

НАСТАВНО НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај комисије за оцену и одбрану магистарског рада

Одлуком Наставно научног већа Машинског факултета у Нишу број 612-653-7/2011 од 07. 12. 2011. године именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану магистарског рада кандидата Милоша С. Ристића дипл. маш. инж., под називом:

„ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПРОИЗВОДА СА АПЕКТА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ“

Након прегледа магистарског рада, сагласно Закону о високом образовању и Статуту Машинског факултета Универзитета у Нишу, комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

Магистарски рад кандидата Милоша С. Ристића, дипл. маш. инж. обухвата 134 страна формата А4. Целокупна материја коју обухвата рад подељена је у 8 поглавља, 2 стране садржаја, једна идентификациона страна и 1 страна сажетка - на српском и енглеском језику, 7 страна цитиране литературе са 113 библиографских јединица и листом скраћеница и појмова. У раду је приказано 64 нумерисаних графичких прилога у виду дијаграма и шема, као и 9 табела. Цео рад је обрађен у текст процесору MS Word и укоричен је у тврди повез.

Наслови поглавља су следећи:

1. Увод
2. Пројектовање производа и технологија
3. Пројектовање за производњу
4. Инжењерски системи засновани на знању
5. Анализа технолоичности производа
6. Пројектовање и анализа зупчастих преносника снаге
7. Пример технолошког саветника за одређени сценарио и анализа концепта
8. Закључак
9. Литература

| МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ | | | |
|--------------------------|------------|--------|----------|
| Примљено | Број | Прилог | Вредност |
| 08. 12. 2011 | 612-653/11 | | |
| 1 | 612-653/11 | | |

У поглављу Пројектовање производа и технологија, дате су теоријске основе процеса развоја производа и процеса пројектовања производа уз помоћ рачунара. Описана је структура процеса пројектовања и конструисања са приказом адекватних софтверских алата за поједине фазе.

У трећем поглављу, Пројектовање за производњу, даје се детаљни опис DFM методологије (*engl. Design For Manufacturing*). Описан је историјски развој методологије, као наведена и анализирана бројна истраживања из ове области. Описани су системи симултаног инжењерства, и истакнута њихова важност у целокупном процесу пројектовања за производњу. Анализирани су и системи за пројектовање за производњу и монтажу DFMA (*engl. Design For Manufacturing and Assembly*), са основним правилима и принципима ове методологије. Приказани су и системи за пројектовање производних и технолошких процеса уз помоћ рачунара.

У поглављу Инжињерски системи засновани на знању обрађују се дигитални рачунарски модели производа и примена технологија заснованих на знању код решавања проблема приликом пројектовања производа и технологија. Описује се инжењерство знања и даје основна логика рачунарског расуђивања формирањем *if/then* релација стварајући на тај начин на знању заснована правила КВЕ (*engl. Knowledge-Based Engineering*). Оваква правила, интегрисана у експертне системе са одговарајућим базама знања и података, временом су допринела развоју напредних софтвера у којима је садржано различито знање о моделу производа, тзв. *Knowledgeware*-а. У овом поглављу дат је преглед *Knowledgeware* решења у области пројектовања производа као и имплементација базе знања о технологичности у активно софтверско окружење, а са циљем дефинисања посебних САХ образаца (*engl. Computer-Aided Technologies*) у функцији анализе технологичности производа, узимајући технолошка ограничења.

Пето поглавље даје детаљан опис анализе технологичности производа. Најпре се описује планирање и пројектовање технолошких процеса. Анализирају се варијантни и генеративни рачунарски системи за планирање технолошких процеса, тј. САПП системи (*engl. Computer-Aided Process Planning*). Анализа технологичности заснива се на технолошкој анализи техничких елемената (*engl. feature*). Због тога се у овом поглављу детаљно описује дефиниција техничких елемената и даје њихова класификација. У опису техничких елемената дају се његови параметри, атрибути и одређене технолошке карактеристике. Он не садржи само геометријске карактеристике, већ његове особине додатно дефинишу технички елемент, додајући му технолошке карактеристике, и омогућавају анализу и процену технологичности адекватним правилима.

Шесто поглавље описује примену концепта пројектовања за производњу (*Design for Manufacturing- DFM*), који је био и основа разматрања овог рада. Као дигитални модел производа сагледан је зупчасти преносник снаге, који је анализиран са аспекта технологичности. Како би боље разумели преноснике, приказана је улога преносника снаге, њихова подела, шематски приказ, као и модел производа пројектован уз помоћ CATIA V5 програмског пакета.

Мултидисциплинарни тимови имају у основи за циљ да у најранијим фазама развоја производа предвиде и смање трошкове развоја производа. Највећу одговорност у развоју производа деле инжењер конструктор и инжењер технолог, при чему је њихов тимски рад у овој фази од немерљивог значаја. Делјење знања између конструктора и технолога, уз наглашавање области одговорности сваког понаособ, обезбеђено је применом ове методологије.

Стварањем виртуелног модела преносника, његовим параметраским пројектовањем и додељивањем карактеристика, односно описивањем атрибутима и особинама, створена је основа за анализу технолоичности производа. Представљен је комплетно моделиран производ, а затим и његове најзначајније компоненте из угла функционалности, производних ограничења, могућих ограничења унутар саме фабрике (ограничења са аспекта доступних ресурса). У једном делу дат је и краћи преглед метода израде зупчаника са њиховим особинама, да би се укратко дао разлог опредељивања за одређену методу и поступак израде дела. У неколико табела приказани су параметри и њихови атрибути са аспекта могућности израде, односно њихова анализа технолоичности.

Параметарским пројектовањем производа обезбеђен је предуслов за даљи рад са производом – развојем производа, односно за сам процес планирања животног циклуса производа. Коришћењем CATIA V5 софтвера и његовог *Knowledge-a* могуће је да се током самог пројектовања производа унесу адекватна технолошка ограничења. Та технолошка ограничења могу да зависе од доступних ресурса унутар педузећа, што пројектанту омогућује да користи доступне ресурсе или да захтева набавку потребног ресурса нпр. материјала, или неког алата (адекватне бургије или глодала или сл.). Са друге стране, овакав концепт, омогућује да се у форми правила унесу технолошка ограничења која дефинишу или ограничавају производни процес. Овим се избегава могућност да конструктор осмисли производ и да га упути у производњу, а да се затим деси да се тај производ не може произвести. Такав је случај описан у једном од могућих сценарија где је посебним правилом дефинисана минимална дебљина кућишта добијеног ливењем. Уколико пројектант покуша да дефинише дебљину кућишта мању од оне која минимално може да се изради, софтвер даје савет пројектанту у претходно дефинисаној форми.

Овакав приступ омогућава активну аквизицију знања у одређеним производним условима и стварање базе знања одређених система. Те базе знања могу се стандардизовати и постају обавезне за употребу у одговарајућим производним системима. Оне могу да буду у облику правила, процедура или пак електронских каталога, уграђених у саме системе за пројектовање или постављене у некој дељеној бази у оквиру Интранета производног система. Рад са електронским каталозима олакшава и убрзава процес претраге доступних ресурса при чему се истиче једна важна особина, а то је могућност кориснички дефинисане претраге.

Предложени концепт успешно реализује задате активности. Уграђено знање у форми кориснички дефинисаних елемената знања обезбеђује пројектанту сигурност у раду и осећај рада у тиму стручњака различитог профила. Уграђено знање у конкретном случају, омогућава пројектанту да добије корисно знање из области технолоичности конструкције како би самостално могао да ефикасно пројектује. Софтвер поседује базу правила која може бити накнадно коригована и ажурирана како новим алатима и доступним материјалима, тако и процедурама за процену трошкова. Овакве информације могу бити од великог значаја у процени трошкова, нарочито имајући у виду сталне осцилације вредности енергената (па и материјала) и њихове доступности на тржишту.

Током истраживања и развијања концепта уочен је проблем препознавања и абстраховања техничких елемената у контексту реалних функционалних техничких елемената конструкције. Ово представља значајан недостатак инжењерских система заснованих на знању.

Са друге стране, сама класификација техничких елемената на геометријске, технолошке или производне може ближе да одреди један технички елемент. Ово

својство може да буде од изузетног значаја при формирању библиотеке техничких елемената, како би користили унапред дефинисане елементе и на неки начин извршили одређени вид стандардизације техничких елемената.

Предложени концепт, као и спроведена истраживања у раду, указују да уколико се жели да добије интелигентни систем за пројектовање производа, са аспекта његове технологичности, неопходно је уградити базу знања различитих учесника у пројектовању и производњи, која треба да аутоматски реагује у облику препорука и ограничења, приликом коришћења система. Та база знања треба да има могућности ажурирања, проширивања и дељења у свим фазама рада, али и да буде разумљива корисницима. Процес пројектовања и конструисања производа праћен је сталним технолошким разматрањима о могућностима израде производа. На овај начин, омогућује се у најранијој фази развоја производа да се добију ограничења процеса пројектовања и конструисања.

У седмом поглављу описани су могући сценарији за одређене случајеве. С обзиром на то да је производ параметарски описан и да су након тога технички елементи са њиховим атрибутима повезивани одређеним релацијама у форми зависности и правила, а у појединим случајевима и помоћу електронских каталога у форми табела, приказане су могуће акције пројектанта и реакције *Knowledgeware*-а. На овај начин, пројектанту се у најранијој фази скреће пажња на доступне ресурсе и технолошка ограничења. Добијени савети усмеравају пројектанта да измени модел или да изврши набавку нпр. алата за одређену обраду. У овом делу, поред приказа, дат је и критички осврт на предности и недостатке оваквог концепта.

У закључку се сажето дају постигнути резултати у раду и препоруке за даљи рад.

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа магистарског рада и анализе постигнутих резултата, чланови Комисије констатују:

- Да поднети рад у потпуности одговара теми прихваћеној од стране Наставно-научног већа Машинског факултета у Нишу.
- Да је кандидат резултатима добијеним у раду показао да поседује потребна знања из области производних технологија, као и њихове имплементације у решавању практичних проблема.
- Да кандидат успешно користи савремене софтверске алате и да је испољио солидан ниво познавања на знању заснованих технологија, као и самосталности, креативности и систематичности у истраживањима.
- Да је спроведено истраживање успело да методологију пројектовања за производњу успешно примени код пројектовања одређених производа. На тај начин се пројектовање производа обавља паралелно са пројектовањем технологије.
- Да је успешно примењена метода анализе технологичности на производу који је пројектован параметарски, коришћењем техничких елемената који имају проширене дефиниције. Конципирана је и формирана корисна база знања која може да се модификује и обогаћује новим знањима и тиме омогући аквизицију знања у одређеним производним окружењима. Ова методологија омогућава креирање интелигентних система за пројектовање производа и технологија.
- Да резултати истраживања имају задовољавајућу тачност и применљивост, тако да се методологија пројектовања за производњу може успешно применити и код других производа.

- Да је рад квалитетно технички обрађен на високом нивоу.
- Да су добијени и верификовани резултати рада из рада презентирани на неколико домаћих и међународних конференција.

На основу свега напред изложеног, чланови Комисије сматрају да поднети магистарски рад представља у научном и стручном погледу вредан допринос у области пројектовања производа и технолошких поступака помоћу рачунара, као и код анализа технолошкости производа.

Имајући у виду актуелност обрађене проблематике и остварене резултате кандидата, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Нишу да рад кандидата Милоша С. Ристића, дипл. маш. инж., под називом:

„ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПРОИЗВОДА СА АПЕКТА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ”

прихвати као магистарску тезу и да кандидата позове на усмену одбрану.

У Нишу, Новом Саду и Крагујевцу

децембра 2011. године

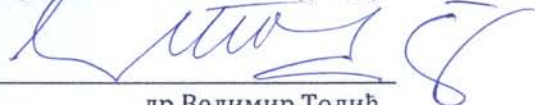
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



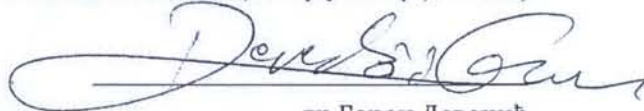
др Миодраг Манић
редовни професор Машинског факултета у Нишу
(ужа научна област Производни системи и технологије)



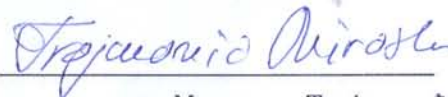
др Војислав Милтеновић
редовни професор Машинског факултета у Нишу
(ужа научна област Машинске конструкције)



др Велимир Тодић
редовни професор Факултета техничких наука Нови Сад
(ужа научна област Технолошки процеси, техноекономска оптимизација и виртуелно пројектовање)



др Горан Девеџић
редовни професор Факултета инжењерских наука у Крагујевцу
(ужа научна област Производно машинство и индустријски инжењеринг)



др Мирослав Трајановић
редовни професор Машинског факултета у Нишу
(ужа научна област Производни системи и технологије)