

До  
Наставно-научниот совет  
на Машински факултет  
Скопје

## П Р И Ј А В А

Од Зоран Спироски, магистер по машински науки, вработен во ПОЛИ-МЗТ,  
со адреса АВНОЈ 80-1/19, Скопје.

Врз основа на одредбите од Законот за високо образование и Правилникот за стекнување на докторат на науки, ја поднесувам следната пријава за изработка на докторска дисертација со предлог работен наслов:

### **”ЕКСПЕРТСКИ СИСТЕМ ЗА ПОДГОТОВКА НА ПОНУДА ЗА АЛАТИ ЗА ПОЛИМЕРНИ МАТЕРИЈАЛИ”**

Го молам Наставно-научниот совет да ја разгледа пријавата и да ми одобри изработка на предложената докторска дисертација.

За ментор го предлагам проф. д-р. Атанас Кочов.

Во прилог на пријавата доставувам:

1. Образложение на предлог темата на докторската дисертација.
2. Литература
3. Преглед на објавени трудови
4. Кратка биографија
5. Изјава дека предложената тема не е пријавена на друг универзитет во земјава или во странство.
6. Изјава за покривање на трошоците
7. Уверение за научен степен магистер по машински науки
8. Уверение за државјанство

Со почит

Скопје 11.09.2009

Подносител на пријавата

М-р. Зоран Спироски

# ОБРАЗЛОЖЕНИЕ И ПРЕДЛОГ ТЕМА ЗА ДОКТОРСКА ДЕСЕРТАЦИЈА

## РАБОТЕН НАСЛОВ:

### **”ЕКСПЕРТСКИ СИСТЕМ ЗА ПОДГОТОВКА НА ПОНУДА ЗА АЛАТИ ЗА ПОЛИМЕРНИ МАТЕРИЈАЛИ”**

## **1. ПРЕДМЕТ И ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО**

### **1.1 Вовед**

Во денешно време производите добиени со вбризгување на полимерен материјал се со многу сложени облици и со високи барања за квалитет. Од друга страна, се бара пократок рок за испорака и пониска цена на производот. Значи, пред конструкторите на отпесоци и алати, алатничри и преработувачи се поставуваат се посложени барања. Најнапред се очекува скратување на времето за развој и изработка на калапот, се очекува повисок квалитет со пониска цена, се јавува потреба за развој на отпесоци со екстремни дебелини. Истовремено, се развиваат и успешно се применуваат се понапредни процеси на инјекционо вбризгување, се развиваат нови полимерни материјали. Затоа и самиот пристап во развојот на алатите многу се разликува од досегашниот што во принцип најмногу се базираше на искуството и претпоставките на конструкторот. Ова наложува методски сосема нов пристап во развојот, како на деловите изработени од некој полимер, така и на калапите за нивно инјекционо вбризгување.

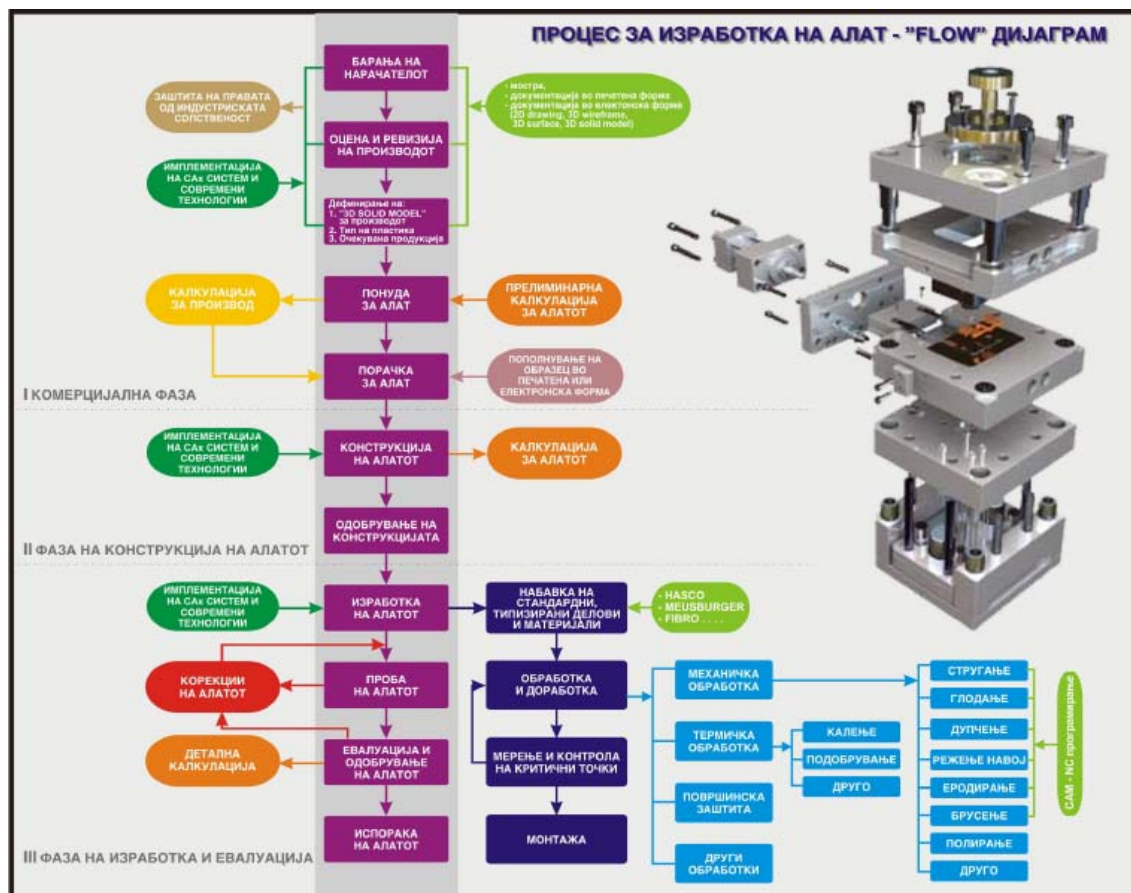
Процесот на создавање на алат е доста комплексен и вклучува голем број активности. Во него учествуваат повеќе субјекти, како цели одделенија, така и групи и поединци. Се донесуваат голем број одлуки. Иако се работи за производство на еден склоп (алат), сепак процесот мора да помине низ сите оние фази низ кои поминува секој производ изработен во серија.

На *Слика 1. Дијаграм на процес за изработка на алат* е прикажан процесот на создавање на еден алат и тоа од првиот контакт и барањата на нарачателот, па се до испораката на алатот. Концептуално е поделен на три фази:

- комерцијална фаза,
- фаза на конструкција,
- фаза на изработка и евалуација на алатот.

Секоја фаза е важна и има одредени специфичности. Во комерцијалната фаза важно е да се донесе правилна одлука за цената и времето за испорака на алатот, односно да се даде добра (квалитетна) понуда. Не е потребно посебно да нагласуваме што значи лоша понуда и какви последици може да има за фирмата лошото предвидување. Секако дека со употреба на современите технологии многу се олеснува задачата во фазата на давање понуда. За таа цел потребно е претходно да се дефинираат три елементи:

- дефинирање на 3D моделот на делот за кој се прави алатот,
- дефинирање на материјалот на делот,
- очекувана продукција, во одреден временски период или вкупна.



Слика 1. Дијаграм на процес за изработка на алати

Порачувачот може да достави модел, примерок или документација во печатена или во електронска форма (2D Drawing, 3D Wireframe, 3D Surface или 3D Solid Model). За да можеме да ги примениме современите технологии (CAD/CAM/CAE/PDM, RE, RP и RT) најважно е на почетокот да го дефинираме "3D Solid Model" на делот во некој CAD софтвер. Денес на пазарот постојат голем број добри CAD софтвери, така што сега проблемот практично се сведува на нивниот избор.

Доколку имаме примерок од бараниот дел, а посебно кога тој е со сложена форма, изработката на "3D Solid Model" може да вклучи употреба на Reverse Engineering технологијата. Ова значи дека делот треба да се скенира со 3D скенер и преку одредена процедура се добива 3D моделот на производот.

За да имаме физичка претстава на моделираниот производ, може да ја употребиме Rapid Prototyping технологијата, односно со 3D принтер да го создадеме

моделот во вистинска големина или пропорционално зголемен за некоја вредност. Моделот може да се изработи монохроматски или во боја.

Со дефинирањето на "3D Solid Model", материјалот и типот на пластика, се овозможува употреба на CAE анализи заради изведување на разни јакостни пресметки и димензионирање на одредени функционални мерки на делот. Исто така, CAE анализата може да опфати одредување на разни технолошки параметри на процесот на инјекционото вбризување - Mold Flow анализа.

Следна фаза е одредувањето на концептот на алатот, како на пример, бројот на гнезда, линијата на делење, системот за бризгање, системот за темперирање и сл. Исто така, се дефинира и употребата на поедини специфични елементи, како на пример, коси клинови, систем за автоматско одвртување, топли гнезда или др. Располагањето со овие информации овозможува да преминеме кон конструкцијата на алатот. Времето потребно за конструкција со употребата на CAD софтвер е многукратно помало во однос на класичниот приод. Користењето на еден ваков систем ни овозможува интеграција на стандардни и типизирани модули на производители како HASCO, MEUSBURGER, DME и други. Значи дека за кратко време ќе располагаме со бројот и обликот на потребните позиции на алатот односно ќе можеме да ја дефинираме конструктивната составница. Ова ни овозможува брзо да реагираме на пазарот и да дадеме квалитетна понуда.

CAM технологијата ни овозможува поедноставување на технолошката подготовка и на непосредната машинска обработка на операциите стругање, глодање, еродирање со жица и др. Ова посебно доаѓа до израз при обработка на делови со сложени форми. CAM софтверите ни овозможуваат многу брзо и точно да го одредиме времето потребно за непосредна машинска обработка што, исто така, е многу важно во фазата на донесување на понуда.

## **1.2 Калкулација и понуда за алат**

Употребата на претходно наведеното ни овозможува да располагаме со голем број информации во врска со алатот и неговите технички спецификации уште пред да почнеме да го изработуваме. Секако дека ова значи поквалитетен приод во донесувањето на одлуките во секоја од фазите прикажани на дијаграмот на сликата. На крајот, имплементацијата на наведените технологии резултира со намалување на времето, односно рокот за испорака на алатот, што е многу важно за позициите на фирмата на пазарот. Друг фактор е намалување на трошоците за изработка, а со самото тоа можноста за зголемување на профитот. Важно е да се нагласи дека тоа се должи на употребата на новите технологии, а не на зголемување на цената на алатот. На крајот, сето ова значи зголемување на квалитетот гледан од сите аспекти. Самото изведување на целиот процес резултира со помалку грешки и помалку непредвидени работи, односно оптимално изведување на сите активности наведени на дијаграмот на сликата. На крајот таквиот пристап резултира со зголемен квалитет на алатот.

Машините, опремата како и софтверските алатки за конструкција и изработка на алати се во постојан развој. Секојдневно произлегуваат многу иновации во врска со машинската обработка (глодање, стругање, еродирање и сл.), како и во врска со CAD/CAM/CAE софтверите. Одредувањето на цената на

алатот не е толку иновативен процес. Истиот се базира на претходно стекнато искуство, најчесто несистематизирано, а производителите на алати во принцип “ја погодуваат” цената на алатот. Одредени истражувања покажуваат дека околу 75% од производителите го користат овој начин на пресметка, а ова неизбежно доведува до големи разлики во цените за алатите.

Купувачите на алатот, од друга страна, имаат низа од барања и очекувања кои често не ги доставуваат на време и мора повторно да се земат предвид при калкулацијата. Ова резултира голем број високо образувани професионалци 80% до 90% од своето работно време да употребат за изработка на калкулација за проект што можеби никогаш нема да се реализира. Значи, само еден мал дел од понудите резултираат со порачка. Од друга страна, секоја калкулација мора да биде детална за фирмата да биде конкурентна на пазарот. Разликата во калкулацијата, при исти услови може да варира и до 100%.

Најчести проблеми при одредувањето на цената на алатот се:

- секогаш на располагање имаме малку време за да ја изработиме понудата со задоволителна точност,
- за изработка на алатот секогаш на располагање ни се повеќе можности, соодветно на тоа и повеќе конструктивни решенија,
- калкулацијата често се базира на понуда за сличен алат која речиси секогаш е без рекалкулација (откако сме го направиле алатот)
- сите барања на купувачот често не се земени предвид,
- доколку некои елементи не ни се јасни или доволно дефинирани, произволно ја оптоваруваме цената за тие елементи.

Од претходно изнесеното можеме да заклучиме дека се наложува систематски брз и постојан пристап при калкулацијата на алатот. Компјутерски потпомогнатата изработка на калкулацијата секако може да биде добар начин за решавањето на овие проблеми. Предностите на примена на еден ваков систем би биле:

- резултатите нема да зависат од факторот “човек”, односно од искуството на лицето што ја прави калкулацијата,
- резултатите од калкулацијата ќе бидат разбирливи и достапни за сите,
- ништо нема да биде “заборавено”,
- чекорите во еден ваков систем би се користеле не само за пресметка на вкупните трошоци, туку и за намалување на истите.

### **1.3. Методи за калкулација**

Во принцип постојат четири методи за калкулација и креирање понуда во индустријата за производство на алати, во насока за одредување на времето и цената за изработка на алатот [26].

Првиот метод е познат како *инџуиџивен метод на џроценка* и во целост е базиран на личното искуство. За примената на овој метод потребно е големо искуство и познавање на како на процесот на на конструкција така и на изработка на алатите. Реалните податоци што може да ги процени еден ваков експерт може да варираат во граница од  $\pm 50\%$ .

Вториот метод е методот на *аналоџна џроценка*. Во овој случај се уипотребуваат податоци за времиња и цени од претходни случаи, генерирани од претходната продукција на алати. Во однос на претходниот, овој метод е многу понадежен и попрецизен, доколку се темели на голема база на претходни случаи. Истовремено, експертот за калкулации потребно е да има големо искуство во претходно конструирање и производство на алати, иако на располагање му се современите компјутерски софтверски алатки. За овој метод потребно е да располагаме со голема база на податоци, било во форма на хартија или компјутерска. За ефикасно користење на претходно направените документи за алати, тие мора да бидат класифицирани и одржувани на високо ниво. Овој метод не може да се примени во случаи на релативно нов тип на алати, чија проценка се вклопува во значително помало минато искуство. Точноста (прецизноста) на аналогниот метод на проценка може вообичаено да достигне  $\pm 35\%$  [26].

Третиот метод е наречен метод на *џараметџарска џроценка* и користи некои селектирани параметри за конструкцијата на производот, во поголема мерка непоходни за производството на алатот и преку соодветни функции се пресметуваат основните времиња и трошоци. Најчесто се користат вкупната производна маса или габаритните димензии, но има и многу покомплицирани и пософистицирани форми и пресметковни методи во праксата без значителна корист во точноста (прецизноста) на проценката. Овој метод е применлив само за груби пресметки. [26],[27].

Четвртиот метод е метод на *аналиџичка џроценка*. Во овој случај објектот е поделен на делови и методот ги утврдува трошоците и времето делумно за овие симплифицирани компоненти. За користење на ова апликација корисникот треба да има големо познавање од конструирањето на алати и технологиите за обработка, со цел да ги идентификува основните карактеристики и граници на компонентите (деловите). Примената на овој метод, иако бара релативно повеќе време, сепак со специјални вештини и огромно искуство, експерт може да постигне ниво на проценка  $\pm 5\%$  општо, додека почетник може да достигне  $\pm 15\%$  [26].

Квалитетот на проценката зависи од искуството и познавањата на корисникот во случај на некој од методите. Истовремено, прецизноста на проценката во сите случаи е зависна и од некои непознати вештини и фактори.

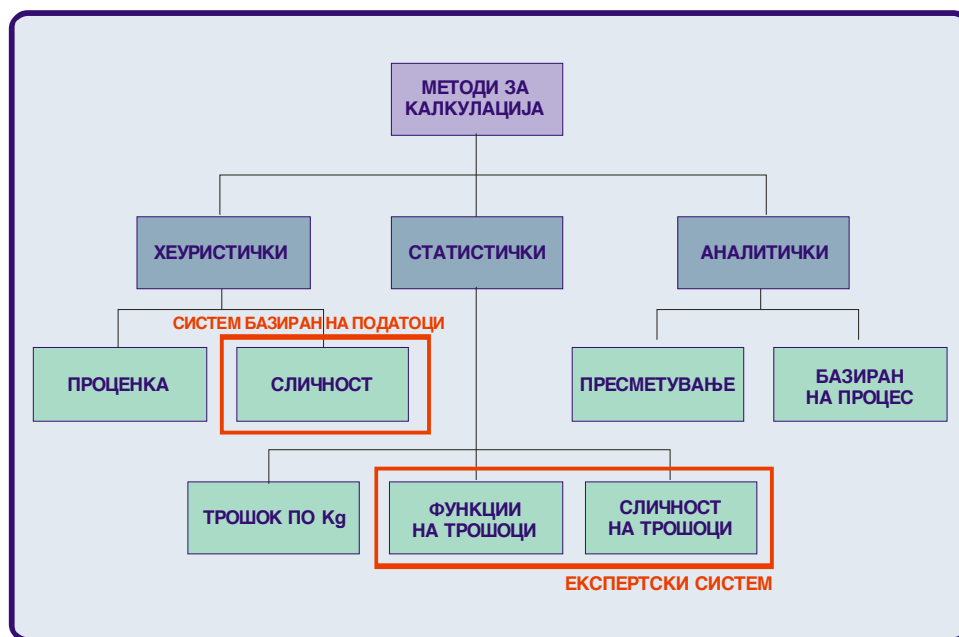
Во табелата 1 прикажани се предностите и недостатоците на методите за проценка во однос на трошоците. Врз база на овие вредности можеме да ја одредиме листата на барања на идеален систем за процена: мора да биде лесен за користење, мора да бара кратко време за процесирање, да биде извор на точни (прецизни) резултати во поглед на тековно и активно конструктивно и призвоодно опкружување, а резултатите не смеат да бидат зависни од искуството на корисникот.

МЕТОД	ПРЕДНОСТИ	НЕДОСТАТОЦИ
<i>Империјивен</i>	- Брз - Лесен за употреба	- Базиран на искуство, - Непрецизен, - Неконзистентен
<i>Аналоген</i>	- Ориентиран кон околината	- Бара време - Огромна база на податоци
<i>Параметриски</i>	- Брз - Едноставен	- Непрецизен - Хеуристички
<i>Аналистички</i>	- Прецизен	- Бара време - Заснован на искуство - Софистициран

Табела 1. Методи за калкулација на алати

#### 1.4. Системи за калкулација за алати за инјекционно вбригување

Методите за калкулација се поделени во три групи: хеуристички, статистички и аналитички. Прикажани се на Слика 2. Методи за калкулација на алати [41].



Слика 2. Методи за калкулација на алати

Препознаваме два приода во одредувањето на калкулативната цена на алатот

- систем базиран на база на податоци
- експертски систем.

Системот базиран на база на податоци [28] вклучува пребарување на базата на поранешни и слични проекти (на делови или алати) и нивното доведување во врска со тековното барање. Овој систем е добар кога се работи за делови со слични облици. За развивањето на еден ваков систем потребно е да се соберат многу податоци, посткалкулации за алатите откако се завршени и базирани се на реални вредности. Овие податоци би требало да се внесат во еден ваков систем по некаков клуч за да можеме од нив да очекуваме некакви резултати и може да биде ефикасен само доколку се точни претходните цени, термини и сл.

Во експертскиот систем [33], [34], искуството од претходните проекти не се употребува директно во одредувањето на цената на новиот алат. Собраните податоци претходно се евалуираат од лицето или компанијата што го развива експертскиот систем, со цел да се дефинираат врските со сличностите во трошоците и функциите на трошоците. Во ваквиот систем корисникот не треба да направи никаква почетна работа, како на пример да внесува податоци, формули и сл. Различните чекори во ланецот на изработка на алатот се предвидени во детали, на пример, глодањето, еродирањето, монтажа и сл. и базирани се на алгоритми неопходни за калкулација на цената на алатот. Со употребата на експертскиот систем калкулацијата за секој алат се прави отпочеток, како за сосем нов алат.

Теоретски возможно е да се употреби еден вака базиран експертски систем и мануелно, без софтверска поддршка. Секако дека компјутерски поддржаниот експертски систем е многу подобро решение. Вака дефинирираниот експертски систем се нарекува *Computer Aided Calculation – CAC* или *Компјутерски поддржана калкулација*. Еден ваков систем ни овозможува добро структурирана и документирана калкулација за кратко време, исклучиво базирана на геометријата и обликот на делот за кој треба да се прави алат.

#### 1. 4. 1. Експертски системи

Под експертски систем подразбираме интелигентен компјутерски програм што користи знаење и постапки на заклучување во процесот на решавањето на проблемот. Проблемите се такви што за нивно решавање е потребен висок степен на стручност и искуство од доменот на кој експертскиот систем му се обраќа. Самиот назив експертски, всушност, потекнува од тоа што овие системи се однесуваат како вистински стручњаци (англ. *expert*) во своите области. Неговата основа ја сочинува посебен софтвер што ги моделира оние елементи на човековиот пристап во решавањето на проблемите за кое се смета дека ја сочинува човековата интелигенција: заклучување, просудување и одлучување врз основа на нецелосни и несигурни информации и толкување на своето однесување [35]. Всушност оваа особина, која покрај обичното решавање на проблемот, овозможува и интерактивно советување за проблемот помеѓу системот и корисникот, претставува карактеристика според која експертските системи се разликуваат од останатите информациски системи.

Целокупниот процес на градење на експертскиот систем се нарекува *инженерство на знаење*. Тоа ги опфаќа методите и постапките за прибирање, компјутерско претставување и меморирање, како и употреба на човековото знаење во решавање на сложени проблеми. Овој процес вклучува посебен вид интеракција помеѓу градителот на експертскиот систем, кого го нарекуваме



инженер на знаење, и едно или повеќе лица експерти во одредена проблемска област за која се гради експертскиот систем.

Всушност, препознаваме четири категории учесници во градењето и употребата на експертскиот систем:

*Експерти*, односно стручњак во некоја област кој поседува и ефикасно го користи стекнатото знаење, ги разбира проблемите и задачите и има големо искуство и вештина. Има способност во некој конкретен проблем што го решава да препознае типска задача. Поседува и некои лични особини како снаодливост, што всушност претставува хеуристичко знаење. Врз база на своето знаење може да препознае најбрз начин за наоѓање на решението, како и правилен пристап за решавање на проблемот, дури и кога располага со некомплетни податоци.

*Инженер на знаење*, лице стручњак за компјутерски науки и вештачка интелигенција, кое знае како се градат експертски системи. Во соработка со експертот прибира знаење, го организира и одлучува како тоа ќе биде претставено во системот и ги пишува програмите, сам или со екипа програмери.

*Корисник* претставува лице кое ќе го користи системот кога ќе биде направен.

*Оператори* односно лица што внесуваат податоци во системот.

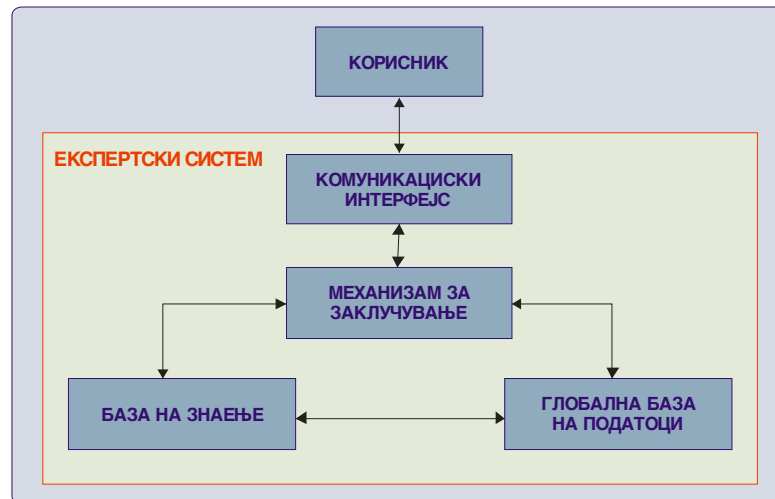
#### **1. 4. 2. Компоненти и својства на експертскиот систем**

Експертскиот систем треба да реализира три главни задачи на инженерството на знаење:

- презентирање и меморирање на големи количини на знаење од проблемската област во компјутер,
- активирање (овозможување) за користењето на знаењето од проблемската област во насока за решавање на проблемот,
- одговори на прашањата на корисникот.

На *Слика 3. Компоненти на експертскиот систем* прикажани се основните компоненти што ги содржи еден експертски систем:

- база на знаење,
- механизам на заклучување,
- комуникациски интерфејс и
- глобална база на податоци.



Слика 3. Компоненти на експертскиот систем

Базата на знаење содржи податоци за кои всушност е и наменет експертскиот систем. Вклучува и факти, релации помеѓу фактите и можни методи за решавање на проблемите во областа на дадената апликација.

Механизмот на заклучување е всушност софтвер што ги средува информациите од базата на знаење и врз основа на тоа изведува заклучоци. Работи така што фактите од базата на знаењето ги комбинира со информациите добиени од корисникот со цел за изведување на специфични заклучоци. Притоа користи контролни стратегии што одлучуваат во кој момент треба да се примени некое од правилата од базата на знаење со нови факти добиени во текот на консултирањето со корисникот. На овој начин се симулира човековото размислување.

Комуникацискиот интерфејс овозможува комуникација помеѓу корисникот, односно лицето што носи одлуки и системот. На корисникот му овозможува да достави информации што системот во текот на работата не успеал да ги добие. Од друга страна, на корисникот му овозможува да за секоја одлука на експертскиот систем побара дополнително објаснување за тоа кои заклучоци го навеле да донесе таква одлука.

Глобалната база на податоци всушност е работна меморија за бележење на моменталниот статус на системот, влезните податоци за одреден проблем и релевантните елементи од дотогашната работа. Ги чува фактите и заклучоците добиени во текот на експертизата. Се разликува од базата на знаење по тоа што содржи информации што се однесуваат исклучиво на тековниот проблем на одлучување.

Основа на секој експертски систем е знаењето акумулирано во процесот на градењето на системот. Него го сочинуваат факти и хеуристика (осет или искуство за решавање на проблемот).

Фактите го сочинуваат главниот дел на податоците за природата на системот, неговите активности и целите што системот ги извршува преку тие активности. Овие податоци можат да бидат расположиви, документирани и верифицирани во доменот на експертскиот систем.

Хеурисџикаџа ја сочинуваат личните правила на расудување и вештината во донесувањето на одлуките што влијаат на промената на состојбата на системот. Слабо е документирана, а ја поседуваат врвни специјалисти кои го покриваат дадениот експертски систем.

Во принцип разликуваме два типа на знаење:

- *Експлицитно знаење*. Дадено е во пишана или во друга преносна форма (книги, списанија и сл.). Ова знаење обично е прифатено како апсолутно точно.
- *Имплицитно знаење*. Претставува хеуристичко знаење градено врз база на искуство, кое во комбинација со претходниот тип на знаење, го прави човекот експерт. Ваквото знаење може да биде достапно и да се пренесува.

Денешните компјутери ги решаваат задачите со логиката на конвенционалните програми, кои во принцип се состојат од два дела:

- *Алгоритам*, одредува како ќе се реши одреден проблем, преку користење на низа од точно дефинирани правила и
- *Податоци*, ги карактеризираат параметрите во конкретниот проблем.

Човечкото знаење не се вклопува во овој модел, а системите базирани на знаење се разликуваат од конвенционалните програми по начинот на организација, начинот на извршување и по ефектот што го создаваат преку интерактивен дијалог. Може да се каже дека главна разлика помеѓу конвенционалните програми и експертските системи е во тоа што првите манипулираат со податоци, а вторите со знаење. Останатите разлики се дадени во табела 2.

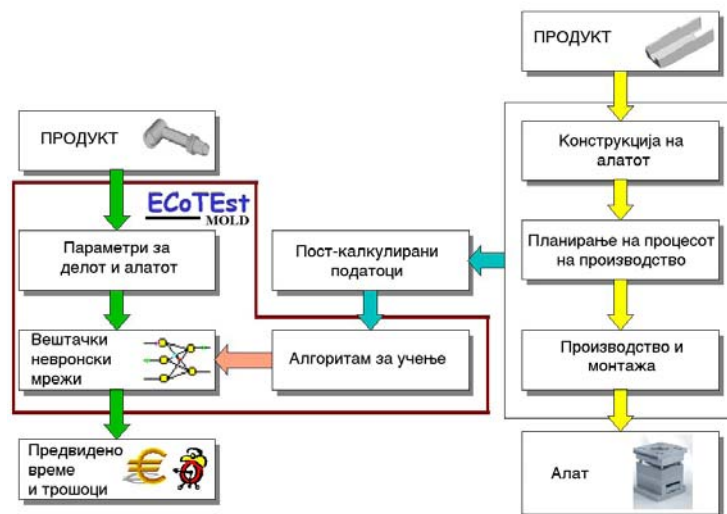
КОНВЕНЦИОНАЛНИ ПРОГРАМИ	ЕКСПЕРТСКИ СИСТЕМИ
Ги претставува и алгоритамски ги користи податоците, процесот го повторува	Го претставува и хеуристички го користи знаењето, користи процес на заклучување
Ефикасно манипулира со големи бази на податоци	Ефикасно манипулира со големи бази на знаење
Знаењето и методите на знаењето на корисникот се измешани	Моделот за решавање на проблемот се јавува како база на знаење, а со неа управува одвоен дел - механизам на заклучување
Знаењето е организирано во две нивоа - база и програм	Знаењето е организирано во барем три нивоа - податоци, база на знаење и механизам на заклучување
Во случај на ново знаење потребно е репрограмирање	Новото знаење се додава без репрограмирање, со проширување на базата на знаење

Табела 2. Компарација помеѓу конвенционалните програми и експертските системи

### 1. 5. Експертски систем за подготовка на понуда за алати за полимерни материјали

Веќе спомнавме дека потребата за брза и прецизна калкулација е неопходна за конкурентен настап на современиот, динамичен пазар. За да се оствари таа цел фирмите треба да обработат огромен број податоци. На пример, една алатница од, среден ранг, која може во текот на една година да произведе 40-50 алати, прави 1000-1200 калкулации. Овој пример укажува дека изработката на калкулацијата и давњето понуда се од стратешка важност за една алтница. Во таа насока развиени се неколку системи за компјутерски поддржан експертски систем за калкулација, а искуствата се различни. Досега не е типизиран или унифициран овој начин на пресметка и изработка на понуда. Секоја фирма што врши калкулација има сопствен приод во одредувањето на цената на алатот. Како што се повеќе ќе се зголемува потребата од брза и попрецизна калкулација, така се повеќе ќе доаѓа до израз развојот на компјутерски подржан систем за калкулација.

Еден таков систем е "ECOTEST/Mould Cost Estimation System" [33]. Базиран е на вештачки невронски мрежи. Овој експертски систем креира врски помеѓу основните елементи на продуктот и го предвидува потребното време и трошоците за алатот. Овозможува да се употребат повторно пост-процесираните податоци за комплексните алати, да се детерминираат скриените врски помеѓу карактеристичните елементи на делот и вкупните трошоци преку независно учење и врски преку вештачките невронски мрежи. "ECOTEST/Mould Cost Estimation System" прикажан е на слика 4.



Слика 4. "ECOTEST/Mould Cost Estimation System"

Друг систем е "Систем за подготовка на понуда за алати за полимерни материјали базиран на знаење, преку табели на одлуки" [34]. Пристапот базиран на знаење подразбира изградба на "Систем базиран на знаење" (анг. Knowledge-Based System - KBS) за донесување одлуки, или во најмала мерка за поддршка при донесувањето одлуки. Ваквиот систем, најчесто во форма на компјутерска програма, мора да содржи структурирано знаење од полето на експертизата.

Знаењето (процедури, стратегии и правила за решавањето на проблемите) е базирано на експерти од соодветната област и е вметнато во алатките на овој KBS систем. Акумулирањето и кодификацијата на знаењето се најважните аспекти на овој систем. Само така тој може да решава проблеми од соодветното поле, употребувајќи го знаењето.

Градењето на експертски системи за подготовка на понуда за алатите за инјекционно вбригување секако дека придонесува за развојот на софтверите наменети за калкулација и одредување на трошоците и времињата. Нивниот број не е така голем, покрај калкулацијата наменети се и за одредување и на други елементи, а калкулацијата не е детално разглобена. Познати софтвери за таа намена се "CalCard Pro Inject" [41], и "CalcMaster" [42].

Се почеста е праксата да се изработуваат "web" базирани алатки за "online" калкулација преку интернет. Во тој случај не сте обврзани да купувате скап софтвер, туку со некаква партиципација за некој временски период или за број на извршени калкулации, можете да направите калкулација за алат. Попознати во софтвери за оваа намена се "MoldCoster" [40], "UFE Mold Cost Estimator" [38] и "Cost Estimator" [43].

Без разлика дали се работи за софтвер или за "web" базирана апликација за калкулација, експертскиот систем има задача да ги генерира излезните параметри врз основа на дефинираните влезни параметри [33]. Еден од најважните чекори во развојот на системот е дефинирањето на влезните и излезните параметри.

Излезните параметри се дефинираат поедноставно, бидејќи се детерминирани врз основа на бараните времиња и трошоци. Во принцип бараните излезни податоци се:

- Вкупните трошоци за проектот
- Материјалните трошоци
- Потребно време и трошоци за конструкција на алатот
- Потребно време и трошоци за подготовката за производство и NC програмирањето
- Потребно време и трошоци групирани по обработка - глодање, стругање, дупчење, еродирање итн
- Потребно време и трошоци за монтажа на алатот

Дефинирањето на влезните параметри е посложен процес затоа што селектираните параметри истовремено мора да задоволат неколку услови. Некои од параметрите се детерминирани врз база на 2D цртежи, 3D или физички модели. Сите основни карактеристики на производот мора да бидат дефинирани такви што понатаму ќе влијаат на структурата на алатот, неговата големина и комплехсност. Концептот на алатот мора да се развива во текот на калкулацијата, вклучувајќи некои од основните карактеристики во пресметката за добивање на валидни резултати. Еден од најважните моменти во селектирањето на параметрите е да имаат чиста структура и да се одбегнува употребата на голем број параметри, односно сведување на нивниот број на оптимум. Врз основа на овие ограничувања влезните параметри би биле следните [33]:

- габаритните димензии на производот,
- масата на производот,
- бројот на гнезда во алатот,
- сложеноста на производот,
- очекуваниот габарит на алатот,
- сложеноста на алатот,
- типот на вливниот систем,
- употребата и сложеноста на страничните клинови и подигнувачи,
- бројот на страничните клинови и подигнувачи,
- бројот на длабоки ребра и отвори што не би можеле да се направат со глодање, односно мора да се добијат со еродирање,
- бројот на површини што мора да се добијат со еродирање,
- квалитетот на површината на производот,
- барањата за термичка обработка на поедини елементи.

Во експертскиот систем препознаваме три групи на параметри. Првите се нумерички вредности, како на пример, габаритните димензии на производот. Втората група на параметри се дефинирани од барањата на алатот, на пример, потребата за термичка обработка или за типот на вливниот систем. Третиот тип на параметри се чисто субјективни, како на пример, сложеноста на алатот и сл. Субјективноста во одлучувањето треба да се ограничи преку употреба на прирачници во кои одредени вредности се илустрирани преку примери.

Создавањето на еден експертски систем за изработка на калкулација и понуда за алат за инјекционо вбригување, односно автоматизирањето на овој процес, навистина е предизвик. Ова се докажува со фактот дека американската компанија “The Protomold Company, Inc” има патентирано еден ваков систем. Се работи за патентот број US 6,836,699 B2 од 28 декември 2004 година со наслов “Автоматска изработка на понуда за алат за инјекционо вбригување и производ од вбригана пластика“ (анг. Automated Quoting of Molds and Molded Parts).

## **2. ФАЗИ И МЕТОДОЛОГИЈА НА РАБОТАТА**

Работата на оваа докторска дисертација ќе се одвива во следниве фази:

1. Следење на изработка на неколку алати (во алатници) од добивање понуда до испорака и споредба на калкулативната цена со реалната. Во оваа фаза би се следел целиот процес на изработка на калкулацијата, базирана на некаков систем на бази на податоци, доколку фирмите го поседуваат. Во спротивно, би се користел тековниот начинот на пресметка, воспоставен во компанијата. Откако алатот ќе биде направен и испорачан, реалните податоци за времињата и трошоците ќе бидат ажурирани и споредени со калкулативните.

2. Во втората фаза би се создал експертски систем за изработка на калкулацијата и понудата. Ова подразбира изработка на компјутерски поддржан експертски систем за калкулација што би работел "off line" или "on line". Понудата би се правела преку внесување на параметри што би ја дефинирале геометријата на делот, податоци за концепцијата на алатот итн. По ова би следела детална калкулација, како за алатот, така и за делот што би се изработувал.

3. Третата фаза би опфаќала мерење на резултатите од употреба на новиот пристап во изработка на калкулацијата. Со помош на експертскиот систем за изработката на калкулацијата би се направиле неколку понуди.

4. Четвртата фаза е компаративна анализа на реално изработени алати за кои е дадена понуда со помош на експертскиот систем, а со тоа би се одредила неговата точност.

Првата и втората фаза не се взаемно поврзани и би можеле да стартуваат едновременно, со што би се скратило времето за изработка на проектот.

Експертскиот систем ќе биде изработен на тој начин што прво ќе се создаде *Базата на знаење*. Ова значи формирање база со податоци за стандардни куќишта (на пример HASCO) со цени, материјали, обработки, потоа база со временски рамки и термини во однос на обработките, монтажата итн. Следен чекор ќе биде создавање на *Механизмот на заклучување*. Ова е секако многу комплексна работа и значи создавање релации помеѓу елементите во базата. На пример, врз основа на габаритните димензии на делот, системот треба да одбере стандардно куќиште за алатот, или доколку производот има отвори нормално поставени на правецот на отворање на алатот системот треба да ни понуди употреба на странични клинови. Се разбира дека комуникацијата помеѓу корисникот и базата ќе биде преку *Комуникацискиот интерфејс* што всушност претставува софтвер што ќе биде изработен специјално за оваа намена.

### **3. ОЧЕКУВАНИ РЕЗУЛТАТИ**

Работата во принцип ќе опфаќа употреба на двата система на калкулација - системот базиран на база на податоци и експертскиот систем. Двата система се проектирани за изработка на брза калкулација за алат. Првиот случај во принцип е посложен за употреба за корисникот. Од него се очекува да пребарува и да врши анализа на претходно стекнати искуства. Вториот систем е поедноставен за употреба и бара внесување само на неколку податоци, а потребните анализи ги врши софтверот. Со самото тоа овој начин се очекува забрзување на процесот на калкулација и изработка на многу подетална понуда.

Изработката и употребата на компјутерски поддржан систем за пресметка би ни овозможил брза и прецизна изработка на калкулацијата. Времето за пресметка би се свело на само неколку часа, а прецизноста би била поголема од 90% и би било вклучено само едно лице. Ова се секако многу важни фактори за една фирма да може да биде конкурентна во современите динамични услови на пазарот.

Новиот пристап за изработка на калкулацијата ќе овозможи приближување на калкулативната со реалната цена за алатот.

## **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Spur, G., Tumis, S., 1987, Rechnerunterstützte; Kalkulation im Werkzeug- und Formenbau, VDI ; Reports Vol. 651.
- [2] Tumis, S., 1988, Entwicklung eines kostenorientierten; Planungssystems für den rechnerintegrierten: Werkzeug- und Formenbau, Munich: Carl Hanser Verlag.
- [3] Tönshoff, H. K., Eger, M., Oelschläger, H., 2003, Lebenszykluskosten in der Angebotskalkulation, wt Werkstattstechnik online 93 (2003), November.
- [4] Bisping, M., 2003, Integrierte Produktstrukturen für den Werkzeugbau, PhD-Thesis, IFW, University of Hanover.
- [5] Tumis, S., 1989, Rechnerunterstützte Angebotserstellung für den Werkzeug- und Formenbau, Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung - Zwf 84 (1989) July.
- [6] Westekemper, M., 2002, Methodik zur Angebotspreisbildung – am Beispiel des Werkzeug und Formenbaus, PhD-Thesis, WZL RWTH Aachen.
- [7] Tönshoff, H. K., Petzold, J., 2002, Mit Erfolg kalkulieren im Werkzeug- und Formenbau, wt Werkstattstechnik online 92 (2002), November/December.
- [8] Koruna, S., 2003, Technology Transfer – an Action and Technology Perspective, in: Tschirky, H. et al. (editors) Technology and Innovation Management on the Move, Zurich: Industrielle Organisation.
- [9] Bukowitz, W. R., Williams, R. L., 1999, The Knowledge Management Field Book, New York, NY: Financial Times Prentice Hall.
- [10] Amar, A. D., 2001, Managing Knowledge Workers, Unleashing Innovation and Productivity, Westport, CT: Quorum Books.
- [11] Brown, R. B., Woodland, M. J., 1999, Managing Knowledge, Wisely, Journal of Applied Management Studies, Vol. 8, No. 2.
- [12] Hinds, P., Pfeffer, J., 2003, Why Organizations Don't "Know What They Know": Cognitive and Motivational Factors Affecting the Transfer of Expertise, in: Pipek, V., Wulf, V., Ackerman, M. (editors), Sharing Expertise: Beyond Knowledge Management, Cambridge, MA: MIT Press, 2002.
- [13] APQC, 1999, Creating a Knowledge Sharing Culture, Benchmarking Report. Houston, TX: American Productivity and Quality Center (APQC).
- [14] Nonaka, I., 1991, The Knowledge Creating Company, Harvard Business Review, Vol. 69, No. 6.
- [15] Nonaka, I., Takeuchi, H., 1995, The Knowledge Creating Organization, New York et al: Oxford.
- [16] Quinn, J. B., 1992, Intelligent Enterprise, A Knowledge and Service-based Paradigm for Industry, New York, NY: Free Press.



- [17] Soukup, Ch., 2001, Wissensmanagement, Wissen zwischen Steuerung und Selbstorganisation, Wiesbaden: Gabler.
- [18] Davenport, Th. H., Prusak, L., 1998, Working Knowledge, How Organizations Manage What They Know, Boston, MA: Harvard Business School Press.
- [19] Von Krogh, G., Ichijo, K., Nonaka, I., 2000, Enabling Knowledge Creation: How to Unlock the Mystery of Tacit Knowledge and Release the Power of Innovation, New York et al.: Oxford University Press.
- [20] Dixon, N., 2000, Common Knowledge, How Companies Thrive by Sharing What They Know, Boston, MA: Harvard Business School Press.
- [21] Edvinsson, L., Malone, M. S., 1997, Intellectual Capital, New York: HarperCollins Publishers.
- [22] Hansen, M., Nohria, N., Tierney, Th., 1999, What's Your Strategy for Managing Knowledge?, Harvard Business Review, March-April 1999.
- [23] Koruna, S., Tumis, S., 2004, Making Tacit Explicit Mastering the Challenge of Creating Explicit Knowledge out of Tacit Knowledge, Research Paper 9 pages, R&D Management Conference, Sesimbra, Portugal.
- [24] <http://www.moldmakingtechnology.com/articles/050604.html>
- [25] Schubert, K.-H., 2001, Vorkalkulation im Werkzeugbau, In: FhG-Fraunhofer Gesellschaft, FoKus Newsletter 4/2001.
- [26] W. Dealey : Mold quoting: The magic, art and science, *Modern mold & tooling*, Vol.3 No.3 2001 March pp.10
- [27] Poprócsi I.: Handbook of production equipments, Műszaki Könyvkiadó – Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó Budapest, 1983.
- [28] H. Wang, X. H. Zhou and X.-Y. Ruan; Research on Injection Mould Intelligent Cost Estimation System and Key Technologies; Int J Adv Manuf Technol (2003) 3:215–222, 2003 Springer-Verlag London Limited
- [31] Mikó B., Szántai M.: Artificial intelligence methods in early manufacturing time estimation, *Proc of Gépészet* 2002, Budapest 2002.
- [32] J.F. Shepanski: Artificial neural systems; *Encyclopedia of Physical Science and Technology* Vol.2. Academic Press Inc. 1992. pp. 65-77.
- [33] Mikó, B. & Boór, F.; Productivity and accyracy in plastic inection mold quotation; 5th International DAAAM Baltic Conference "Industrial engineering – adding innovation capacity of labour force and entrepreneurs " 20–22 April 2006, Tallinn, Estonia
- [34] Kwai-Sang Chin and T. N. Wong; Developing a Knowledge-based Injection Mould Cost Estimation System by Decision Tables; Int J Adv Manuf Technol (1996) 11:353-364 © 1996 Springer-Verlag London Limited

- [35] Prof. dr Alempije Veljović; Ekspertni sistemi (1); CET Čitalište 71 – Jul 2008;  
[www.cet.rs/CETcitaliste](http://www.cet.rs/CETcitaliste)
- [36] Mikó B., Szántai M.: Quotation methods in mould industry, Gépgyártás 2003/  
pp.6-10. (in Hungarian)
- [37] Milutin Nikolic, dipl. Ing. Sistemi normiranja vremena rada – obrada skidanjem  
strugotine, Beograd 1985.
- [38] UFE Mold Cost Estimator homepage - [www.ufeinc.com](http://www.ufeinc.com)
- [39] Cost estimator homepage - [kazmer.caeds.eng.uml.edu](http://kazmer.caeds.eng.uml.edu)
- [40] IPLAS MoldCoster homepage - [www.iplas.com](http://www.iplas.com)
- [41] <http://www.transcat-plm.com/kst/kst-software/calcard0.html>
- [42] [www.shouenberg.nl](http://www.shouenberg.nl)
- [43] <http://kazmer.uml.edu/Software/JavaCost/index.htm>

## **ПРЕГЛЕД НА ОБЈАВЕНИ ТРУДОВИ**

1. "Имплементација на интегриран CAD/CAM/CAE/PDM систем во МЗТ ХЕПОС"; проект, МЗТ ХЕПОС, Скопје, март 2005.
2. "3D дигитализација на спортски авион"; проект, Цирко, Скопје и Текос, Целје, Р. Словенија, февруари 2006"
3. "3D дигитализација на куќиште за кочник"; проект, Цирко, Скопје и ПОЛИ-МЗТ, Скопје, јануари 2007"
4. "Дизајнирање и развој на нов модел на брзооден редуктор"; проект, Машински факултет, Скопје, август 2008"
5. "Електронска алатница"; проект, Цирко и USAID, Скопје, септември 2008.
6. "Виртуелно дизајнирање и производство на алати за инјекционо вбризгување на полимерни материјали"; магистерска работа, Машински факултет, Скопје, јуни 2009.
7. "Македонски искуства во употребата на програмскиот пакет SolidWorks"; 10та SolidWorks средба, Стара Загора, Р. Бугарија, јуни 2009"

## КРАТКА БИОГРАФИЈА



Име и презиме

**Зоран Спироски**

Дом. адреса

бул. "АВНОЈ" 80-1/19 1000 Скопје, Македонија

Телефон / e-mail

+389 2 444 704; Моб. +389 75 44 75 60  
zoransp@yahoo.co.uk; zoran.spiroski@yahoo.com

Националност

Македонец

Датум на раѓање

31.08.1963

Вработување

Март 2004 , се уште

ПОЛИ-МЗТ; Перо Наков б.б. Скопје

Технички сектор

Раководител на одд. за РАМС

РАМС Анализи и пратечка документација

Ноември 2002 - Февруари 2004

МЗТ ХЕПОС АД; Перо Наков б.б. Скопје

Сектор за Економика и Контролинг

Самостоен инженер за Развој

CAD/CAM имплементација во МЗТ ХЕПОС

Март 2000 - Октомври 2002

МЗТ ХЕПОС АД; Перо Наков б.б. Скопје

Секторот за развој

Самостоен конструктор

Конструкција на пневматска опрема

Април 1997 - Февруари 2000

МЗТ ХЕПОС АД; Перо Наков б.б. Скопје

Сектор за продажба

Референт за маркетинг

Маркетинг, Пропаганда,

Заштита на интелектуална сопственост

Април 1992 -Март 1997

МЗТ ХЕПОС АД; Перо Наков б.б. Скопје

Сектор за производство

Конструктор на алат

Конструкција на алати и помагала

Едукација	2005-2009	Машински факултет Универзитет “Св Кирил и Методиј” - Скопје М-р. по машински науки: Технологија на пластичност
	1984 -1991	Машински факултет Универзитет “Св Кирил и Методиј” - Скопје Дипл. маш. инж.; Обработка со пластична деформација
	1978 - 1982	Гимназија “Раде Јовчевски - Корчагин” - Скопје
	1970 - 1978	О.У. “Владимир Назор“ (сега Блаже Конески)
Обуки	6-10 Јули 2009	Софија, Бугарија Дитра-Софија Обука за: SolidWorks Simulation Professional, SolidWorks Motion и SolidWorks Simulation
	19 - 20 Јуни 2009	Старозагорски минерални бањи, Бугарија ДИТРА - Софија Награда за допринос за популаризирање и имплементирање на SolidWorks во Македонија
	06 - 10 Август 2007	Љубљана, Словенија Ib-PROCADD Сертификација - сервисер за Z Corporation опрема
Добиен Сертификат		<b>Z Corporation Sub Dealer Service Certification</b>
	12 - 16 Февруари 2007	Целје, Словенија ТЕКОС - Центар за развој на алатничарство Ланец од снабдувачки синџири и напредни техники во процесот на инекционото бризгање
	06 - 07 Јули 2006	Охрид, Македонија ЦИРКО МЕС САЕ Нумерички симулации во конкурентното инженерство
	19 Февруари - 04 Март 2006	Целје, Словенија ТЕКОС - Центар за развој на алатничарство Технологија на реверзibilно инженерство

Декември 2005  
 Скопје, Македонија  
 МЗТ ХЕПОС АД и Машински факултет - Скопје  
 РАМС Анализи (Reliability Availability  
 Maintainability and Safety)  
 09 - 21 Октомври 2005  
 Лjubлјана, Словенија  
 Ib-CADdy

Добиен Сертификат

Сертифициран SolidWorks професионалец  
**CSWP (Certified Solid Works Proffessional)**

23 - 24 Октомври 2002  
 Скопје, Македонија  
 Завод за заштита на индустриска сопственост  
 Бизнис аспекти на интелектуалната сопственост

Добиен Сертификат

Ноември 1998  
 Скопје, Македонија  
 Министерство за економија на РМ  
 Агент за заштита на индустриска сопственост  
**Intellectual Property Right Agent**

26 - 28 Ноември 1997  
 Струга, Македонија  
 Login Systems  
 Работа со Microsoft Office и Internet/Intranet  
 алатки на Microsoft

Октомври 1997  
 Скопје, Македонија  
 МЗТ ХЕПОС АД и Машински факултет - Скопје  
 AutoCAD 2D and 3D

Работа со апликации

CAx	SolidWorks, CamWorks, IMold, MoldWorks- SplitWorks, CosmosWorks, RapidForm, MoldFlow, ArchiCAD
DTP	Photoshop, Corel Draw, Adobe PageMaker, QuarkXPres
MS Office	Word, Excel, Power Point

Странски јазици

Англиски

## Други активности

Работа на неколку проекти и водење обуки за SolidWorks во ЦИРКО - центар за континуирана едукација. Обучени се преку 80 лица, професионалци и студенти, во преку 20 фирми од цела Македонија.

CAD Expert - Соработник во Ditra, дел од компанијата Technologica од Софија

Консултации, 3Д моделирање и конструкција на алати за неколку македонски фирми

Иработка на книги, каталози, списанија. Презентации.

Член на групата за изработка на “Директива за машини 98/37/ЕЦ” во врска со хармонизацијата на Македонската со Европската легислатива.

## Дополнителни информации

Семеен статус

Женет, едно дете

Се интересирам за

Одбојка, музика, астрономија  
Подржувам хуманитарни активности,  
Крводарител, 22 пати

До  
Наставно-научниот совет  
на Машински факултет  
Скопје

## **ИЗЈАВА**

Од Зоран Спироски, магистер по машински науки, вработен во ПОЛИ-МЗТ, со адреса АВНОЈ 80-1/19, Скопје со л.к. 1788167 и зададена од ГУВР Скопје и ИМБГ 3108963450016 под морална, кривична и материјална одговорност изјавувам дека темата со наслов:

### **”ЕКСПЕРТСКИ СИСТЕМ ЗА ПОДГОТОВКА НА ПОНУДА ЗА АЛАТИ ЗА ПОЛИМЕРНИ МАТЕРИЈАЛИ”**

што ја пријавувам за докторска дисертација на универзитетот ”Св. Кирил и Методиј” на Машинскиот факултет во Скопје ја немам пријавено на друг универзитет во земјава или во странство.

Со почит

Скопје 11.09.2009

Подносител на пријавата

М-р. Зоран Спироски



До  
Наставно-научниот совет  
на Машински факултет  
Скопје

## **ИЗЈАВА**

Од Зоран Спироски, магистер по машински науки, вработен во ПОЛИ-МЗТ, со адреса АВНОЈ 80-1/19, Скопје со л.к. 1788167 и здадена од ГУВР Скопје и ИМБГ 3108963450016 под морална, кривична и материјална одговорност изјавувам дека трошоците во врска со пријавувањето, изработката, оценката и одбраната на докторската дисертација ќе ги покријам од сопствени извори.

Со почит  
Скопје 11.09.2009

Подносител на пријавата  
М-р. Зоран Спироски