришћењем кôдних класификатора, дефинисали смо наш репрезентативни део за кога је требало да се пропише технолошки процес израде. Следећи корак обухватао је коришћење расположивих CAPP програма помоћу којих је требало прописати технологију израде за карактеристичне операције и захвате.

2.3. Опис коришћених софтвера у пројекту

У наставку је дат кратак опис сваког од софтвера који је коришћен у изради пројектног задатка. Софтвери чији ће опис бити дат су: masBaza, PROTEH-R, Rezanje и SecoCut.

2.3.1. masBaza

Софтвер masBaza представља базу података која служи за формирање фамилије делова и за добијање технолошког поступка израде тих делова. Као улазне податке у овај софтвер се уноси Opitz кôд за представника фамилије делова. Такође се уносе и називи операција и параметри обраде за сваку операцију која се врши над репрезентативни делом - представником фамилије.

Као излаз из софтвера се добија технолошки поступак израде дела представника фамилије делова. Модификовањем овог технолошког поступка могуће је добити технолошки поступак за израду било ког дела који припада овој фамилији делова.

2.3.2. PROTEH-R

PROTEH-R софтверски пакет је развијен као систем за аутоматизовано пројектовање технолошких процеса за класу ротационих делова. На основу претходне анализе, која се базирала на основу теоријских претпоставки, сада се прелази на методу пројектовања применом рачунара - тј. коришћењем логике CAPP система. PROTEH-R управо представља један такав систем.

Овај софтверски пакет представља CAPP систем вишег нивоа и примењује се у аутоматизованом пројектовању процеса, за делове који се обрађују на стругу. За употребу овог софтвера неопходан је и рад пројектанта технолошког процеса, који на основу стеченог знања и искуства интерактивно учествује у пројектовању. Подаци о којима пројектант одлучује су: избор података за обраду и припремка, дефинисање материјала дела, формално описивне дела, аутоматизовани избор операција и захвата са одређивањем његовог редоследа, избор алата, аутоматизовани избор режима и прорачун времена обраде као и генерисање технолошке документације. Сви ови режими се налазе у различитим модулима који ће на конкретном примеру дела бити објашњени.

2.3.3. Rezanje

Софтвер Rezanje претставља базу података која се користи за добијање технолошког поступка израде дела. Ова база података се састоји из осам модула који су међусобно независни један од другог:

1. Систем материјала (представља модул у којем је могуће добити податке о материјалу од којег је део израђен),
2. Систем квалитета и тачности обраде (представља модул у којем се врши увид у класе храпавости и где се врши корелација између класе храпавости и толеранције обраде),
3. Додаци за обраду (модул у којем се добијају вредности додатака за обраду на основу врсте обраде, називног пречника, дужине дела, обима производње и класе тачности. У оквиру овог модула врши се и одређивање димензија припремка),
4. Систем алата (модул у оквиру кога се врши избор алата којима се врши обрада дела),
5. Систем машина алатки (модул у којем се врши избор машина алатки на којима се изводи обрада),
6. Систем стандардних помоћних прибора (модул у оквиру којег се врши избор стандардних помоћних прибора потребних за обраду посматраног дела),
7. Режији резања (модул за добијање режима обраде дела на основу улазних параметара) и
8. Обрадљивост материјала (модул за одређивање режима резања на основу параметара обрадљивости).

2.3.4. SecoCut

SecoCut је компанија која производи алате за резање. Она се налази у Калифорнији и она развила истоимени софтвер. Највећа пажња је скренута на плочице од тврдог метала које она производи, а које могу бити различите намене. Ова компанија је развила овај софтвер, у коме је могуће да се, за одговарајуће полазне параметре добију резултати у виду препорука, које нам олакшавају избор плочица чији је , ова компанија произвођач. Софтвер је предвиђен за потребе глодања, стругања и бушења.

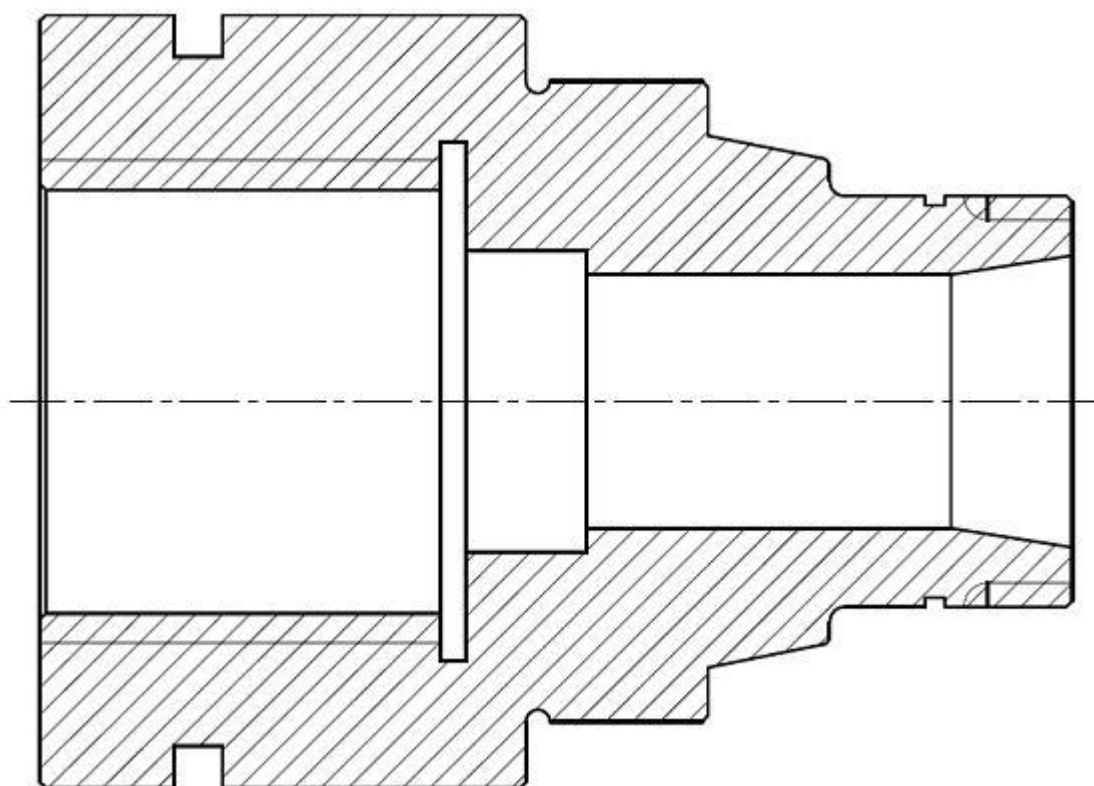
У оквиру овог пројекта смо искористили сва три његова модула. Параметри које уносимо у овај софтвер су:

- тип материјала,
- димензије дела,
- облик навоја и
- облик алата.

Од софтвера добијамо одговор да ли можемо за одговарајуће параметре да изаберемо одређене плочице. Као излаз из софтвера добијамо G-код за одређену секвенцу на делу који обрађујемо. Такође, софтвер нам током уноса података израчунава и одређује за задате параметре, које плочице можемо да изаберемо. У случају одабира погрешне плочице (плочица која не може да задовољи одређене захтеве), софтвер нас о томе обавештава тако што мења боју слова у црвену у одговарајућем реду.

3. Пројектно решење

Детаљном анализом радионичких цртежа датих делова долази се до закључка да сви делови спадају у класу ротационих делова, са отвором у оси. Сваки од делова потребно је производити у малосеријској производњи; највиша класа тачности која се захтева је N7, док је посебно наглашено да је за део 4 степен толеранције слободних мера средњи. Установљено је да се сви делови могу израдити стругарским операцијама (стим да је у припремку претходно израђен отвор), како са геометријског тако и са аспекта захтеваног квалитета. Начелно посматрано, у циљу обраде потребно је спровести захвате попречног и уздужног стругања (спољашњег и унутрашњег), усецања унутрашњих и спољашњих жљебова, резања навоја на унутрашњим и спољашњим површинама. На слици 3.1 дата је скица типичног представника дате фамилије делова, добијеног на основу спроведене анализе датих делова, а радионички цртеж је дат у прилогу А.



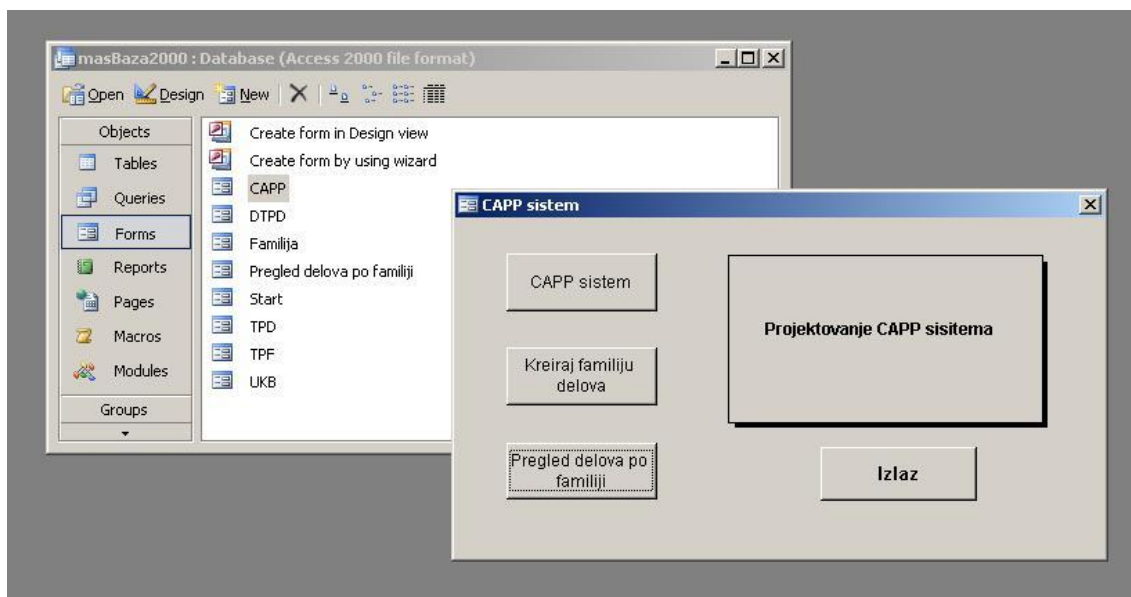
Слика 3.1. Скица представника фамилије делова

3.1. Примена софвера *masBaza*

Програм *masBaza 2000* представља апликацију за рад над базом података у којој су сачуване операције израде за формирану фамилију делова. Ова апликација користи *Opitz*-ов код за дефинисање карактеристика фамилије делова.

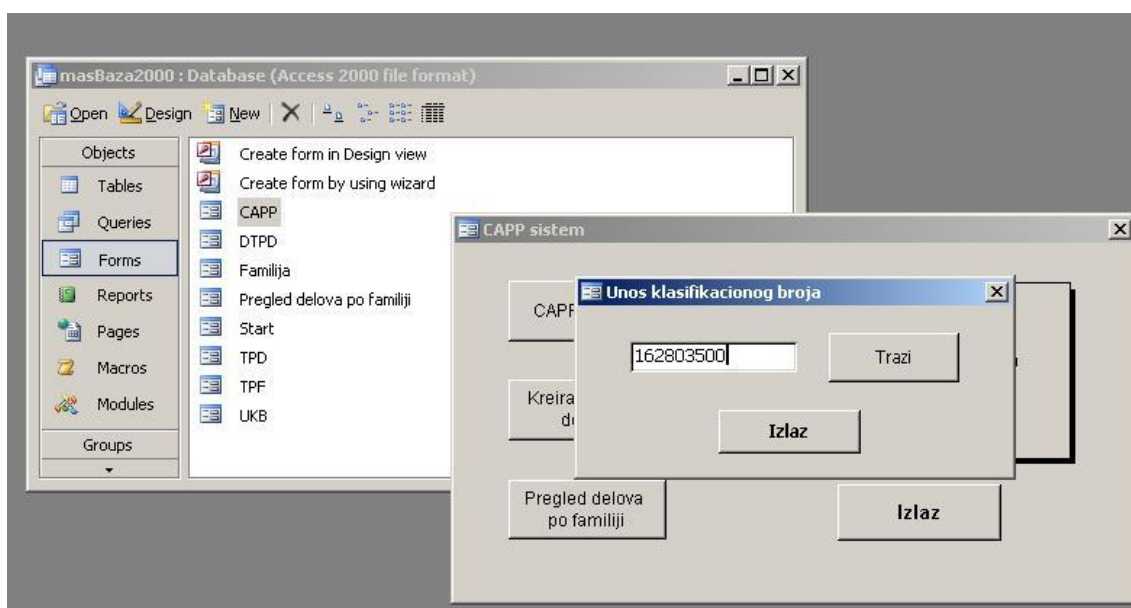
Наша фамилија се састоји од четири дела чији су кодови: 71502500, 162803500, 162803500 и 177502500. На слици 3.2 је приказан је почетни мени у којем су понуђене опције датог програма:

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



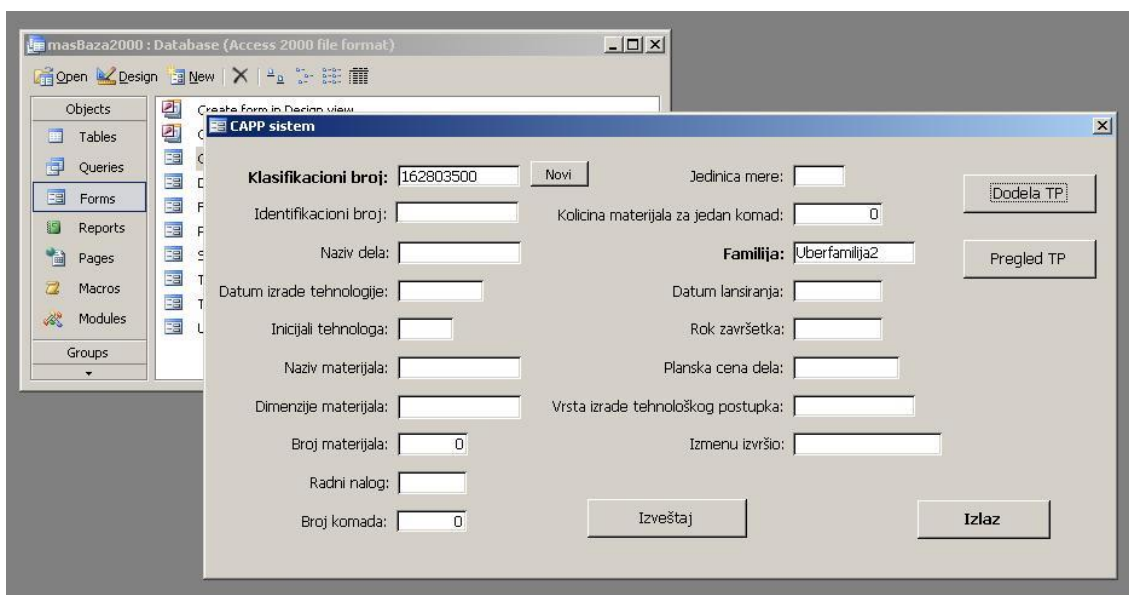
Слика 3.2. Почетни мени апликације masBaza2000

CAPP систем – служи за унос класификационог броја по којем систем препознаје којој фамилији делова припада унети део и који даље прослеђује резултате претраге подмодулу за дефинисање параметара операција обраде. Ови модули се могу видети на следећим сликама (слике 3.3 - 3.5).



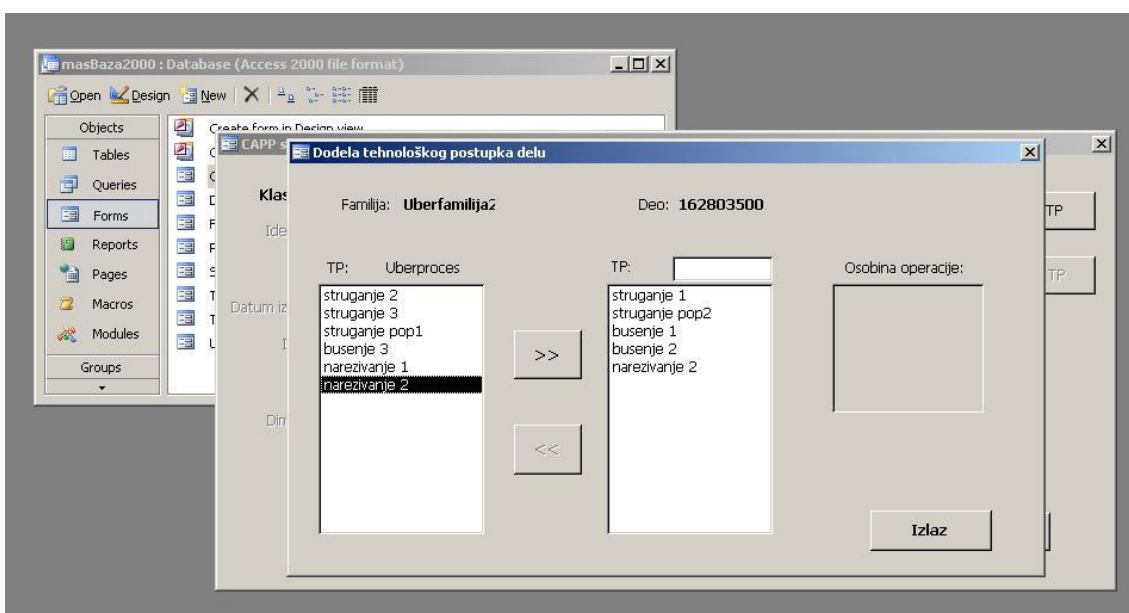
Слика 3.3. Дијалог за претрагу фамилије делова за дати класификациони број по Opitz-y

На слици 3.4 приказан је прозор који даје информације о делу чији је Opitz код претходно унет.



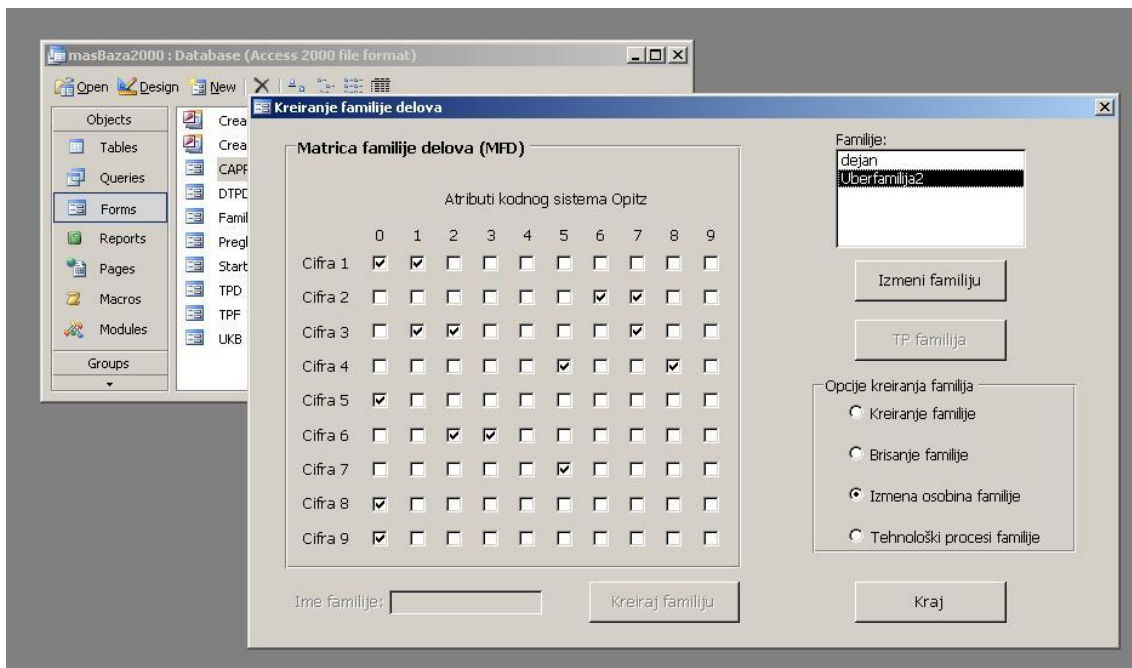
Слика 3.4. Параметри дела са класификационим кодом 162803500

На слици 3.5 је приказан прозор у коме се за нађени део бирају технолошки процеси који су дефинисани у фамилији делова којој овај део припада.



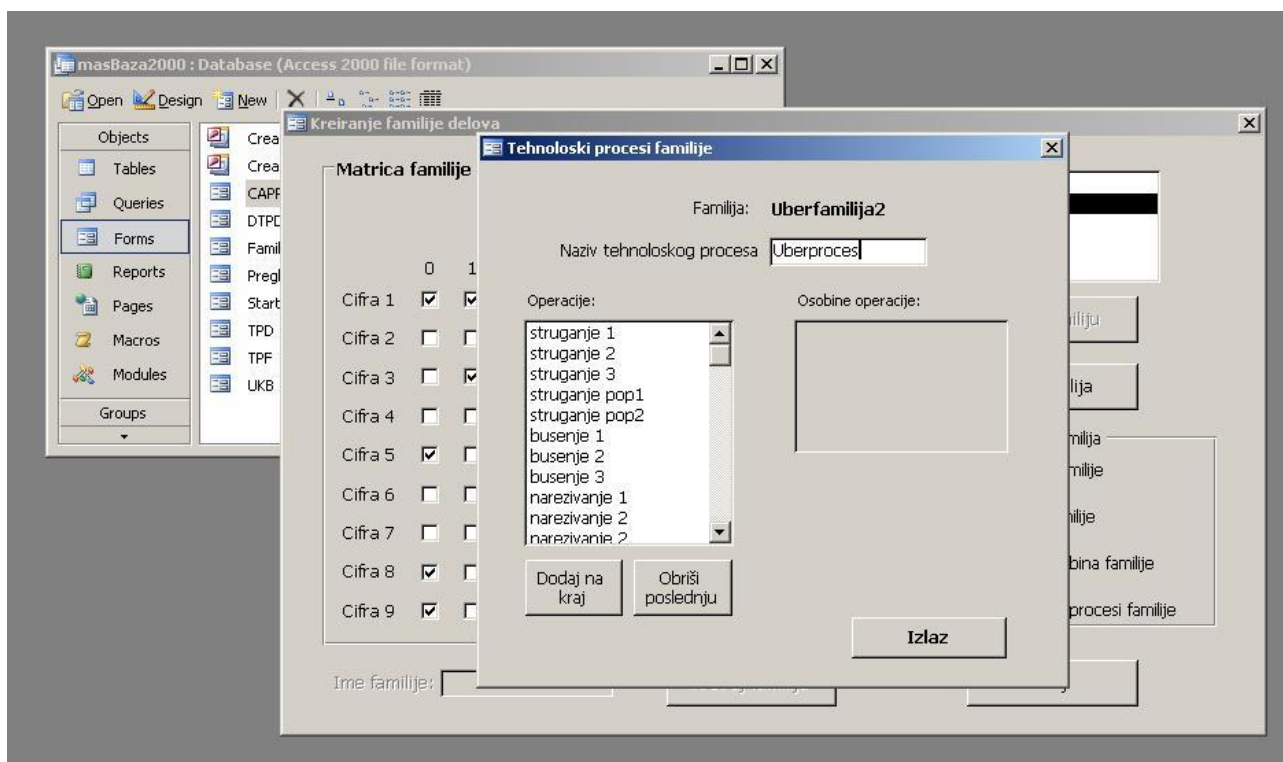
Слика 3.5. Одабир технолошког процеса који је дефинисан за фамилију којој део припада

Креирај фамилију делова – помоћу овог подмодула се дефинишу нове фамилије делова и за њих релевантни технолошки процеси. Такође је омогућена измена и брисање постојећих фамилија делова. Овај модул је представљао почетни корак у коме смо дефинисали фамилију за нашу групу делова, што је приказано на слици 3.6.



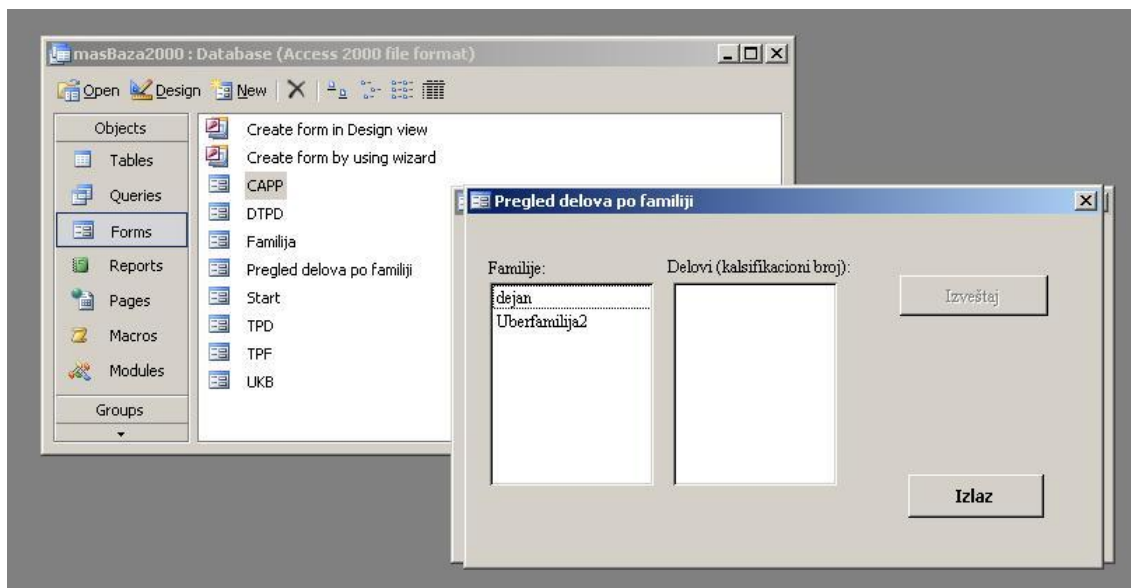
Слика 3.6. Дефинисање нове фамилије делова

Након формирање фамилије избором за дефинисање технолошких процеса отвара се дијалог у коме се додавају сви технолошки процеси помоћу којих се израђује дефинисана фамилија делова. Дати списак технолошких поступака приказан је на слици 3.7.



Слика 3.7. Списак поступака којима се формира тражени облик дела

Преглед делова по фамилији – у овом подмодулу могућ је брзи преглед делова по изабраној фамилији ради лакше оријентације и налажења одговарајућег процеса (слика 3.8).



Слика 3.8. Дијалог за брзи преглед делова по фамилији.

Ова апликација има веома интуитиван систем за формирање фамилије делова јер користи Orpitz-ов кодни класификациони систем. Једно од могућих унапређења би било да се у оквиру дијалога за формирање фамилије омогући преглед таблице са кодним бројевима по Orpitz-у. На тај начин би се скратило време уноса карактеристика делова приликом формирања нове фамилије. Друга могућност би била приказивање и радионичког цртежа дела који се уноси у фамилију поред табеле са кодним бројевима. На овај начин би се сви неопходни параметри за фазу дефинисања нове фамилије делова налазили на једном месту што би повећало корисност и применљивост ове апликације. Следећи степен унапређења би се огледао увођењем других (кодних) система за класификацију машинских делова.

Студенти су током рада на овој апликацији приметили да она не поседује формирану базу података са могућим технолошким поступцима, те да је добар део времена био потрошен на уношење самих технолошких поступака. Студенти су дошли до закључка да када би било омогућено да се већ дефинисани технолошки поступци из нпр. proteh-r програмског пакета увезу (import) на место где је потребно да се дефинише (испочетка) технолошки поступак. Овако би се највише скратило време потребно да се генеришу технолошки поступци за дати део који припада изабраној фамилији делова.

Једна од највећих предности ове апликације представља брзо формирање извештаја за изабрани део у којима су приказани технолошки поступци, као и основне информације о изабраном делу. Они се могу генерисати после дефинисаних технолошких операција приликом формирања самог дела, или из брзе претраге делова по фамилијама.

3.2. Примена PROTEH-R

Након стартовања програма појављује се прозор у коме се дефинишу основне карактеристике дела за који се пројектује технолошки процес. Информације које се уносе су: идентификациони број, назив дела, тип производње и врста полуфабриката. У другом делу прозора се уноси материјал за који се пројектује технолошки процес и аутоматски се приказују неке од његових карактеристика као и група и подгрупа којој он припада.

На слици 3.9 дати су основни подаци о делу представнику наше фамилије делова, а као репрезентативни материјал је усвојен најквалитетнији материјал од ког је израђен један од представника фамилије делова.

Crtez dela

Ident broj: 010
Naziv dela: Deo predstavnik
Tip proizvodnje: Pojedinačna - maloserijska
Vrsta polufabrikata: sipka

Materijal Dodaci za obradu Opis dela Tehnoloski postupak

JUS: Č.3830 Grupa: S Podgrupa: 2
HB: 217 Rm [N/mm2]: 900-1300

Pomoc za izbor materijala

Слика 3.9. Форма за избор материјала

У наредном кораку приказана је форма за дефинисање додатака за обраду (слика 3.10). Ови додаци су дефинисани на основу тачности израде, укупне дужине изратка, пречника обраде, врсте обраде и захтеване тачности завршне обраде.

Ident broj:

Naziv dela:

Tip proizvodnje:

Vrsta polufabrikata:

Crtez dela:

Materijal: Opis dela:

Tačnost: Ukupna dužina izratka: Secenje:

Red br površine	Prečnik	Vrsta obrade	Završna obrada	δ1	δ2	δ3
10	128	Poprečna sp	Gruba	2.1	0	0
20	128	Uzdružna sp	Gruba	5.5	0	0
30	106	Uzdružna sp	Fina	4.5	1.7	0
40	88	Uzdružna sp	Fina	4.5	1.7	0
50	68	Uzdružna sp	Gruba	3.5	0	0
60	68	Uzdružna sp	Fina	3.5	1.6	0
*	0	0	Uzdružna sp	Gruba	0	0

Record: 14 of 6

Izbor polufabrikata: Dužina priprema:

Širina noža za odsecanje: Sledeći:

Слика 3.10. Форма за дефинисење додатака за обраду

У наредној форми врши се опис форми, додатних и допунских форми, тј. елемената који детаљније описују део. На слици 3.11 приказан је опис површине 20. Основна форма ове површине је цилиндар, а додатне су оборене ивице и жлеб.

Ident broj:

Naziv dela:

Tip proizvodnje:

Vrsta polufabrikata:

Crtez dela:

Materijal: Opis dela:

Forme

Forma	Forma	Dopunske forme	Dopunska forma
Forma: <input type="text" value="Cilinder"/>	Red. br površine: <input type="text" value="20"/>	Dopunska forma: <input type="text" value="Oborena ivica"/>	Relativna kota: <input type="text" value="0"/>
Kota: <input type="text" value="0"/>	D1: <input type="text" value="128"/>	Ugao: <input type="text" value="45"/>	Širina: <input type="text" value="1"/>
L: <input type="text" value="80"/>	Tolerancija+: <input type="text" value="0"/>	Record: 14 of 3	
Tolerancija-: <input type="text" value="0"/>	Kvalitet: <input type="text" value="N3"/>	Posebne forme	Posebna forma: <input type="text" value=""/>
			Relativna kota: <input type="text" value="0"/>

Record: 14 of 4

Слика 3.11. Форма за опис површине 20

Након извршеног описа дела прелази се пројектовање технолошког процеса за дати део и добијања режима обраде. На слици 3.12 приказан је редослед операција, а на слици 3.13 режими обраде и усвојени алати за прописане захвате.

Ident broj: 010
 Naziv dela: Deo predstavnik
 Tip proizvodnje: Pojedinačna - maloserijska
 Vrsta polufabrikata: sipka

Crtez dela

Materijal: Dodaci za obradu: Opis dela: Tehnološki postupak

Klasifikacija dela: Spoljni oblik: Jednostavno stepenast
 Orientacija: desni

Redosled obrade: Rezimi

Štampanje tehnološkog postupka
 Štampanje plana alata

Operacija	Zahvat	Opis zahvata	Metod obrade	D	L	Dub
10	5	Stezanje na fi 120			0	0
10	10	Čeona obrada fi 68	Struganje	Poprečni	Gruba	N9 140 34
10	15	Grubo uzdužno struganje fi 106 L= 90	Struganje	Uzdužna	Gruba	N10 140 90
10	20	Grubo uzdužno struganje fi 88 L= 60	Struganje	Uzdužna	Gruba	N10 110 60
10	25	Grubo uzdužno struganje fi 68 L= 40	Struganje	Uzdužna	Gruba	N9 90 40
10	30	Fino uzdužno struganje fi 106 L= 30	Struganje	Uzdužna	Fina	N7 110 30

Record: 14 of 10

Слика 3.12. Форма за приказ распореда операција и захвата

Ident broj: 010
 Naziv dela: Deo predstavnik
 Tip proizvodnje: Pojedinačna - maloserijska
 Vrsta polufabrikata: sipka

Crtez dela

Materijal: Dodaci za obradu: Opis dela: Tehnološki postupak

Klasifikacija dela: Spoljni oblik: Jednostavno stepenast
 Orientacija: desni

Redosled obrade: Rezimi

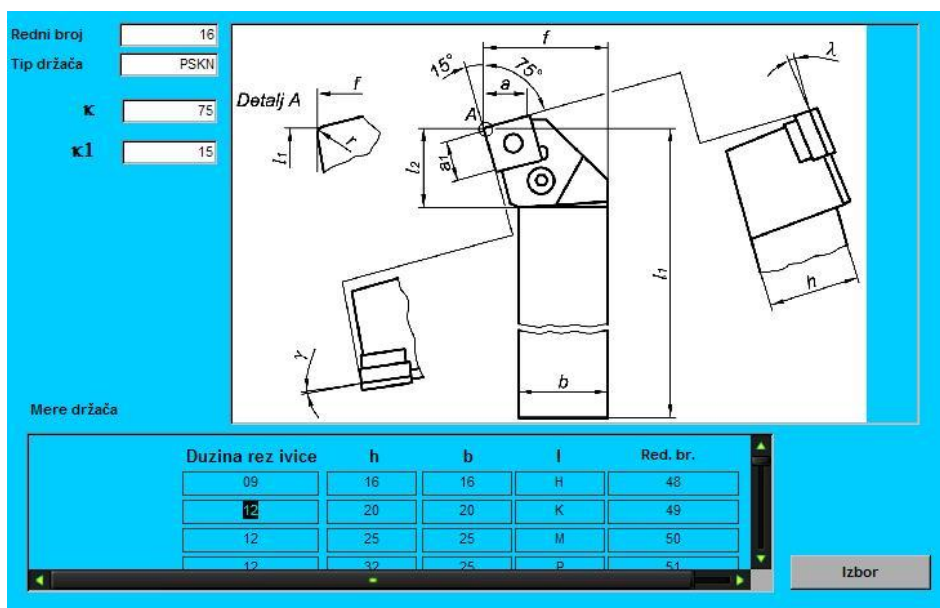
Štampanje tehnološkog postupka
 Štampanje plana alata

Metod obrade	D	L	Dubina	Drzac	Plocica	i	s	n	tg				
		0	0			0	0	0	0				
Struganje	Poprečni	Gruba	N9	140	34	2.1	PSKNR/L161609	SNMA0903	P20	1	0.28	273	0.44
Struganje	Uzdužna	Gruba	N10	140	90	16.15	PTGNR/L202016	TNMA1604	P30	3	0.39	205	1.13
Struganje	Uzdužna	Gruba	N10	110	60		PTGNR/L202016	TNMA1604	P30	2	0.39	260	0.58
Struganje	Uzdužna	Gruba	N9	90	40	10.85	PTGNR/L202016	TNMA1604	P30	2	0.28	319	0.45
Struganje	Uzdužna	Fina	N7	110	30	0.85	CTGPR/L161611	TPMR11030	P10	1	0.14	443	0.48

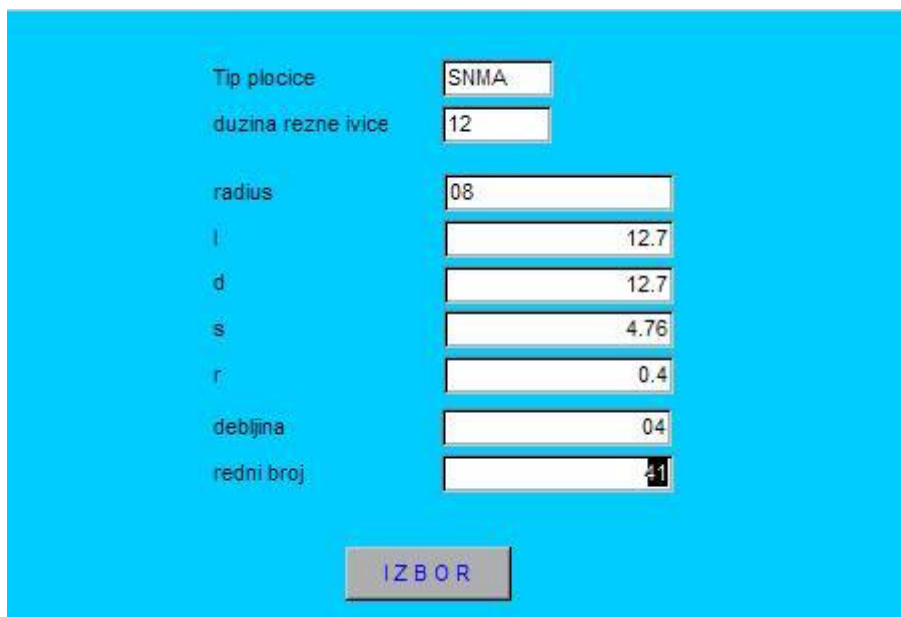
Record: 14 of 10

Слика 3.13. Усвојени алати и добијени режими обраде

На слици 3.14 приказан је изглед и димензије усвојеног држача алата, а на слици 3.15 приказане су димензије одабране плочице.



Слика 3.14. Држач плочице



Слика 3.15. Карактеристике плочице

На слици 3.16 приказан је део извештаја за план алата који је генерисао програм на основу дефинисаног дела, тачније његових форми. Са овим делом програма смо имали потешкоће током рада на пројекту, јер у неким случајевима није хтео да генерише одговарајући извештај.

Plan alata

Ident broj dela 005

Naziv dela Čaura

T	D	Tip	Drška	Oblik pločice	Materijal	Pol. vrha alata	Smer GV
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0						

Слика 3.16. Део генерисаног извештаја плана алата

На слици 3.17 приказан је један од излаза из програмског пакета PROTEH-R који представља технолошки поступак који је генерисао програм на основу дефинисаног дела.

Технолошки поступак										
Ident broj	005	Ime dela		Čaura						
Materijal	Č.3830	HB =	217	RM [N/mm ²]	=	900-130	Grupa	5	2	
Tip proizvodnje	Velikoserijska - masovna									
Pripremak	sipka	JUS C.B3.021	D=	140	L=	175	Normalna	tačnost		
Operacija	10									
Zahvat	a [mm]	D	n	s	i	L	tg	Alat	Pločica	
5 Stezanje na fi 128		0	0	0	0	0	0,000			
10 Ceona obrada fi 68		2	140	273	0,28	1	34	0,445	PSKNR/L202012	SNMM120408
15 Grubo uzdužno struganje fi 106 L= 90	16,45	140	205	0,27	3	90	1,626	CTGPR/L101009	TPMR090202	
20 Grubo uzdužno struganje fi 88 L= 60	9	107	267	0,27	2	60	0,832	CTGPR/L101009	TPMR090202	
25 Grubo uzdužno struganje fi 68 L= 40	10,55	89	322	0,19	2	40	0,654	CTGPR/L101009	TPMR090202	
30 Fino uzdužno struganje fi 106 L= 30	0,55	107	446	0,15	1	30	0,448	PCLNR/L161612	CNMA120408	
35 Fino uzdužno struganje fi 88 L= 20	0,55	89	536	0,15	1	20	0,249	PCLNR/L161612	CNMA120408	
40 Stezanje na fi 106		0	0	0	0	0	0,000			
45 Ceona obrada fi 128	2,1	140	273	0,28	1	70	0,916	PSKNR/L202012	SNMM120408	
50 Grubo uzdužno struganje fi 128 L= 80	6	140	205	0,19	1	80	2,054	CTGPR/L101009	TPMR090202	

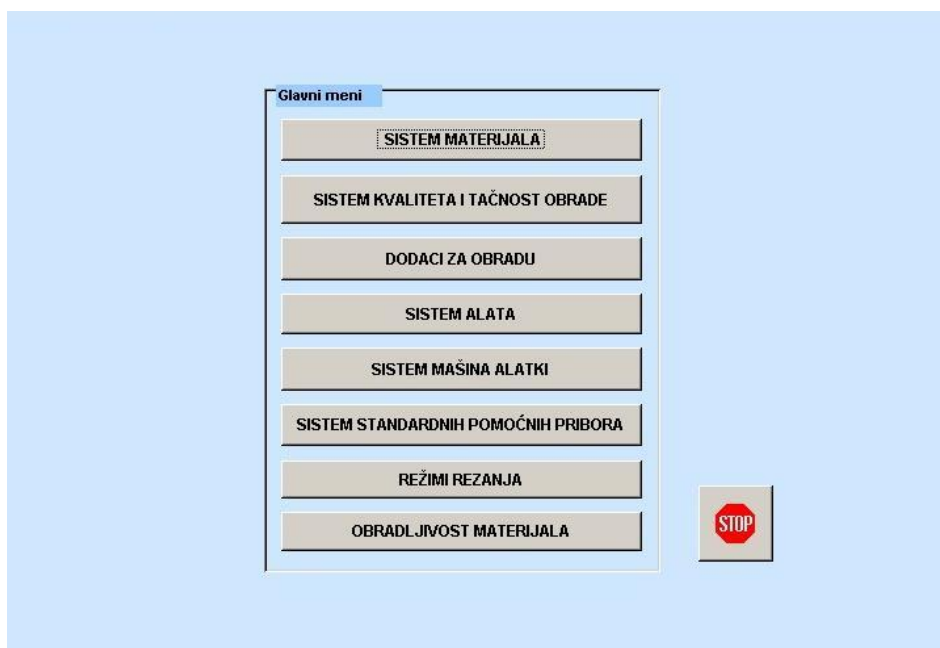
Слика 3.17. Изглед дела генерисаног извештаја за технолошки поступак

3.3. Примена Rezanja

Примену овог софтвера ћемо приказати на примеру израде отвора $\varnothing 42$ дужине 170[mm]. Израда овог отвора врши се у три захвата, а то су: забушивање, бушњење и разбусивање.

Улазни податак за овај програм је радионички цртеж дела за који се прописује технолошки поступак.

Приликом стартовања програма **Rezanje** појављује се прозор који представља главни мени (слика 3.18). Из главног менија можемо одабрати: систем материјала, систем квалитета и тачности обраде, додатке за обраду, систем алата, систем машина алатки, систем стандардних помоћних прибора, режим резања, обрадљивост материјала.



Слика 3.18. Главни мени

Пошто су делови задати задатком израђени од различитих материјала, ми смо прописали да је део који је представник те фамилије делова израђен од најквалитетнијег материјала који је задат. На слици 3.19 је дат прозор са основним подацима о материјалу обратка.

Grupa	5	Co		Te	
Podgrupa	2	Ti		Ostali	
C	0,4	W		JUS	Č.3830
Ni		Al		DIN 17007	1.5223
Cr		Cu		DIN 17006	42MnV7
Mo		Fe		AIS/SAE/ASMT	
V		Mg		GOST	-
Mn	1,75	Zn		Rm	900-1300
Si	0,27	Sn		HB	217
P	0,03	Sb			
S	0,03	Pe			
Pb					

Слика 3.19. Карактеристике материјала

Избор додатка за обраду у овој операцији није потребан јер је припремак шипкасти материјал у коме није претходно израђен отвор, а квалитет тржене површине може да се оствари обрадом бушења.

У натавку пројекта вршимо избор алата потребних за израду задатог отвора, а основу тражених димензија отвора. Прво бирамо забушивач (слика 3.20), затим бургију за бушење (слика 3.21) и на крају бргију за разбушивање (слика3.22).

redni broj	2	Uvećaj sliku		slika		
Standard	JUS K.D3.062					
tip дршке	cilindrica					
tip алата	zabušivac					
Opis	oblik B, 60/120, desnorezni					

Nazivni prečnik d1 [mm]	d2 h9 [mm]	l1 [mm]	l [mm]	d3 k12 [mm]	Morze konus [mm]	z [mm]
2,5	10	3,1	56	5,3	0	0
3,15	11,2	3,9	60	6,7	0	0
4	14	5	67	8,5	0	0
5	18	6,3	75	10,6	0	0

Record: 7 of 11

Слика 3.20. Избор забушивача

redni broj

Standard

tip drške

tip alata

Opis

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]
8.5		75	156		1	
8.8		81	162		1	
9.2		81	162		1	

Record: 14 of 25 of 141

Слика 3.21. Изборг бургије за бушење

redni broj

Standard

tip drške

tip alata

Opis

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]
41		205	354		4	
42		205	354		4	
42,5		205	354		4	
43		210	359		4	

Record: 96 of 141

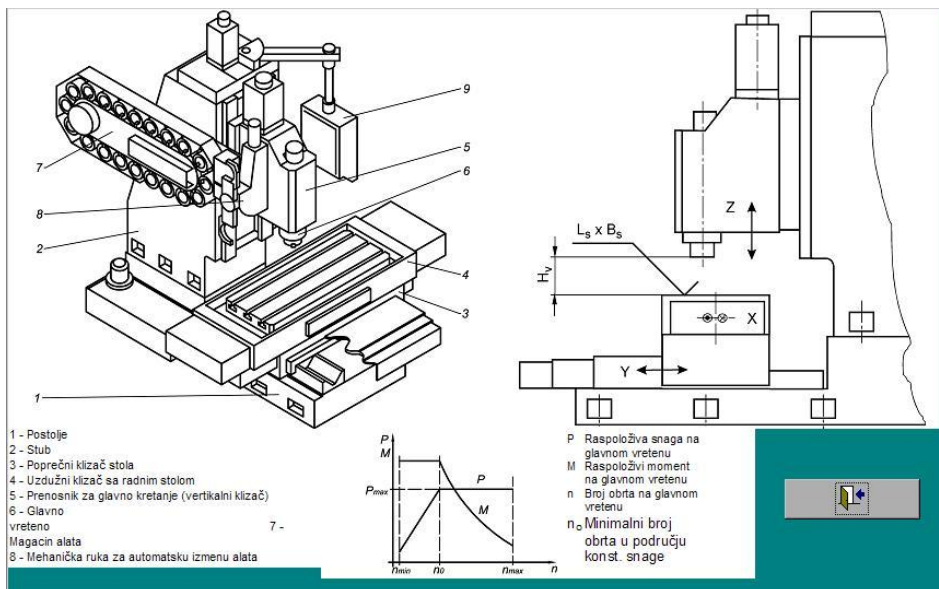
Слика 3.22. Изборг бургије за разбушивање

Након избора алата вршимо одабир машине на којој ћемо изврсити потребне захвате. Масину бирамо на основу врсте обраде као и на основу димензија припремака. Због немогућности одабира Радијалне бушилице у програму **Rezanje**, као алтернативну машину за израду овог отвора усвојили смо Вертикалну бушилицу глодалицу. На слици 3.23 су приказане карактеристике машине, док је на слици 3.24 приказана шема одабране машине.

MODEL	EV-50	Prihvata alata prema	BT	Br alata u magacinu	24
PROIZVOĐAČ	NIGATA	Naz veličina drške alata	50	Max prečnik alata	100/200
POREKLO	J	Brzine pomoćnih kret.	1 - 4000	Max dužina alata	300
Dužina hoda X ose	1050	Brzina brzog hoda	12	Gabariti mašine LxBxH	3,7 x 3,4 x 2,8
Dužina hoda Y ose	520	Max vučna sila X Y	1000	Masa mašine	6800
Dužina hoda Z ose	500	Max vučna sila Z	1000		
HV min	200	Radni sto paleta LxBxH	1500 x 530		
NU ose mašine	X, Y, Z	Nosivost stola	1000		
Broj upravljanih osa	3	Tip palete	-		
Pmax glavnog kretanja	7.5	Broj paleta	-		
Oblast reg br obrta GV	25 - 3500	Tip magacina alata	lanac		
nmin pri P=Pmax	180				

Schema OC
tipa VBC

Слика 3.23. Карактеристике одабране машине



Слика 3.24. Шема одабране Вертикалне бушилице глоданице

Када смо извршили избор алата и машине за израду отвора $\varnothing 42$, прелазимо на одређивање параметаре режима обраде за већ наведене захвате бушења и разушивања. Прво ћемо одредити режиме обраде за захват бушења отвора $\varnothing 9$ (слика 3.25), а након тога режиме обраде за захват разбушивања претходно израшеног отвора $\varnothing 9$ на жељени пречник отвора $\varnothing 42$ (слика 3.26).

Materijal	<input type="text" value="Č.3830"/>	Tvrdoca	<input type="text" value="225"/>
Prečnik bušenja	<input type="text" value="9"/>	Dubina bušenja	<input type="text" value="170"/>
Brzina rezanja	<input type="text" value="16"/>	Korak	<input type="text" value="0.129"/>
Preporučeni mat. alata	<input type="text" value="S2 S3"/>	Korekcija koraka	<input type="text" value="0.88"/>
Korekcija brzine	<input type="text" value="0.6"/>	Broj obrta	<input type="text" value="339.70"/>
Korigovan korak	<input type="text" value="0.114"/>	Stand. broj obrta	<input type="text" value="339.70"/>
Stand. za br obrta	<input type="text" value="0"/>	Stand. korak	<input type="text" value="0.11"/>
Stand za korak	<input type="text" value="0"/>	Glavno vreme	<input type="text" value="4.54946878261568"/>

Слика 3.25. Режији обраде за захват бушења отвора $\varnothing 9$

Materijal	<input type="text" value="Č.3830"/>	Tvrdoca	<input type="text" value="225"/>
Prečnik bušenja	<input type="text" value="42"/>	Dubina bušenja	<input type="text" value="170"/>
Brzina rezanja	<input type="text" value="16"/>	Korak	<input type="text" value="0.409"/>
Preporučeni mat. alata	<input type="text" value="S2 S3"/>	Korekcija koraka	<input type="text" value="0.88"/>
Korekcija brzine	<input type="text" value="0.845"/>	Broj obrta	<input type="text" value="102.52"/>
Korigovan korak	<input type="text" value="0.36"/>	Stand. broj obrta	<input type="text" value="102.50"/>
Stand. za br obrta	<input type="text" value="0"/>	Stand. korak	<input type="text" value="0.36"/>
Stand za korak	<input type="text" value="0"/>	Glavno vreme	<input type="text" value="4.6070460704607"/>

Слика 3.26. Режији обраде за захват разбушиваа отвора на $\varnothing 42$

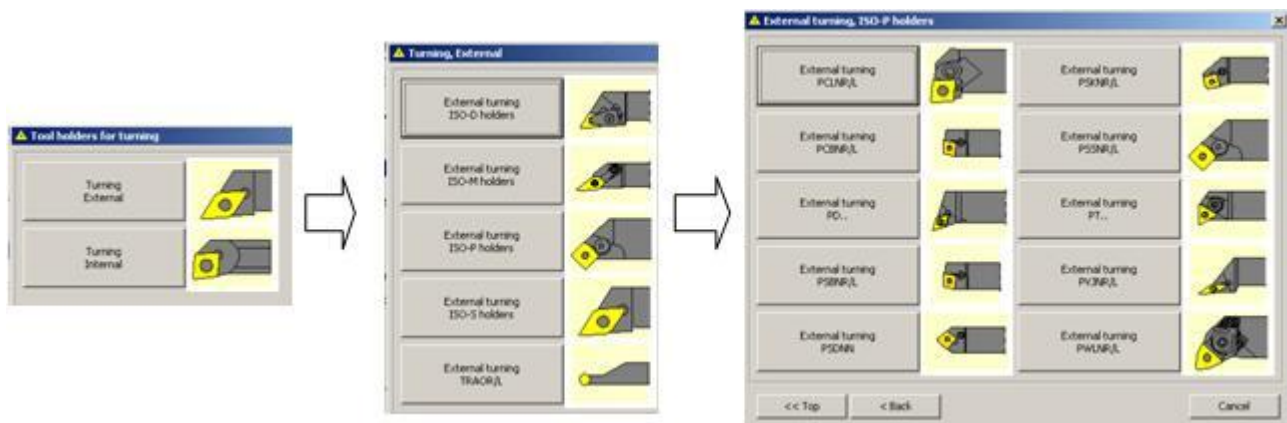
3.4. Примена SeoCut

Модул овог софтвера који се односи на обраду стругањем, за улазне податке: материјала обратка, почетног пречника обраде, укупне дубине резања и избора алата као и за држач алата и резне плочице генерише излазне податке у виду режима обраде, корака, дебљине струготине, брзине резања, броја обртаја и потребне снаге.

3.4.1. Захват уздужне грубе обраде

На примеру захвата уздужне грубе обраде дефинисаног за репрезентативни део разматраће се могућности овог програмског пакета. У питању је уздужна груба обрада стругањем на пречник $D=\varnothing 106$ [mm] дужине $L=90$ [mm], са избором параметара за захват уздужне грубе обраде стругањем применом Seco cut софтвера.

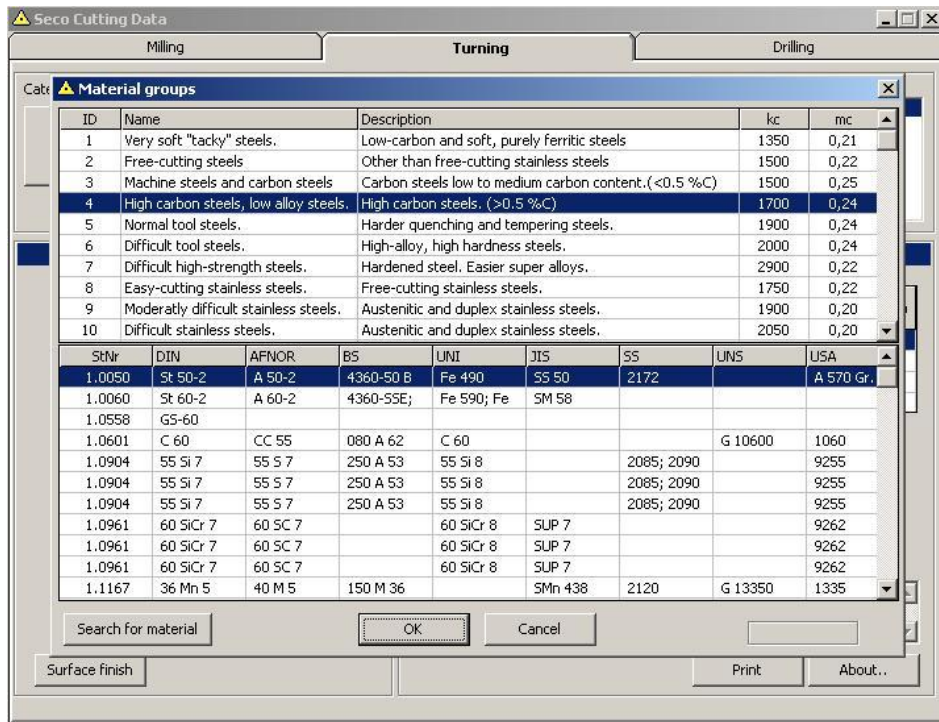
3.4.2. Избор алата



Слика 3.27. Избор алата

После избора модула за стругање потребно је унети улазне параметре за обраду и ово се обавља у три корака као на слици 3.27. При избору алата нуде се опције спољашњег и унутрашњег стругања након изабране врсте стругања врши се избор држача плочице и на крају се бира сама резна плочица. За овај захват уздужног стругања изабран је држач плочице PCLNR-12 са резном плочицом CNMA120408.

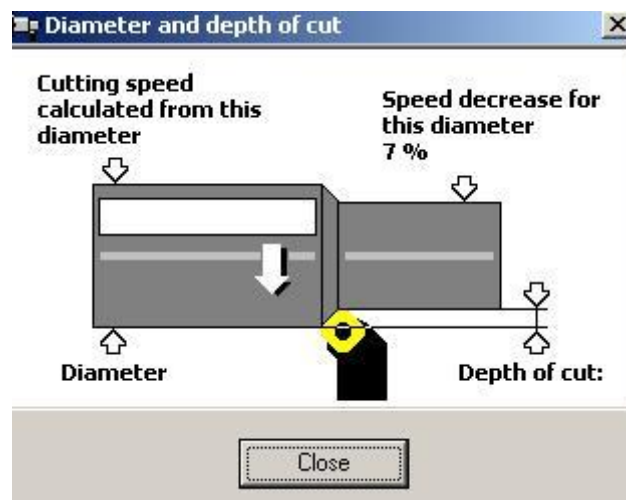
3.4.3. Избор материјала



Слика 3.28. Избор материјала

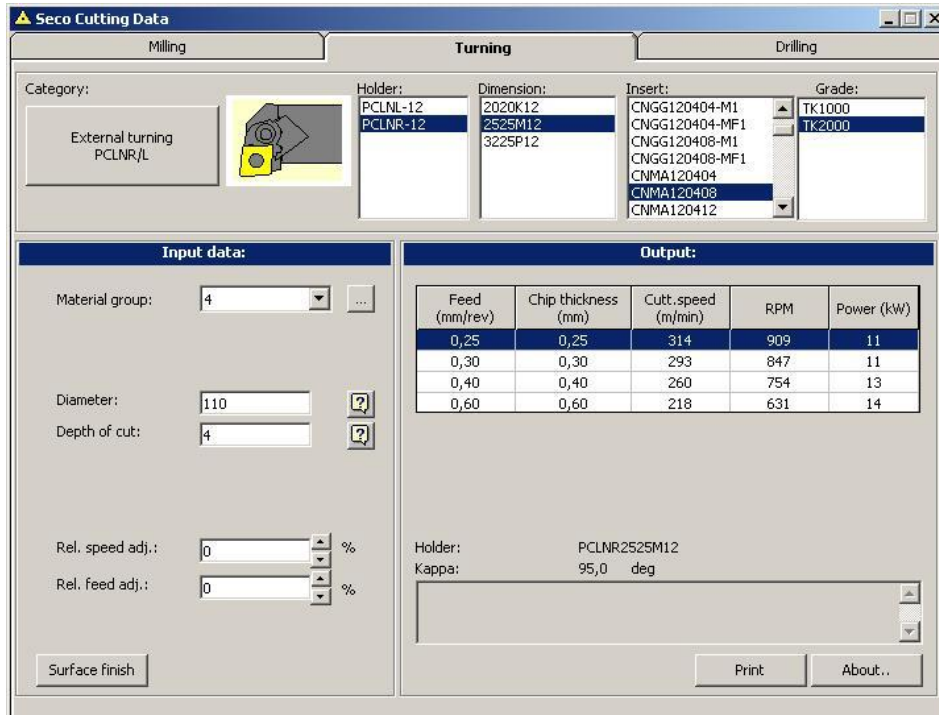
После алата намеће се избор материјала као неизоставни параметар дефинисања режима обраде. При избору материјала у овом софтверу материјали су распоређени у групе материјала од 1 до 22. Када одаберемо групу материјала у доњем делу прозора нам се нуди бољи увид и могућност прецизног избора материјала. Материјали су означени по различитим стандардима: DIN, UNS, USA и др. Због усаглашавања са JUS стандардом за одабрани материјал коришћен је приручник Технологија обраде резањем тако да је за изабрани материјал \dot{C} . 3830 одговарао ознаци 42MnV7 по DIN17006 стандарду.

После избора алата и материјала потребно је дефинисати пречник на коме се почиње обрада ($D = \varnothing 106$) као и дубину резања ($a = 4[\text{mm}]$). Графичким приказом ових величина се кориснику додатно олакшава рад у овом софтверу (слика 3.29).



Слика 3.29. Графички приказ параметара који се дефинишу при стругању

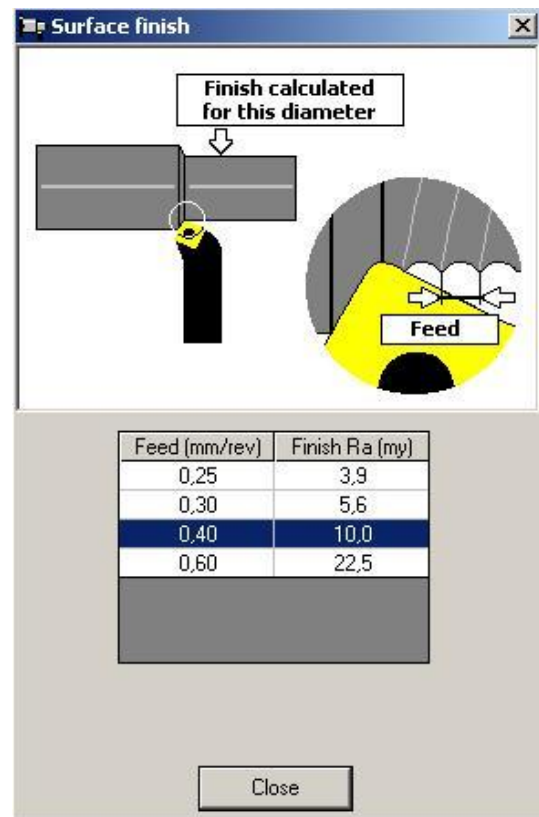
Након дефинисања свих потребних параметара софтвер генерише неколико варијанти режима обраде слика3.30.



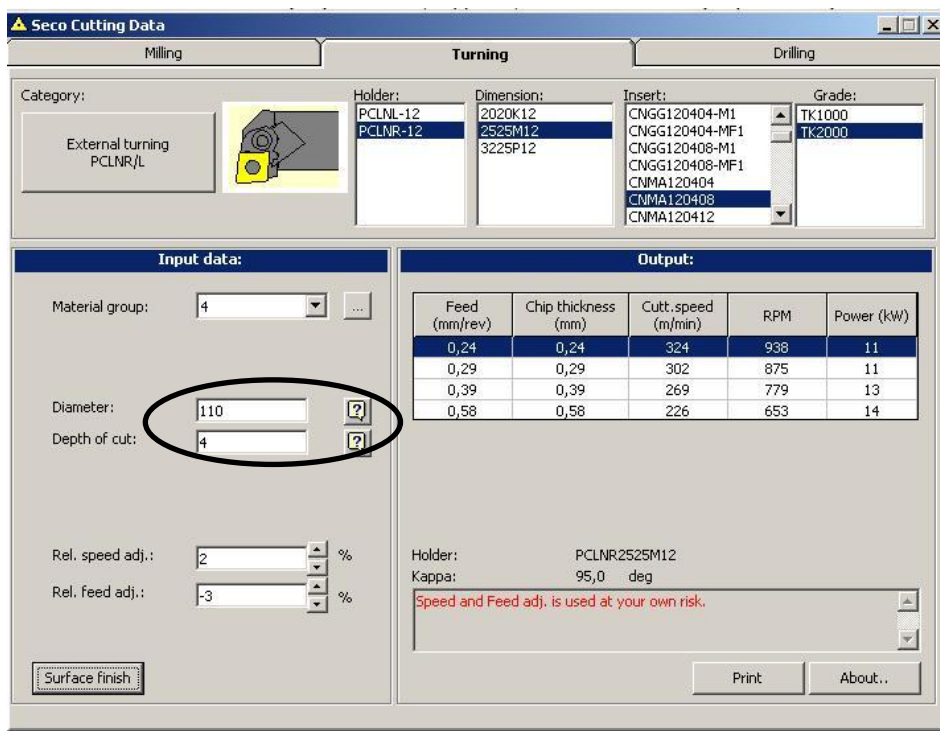
Слика 3.30. Режији обраде за разматрани захват на основу унетих улазних параметара

Као резултат претходног поступка добијамо предлоге режима обраде у четири варијанте и свака од њих садржи: брзину помоћног кретања [mm/o] (feed), дебљину струготине [mm] (chip tichness), брзину резања [m/min] (cutting speed), број обртаја [o/min] (RPM), потребну снагу [kW] (power). Коначан избор једног од понуђених режима обраде вршимо на основу квалитета обрађене површине што је у овом случају N9 односно за номиналну меру $\varnothing 106$ [mm] $Ra=6.3$ [μm]. Прозор који показује зависност квалитета обрађене површине у односу на избор једног од понуђених режима дат је на слици 3.31.

Поред већ наведених функција и опција овог софтвера постоји још и опција за кориговање предложених режима обраде у виду процентуалног повећавања или смањивања брзине и корака слика 3.32.

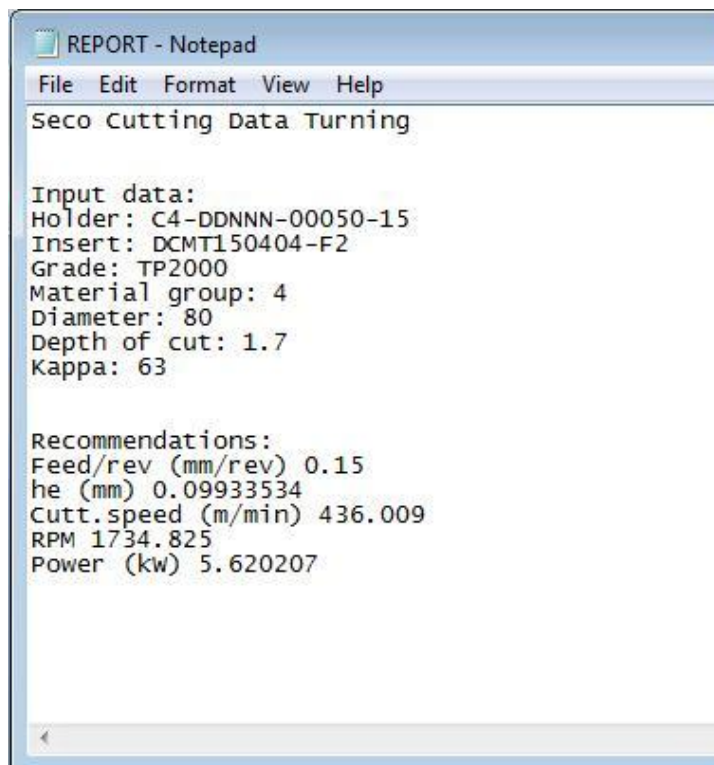


Слика 3.31. Зависност избора режима у односу на квалитет обрађене површине



Слика 3.32. Приказ корекције изабраних параметара обраде

Излазни извештај из овог софтвера је прилично лош у дизајнерском смислу с'обзиром да је је у облику .txt датотеке али је са аспекта функционалности задовољавајући јер садржи све оне излазне податке које можемо да очекујемо познавајући сам софтвер. Још једна замерка се састоји у томе да се сам извештај не појављује на екрану него се смешта у инсталациони директоријум те га је потребно накнадно тражити на рачунару (слика 3.33).



Слика 3.33. Излазни извештај из софтвера SecoCut

4. Закључак

Студенти су се радећи овај пројектни задатак првенствено упознали са расположивим САРР програмским пакетима са којима су имали прилику да пројектују технолошки процес за формирану фамилију делова, коју су саму дефинисали од задатих делова. Током рада са овим програмским пакетима стекао се утисак да се доста брже добијају резултати у односу на класичан извор информација - претрагом техничких приручника за жељеним податком.

Сваки од коришћених програмских пакета је покривао једну од проблематичних области САРР домена: дефинисање фамилије делова, одређивање технолошких појединости самог дела као и самих технолошких процеса који би га створили, те пројектовање производног времена за задате алате, материјал као и параметре обраде. После завршетка рада са овим програмима поставило се питање могућности њихове интеграције у један озбиљан, употребљив и кориснички-оријентисан програмски пакет.

Већина ових програма се заснивала да коришћењу апликације која је оперисала над некаквом базом података, било да је она већ била направљена, што је био ређи случај, или се од самог корисника очекивало да се она попуни. Примедбу везану за корисничко попуњавање базе података над којом би се радило се огледа у непостојању адекватног и ефикасног подмодула, или чак засебног програма чија би функција била брзо и ефикасно попуњавање базе података у питању. Једно од могућих решења огледало би се у анализи направљених програмских пакета и редефинисању самих база података како би се интегрисале у јединствену базу података технолошких процеса. Разуме се да је на почетку, пре настанка ових програмских пакета такав приступ био тешко остварив због своје комплексне, имплицитне и интерферентне природе, али пошто је први корак учињен - већ постоје програми који су обрадили области САРР проблематике - срушена је прва (и можда највећа) препрека ка пројектовању интегрисаног САРР система.

Даље разматрање непостојања адекватног система за формирање базе потребних података указало би на могућност дефинисања и пројектовања система за брзо попуњавање како нове базе података, тако и самих поља за унос података у самим програмима. Овој проблематици би се могло прићи развојем, дефинисањем и усвајањем стандарда за унос познатих података и параметара дела за који се пројектује технолошки процес. На овај начин би се могла поново искористити идеја из САД домена где већ постоје дефинисани стандарди. Са тако дефинисаним стандарним улазом могуће је много брже изградити апликације које треба да генеришу технолошке процесе за разматрани део, делове или читаве фамилије делова. Као један од приступа за развој ове идеје могао би да буде процес параметризације пројектованог 3D (или 2D) САД модела (параметарско пројектовање) у оптимизовани формат података који би представљао улаз у нови, интегрисани САРР систем.

За већину коришћених програма је карактеристично одсуство кориснички настројеног окружења (user-friendly interface), што се и не може узети као права замерка с'обзиром да су саме програме пројектовали машински инжењери којима није у опису посла, нити имају вештине везане за дизајн и пројектовање радног окружења у компјутерским програмима, али је могуће указати на пропусте везане за одсуство модула за помоћ (Help) који је стандард за све озбиљније апликације какве претендују да буду ови програми. Осим недостатка помоћи, можда већи проблем може створити недостатак корисних информација (тзв. tooltip-ова) без којих би се само сам аутор апликације могао кретати кроз апликацију или је користити са задовољавајућом ефикасношћу. Све ово наводи да је за израду комплетног и квалитетног програмског САРР система потребна сарадња између машинских и информатичких инжењера. Уколико би се задржало на коришћењу засебних апликација које решавају само део проблема, онда би и сами машински инжењери могли да дизајнирају кориснички интерфејс који би испуњавао макар минимум данашњих стандарда. Ово све упућује на

могућност да машински инжењери који се баве овом проблематиком нису имали одговарајуће курсеве где би научили потребне вештине за решавање овог типа проблема.

Студенти су, радом на пројекту и коришћењем описаних програмских пакета, стекли утисак да је веома тешко смањити па чак и избацити људско одлучивање приликом дефинисања технолошких операција и процеса, тј. решавања проблема у оквиру CAPP домена. Биће потребно развити уистину нов концепт машинске интелигенције уколико се тежи решавању проблема губљења информатичког садржаја преносом из CAD у CAPP домен. Сама машинска интелигенција можда никад ни неће бити довољна за проналажење једног од решења у мору могућности алтернативних технолошких процеса. Али то не значи да треба одустати од циља.

5. Литература

[1] Бабић, Б., *Пројектовање технолошких процеса*, Универзитет у Београду -Машински факултет, Београд, 1999.

[2] Бабић, Б., *Flexu – интелигентни експерт систем за пројектовање ФТС*, Серија монографских дела Интелигентни технолошки системи (Уредник серије: Проф. др Владимир Милачић), Књига 5, Универзитет у Београду -Машински факултет, Београд, 2003.

[3] Бабић, Б., Предавања на предмету Интелигентни технолошки системи (ПРО220-0131), Универзитет у Београду -Машински факултет, Београд, 2009.

[4] Бојовић, Б., Вежбе на предмету Интелигентни технолошки системи (ПРО220-0131), Универзитет у Београду -Машински факултет, Београд, 2009.

[5] Калајџић, М., Тановић, Љ., Бабић, Б., Главоњић, М., Миљковић, З., и др., *Технологија обраде резањем - Приручник*, Универзитет у Београду -Машински факултет, Београд, 2006.

6. Прилози

У прилогу А на папиру формата А3 дат је радионички цртеж представника групе делова.