

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



**Назив студијског програма: Машинско инжењерство
Ниво студија: Дипломске академске студије
Модул: Индустријски инжењеринг
Предмет: ЦИМ системи
Број индекса: 86/2001**

Владимир Г. Радовић

ПДМ и ПЛМ системи

Дипломски рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Миладин Стефановић – ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Поставка дипломског (мастер) рада

Кандидат треба да представи теоријске основе, реализације и имплементације ПЛМ и ПДМ система. У теоријском делу потребно је представити концепт управљања развојем производа и технологија. У другом делу рада кандидат треба да презентује основне концепте ПДМ и ПЛМ система и да представи једну изабрану имплементацију.

Препоручена литература:

- [1] Смиљанић С., Организација индустријских предузећа, Ескод, Крагујевац, 1992.
- [2] Перовић М., Арсовски С., Арсовски З., Производни системи, Цим Центар Машински Факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 1996.
- [3] Стефановић М., Цим Системи, Машински Факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 2006

У Крагујевцу, 5.10.2011. године

Проф. др Миладин Стефановић

ПДМ и ПЛМ системи

Резиме рада

Циљ овог рада је изградити програмски систем који ће омогућити приказивање и чување тока разматрања и одлучивања у процесу конструисања. Рад се састоји од два главна дела, разматрања теоријских основа у првом делу и израде програмског система.

У уводном делу укратко су размотрене основне поставке развоја производа и технологија као и разлози за приказивање тока разматрања у процесу конструисања.

Други део, који покрива треће и четврто поглавље бави се системима за управљање подацима о производу, који имају за циљ олакшати и убрзати процесе развоја и конструисања.

PDM and PLM systems

Abstract

The purpose of this thesis is to make a program system which will enable the preview and storage of the analysis flow and deciding in the construction process. The thesis consists of two main parts, the contemplations of theoretical basis in the first part and creating the program system.

In the introduction the elementary settings of product development and technology are briefly discussed as well as reasons for the preview of analyzing flow in the construction process. The second part, which consist of the third and fourth chapters deals with the systems for managing the product data whit the intention to accelerate the development and construction process.

САДРЖАЈ

1. УВОД	6
2. УПРАВЉАЊЕ РАЗВОЈЕМ ПРОИЗВОДА И ТЕХНОЛОГИЈА	7
2.1 ОСНОВНЕ ПОСТАВКЕ РАЗВОЈА ПРОИЗВОДА И ТЕХНОЛОГИЈА	7
2.2 КОНКУРЕНТНО ИНЖЕЊЕРСТВО	8
2.3 КАРАКТЕРИСТИКЕ РАЗВОЈА ПРОИЗВОДА	10
2.4 УСЛОВИ ОБЛИКОВАЊА ПРОИЗВОДА	11
2.5 КАРАКТЕРИСТИКЕ ОДНОСА ПРОИЗВОД – ТРЖИШТЕ	13
2.6 ИЗЛАЗНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ ИЗ ПРОЦЕСА РАЗВОЈА ПРОИЗВОДА	15
2.7 ПРОИЗВОДНО ТЕХНОЛОШКА ДОКУМЕНТАЦИЈА	16
2.7.1 ПОДАЦИ О ПРОИЗВОДУ	16
2.7.2 ПОДАЦИ О СТРУКТУРИ ПРОИЗВОДА	16
3. ПДМ И ПЛМ СИСТЕМИ	17
3.1 ПДМ СИСТЕМИ	17
3.1.1 УПРАВЉАЊЕ ПОДАЦИМА – ДАТА МЕНАЏМЕНТ – ДМ	20
3.1.2 УПРАВЉАЊЕ ПРОЦЕСИМА – ПРОЦЕС – МЕНАЏМЕНТ – ПМ	21
3.1.3 МОДЕЛ ПРОИЗВОДА	21
3.1.3.1 МОДЕЛ НАСЛЕЂИВАЊА (ХРОМОЗОМСКИ МОДЕЛ) ПРОИЗВОДА	22
3.1.3.2 ОБЈЕКТНО – ОРИЈЕНТИСАНИ МОДЕЛ ПРОИЗВОДА	24
3.1.4 ПОТРЕБНИ ПРЕДУСЛОВИ ЗА УВОЂЕЊЕ ПДМ СИСТЕМА	24
3.1.5 УВОЂЕЊЕ ПДМ	25
3.1.6 СТРАТЕГИЈЕ УВОЂЕЊА СА ТЕХНИЧКОГ АСПЕКТА	27
3.1.7 ПРОШИРЕНИ ПДМ КОНЦЕПТ	29
3.1.8 ПДМ СИСТЕМ КАО ПОДРШКА ЗА КОНКУРЕНТНО ИНЖЕЊЕРСТВО	30
3.1.9 СТЕП СТАНДАРД	32
3.1.10 ИНТЕГРАЦИЈА ПДМ И ИНТЕРНЕТА	37

3.1.11 ПОМОЋНИ АЛАТИ ПДМ СИСТЕМА	39
3.1.12 ЕФЕКТИ ПРИМЕНЕ ПДМ	40
3.2 СИСТЕМИ ЗА УПРАВЉАЊЕ ЖИВОТНИМ ЦИКЛУСОМ ПРОИЗВОДА (ПЛМ)	41
3.2.1 ПЛМ 2.0	44
4. ПЛМ/ПДМ СИСТЕМ СМАРТЕАМ	44
4.1 ПЛМ СМАРТЕАМ В5Р17	44
4.1.1 УЧИТАВАЊЕ СМАРТЕАМ СИСТЕМА	45
4.1.2 СМАРТЕАМ ЕДИТОР	46
4.1.3 КРЕИРАЊЕ КОРИСНИЧКЕ СТРУКТУРЕ	48
4.1.4 ДОДАВАЊЕ НОВЕ ВРСТЕ ДОКУМЕНАТА	51
5. ЗАКЉУЧАК	53
6. ЛИТЕРАТУРА	54

1. УВОД

У данашње време, када је сваки нови производ на искушењу, врло је важно смањити трошкове производње. Они се једноставно могу смањити деградацијом квалитета производа. Међутим, могуће је окренути се према примени нових знања која омогућавају боље искоришћење ресурса компаније, смањују време пласирања производа на тржиште и чак побољшавају квалитет производа. Нова знања могу укључивати нове материјале, нове технологије, али могу укључивати и нове начине и методе рада.

Као што је већ многим инжењерима познато, приликом развоја нових производа, један од генератора потенцијално великих трошкова је управо процес конструисања или процес развоја производа у најужем смислу, који су даље у раду укратко појашњени. Управо због тог смањења трошкова, скраћивања времена развоја производа, па и креирања бољих и квалитетнијих производа, битно је на неки начин записивати и приказивати процес разматрања и одлучивања у процесу конструисања. Записивањем тока разматрања олакшало би се члановима конструкцијских тимова праћење новонасталих проблема, или начина њихових решавања. У процесу конструисања многе се информације могу изгубити непосредно након добијања одговарајућег решења. Како би се то избегло, како би барем део разматрања чланова конструкцијског тима остао забележен, потребно је на неки начин записивати, настале проблеме, идеје за њихово решавање, остале аргументе који произађу приликом рада у конструкцијском тиму и осмишљавању решења за настале проблеме. За ту сврху развијене су методе и системи подршке конструисању. Неке од метода су касније обрађене у раду, тако да се на једној од њих базира и циљ овог рада, документ у којем остаје забележен ток разматрања и одлучивања конструктора.

Будући да употреба само једне врсте докумената, издвојене од остатка базе података у данашње време не би била од великог значаја, потребно га је користити и интегрисати у неки од система за управљање животним циклусом производа, или система за управљање подацима о производу. На тај начин, ток разматрања и одлучивања ефикасно би се сачувао унутар компаније, или институције за коју је релевантан и било би осигурано једноставно дељење и преузимање постојећег знања меморисаног у документу.

2. УПРАВЉАЊЕ РАЗВОЈЕМ ПРОИЗВОДА И ТЕХНОЛОГИЈА

2.1 ОСНОВНЕ ПОСТАВКЕ РАЗВОЈА ПРОИЗВОДА И ТЕХНОЛОГИЈА

Развој (пројектовање) производа подразумева скуп активности у области пројектовања производа и одговарајућих измена на њима у циљу успешног продавања производа на тржишту. Према [1] развој обухвата:

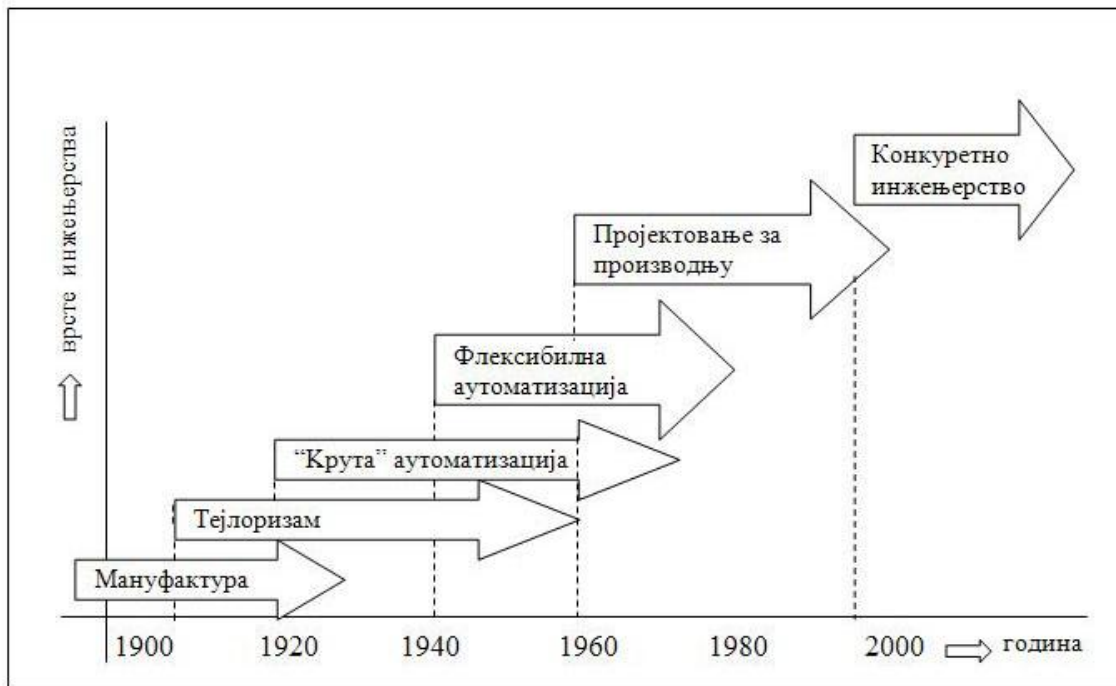
1. Одређивање техничких и функционалних карактеристика производа.
2. Израду идејног (концепцијског) решења производа.
3. Стилско обликовање производа.
4. Прорачун виталних елемената производа.
5. Израду конструктивне документације за прототип производа.
6. Израду прототипова производа.
7. Испитивање прототипова производа.
8. Израду производне – конструкционе документације за производе и техничко одобрење производа.
9. Израду преостале техничке документације о производу (упутство за употребу, упутство за одржавање, каталози итд.).
10. Праћење производа у експлоатацији и спровођење конструкционих унапређења.

Развој (пројектовање) технологије обухвата низ активности у области дефинисања технологије израде производа, а посебно:

1. Дефинисање редоследа операција (технолошког циклуса) израде производа,
2. Дефинисање елементарних поступака и операција,
3. Дефинисање врсте, карактеристика и количина средстава за рад,
4. Одређивање норматива материјала, енергије, флуида, времена, израде компоненти и производа у целини,
5. Дефинисање сложености процеса рада, потребног профила, степена стручности и броја радника,
6. Конструисање специјалних резних и мерних алата,
7. Пројектовање технолошких основа процеса производње,
8. Пројектовање технолошких решења заштите околине предузећа од примењених технологија,
9. Пројектовање транспорта, система за паковање и транспортних јединица,
10. Дефинисање врста и количина помоћног и потрошног материјала. У области пројектовања поступака и технологија користи се велики број поступака и процедура. Примена рачунара, а посебно CAD/CAM система, не само да убрзава активности развоја, већ ствара претпоставке за формирање нових концепата развоја.

2.2 КОНКУРЕНТНО ИНЖЕЊЕРСТВО

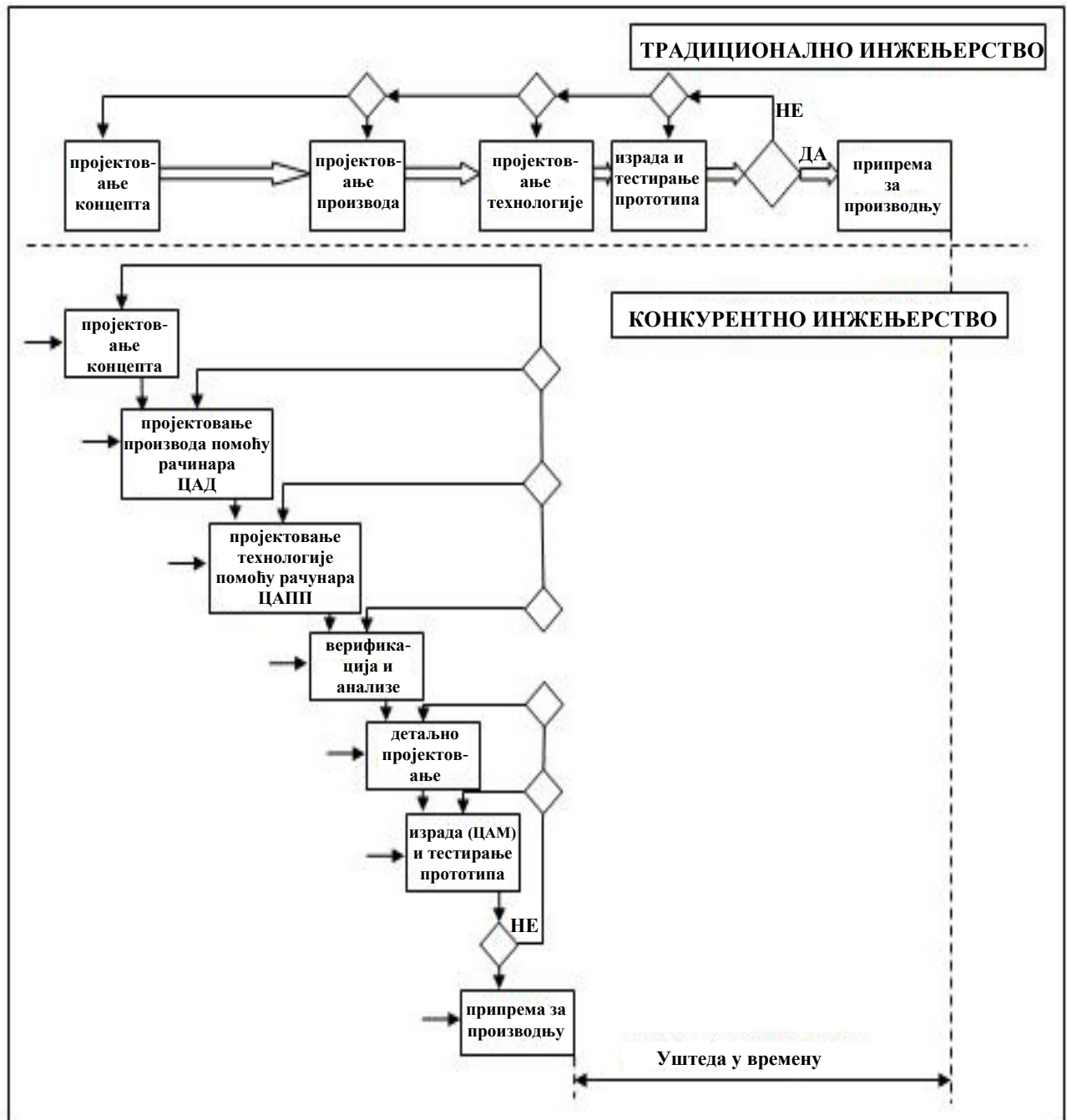
Конкурентно инжењерство је савремени концепт развоја производа и технологија, који је настао као резултат еволуције у области инжењерства производа (слика 1).



Слика 1. Фазе развоја инжењерства

Поред термина конкурентног инжењерства, користе се и појмови симултано инжењерство (Simultaneous engineering) и интегрисано инжењерство (Integrated engineering).

Основни циљ конкурентног инжењерства је смањење времена развоја нових производа и трошкова развоја, уз повећање квалитета у фази пројектовања производа и технологије израде. Овај циљ се остварује тако што се уместо традиционалног поступка са редно везаним фазама инжењерства (конципирање производа, пројектовање производа и технологије израде производа, израда прототипа, тестирање прототипова и припрема за производњу) инжењерство остварује са комбинованим одвијањем наведених активности (слика 2).



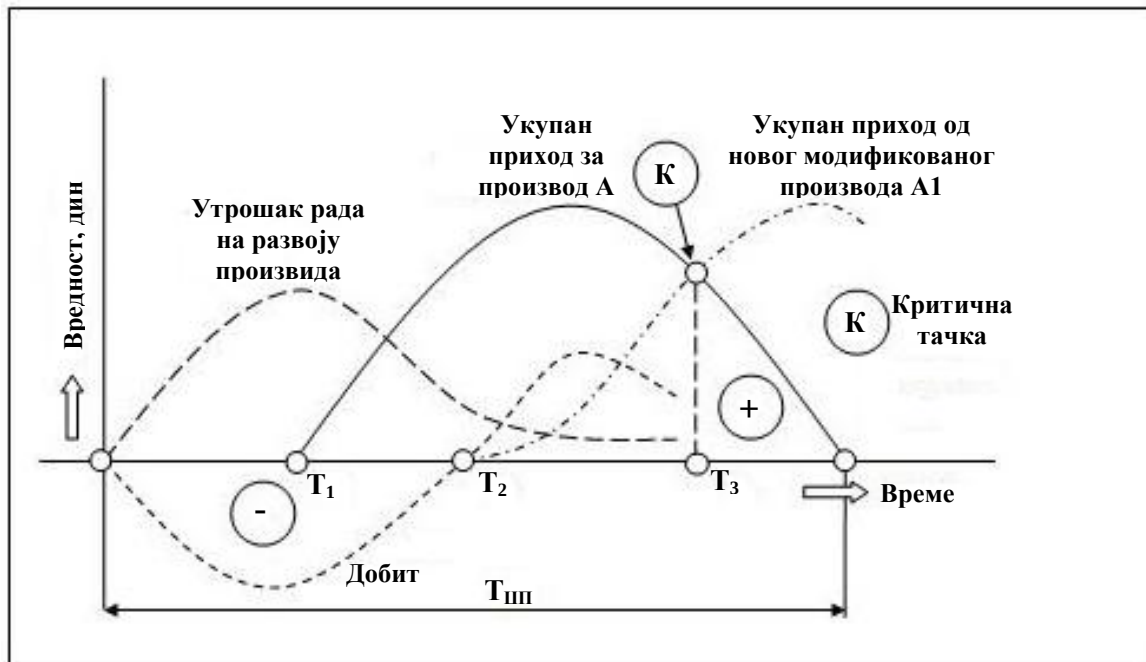
Слика 2. Конкурентно инжењерство наспрам традиционалног инжењерства

Резултат оваквог приступа инжењерству је брже освајање измена на постојећем производу и скраћење времена развоја производа.

Основна претпоставка за примену конкурентног инжењерства је информациона инфраструктура, која се обезбеђује применом савремених информационих и комуникационих система. Од не мањег значаја је проблем координирања тимског рада већег броја стручњака, што је посебно изражено код сложених развојних пројеката. [2]

2.3 КАРАКТЕРИСТИКЕ РАЗВОЈА ПРОИЗВОДА

Тржиште захтева сталне измене постојећих и развој нових производа. У првом случају сваки производ пролази кроз карактеристичне фазе приказане на слици 3.



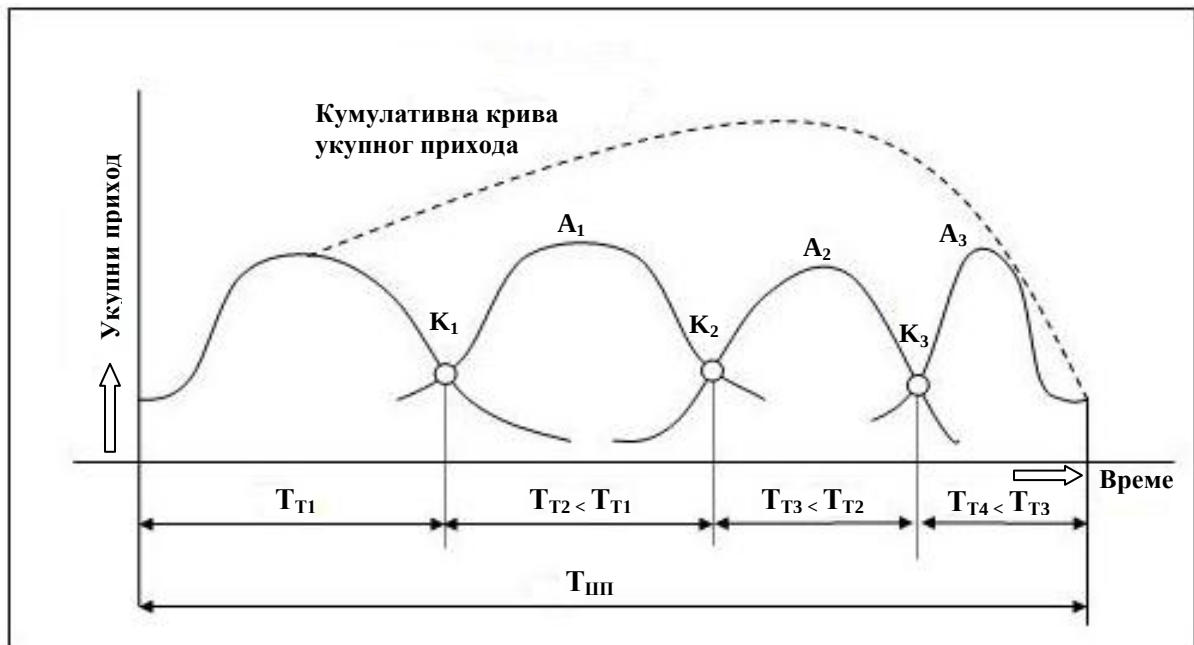
Слика 3. Карактеристичне фазе у току животног века производа

Циљ функције развоја је да се укупна вредност негативне добити смањи, односно да се максимизира разлика позитивне и негативне добити, смањивањем времена T_1 , а посебно T_2 .

У другом случају, у току развоја и експлоатације постојећег производа "А", генеришу се нове идеје за побољшање постојећег производа, па се након развоја модификованог производа и израде поступка исти лансира у производњу и касније на тржиште. Укупни приход од продаје новог производа "А₁" расте и у једном тренутку се изједначава са приходом од производа "А" (тачка К). Након времена T_3 , мења се пословна стратегија у овој области, па производ "А₁" постаје базни и даље се модификује у складу са захтевима тржишта.

На дужину трајања циклуса производа ($T_{цп}$) утиче укупна вредност размене производа у времену трајања животног циклуса V_q , трошкови развоја производа T_r , односно њихов однос који се назива степен доброте новог производа:

Како је тешко обезбедити висок степен доброте са потпуно новим производима, у пракси се решење тражи у продужавању животног циклуса $T_{цп}$, развојем већег броја варијанти (модификација) производа (слика 4).



Слика 4. Повећање укупног прихода и животног циклуса производа развојем већег броја модификованих производа

При томе је дужина карактеристичних временских интервала:

$$T_{ти} < T_{ти+1} \dots < T_{ти+2} \dots \text{итд.}$$

што значи да се стално скраћује животни век модификације производа. У тренутку када се утврди да је, са економског аспекта, повољније приступа се развоју новог производа. Са развојем новог производа "Б" започиње раније описани циклус, при чему је $T_{цпБ}$ у највећем броју случајева.

$$T_{цпБ} > T_{цпЦ}$$

Дакле, промена производа остварује се променом модела, типа или компоненте.

2.4 УСЛОВИ ОБЛИКОВАЊА ПРОИЗВОДА

При обликовању производа полази се од обликовања производа ради задовољења основне функције (класичан и основни приступ у пројектовању производа). У другој фази овај приступ се допуњује у складу са могућностима производње (тзв. "технологичност производа"), а у новије време са аспекта одржавања, ергономије и екологије.

Обликовање производа за функцију, односно, остваривање функционалности је "condition sine qua non" даљег рада на том производу. Функција производа се односи на време трајања животног циклуса производа и очекиване услове рада. Уколико се у поступку пројектовања производа правилно утврде сви релевантни фактори повећава се вероватноћа остваривања основне функције производа, а тиме и животног века производа.

Обликовање за производњу је приступ који уважава значај производних ресурса, јер производ мора да задовољи и са аспекта могућности израде, а посебно са аспекта излазних величина (квалитет остваривања основне функције и задатих количина у посматраном периоду). При томе су од посебног значаја услови израде и квалитет производа.

Услови израде производа зависе од карактеристика технолошких система, односно од технологичности која је израз квалитета технолошког процеса.

Разликују се основни и изведени показатељи технологичности.

Основни показатељи технологичности су:

- погодност израде (време израде),
- погодност уградње (време монтаже),
- степен технолошке сложености – најчешће изражена преко норматива времена,
- тежина производа,
- структура производа,
- расподела карактеристика делова,
- норматив материјала итд.

Изведени показатељи технологичности су:

- учешће времена одређене врсте обраде (монтаже) у укупном времену израде,
- утрошени рад по јединици производа,
- однос тежине производа и утрошеног материјала,
- однос стандардних делова и производа у укупном броју делова и производа,
- однос типизираних делова и производа у укупном броју делова и производа итд,

Повећање нивоа технологичности остварује се:

- упрошћавањем облика производа,
- већом применом стандардних и типизираних технолошких облика и делова,
- већом применом групне технологије,
- повећањем степена обрадивости материјала,
- применом FMEA методе, односно анализом критичних места у процесу производње итд.

Услов квалитета производа је од велике важности због значаја квалитета у пословној стратегији предузећа. У том смислу квалитет има четири аспекта и то:

- технички:
 - » погодност за употребу која се састоји из безбедности, радних својстава и поузданости производа,
 - » тачност мера,
 - » квалитет површина и
 - » квалитет структуре,
- економски:
 - » цена,
 - » трошкови квалитета,
 - » продуктивност и
 - » добит,
- тржишни:
 - » флексибилност и
 - » оријентисаност према купцу и
- естетски:
 - » облик,
 - » изглед,
 - » боја,
 - » савременост и
 - » амбалажа.

Обликовање за одржавање подразумева да се при пројектовању производа обезбеди висока погодност одржавања односно минимизирање односа времена стања опреме у отказу и раду. То се обезбеђује таквим конципирањем производа да се:

- не захтева посебан надзор у току животног века производа,
- захтева периодични надзор у току животног века производа,
- за делове који су често у стању отказа дефинише редовни надзор итд.

2.5 КАРАКТЕРИСТИКЕ ОДНОСА ПРОИЗВОД -ТРЖИШТЕ

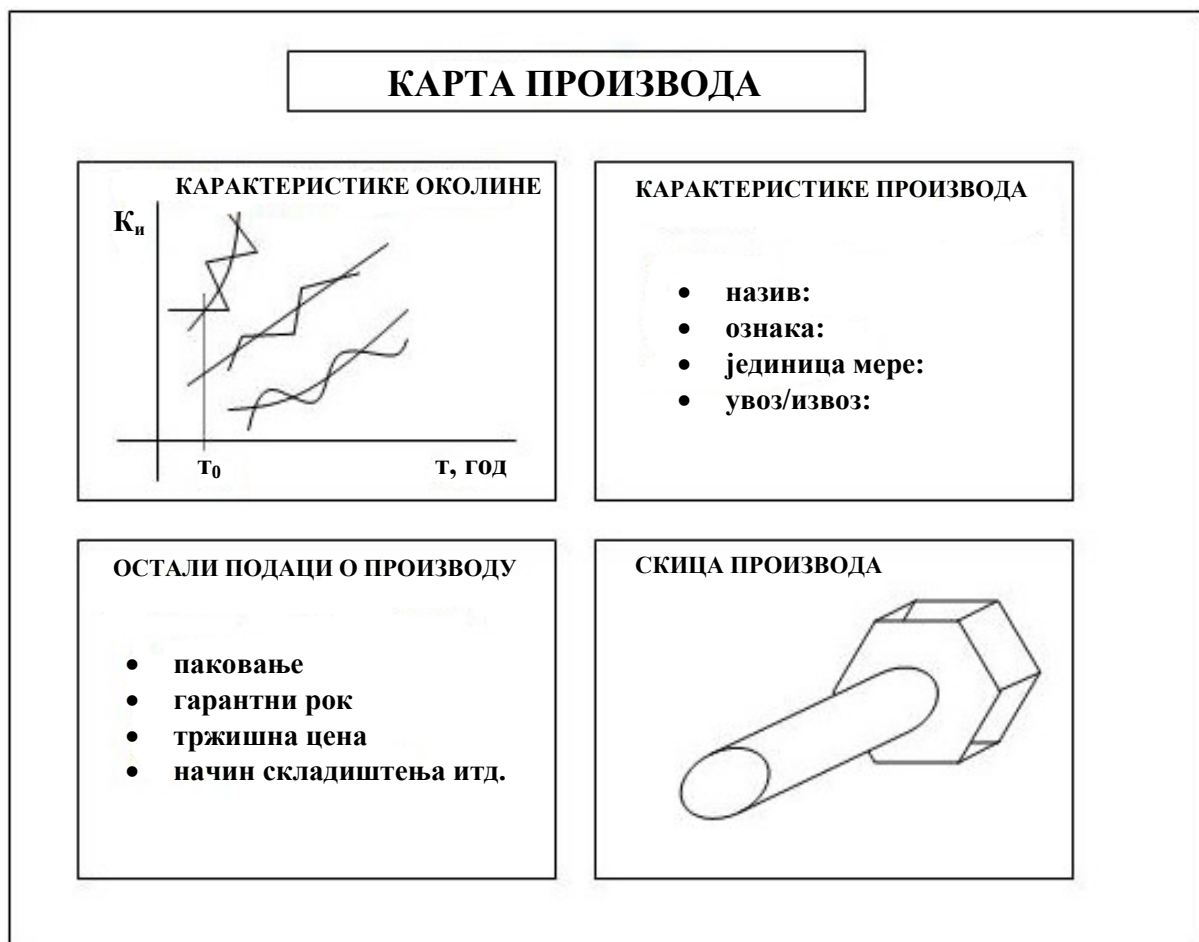
Према стандарду серије ИСО 9000 производ треба да испуњава основне захтеве у погледу карактеристика као што су карактеристике везане за:

- испуњење захтева, потреба и жеља купаца,
- усаглашеност са захтевима околине,
- продају по конкурентским ценама,
- обезбеђење добити - профита при продаји по конкурентским ценама итд.

Однос између производа и тржишта испитује функција маркетинга.

При томе се јавља већи број случајева:

- а) Праћење у дужем временском периоду понашање тражње и цена производа на тржишту (по тржиштима).
- б) Предвиђање тражње и цена модификованих производа у наредном периоду.
- с) Предвиђање тражње и цена нових производа у наредном периоду.



Слика 5. Изглед карте производа

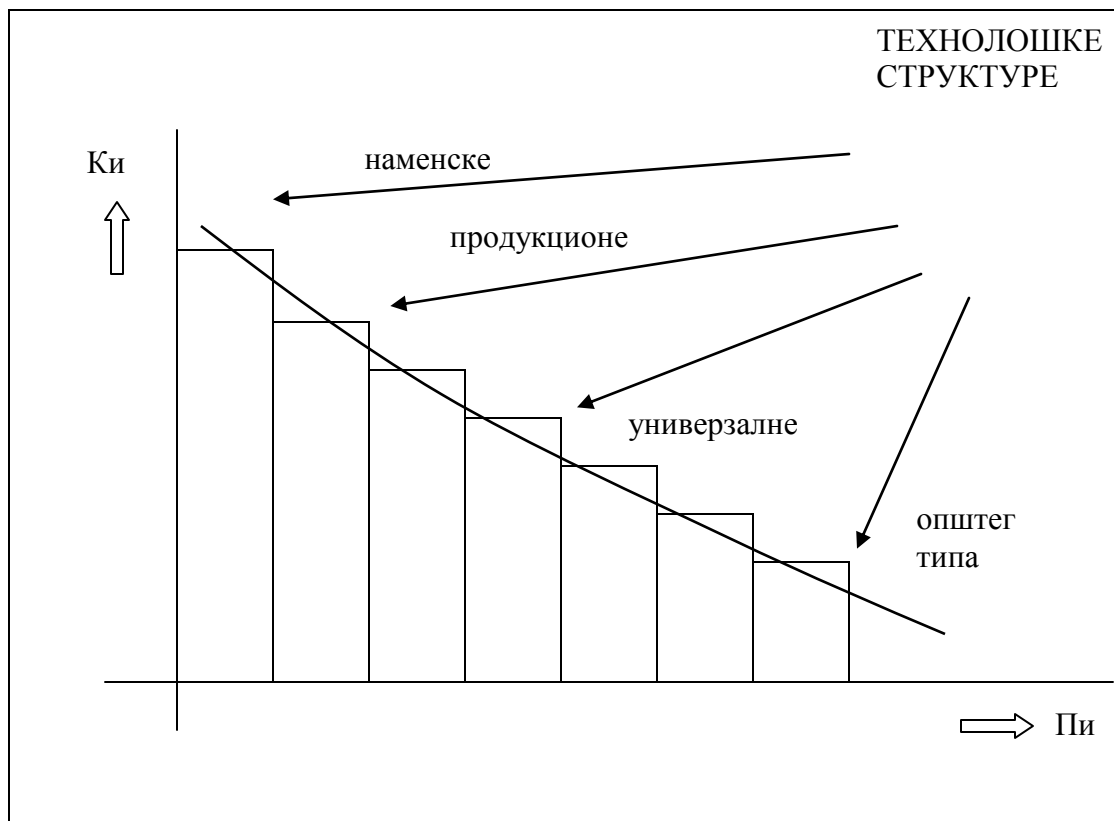
У првом случају се најчешће користи метода екстраполације тренда, уз корекцију сезонских одступања. Други и трећи случај је знатно деликатнији. За њихово решавање користе се одговарајуће технике маркетинга.

Излазне информације из процеса предвиђања су најчешће дате преко карте производа, приказане на слици 5. [2]

2.6 ИЗЛАЗНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ ИЗ ПРОЦЕСА РАЗВОЈА ПРОИЗВОДА

Излаз из процеса развоја производа су:

- цртеж производа,
- саставница производа (структура производа),
- технолошка саставница,
- радионички цртеж дела,
- преглед употребе дела,
- програм производње:
 - » основне величине,
 - » зависност структура програма производње - количина производа (слика 6)



Слика 6. Карактеристична зависност структуре програма производње Π_i и количине производа K_i

- » анализа програма производње:
 - * структура програма производње,
 - * структура делова у програму по облику,
 - * структура делова у програму по димензијама,

- * структура делова у програму по квалитету,
- * структура делова у програму по материјалима и
- * вредносна анализа програма производње и
- процес рада и капацитет система итд.

2.7 ПРОИЗВОДНО ТЕХНОЛОШКА ДОКУМЕНТАЦИЈА

2.7.1 ПОДАЦИ О ПРОИЗВОДУ

Подаци о производу обухватају већи број података који се у случају примене рачунара уносе преко одговарајућих менија.

Над овим подацима врши се додавање нових података (слогова), ажурирање или брисање старих слогова.

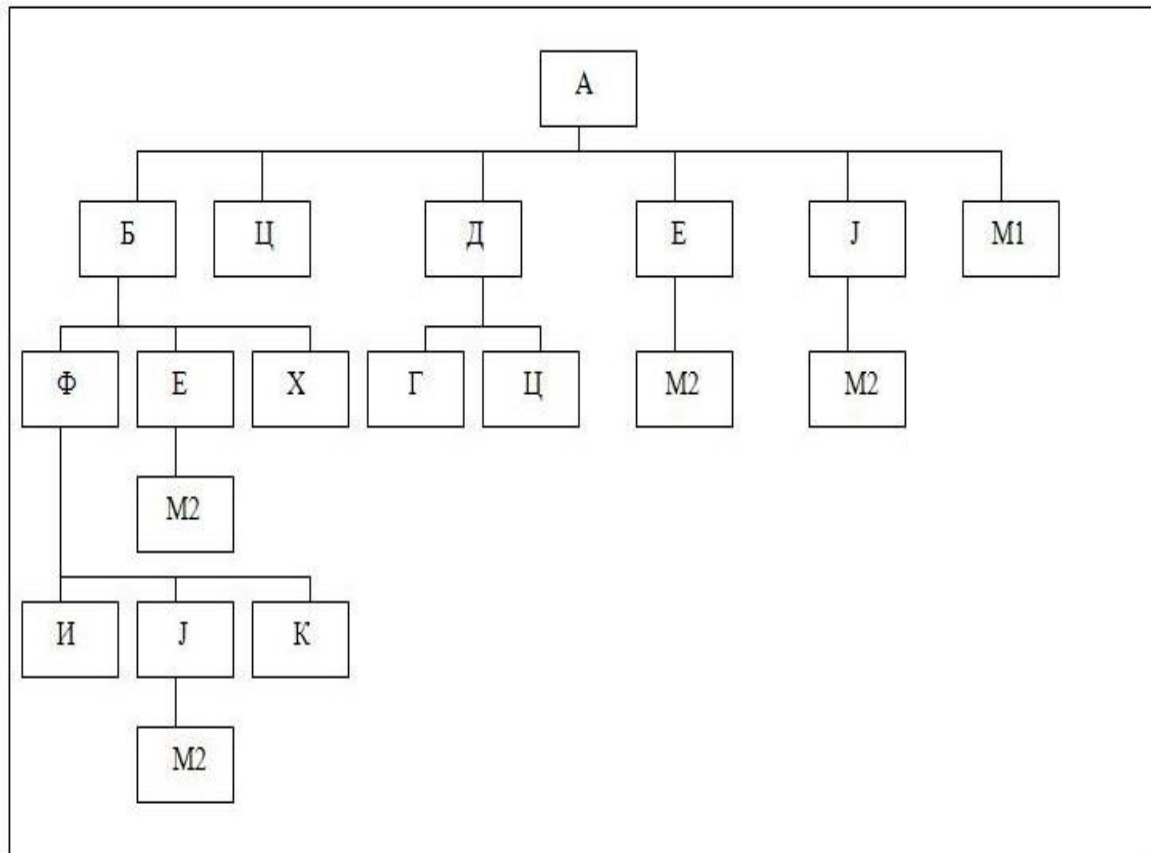
Преглед производа се дефинише за следеће случајеве и то преглед производа:

- сопствене производње,
- који се набављају и израђују у сопственој фабрици,
- по статусу производа:
 1. прототип,
 2. производ у освајању,
 3. производ у процесу хомологације – квалификације,
 4. нулта серија и
 5. редовна производња
- по делу шифре у односу на класификациони број,
- за продају и као резервних делова и то:
 1. прва уградња и
 2. резервни део,
- по димензијама и
- за наведени стандард и део класификационог броја.

2.7.2 ПОДАЦИ О СТРУКТУРИ ПРОИЗВОДА

У општем случају производ поседује структуру (склопове, подсклопове, делове и на најнижем нивоу материјал Ми,- од кога се израђује - слика 7). [2]

Формирање података о структури производа врши се за сваки производ и то тако што се полази од шифре надређеног производа и шифре подређеног производа, да би се у даљем поступку дефинисали подаци о структури посматраног производа.

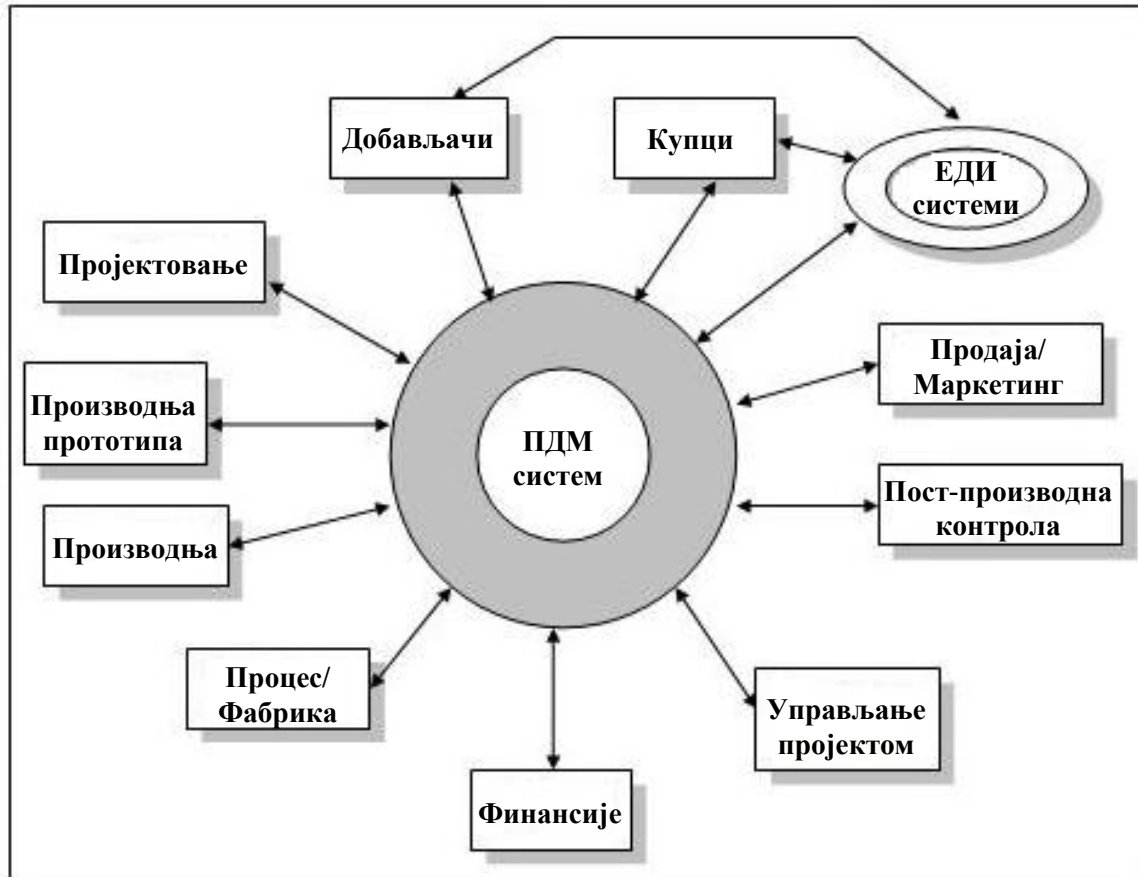


Слика 7. Структура производа "А"

3. ПДМ И ПЛМ СИСТЕМИ

3.1 ПДМ СИСТЕМИ

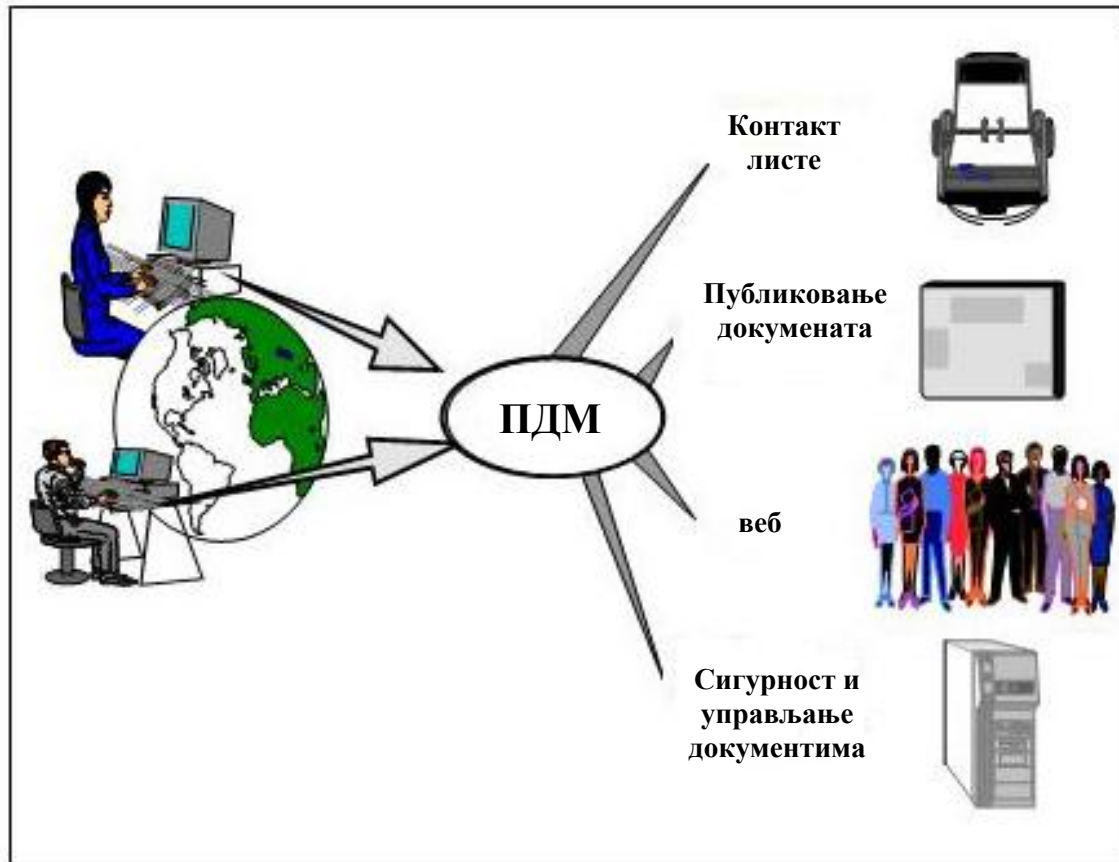
Да би се задовољили веома комплексни захтеви које информациони менаџмент поставља, развијен је концепт PDM (Product Data Management) управљања подацима о производу, даље у тексту ПДМ. Основна идеја ПДМ система је да управља информацијама о производу, које су логички интегрисане у информациони модел (Fitzgerald A.. (1999)). [3] Главна сврха овог система је да послужи као један од главних система у предузећу, који интегрише све остале системе и користи како од стране различитих организационих целина тако и од стране купаца и добављача. ПДМ ствара стандардни интерфејс између интегрисаних база података о производима и корисника информација (слика 8).



Слика 8. ПДМ окружење

Глобализација компанија и глобализација развојних пројеката стварају потребу ка приступу информацијама са различитих локација што води ка концепту "пројекта у реалном времену било где на свету". ПДМ служи за постизање максималне користи из конкурентног инжењерства уз задржавање контроле над подацима који су дистрибуирани корисницима. Основни принцип је да се дупликат главног документа, фајла, слободно шаље корисницима у разним одељењима (за дизајн, пројектовање, итд.), а да се њихове модификоване копије, потписане и датиране, затим смештају и чувају заједно са главним документом, све док се не промене и не усвоје. ПДМ системи морају да буду способни да подржавају различите кориснике са различитим фајловима у дистрибуираном мрежном окружењу и морају да обезбеде приступ подацима са било ког места у свету.

Ова потреба је резултирала трендом ка увођењу интранет корисничког интерфејса, што омогућава коришћење уобичајених веб-претраживача за приступ ПДМ информацијама на интранету у оквиру компаније. ПДМ има значајно место у концепту конкурентног инжењерства (слика 9).



Слика 9. Место ПДМ у концепту конкурентног инжењерства

ПДМ софтверска подршка се уводи у великом броју производних предузећа. Увођење ПДМ система забележило је раст од 36% између 1993 и 1994. Према водећим фирмама које се баве консалтингом, ПДМ концепт и софтверска подршка ће бити сегмент са најбржим растом у овој декади. ПДМ софтвер и сервиси тренутно на светском тржишту имају обим од 898\$ милиона годишње. Предвиђа се да ће у наредних 5 година овај обим бити и више од милијарду америчких долара.

ПДМ треба да има широк спектар функција:

- инжењерске информације,
- управљање инжењерским променама,
- управљање структуром производа,
- управљање радним током и
- управљање документима.

ПДМ апликације морају тако да се развијају да чине отворени систем. Мора се омогућити предузећу да укључи постојеће апликације за управљање производњом у ПДМ систем. Сем тога битан је захтев да ПДМ апликације могу да раде у различитим окружењима.

ПДМ мора да чува и податке везане за структуру производа. Релације између компоненти које чине склопове и релације између самих склопова морају да постоје, да би инжењери имали комплетно стање потребног материјала укључујући документа и информације за сваки производ или део или изабрани склоп тог производа. ПДМ мора да има могућност да сем одржавања физичких релација између делова у склопу, одржава и друге релација као што су на пример релација на бази: производње, финансија, одржавања итд. [3]

ПДМ је састављен из два концепта и то:

- DM (Data Management – управљање подацима, даље у тексту ДМ) и
- PM (Process Management – управљање процесима, даље у тексту ПМ).

3.1.1 УПРАВЉАЊЕ ПОДАЦИМА – ДМ

Производне компаније обично имају техничке цртеже производа и компоненти ускладиштене у базама података, али најчешће оне не воде рачуна о складиштењу атрибута производа као што су на пример димензије и сл. Тако да се врло често јавља проблем да инжењери немају на располагању потребне информације. ДМ систем треба да омогући приступ свим корисницима до атрибута производа (величина, тежина) и документације о производу (склопних цртежа) као и њиховим релацијама, кроз релациони систем база података. Пошто је потребно складиштити велики број података, потребне су технике за лако и једноставно класификовање информација. Захтев за одговарајућом класификацијом је један од приоритетних захтева када су у питању ПДМ системи. Информације сличног типа би требале да буду груписане у класе. Детаљнија класификације је могућа коришћењем атрибута за описивање битних карактеристика сваке компоненте у датој класи. Могућа класификација:

Класификација компоненти

Компоненте се уносе у базе података у различите класе које одговарају потребама пословног система. Сваки део има свој сет атрибута. Такође понекад је потребно да неке компоненте, поред сета основних, поседују и неке своје сопствене атрибуте.

Класификација докумената

Документи који су повезани са деловима и компонентама треба да буду такође класификовани у класе као на пример "3Д модели", "Техничка докуменатација" итд. Сваки документ затим може имати сет атрибута - део, број, аутор, датум. У исто време потребно је очувати релације између докумената и компоненти. Тако на пример упит за "склапање" би требало да садржи 2Д цртеж, солид модел.

Структура производа

Трећи начин да се приступи подацима је структура производа. За сваки производ треба да постоје релације између компоненти и делова који чине тај

производ. То значи да је могуће захтевати комплетну саставницу производа, укључујући и потребан материјал или саставницу неког подсклопа.

3.1.2 УПРАВЉАЊЕ ПРОЦЕСИМА – ПМ

ПМ систем у основи има три задатка:

- да надгледа шта се дешава са подацима када неко ради са њима ("*Work Management*"),
- да управља током података између људи ("*Workflow Management*"),
- да прати све догађаје и кретања, за све време развоја пројекта ("*Work History Management*").

Work Management

Процес дизајнирања производа, на пример солид модела, може за време свог развоја да претрпи велики број измена и модификација. Чак и када један инжењер ради на неком пројекту, остали чланови тима ће бити обавештени да неко ради на главном пројекту.

Workflow Management

Евидентна је потреба да чланови истог тима имају приступ одговарајућим подацима. Такође битно је да посао "иде" од одељења до одељења или од појединца до појединца по претходно логички установљеном реду.

Work History Management

ПДМ би требало да има податке о тренутном стању пројекта, такође и податке о фазама пројектовања које су завршене. Ово значи да он представља потенцијално значајан извор за проверу података. Могућност да се изводи провера процеса је нарочито значајна јер испуњава захтеве интернационалних стандарда као што је ИСО 9000.

3.1.3 МОДЕЛ ПРОИЗВОДА

Процес развоја новог производа укључује доношење многобројних одлука, примену различитих образаца одлучивања и коришћење различитих апстрактних и конкретних развојних модела. Компјутерска документација о производу обично садржи само финалне резултате развоја и то у виду САД фајлова, инструкција за производњу и слично. Изузетан значај, међутим, имају и информације о међуфазама у процесу развоја производа, као и кораци у одлучивању тј. "историја развоја" производа. Историја развоја производа представља једну од важних

компоненти конкурентног инжењерства, зато што омогућава члановима тима да критикују и раде на побољшавању развојног пројекта.

Оптимално коришћење ПДМ система захтева креирање одговарајућег модела производа. Модел треба садржи сву пројектну документацију и документацију о производу, тако да ствара подлогу за примену концепта конкурентног инжењерства. Модел производа треба да садржи све информације везане за материјални систем. Модел производа мора да користи податке из разних функција предузећа, логистике, производње, одржавања, маркетинга.

3.1.3.1 МОДЕЛ НАСЛЕЂИВАЊА (ХРОМОЗОМСКИ МОДЕЛ) ПРОИЗВОДА

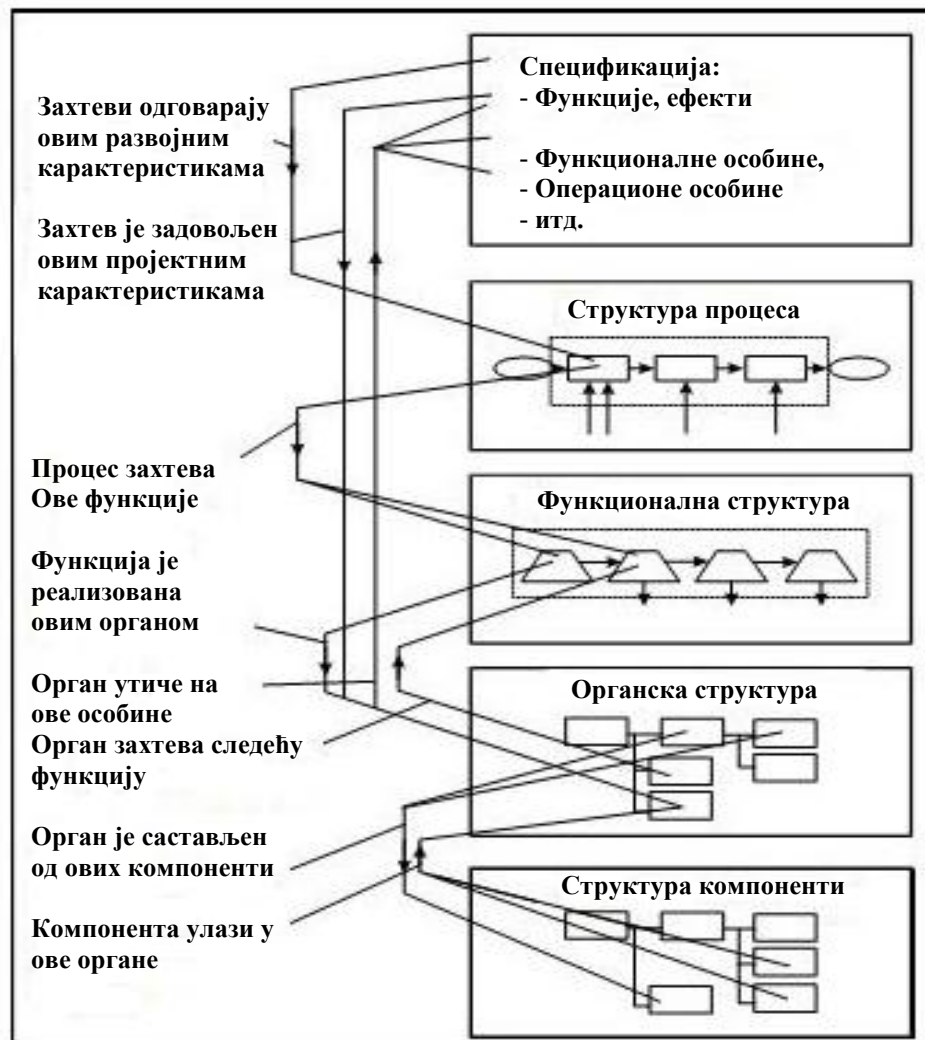
Један од приступа у креирању модела производа је и модел наслеђивања (Ansreassen, 1992) [3] који се базира на теорији техничких система (Malmqvist J., 1993). [3] Почетна тачка ове теорије је генерална карактеристика сврхе техничких система. Сврха је реализација неког процеса трансформације у коме улазни операнди - материјал, енергија или информације мењају свој статус из почетног у жељено стање. Четири различита типа модела су потребна да би се описао технички систем и трансформациони процес који се одвија. Сваки модел је описан као систем који садржи елементе и релације. Сваки модел може да се опише различитим апстрактним и/или конкретним моделом, а такође ниво детаљисања може бити различит.

Овај модел се фокусира на следећим аспектима трансформационог система:

- структура процеса описује инпут и оутпут операнада и сет процеса који омогућавају трансформацију материјала, енергије и информација у трансформационом систему, ове трансформације су управљане различитим спољним дејствима, људским укључивањем у процес или "активном" околином,
- функционална структура приказује трансформацију и сврху функције која је неопходна машини да би креирала ефекат који се захтева да би операнд био трансформисан; ова структура укључује интерне "акције" процеса технолошког система,
- органска структура је састављена од органа (носилаца одређене функције) техничког система; по дефиницији, сваки орган извршава једну или више функција система; концепт органа омогућава опис систем са стране функционалног аспекта; уопштено, поједини органи нису једноставно само техничке компоненте; много чешћи је случај да је реализација функције једног органа условљена повезивањем више компоненти, док са друге стране једна компонента може да има своју парцијалну улогу у више органа;
- структура компонената, је структура сваког дела који улази у састав техничког система.

За сврху процеса развоја неопходно је имати увид у спецификацију развојног пројекта. Спецификација и структура су повезани одговарајућим релацијама: процес детерминише функцију, функција је креирана од органа, и органи су материјализовани од компоненти. Ове релације конституишу информације о систему и са друге стране могу бити коришћене за праћење "историје" развојног пројекта. Основни елементи хромозомског модела производа су приказани на слици 10.

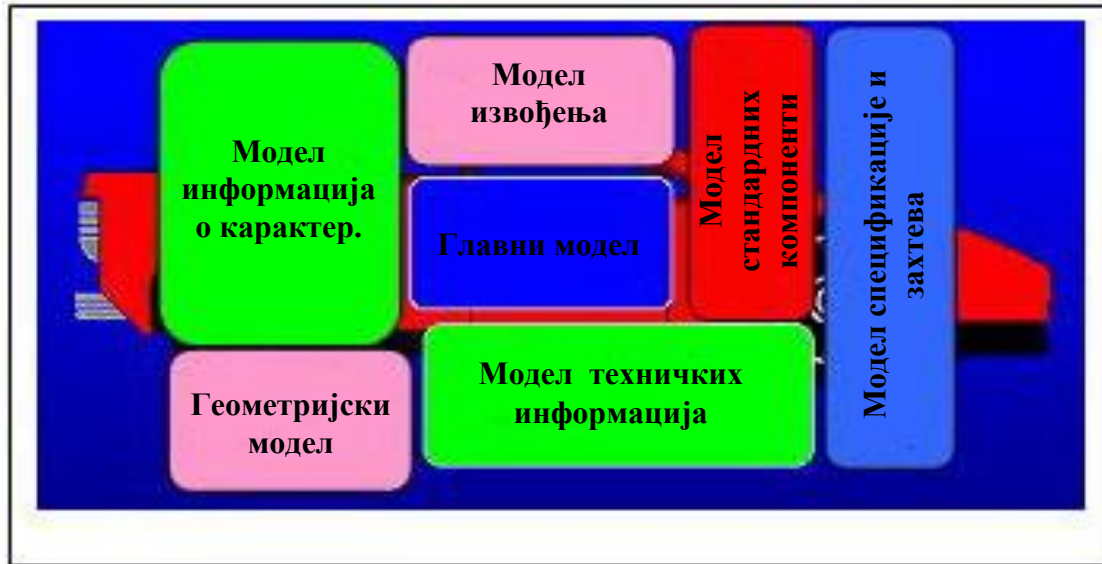
Хромозомски модел производа представља једну од најјачих теорија моделирања производа, мада са друге стране показује и извесне недостатке.



Слика 10. Хромозомски модел производа

3.1.3.2 ОБЈЕКТНО – ОРИЈЕНТИСАНИ МОДЕЛ ПРОИЗВОДА

Информације о производу морају да буду интегрисане и одвојене од апликација (независне од хардвера и софтвера) и повезане тако да чине један логичан контекст, односно целину. Модел производа може бити објектно-оријентисан тј. изграђен тако да рефлектује стварност, на пример, геометријски модел производа мора да рефлектује стваран физички изглед материјалног система.



Слика 11. Објектни модел

Један од приступа у формирању модела производа је стварање главног модела (коре модел) који дефинише објекте, релације, асоцијације, ентитете и атрибуте (идентификација, карактеризација и класификација). На главни модел се везују многобројни сателит модели, који дефинишу, представљају и структурирају информације за спецификацију, логистику, производњу, одржавање, подршку, учење, визуелну представу (геометрија) као и многобројне симулационе софтвере (слика 11).

3.1.4 ПОТРЕБНИ ПРЕДУСЛОВИ ЗА УВОЂЕЊЕ ПДМ СИСТЕМА

Погрешно је посматрати увођење ПДМ система као једноставно увођење компјутерског система. ПДМ систем је комплекснији од других компјутерских система (CAD система, е-маил система, симулационог софтвера) тако да је његовим захтевима потребно посветити значајну пажњу пре, за време и после увођења. Неке специфичности ПДМ система су:

- ПДМ системи могу да раде на различитим компјутерским платформама (UNIX, PC) (овде до изражаја долазе предности Интернет окружења и веб апликација),
- ПДМ захтева интензивну размену информација, тј. има велике захтеве по питању ИТ инфраструктуре,
- ПДМ има задатак да повеже људе који раде на различитим задацима из различитих организационих целина и
- могућности рачунара варирају у зависности од корисника.

Сем овог, ПДМ системи мора да буду прилагођени предузећу где се уводе. Важно питање је потребан ниво мрежне инфраструктуре (хардвер и мрежа) да би се изашло у сусрет великој размени информација које носи са собом ПДМ систем.

3.1.5 УВОЂЕЊЕ ПДМ

Приликом увођења ПДМ система у организацију постоје пет различитих питања која треба да буду размотрена, а то су:

1. разлог увођења,
2. ниво промена,
3. ширина промена,
4. управљање од стране експерата или корисника и
5. брзина промена.

Ово је само један сет тих питања. Различити приступи узрокују различитим начинима имплементације.

Различите компаније имају различите захтеве за увођење ПДМ система. Потпуно увођење ПДМ система се обично ради као подршка модернизацији информационих технологија које имају задатак да развој производа учине ефикаснијим. Друга предузећа обично уводе ПДМ системе у жељи да превазиђу неки уочени проблем. Типичан пример за то је управљање инжењерским изменама. Управљање пословним током може решити многе проблеме предузећима. ПДМ системи се такође могу користити за повезивање организационих целина и да на тај начин створе платформу за примену конкурентног инжењерства. ПДМ системи су у стању да остваре контакт између различитих целина као што су пројектовање, производња, маркетинг и књиговодство. Још једна корист од ПДМ система је пружање поршке за географски дистрибуирана предузећа.

Када се уводи ПДМ систем изузетно је важно да се одлучи на ком нивоу ће бити извршене измене у предузећу у циљу да се извуче максимална корист из ПДМ. Могуће је имплементирати ПДМ систем преко већ постојећег система, мада овој приступ захтева интензивну модификацију ПДМ концепта да би се извршило усклађивање са већ постојећим рачунарским системом који је у употреби. Ја`сно је да овај приступ не може остварити изузетно обећавајуће резултате.

За пуну имплементацију ПДМ система, промене морају да се остваре на организационој структури, као и на деловима радног процеса за који се планира подршка система. Најважније је да се поседује јасна представа који и какви процеси постоје да би се могло имплементирати њихово управљање кроз ПДМ систем. Разне методе из области реинжењеринга пословних процеса могу да буду јако корисне у одређивању оквира за анализу и унапређење процеса.

Изузетно битно питање представља имплементација ПДМ система. Поставља се питање да ли треба приступити увођењу и анализи пилот пројекта или треба кренути у глобално увођење ПДМ система у целом предузећу. Јасно је да оба приступа имају својих предности и мана.

Уколико је реч о пилот пројекту, ПДМ систем ће бити уведен само за један инжењерски пројекат, на коме ће радити различити учесници. Нека предузећа тестирају окружење са фиктивним податцима, (што је безбедније, али даје мање информација о стварној ситуацији), док се друга предузећа одлучују на ризичнији корак тј. раде са стварним подацима (али добијају потпунију слику тестирања ПДМ система). Према Pikosz, P., и Malmqvist, J.(1996) [3] велика већина предузећа уводи ПДМ системе кроз пилот пројекте.

Са друге стране, глобално увођење ПДМ система у преузеће може бити ризично. Проблеми могу да је јаве у фази имплементирања, тако да је могуће да се појаве разне слабости. Међутим овај приступ се може показати користан код малих предузећа, која уводе само део ПДМ система, јер се постижу већи ефекти за краће време.

Имплементација ПДМ пројекта може бити управљана на различитим нивоима, и од стране експерата и од стране крајњих корисника. Улога корисника је велика зато што је њихово знање врло корисно у процесу подешавања исправности рада система. Обично су у предузећима инжењери, ти који најбоље познају специфичности процеса пројектовања производа и како се тај процес изводи на најбољи могући начин. Иако готово сва предузећа имају формално дефинисани процес пројектовања, материјализован кроз различите инструкције и процедуре, понекад, се стварно пројектовање ипак разликује од прописаног поступка. Улога инжењера је да својим знањем допринесу увођењу и развоју система.

Са друге стране експерти имају она знања која се односе, на пример, на начин на који ПДМ систем делује на компанију, што ипак недостаје индивидуалном кориснику. Сем тога увек је потребно постојање неког ко пројекат сагледава и води у глобалу, у циљу ефикаснијег постизања задатих циљева.

Брзо увођење ПДМ система смањује проблеме које предузеће може имати уколико у прелазном периоду користи више различитих система, сем тога потенцијалне користи од ПДМ система ће се раније исказати. Интеракције у комплексном софтверу, какав је ПДМ систем, захтевају постојање развијене мрежне инфраструктуре за трансфер података, тако да је овом аспекту потешко обратити доста пажње јер може проузроковати проблеме.

Неопходно је постојање јасног плана за увођење ПДМ система. Пре пуштања система у рад, корисници морају бити обучени и упознати са аспектима ПДМ система и обавештени какву подршку он пружа.

3.1.6 СТРАТЕГИЈЕ УВОЂЕЊА СА ТЕХНИЧКОГ АСПЕКТА

Постоје три различите стратегије за увођење ПДМ система. Према Píkosz, P., (1996) [3] рангирање стратегија је извршено према њиховој комплексности (слика 12).



Слика 12. Рангирање стратегија према њиховој комплексности

а) Увођење кроз пројекат

Увођење кроз пројекат је прва стратегија увођења ПДМ система за један развојни пројекат за који се документација складишти и њоме управља од стране ПДМ система. Ова стратегија према томе захтева мало промена. Ова стратегија има за циљ да ПДМ систем служи као подршка за креирање интегрисаног производа и пројектног модела па је стога од највећег могућег значаја питање размене информација између географски дистрибуираних чланова тима. Пројектни модел представља добар алат за побољшање комуникације у раном стадијуму пројектовања производа. Сви чланови тима имају пун приступ пројектном моделу, тако да сваки члан тима може да има најновији статус пројекта. Ова стратегија такође омогућава пројектном тиму брзу имплементацију ПДМ у односу на све нивое комплексности система и високу брзину промена.

Складиштење података и управљање њима на првом нивоу комплексности, захтева да се сви подаци од почетка пројекта складиште у дигиталној форми. Други ниво комплексности је постигнут када пројекат почиње да се разбија на подсистеме и креира интегрални пројекат и пројектни модел у ПДМ систему. Трећи ниво комплексности представља размену података са другим ИТ системима у оквиру предузећа. Типичан пример за то је интерфејс између ПДМ и ERP (Enterprise Resources Planning) система, ЕДИ система или других система. Један од разлога

оваких интерфејса је и једноставна размена података између функција пројектовања и производње. Крајњи ниво комплексности подразумева подршку за целокупан животни циклус производа, почев од раних фаза пројектовања па све до његовог брисања из архиве.

Комплексност интегрисаног производа и пројектног модела расте заједно са сложености пројекта, што утиче на увођење ПДМ система. Укупна ПДМ подршка може бити достигнута за релативно кратко време. Ова стратегија је најбоља за подршку пројектима развоја производа, али је такође осетљива на грешке због брзог достизања виших нивоа комплексности.

Када се користи ова стратегија предузећа морају бити сигурна да ПДМ систем функционише пре његовог самог увођења. Пилот студија би требала да се изврши пре увођења у циљу смањивања шансе да мањак функционалности ПДМ система представља већу штету него корист. Комбинација нових процеса развоја производа и ПДМ система ће имати велики утицај на методологију рада, тако да његово увођење може бити тешко без учешћа крајњих корисника.

б) Фокусирање на само једну ПДМ функцију

У овој другој стратегији фокус се ставља на једну ПДМ функцију, као што је управљање инжењерским променама или управљање садржајем САМ пројектованих делова. Овде се узима одређена организациона целина као циљна група.

Главни разлог за увођење само једне функције ПДМ система је потреба да се на неком пољу брзо и ефикасно превазиђу проблеми. Типичан пример је управљање инжењерским изменама, где су многа предузећа дошла до искустава да је овај процес скопчан са дуготрајним временом и ниском вољом запослених да га спроведу на класичан начин. Овај процес је уско повезан са интензивном разменом докумената, тако да је погодан да буде подржан од стране ПДМ система.

Још један начин за увођење ове стратегије је повезивање САД креираног модела са структуром производа. То нам омогућава да рукујемо великим САД склоповима са аутоматском променом фајлова и структуре. Тако ће САД системи бити уско повезани са ПДМ системима.

Обе ове варијанте увођења су на другом нивоу комплексности, мада се подразумева да постоји претходно дефинисана база података и база мета – података (мета – податак = податак о податку).

Увођење ПДМ система кроз само једну функцију је скопчано са мањим ризиком него претходна стратегија. Фокусирање на једну функцију условљава једноставније тестирање и оцењивање система независно од осталих активности у предузећу. Такође је једноставније спровести ову стратегију тако да буде управљана од стране експерата

ц) Увођење кроз централну архиву

Трећа стратегија представља подршку централној архиви компаније и документима за подршку животног циклуса производа. Главни фокус у овој стратегији је конверзија папирних докумената у дигиталне фајлове.

Први корак у овој стратегији је конверзија папирних докумената у дигитални формат. Мора се обезбедити функционално управљање документима различитог формата. Други корак је омогућавање брзог приступа документима, што може да се

омогући кроз коришћење интранета. Трећи корак би био омогућавање директног складиштења, са различитих рачунарских алата унутар целог предузећа.

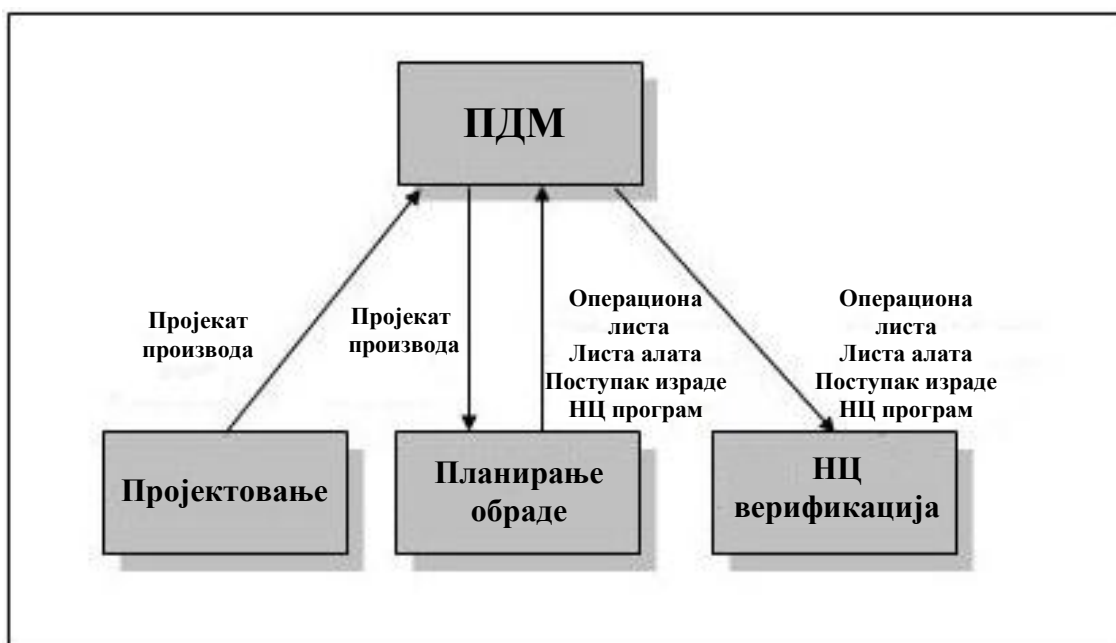
Овде је омогућен лак преглед и брз приступ информацијама, тако да чак и купци и добављачи имају могућност приступа дигиталној архиви и преглед жељеног документа. Сигурност архивираних докумената је под контролом ПДМ система, који контролише права приступа за сваког корисника, и коришћење сваког документа.

Ова стратегија је најједноставнија (на првом је нивоу комплексности) и из тог разлога је најлакша за примену и најсигурнија у односу на грешке. Извођење ове стратегије, може бити под контролом експерата.

Потенцијална подршка, кроз ову стратегију, развоју производа је најнижа, али представља добру основу за будућу имплементацију комплекснијих функција ПДМ система.

3.1.7 ПРОШИРЕНИ ПДМ КОНЦЕПТ

Концепт ПДМ не треба посматрати само као систем који омогућава бољу размену само техничке документације. Многобројни модели и разна документација могу бити придодати техничкој документацији, и другим атрибутима производа. Према Iuliano M. (1997) [3], као додатни модели и информације могу се у ПДМ систему наћи и операциона листа, листа алата, поступак израде па чак и програм за НЦ машину. Ови подаци могу затим бити коришћени за различите симулације и провере (слика 13).



Слика 13. Могућности ПДМ концепта



Слика 14. ПДМ и виртуална производна ћелија

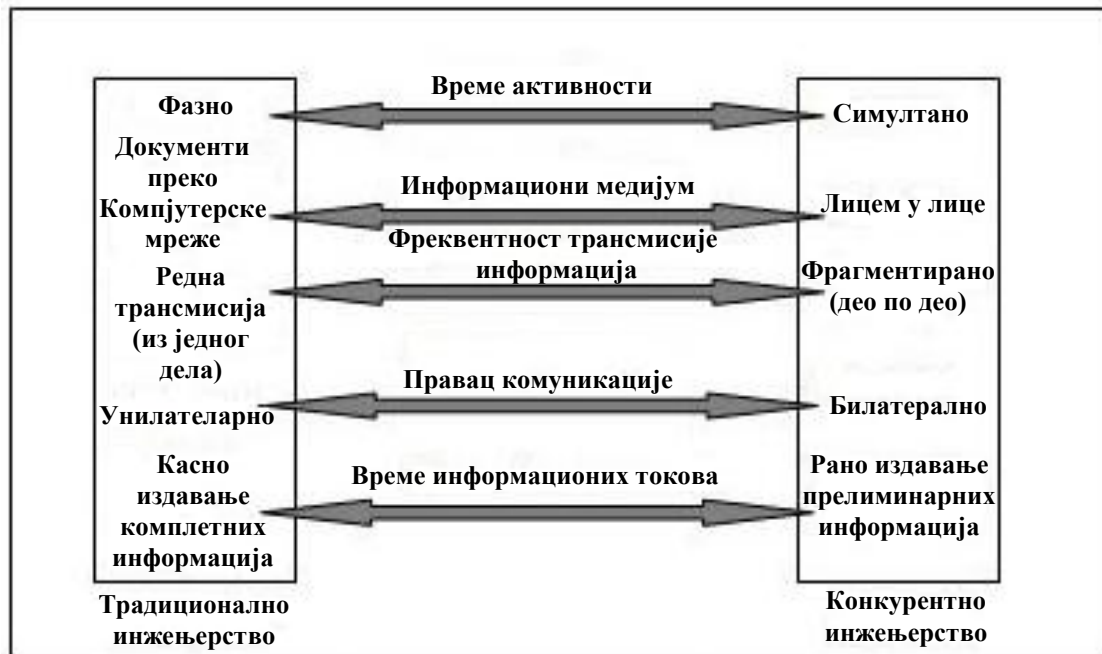
На овај начин предузеће може имати и виртуалну организациону структуру. Слика 14 приказује управљање виртуалном производном ћелијом.

3.1.8 ПДМ СИСТЕМ КАО ПОДРШКА ЗА КОНКУРЕНТНО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПДМ технологија у суштини представља нов и ефикаснији начин употребе различитних знања из многобројних области, као што су: менаџмент, развој производа, системи база података и управљање инжењерским подацима. Она има изузетно битну улогу у концепту интегрисаног развоја производа зато што омогућава приступ свим члановима радних група до валидних, и у сваком тренутку, званичних верзија било ког документа или података. Оптимално коришћење система, из угла чланова радног тима, би било складиштење пројектних података заједно са подацима о производу, што омогућује креирање интегрисаног пројекта и података о моделу производа. Модел садржи сву пројектну документацију и документацију о производу, тако да омогућава добар увид у статус пројекта у раним стадијумима процеса развоја производа. На тај начин проблематична подручја могу бити идентификована у раној фази и са одговарајућим инструментима могу бити на време коригована. Главно питање је побољшање комуникације између чланова пројектног тима, што се углавном односи на унутрашњу интеграцију.

Да би се дефинисала унутрашња интеграција, тј. комуникација између чланова развојног тима, интеграција се може поделити у пет димензија (слика 15).

Традиционална секвенционална радна методологија је представљена на левој страни слике, док је конкурентно инжењерство смештено на десној страни.



Слика 15. Димензије интегрисаног (конкурентног) решавања проблема

Сада се може извршити поређење између ових пет димензија и могућности које пружа ПДМ систем. ПДМ системи не могу подржавати прву димензију време активности. Када се моделира ланац процеса у ПДМ систему тотални процес је састављен од секвенцијалних подпроцеса, без могућности "прескакања" процеса који зависе један од другог. Мада, ипак, постоји могућност иницијације паралелних процеса који не размењују податке. Ово је погодно за рутинске процесе као што су процеси инжењерских измена, али не и за процесе као што су на пример, процеси развоја производа. На тренутном технолошком нивоу, моделирање процеса у систему је могуће једино уколико је завршена претходна фаза процеса, а сва потребна документација издата. Прескакање процеса, где наредни процес почиње, уз коришћење само прелиминарних докумената, није остварљиво.

Информациони медијум, односно његова разноликост није апсолутно подржана ПДМ системом. ПДМ систем је базиран на системима дистрибуираних база података, повезаних мрежом, и јединственим корисничким интерфејсом за све кориснике. Ово омогућава пројектантима, широм света, да раде на истим документима без личног контакта са другим пројектантима. ПДМ системи немају задатак да елиминишу лични контакт и сарадњу пројектаната (нарочито у раним фазама пројектовања), већ да побољшају комуникацију и координацију у пројектима развоја производа.

ПДМ системи омогућавају добру фреквентност трансмисије информација. У потпуности имплементиран ПДМ систем омогућава директно означавање тек креираних докумената и омогућава приступ корисницима одмах после његовог складиштења.

Правац размене информација код ПДМ система је апсолутно билатералан. Једино ограничење представља сигурносни систем који не дозвољава приступ свим корисницима система ка појединим информацијама или документима. Приступ појединим документима може бити "замрзнут" све док се не заврши процес одобравања тог документа.

Последња димензија је ток информација, који је такође адекватно подржан ПДМ системом. Екстремна вредност у овој димензији је издавање прелиминарних информација, што се лако постиже помоћу ПДМ система, креирањем неке помоћне функције. На пример, помоћна функција може бити дизајнирана као директоријум "нове ствари" или слањем е-маила корисницима на које утиче извесна промена.

Највећи допринос ПДМ система је побољшање ефикасности и подршка процесу аутоматизације. ПДМ систем омогућава аутоматизацију управљања инжењерским променама и дистрибуцију докумената. Као додаток, сви процеси у развоју производа могу бити моделирани у ПДМ систему и могу да пружају пуну подршку процесу развоја производа.

ПДМ системи могу подржати процес развоја производа на два начина. Као, прво на нивоу пројекта, где интеграција пројектног и производног модела омогућава да документација о пројекту и производу буде подршка за управљање свим документима унутар пројекта. И друго, на нивоу задатка, где систем може подржати аутоматизацију рутинских процеса као што је управљање инжењерским изменама и процесима дистрибуције докумената.

Поприлична количина времена, између 10 и 30%, инжењерског рада се троши на тражење информација. Потрага за информацијама је значајно побољшана коришћењем ПДМ система. Тренутно највећи проблем представља недостатак стандарда. Тренутни САД документни или текстуални документи се складиште у оригиналним форматима. Велику наду представљају СТЕП и СГМЛ стандарди, за геометријске и текстуалне податке.

3.1.9 СТЕП СТАНДАРД

Информације које се генеришу о производу за време пројектовања, производње, увођења у живот, одржавања и повлачења користе се за многобројне сврхе за време животног циклуса производа. Ово коришћење може да укључи многобројне рачунарске системе, укључујући и оне који могу бити лоцирани у другим организацијама. У циљу подршке оваквом окружењу, организација има потребу да представља своје информације о производу на начин који ће бити приступачан свим рачунарским системима.

СТЕП (ИСО 10303) је интеранционални стандард за размену производних података (слика 16). Развијен је од стране интернационалних организација и служи за размену свих инжењерских података, а не само цртежа. Дизајниран је за покривање целокупног животног века производа, и омогућава различитим САД, САМ и САЕ алатима да размењују поруке у једном, једином формату.

СТЕП стандарди омогућавају комуникацију у форми размене индустријских информација које су извучене из информационог модела базираног на EXPRESS језику, даље у тексту ЕХПРЕСС.

Постоје три главна разлога за имплементацију СТЕП:

- размена података – омогућавање размене информација између потрошача и добављача у циљу успостављања боље сарадње,
- дељење података – чување података у бази података у неутралном формату омогућује интеграције кроз дељење истих ресурса,
- интернет сарадња – подацима о производу може се лако приступити и преко интернета.



Слика 16. Трансфер података применом СТЕП стандарда



Слика 17. Структура СТЕП стандарда

Предности СТЕП стандарда огледају се у следећем:

- убрзава се процес развоја производа и производање,
- побољшава се квалитет и
- смањује се цена.

Сврха СТЕП стандарда је да као независни механизам опише производне податке кроз цео животни циклус производа, независно од било ког система. СТЕП модел производа карактерише петослојна архитектура сачињена од тзв. класа, које садрже одређени број логички груписаних делова спецификација. СТЕП стандарди могу бити груписани у инфраструктурне компоненте и информационе моделе (слика 17):

- апликациони протоколи,
- ресурси интегрисаних апликација
- генерички интегрисаних ресурса
- методе за опис,
- методе примене,
- методологија за проверу усаглашености.

ЕХПРЕСС је развијен као наследник NIAM-а и IDEFIX-а, са задатком да омогући информационо моделирање за опис података који ће бити коришћени у фази пројектовања, израде и одржавања производа. Развој информационих модела у ЕХПРЕСС-у захтева аутоматизацију одређеног броја функција, од којих су најважнији: развојно окружење, едитор, синтаксна и семантичка анализа кода и компајлер.

ЕХПРЕСС [ИСО-11], је формални језик за описивање информационог модела СТЕП-а. Централно место у ЕХПРЕСС језику заузимају ентитети. Овај језик омогућава опис података и ограничења која се могу применити на производе. Овај опис података представља основу за развој софтверских система за обухват података о производима. У основи ЕХПРЕСС (табела 1) се састоји од токена, а они од:

- кључних речи,
- класа карактера,
- лексичких елемената,
- напомена и
- идентификатора.

```

SCHEMA my_schema;

ENTITY my_first_entity;
  -- some comments
  a_number : INTEGER;
END_ENTITY;

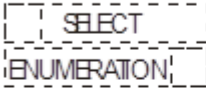
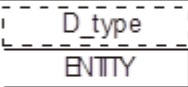
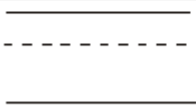
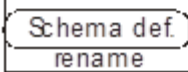
ENTITY my_second_entity;
  -- some comments
  a_ref : SET [1:? ] OF my_first_entity;
  a_number : INTEGER;
END_ENTITY;

END_SCHEMA;

```

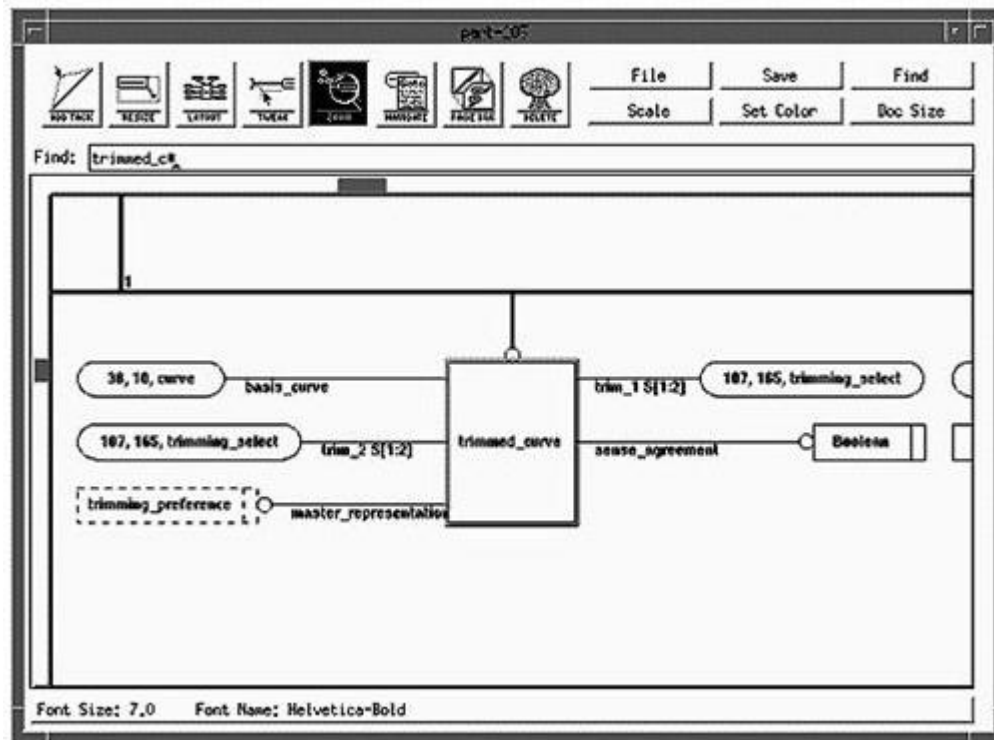
Табела 1. Пример у EXPREСС језику

Основни симболи EXPREСС-Г дати су на слици 18. Поред текстуалног приказа развијен је и графички приказ (слика 19) дат у виду спецификације EXPREСС-Г.

Симболи	Значења
	Симболи за основни тип података
	Симболи за изграђене типове података
	Симболи за именовани тип података
	-Релација између симбола дефиниција -Релација између опционих атрибута -Релација на ентитете
	Референца на страницу
	Референца на ентитете

Слика 18. Симболи и значење у EXPREСС-У

Формални опис података у ЕХПРЕСС служи за развој датотеке у неутралном формату, записа погодном за размену између различитих рачунарских система и апликација. Превођење из ЕХПРЕСС модела у неутралну датотеку врши се помоћу специјалних преводиоца. Шема ЕСПРЕСС модела се пресликава у скуп SQL израза који генеришу релациону шему базе података.



Слика 19. Примери ЕХПРЕСС-Г шеме

Пресликавање дефиниција из ЕХПРЕСС шеме се врши помоћу следећих правила:

- сваки ентитет у ЕХПРЕСС шеми се пресликава у засебну табелу или поглед у релационој бази података,
- ентитет без подтипова пресликава се у основну табелу и
- ентитет који има подтипове се пресликава у поглед на базу података који се састоји од основних табела који представљају подтипове тог ентитета.

У оквиру СТЕП архитектуре, модел производа, је информациони модел који је дефинисан апликационим протоколима (АП203, АП210, АП214, на пр. апликациони протокол Ship Structures, ИСО-218). Апликациони протоколи се заснивају на библиотекама, уобичајено коришћеног концепта под називом интегрисани ресурси. Интегрисани ресурси укупно описују апстрактни модел производа. Компоненте апстрактног модела укључују, на пример, геометријску и

тополошку презентацију (део 42), који могу бити коришћени за опис апликационог протокола за аутомобилске делове и сл. Сваки апликациони протокол комбинује један или више информационих модела и додаје нове везе у постојећи модел. На пример, апликациони протокол за 2Д делове, комбинује делове 42 (геометрија и топологија) и 46 (визуелна презентацију) и то тако да могу да се представљају само 2Д подаци. Коришћење компоненти побољшава квалитет и ефикасност развоја апликационих протокола и поједностављује дељење информација између сродних дисциплина (развојни системи и системи за планирање производње могу делити овлашћење за пуштање производа у процес производње). Интегрисани ресурси и апликациони протоколи су дефинисани у ЕХПРЕСС језику. Информациони модели и апликациони протоколи описују структуру података и веза целокупног модела производа.

Имплементационе методе су протоколи управљани ЕХПРЕСС језиком. Они служе за трансфер података базираних на ЕХПРЕСС између разних софтверских алата, и чине их доступним за развијање апликација. Први имплементациони модел је физички фајл, који се назива и Парт 21 филе формат. Парт 21 спецификација је медијум који служи за трансфер података дефинисаних у ЕХПРЕСС-у између база података и CAD система.

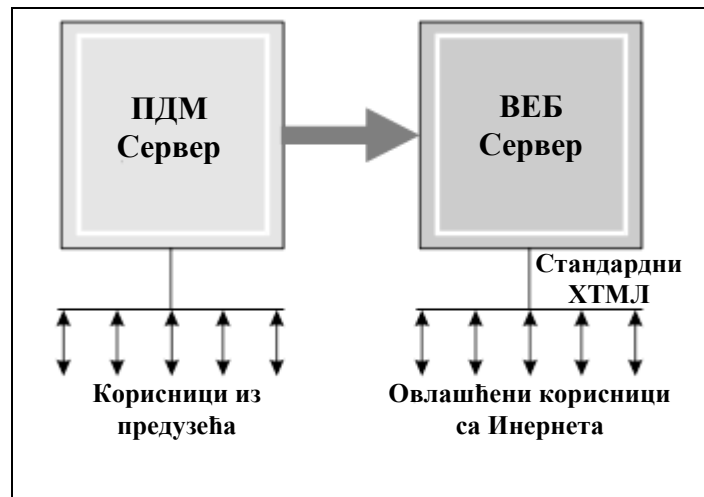
SDAI (Standard Data Access Interface) је функционална спецификација за апликативни програмски интерфејс за презентацију СТЕП података. SDAI С повезује функционалну спецификацију са Ц, Ц++ (део 23, 24) програмским језицима при чему се захтевају речници података. Ово је флексибилна имплементација зато што програм може да се пише без претходног познавања СТЕП података којима ће се манипулисати.

Инфраструктурни делови, као што је формат за размену ПАРТ – 21, се раздвајају од делова који су специфицирани за индустрију, (као што је апликациони протокол за конфигурационо – контролисане производе АП – 203, Парт 203). Највећи део инфраструктуре је исти, али су индустријски протоколи отворени. Апликациони протоколи постоје за машинске и електричне примене, и разне врсте конструисања: композитних материјала, аутомобилског дизајна и производње.

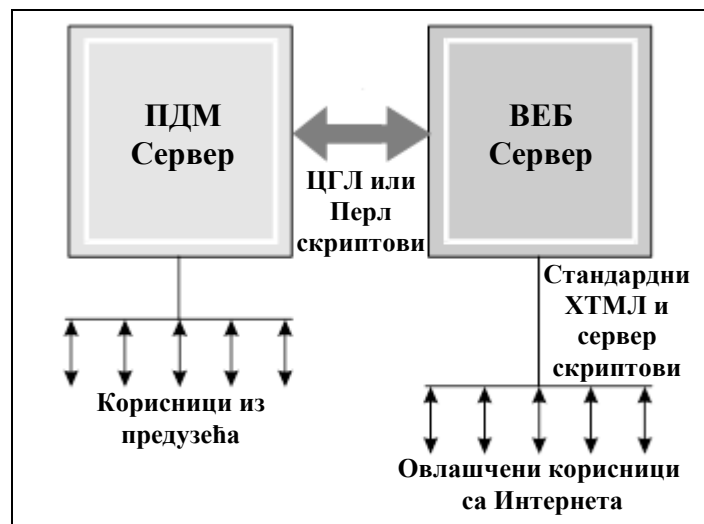
3.1.10 ИНТЕГРАЦИЈА ПДМ И ИНТЕРНЕТА

Интеграција ПДМ и Интернета може се према Carol B. (1997) [3], спровести на три начина. Први је да се документи из ПДМ сервера директно, у одговарајућем формату, шаљу на Интернет. Овај концепт има тај недостатак што доста оптерећује ПДМ сервер. При томе ПДМ проналази документ, шаље га ВЕБ серверу и региструје копију која је била послата, док ВЕБ сервер прима документ од ПДМ сервера (Слика 20).

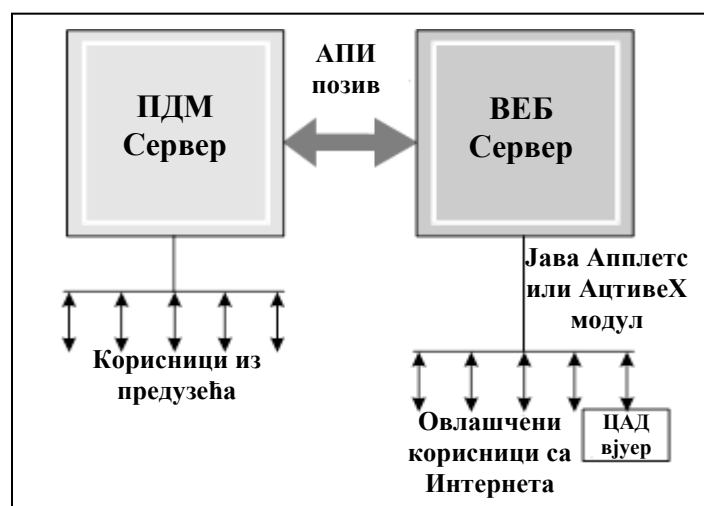
У другом концепту, корисник кликне на линк на ХТМЛ страни; CGI или Перл скрипт позива ПДМ Сервер; и затим се документ или извештај шаље ВЕБ серверу. На страни ВЕБ сервера документи и информације се примају од ПДМ сервера кроз скрипт позив који генеришу ХТМЛ документ или извештај (Слика 21).



Слика 20. Директно повезивање ПДМ и веб сервера



Слика 21. Повезивање ПДМ и веб сервера помоћу скриптова



Слика 22. Повезивање ПДМ и веб сервера помоћу Јава АПИ-ја

У трећем концепту корисник стартује линк на ХТМЛ страни; клијент модул је повезан са сервером; документ или извештај се шаље клијенту. ВЕБ сервер прима документе и извештаје од ПДМ сервера користећи АПИ позиве са ВЕБ сервера у интеракцији са Java Appletima или ActiveX модулима који су стартовани на клијентовом систему (слика 22).

Значајне су користи које организациона целина пројектовања, може имати од интеграције ПДМ и Интернета. У оквиру једне ХТМЛ презентације може бити приказана саставница производа са свим својим деловима, при чему је приступ одговарајућем делу или склопу условљен одговарајућим шифрама. На тај начин, уз потребну шифру сваки потенцијални корисник може добити одговарајући фајл, тј. техничку документацију у формату у коме му је то потребно или да, пак, има увид у њих помоћу САД вјуер-а. На овај начин, предузеће може извући максималну корист од концепта групног инжењерства.

Интернет је врло значајан за ПДМ, нарочито код конкурентног инжењерства (омогућава контакт листе, огласне табле, публикување докумената на Интернету и др.), а сем тога омогућава и знатно бољу и квалитетнију мрежну инфраструктуру, интегрисане информационе приступе, прегледање докумената, приступ базама података и др.

3.1.11 ПОМОЋНИ АЛАТИ ПДМ СИСТЕМА

ЦАД 'сервери'

У великим предузећима или у предузећима са великим бројем сарадника на пословима дизајна и пројектовања често се јавља проблем некомпатибилности различитих платформи или софтверских алата. Улога САД сервера је да складиште САД фајлове различитих формата, без обзира да ли су они рађени рецимо са MicroStation-ом или AutoCAD-ом, у једној истој бази података. У случају да је потребан неки од фајлова, сервер га аутоматски преводи у захтевани формат.

Интеграција САД сервера, Интернета и САД прегледач пружа погодности да корисници са различитих локација приступају истим подацима, уз коришћење једноставног корисничког интерфејса.

ЦАД вјуер и броузер

САД вјуерс су обично Јава аплети који нам омогућавају преглед цртежа различитих формата. Као што су на пример ДВФ, ДХФ, СВФ, AutoCAD фајлови и други. Они могу да читају како 2Д векторски базиране формате, тако и 3Д САД солид моделе (као што је ВРМЛ формат).

3.1.12 ЕФЕКТИ ПРИМЕНЕ ПДМ

ПДМ системи смањују потребно време за појављивање производа на тржишту. Ово је главна корист од ПДМ. Један од значајних фактора који утичу на смањивање времена потребног за појављивање производа на тржишту је скраћење времена за инжењерско пројектовање.

ПДМ то постиже јер:

- омогућава да подаци увек буду расположиви свуда где су потребни,
- подржава конкурентно инжењерство и
- омогућава члановима пројектног тима да увек имају релевантне податке, тј, задње верзије докумената.

ПДМ системи побољшавају продуктивност процеса пројектовања. Када се користе у комбинацији са одговарајућим алатима, могу значајно да повећају продуктивност инжењерских тимова. Када су обезбеђени одговарајући алати за ефикасан приступ подацима време пројектовања се значајно смањује.

Овим приступом инжењери имају више времена да се посвете самом пројектовању. Искуства су показала да инжењер запослен на пројектовању троши 25-30% радног времена на просто манипулисање информацијама; тражи их, чека на копије цртежа, итд. ПДМ уклања готово у потпуности ово непродуктивно време.

Применом ових система побољшава се тачност пројектовања и производање. Значајна корист је и у томе да сви они који су укључени у пројектовање користе исти сет информација које су увек актуелне.

ПДМ доприноси бољем коришћењу креативних способности тима. ПДМ доприноси креативности процеса на три начина:

- води рачуна о свим документима и одговарајућим резултатима за дати производ, што минимизира време у случају поновног пројектовања и смањује време исправљања потенцијалних грешака,
- смањује ризик грешака, расподељивањем ризика на цео тим, и омогућавањем да прави подаци буду доступни правим људима у право време,
- охрабрује тимско решавање проблема, тако што омогућава размену информација између чланова тима, тако да сви имају увид у проблематична места.

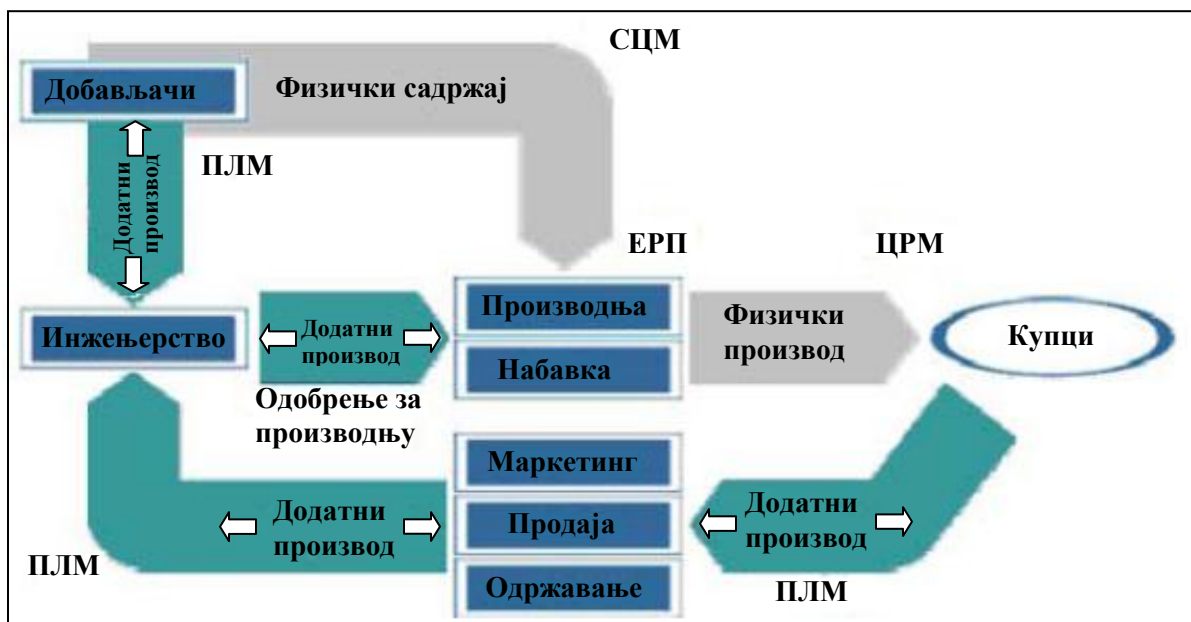
Сигурност и интегритет података се остварују на квалитетнији начин коришћењем ПДМ. Пошто се подаци складиште на једном месту, тако да се подаци брзо и ажурно упућују свима онима којима су потребни, док главни документ и припадајући подаци остају безбедни и сигурни.

ПДМ представља велики искорак ка TQM-у и као такав је веома значајан. Многобројни фундаментални принципи TQM су наслеђени у ПДМ структури. Контрола, провере, мењање процеса управљања и дефинисане одговорности

такође обезбеђују да ПДМ системи задовољавају највише захтеве међународних стандарда.

3.2 СИСТЕМИ ЗА УПРАВЉАЊЕ ЖИВОТНИМ ЦИКЛУСОМ ПРОИЗВОДА (ПЛМ)

Управљање животним циклусом производа (надаље ПЛМ¹) је процес управљања целим животним веком производа, од његовог концепта, преко дизајна и производње, све до коришћења и уклањања. ПЛМ представља скуп активности које омогућавају предузећима ефикасну и ефективну иновативност, те управљање читавим низом услуга које су везане за поједине фазе животног циклуса производа. ПЛМ је уобичајено један од темеља информационе инфраструктуре предузећа, уз CRM² (Customer Relationship Management), SCM³ (Supply Chain Management), и ERP⁴ (Enterprise Resource Planning). CRM омогућава комуникацију и размену информација са купцима, SCM омогућава исто са добављачима, а ERP помаже у планирању и распоређивању ресурса унутар предузећа или компаније. Додатно, предузећа и компаније које међу својим делатностима имају укључену и производњу, морају такође развити, описати, дефинисати, управљати и размењивати информације о својим производима, а то је управо оно што ПЛМ као информациона технологија моделира. На слици 23 приказана је шема коришћења ПЛМ-а у терминима виртуално-стварно. [4]



Слика 23. Шема коришћења ПЛМ-а

PLM¹ (енг. Product Lifecycle Management) = управљање животним вијеком производа

CRM² (енг. Customer Relationship Management) = управљање дистрибуцијом

SCM³ (енг. Supply Chain Management) = управљање ланцем набавке

ERP⁴ (енг. Enterprise Resource Planning) = управљање ресурсима предузећа

Главни циљеви кориштења ПЛМ-а су:

- Креирање стратешких извора података о производима и процесима
 - о Активно укључивање и интеграција свих учесника развоја
 - о Прикупљање и дељење информација о производу дуж целокупног вредносног ланца
- Омогућавање сарадње са купцима, добављачима и партнерима
 - о Подршка иновативности добављача и партнера
 - о Подршка укључивању корисника у развој
- Унапрјеђење флексибилности производа и процеса
 - о Интеракција с новим купцима и стварање нових прилика за пружање додатних услуга
 - о Подршка дистрибуираном приступу развоја и производњи
 - о Омогућавање брзог додавања или замене добављача или партнера

Суштина ПЛМ-а је заправо стварање централног система управљања свим подацима везаним уз производе и технологије, који се користе за приступ информацијама и знању. ПЛМ је дисциплина настала из алата као што су CAD⁵/CAM⁶ и ПДМ, али се може проматрати као интеграција ових алата с методама, људима и процесима кроз све етапе животног века производа. Такође, код ПЛМ -а није битна само технологија софтвера, него и пословна стратегија. [4]

Како би ПЛМ систем био у потпуности функционалан требао би бити у могућности чувања и управљати подацима за:

- Осмишљавање производа
 - о Спецификације и захтеви за производ
 - о Концептуални дизајн
- Конструисање производа
 - о Детаљна техничка разрада
 - о Провера изводљивости и анализе (симулације)
 - о Алати за израду
- Остваривање производа
 - о Планирање производње
 - о Извођење производње
 - о Склапање и монтажа
 - о Провера квалитета

CAD⁵ (енг. Computer Aided Desing) = конструисање помоћу рачунара

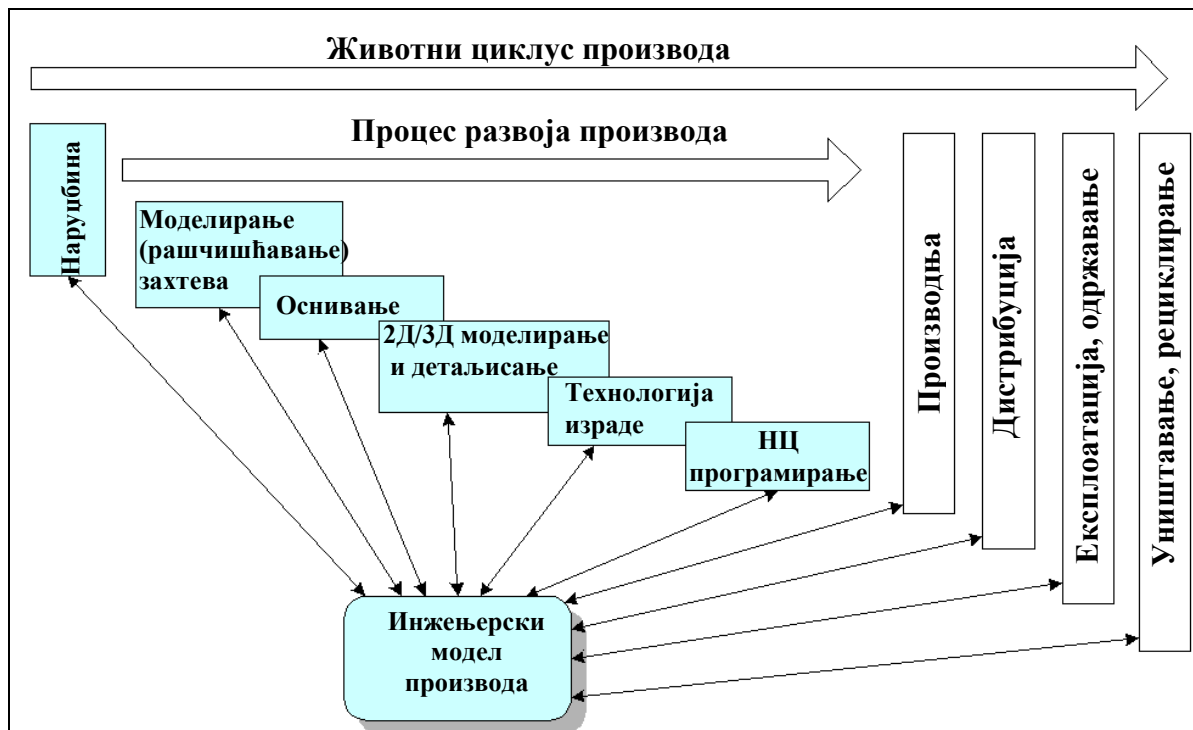
CAM⁶ (енг. Computer Aided Manufacturing) = производња помоћу рачунара

- Услуге везане уз производ
 - о Продаја и дистрибуција
 - о Употреба и кориштење
 - о Одржавање и сервисирање
 - о Одлагање и рециклирање

За случај развоја производа, применом ПЛМ-а се према [4], жели:

- Смањити време испоруке и пласирања производа на тржиште
- Повећати квалитет производа
- Смањити трошкове израде прототипова и тестирања производа
- Створити уштеде служећи се подацима из претходних фаза развоја производа, али и оригиналних података
- Оптимизирати процес израде и развоја производа
- Смањити отпад у производњи
- Уштедети на материјалу, времену и току информација

Укратко, како би ПЛМ систем испуњавао у потпуности своју намену, требао би покривати сва подручја приказана на слици 24.



Слика 24. Животни циклус производа – захтев за ПЛМ

ПЛМ систем, као софтверско рјешење обухвата четири главна подручја:

1. Управљање производом и портфолиом производа
2. Конструисање производа (CAD-CAx)
3. Управљање процесима производње
4. Управљање подацима о производу (ПДМ)

ПЛМ системи у данашње време још увек су више филозофија пословања и управљања подацима о производу и развоју производа, него што је егзактни информациони систем. Данашњи водећи произвођачи ПЛМ система као што су Dassault Systemes, SofTech и РТС, још увијек нису у могућности у потпуности покрити сва подручја која идеја ПЛМ-а претпоставља. Већина софтверских решења су ипак на нивоу ПДМ система, али, сваким даном и они се унапријеђују и приближавају идеји ПЛМ-а.

3.2.1 ПЛМ 2.0

Године 2008. Dassault Systemes је представио нови концепт ПЛМ-а, ПЛМ 2.0. Идеја овог концепта заснива се на развоју Интернет апликација, које следе концепт „Веб 2.0“. За случај ПЛМ-а 2.0, према [4], ПЛМ системи се:

- Базирају на употреби интернета (енг. web-based).
- Фокусирају на комуникацију (корисник – корисник, систем – корисник) преко интернета, групну интелигенцију (знање), те Интернет заједнице.
- Проширују изван досега предузећа које их користи.
- Могу покренути процедуре система преко Интернета.

Следећи овај нови концепт, ПЛМ системи као филозофија пословања и управљања животним веком производа, приближавају се почетној идеји ПЛМ-а, па је за веровати како ће и остали произвођачи ПЛМ система следити овај концепт.

4. ПЛМ/ПДМ СИСТЕМ СМАРТЕАМ

СмарТeam систем је у почетку био производ независног предузећа „СмарТeam“, која је основана 1995. године. СмарТeam је 2006 године постао део Dassault Systemes, тако да је и ПДМ систем постао део Dassault -овог производа ЕНОВИА. ЕНОВИА СмарТeam производи већином за циљану групу корисника имају мања и средња предузећа, што је разлика према осталим произвођачима ПЛМ система, који већином циљају на велике корпорације (којима се више исплати увођење ПЛМ/ПДМ система). [5] Тренутна верзија система ЕНОВИА је В6, која покушава испунити замисли ПЛМ 2.0 концепта. У раду је као ПДМ систем коришћен СмарТeam В5Р17, који ће ближе бити описан у наставку.

4.1 ПЛМ СМАРТЕАМ В5Р17

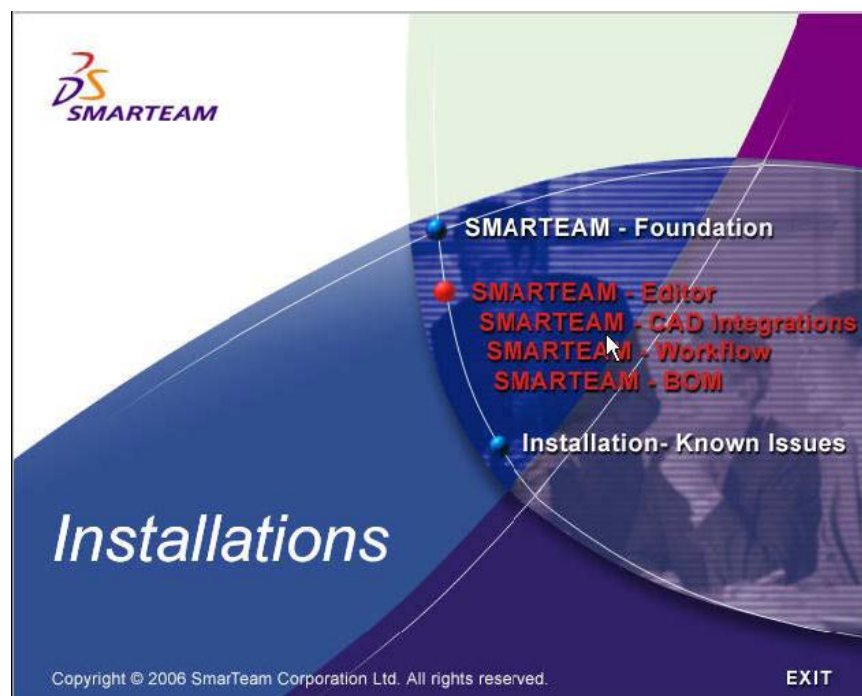
СмарТeam В5Р17 је у суштини база података, пре свега САД податка, такође се може користити за чување података канцеларијских апликација, слика и слично. СмарТeam омогућава ревизију и ослобађање (право на коришћење) докумената

везаних за развој производа и производњу, где систем прати све промене докумената сачуваних у бази података. Такође, употребом корисничких овлашћења, контролише приступ подацима и пројектима унутар система. [5]

СмарТeam систем састоји се од неколико повезаних организацијских и функцијских компонената: „DB Server“ (база података), „Vault Server“ (база података), „Core Services“ (основни сервиси за управљање системом), „Workflow Server“ (софтверска апликација која управља подацима везаним за ток процеса), „Viewer Server“ (софтверска апликација за преглед CAD датотека), „СмарТeam Editor“ (садржи мноштво функција за мењање и управљање системом), „СмарТeam Web Editor Server“ (софтверска апликација за приступ систему преко Интернет сервиса), „СмарТeam CAD Integration“ (омогућава хибридную интеграцију система у неке CAD системе као што су Catia, Solidworks, SolidEdge, ProEngineer, AutoCAD,...), „License Use Management Server“ (софтверска апликација која омогућава СмарТeam-у управљање лиценцама). [6]

4.1.1 УЧИТАВАЊЕ СМАРТЕАМ СИСТЕМА

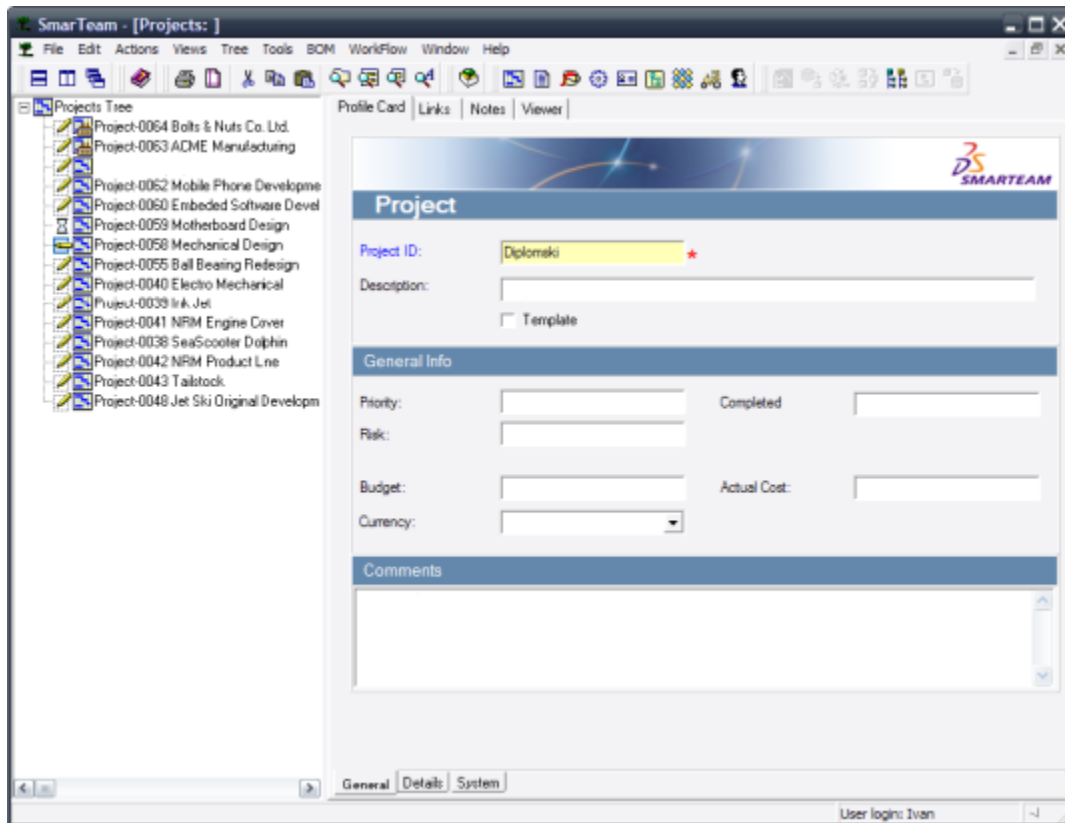
СмарТeam у сврху демонстрације нуди кориснику учитавање делова система као самосталне компоненте (енг. стандалоне), па је тако СмарТeam Едитор учитан на рачунару са Windows XP оперативним системом и MS SQL 2005 Експресс базом података, која је неопходна за рад чак и самосталне компоненте овог система. Осим модула за управљање системом (Едитор), такође је у сврху приказа рада на примеру учитана и демонстрациона база. На слици 25 приказана је група компонената која је учитана за потребе овог рада.



Слика 25. Група учитаних компонената

4.1.2 СМАРТЕАМ ЕДИТОР

Након повезивања са MS SQL 2005 Експресс базом, и учитавања групе компонената приказаних на слици 25, кориснички интерфејс СмарТeam Едитора са учитаном демонстрационом базом пројеката приказано је на слици 26.



Слика 26. Корисничко окружење СмарТeam Едитора

Осим интерфејса приказаног на слици 26, уз Едитор се такође учитава и група корисних алата за уређивање и манипулацију корисницима, класама, структуром управљаних база докумената, увоз и извоз докумената, алат за креирање властитих корисничких наредби и слично. Попис неких алата и кратко појашњење приказано је у табели 2. [7]

АЛАТ	ОПИС
Authentication Manager	омогућава промену особина везаних за информационе протоколе
Database Connection Manager	помаже при повезивању СмарТема са базом података
Export	омогућава пребацивање података из СмарТем базе у неку другу базу података
Flowchart Designer	омогућава израду токова процеса
Form Designer	омогућава измену постојећих класа СмарТему или израду нових
Import	омогућује увоз вредности за креацију нових објеката у СмарТем бази
The Menu Editor	омогућава промену изгледа и алатних трака корисничког интерфејса
Script Maintenance	омогућује стварање сопствених функција
Data Model Designer	омогућава промену структуре базе података и додавање нових класа података
User Maintenance	омогућава додавање корисника, израда и администрација корисничких налога и група
Web Form Designer	омогућава израду форми за интернет кориснике

Табела 2. Значење софтверских алата

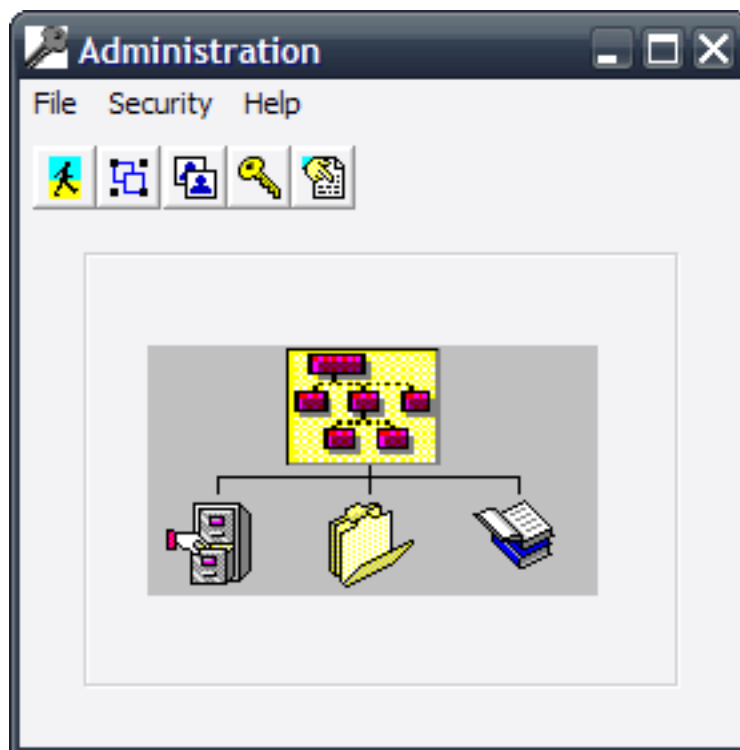
Осим наведених алата, такође унутар самог Едитора постоје додатни алати, [7]:

- Application Setup – омогућава одређивање спољних апликација за поједине типове података. Овај алат коришћен је у примеру рада, тако да су у наставку укратко објашњени кораци за додавање нових типова података и спољних апликација.
- Vault Maintenance – омогућава дефинисање базе с обзиром на пројекте унутар СмарТем-а.
- File Explorer – је СмарТем-ов интерни прегледач радног простора.

Од наведених алата, за потребе овог рада коришћени су „User maintainance“ за креирање корисничке структуре система, док је „Application Setup“ за додавање нове врсте докумената.

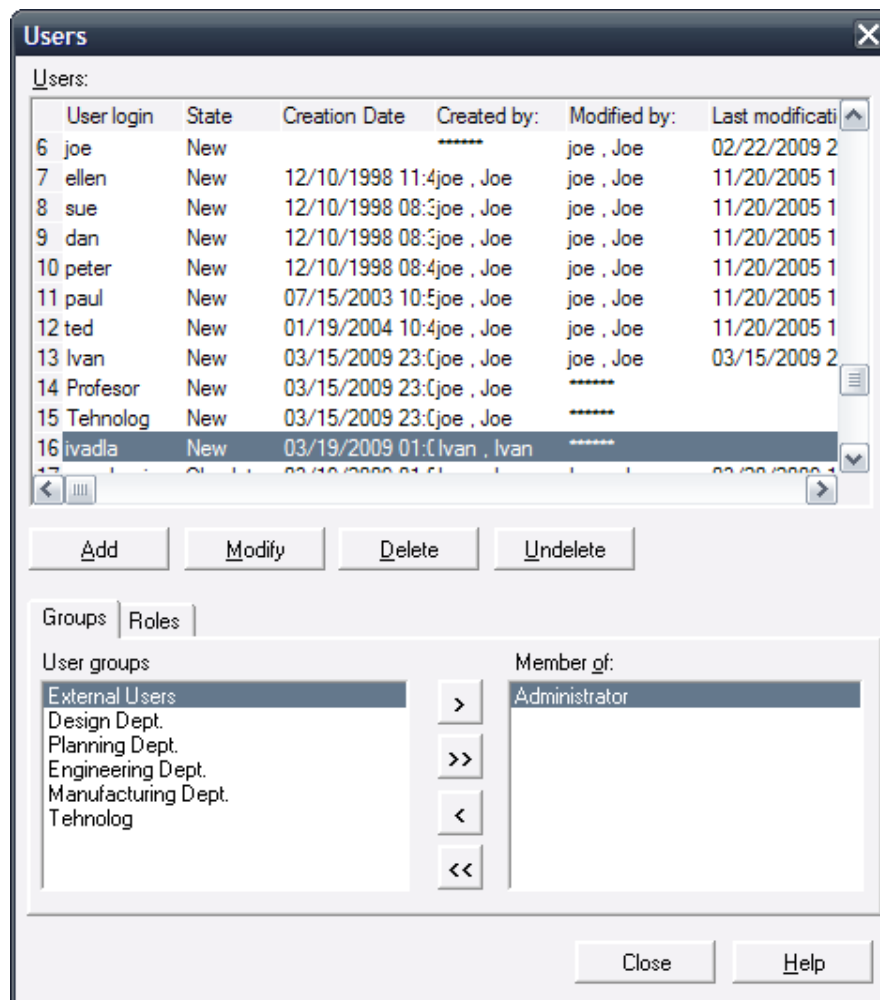
4.1.3 КРЕИРАЊЕ КОРИСНИЧКЕ СТРУКТУРЕ

Структура корисника СмарТeam система може се дефинисати у спољном алату „User maintainance“, приказаном на слици 27. Такође, осим израде нових корисничких рачуна, могуће је дефинисати групе корисника и улоге корисника.



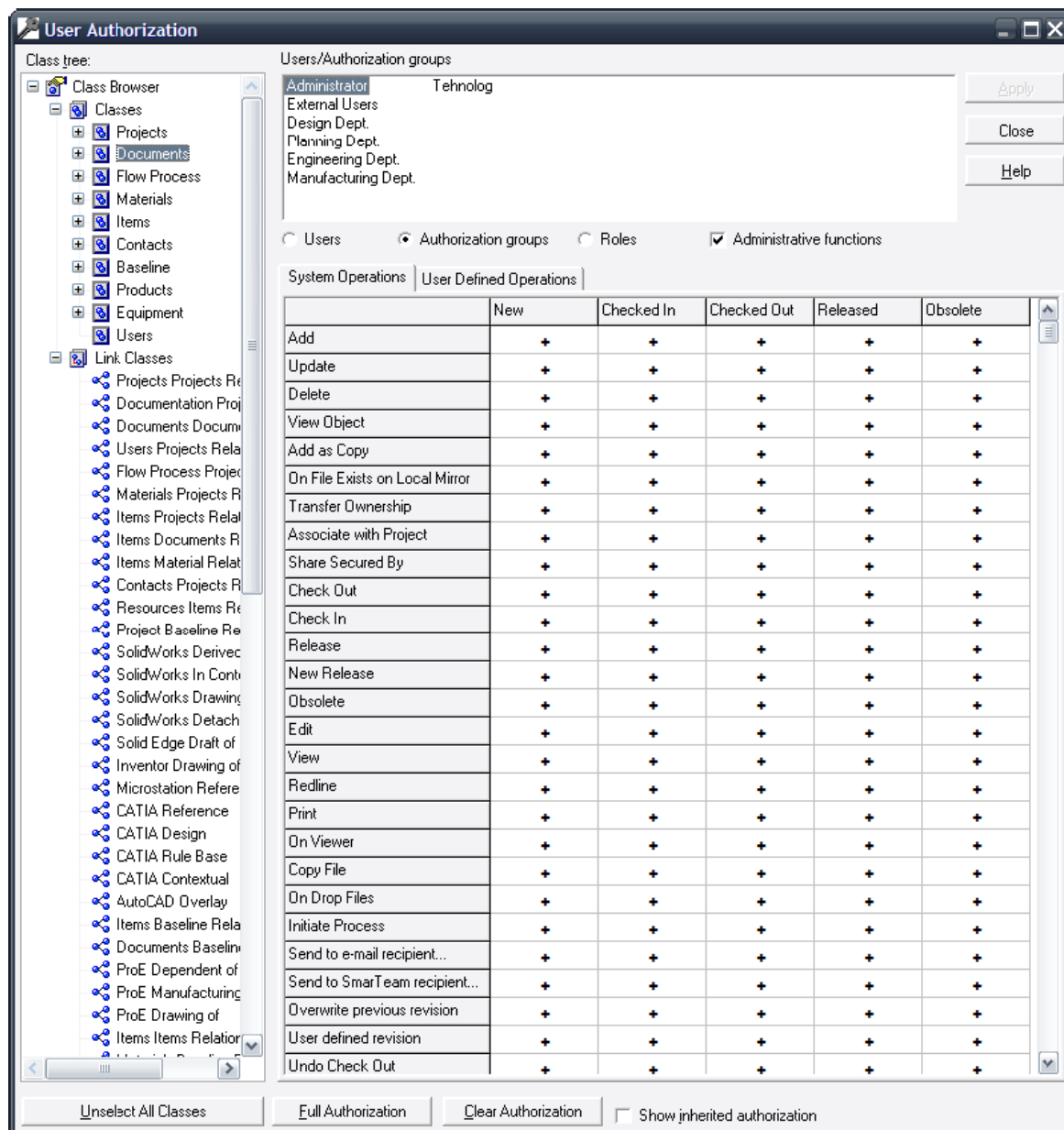
Слика 27. Корисничко окружење алата за управљање корисника система

У наведеном алату, могуће је прегледати све кориснике система, њихова права и привилегије, одредити корисничке групе и улоге, као што је приказано на слици 28.



Слика 28. Приказ корисника и интерфејса за промену улога у корисничким групама

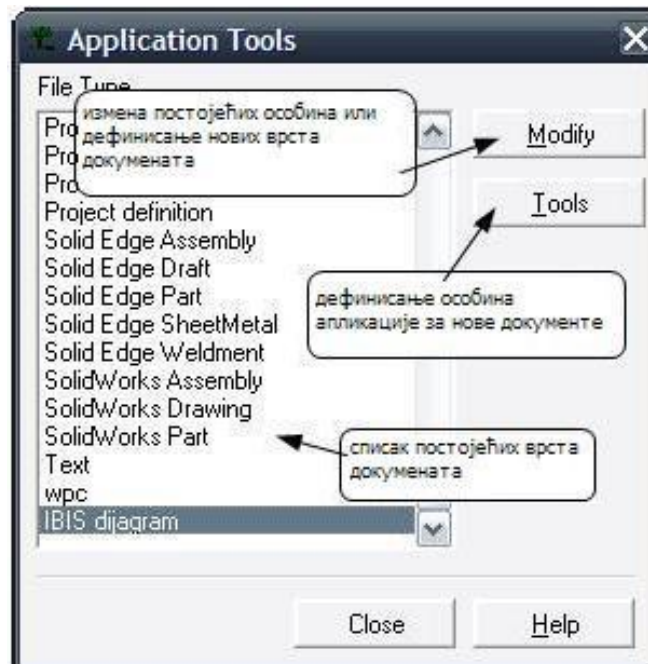
Такође, битна ствар код коришћења овог алата је могућност забране приступа појединим функцијама СмарТема система. Тако нпр. администратор система има право приступа свим функцијама, док спољни сарадник на пројекту, тј. особа која не учествује директно у развоју на пројекту може имати само приступ функцијама за прегледање, али не и мењање садржаја. Корисничке привилегије и контрола приступа могућа је такође зависно од класа унутар СмарТема, што је за улогу администратора и класу докумената приказано на слици 29.



Слика 29. Приказ овлашћења корисника обзиром на групу и класу

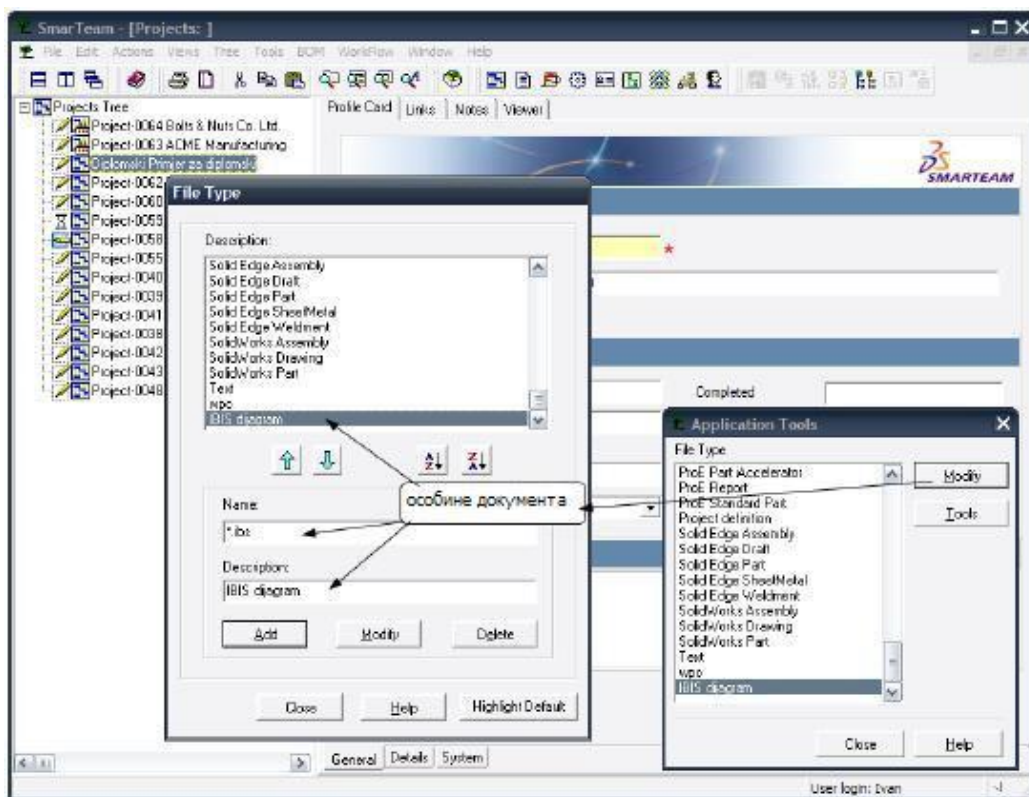
4.1.4 ДОДАВАЊЕ НОВЕ ВРСТЕ ДОКУМЕНАТА

У СмарТeam, нова врста докумената најједноставније се може прилагодити за кориштење унутар алата „Application Setup“, приказаног на слици 30

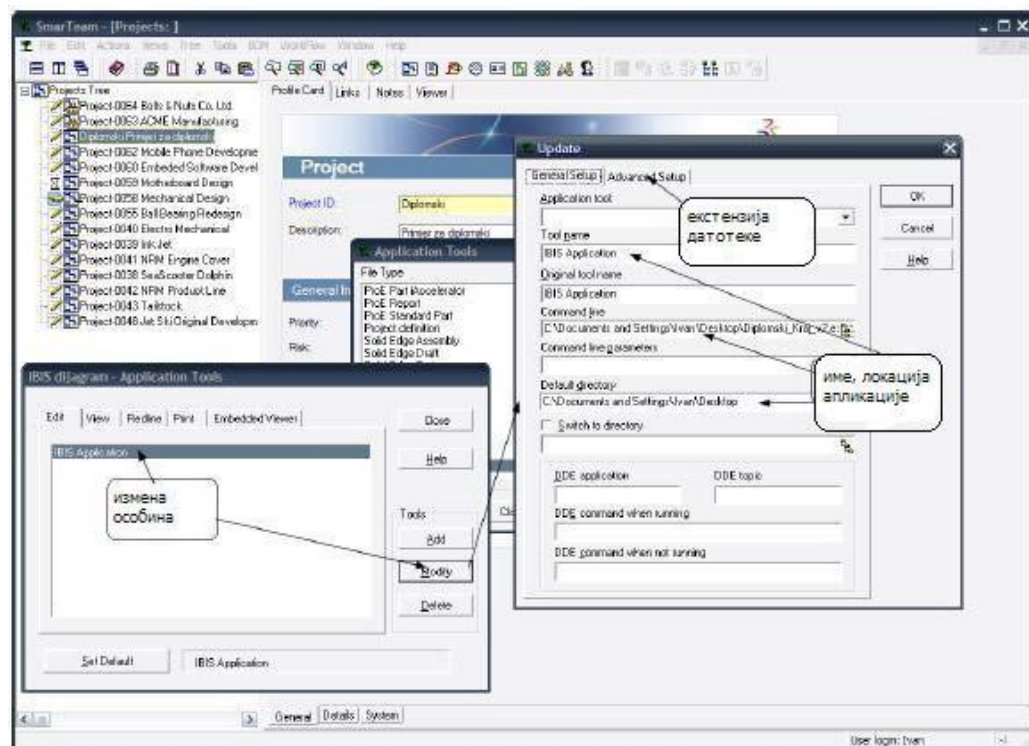


Слика 30. Корисничко окружење за дефинисање нових докумената

На слици 30, видљиво је како су на почетном окружењу приказани сви типови података које СмарТeam препознаје, тј. за које зна шта с њима треба учинити, уколико их корисник жели прегледати. На слици 30 видљива је задња врста докумената „ИБИС дијаграм“, која је већ додата у СмарТeam, па су постављена подешавања за њихову манипулацију. Такође је на слици 30. видљиво где се мењају подешавања постојећих, или дефинишу нове врсте докумената, где се дефинишу подешавања апликације за манипулацију новим документима. Корисничко окружење у случају дефинисања нове врсте докумената приказано је на слици 31, док је оно за дефинисање апликације за манипулацију приказано на слици 32. Врста документа видљива на овим сликама и њен назив базира се на једној од метода за приказ логичке подршке тока конструисања, тј. системима за бележење тока разматрања и одлучивања.



Слика 31. Дефинисање подешавања нове врсте документа



Слика 32. Дефинисање апликације за манипулацију новим документима

5. ЗАКЉУЧАК

Описана је могућност коришћења креираних датотека у оквиру ПДМ система што се заправо намеће као природно окружење за овакве документе. Иако тренутно ПДМ системи не манипулишу врстама датотека које су предложене у раду, њихово би коришћење допринело скраћивању времена конструисања, а тиме и развој производа. Чињеница је да се системи у процесима конструисања још увек врло мало користе, па се споро напредује у њиховој имплементацији. Разлог томе може бити врло широко подручје које се покушава покрити, или једноставно компликована имплементација, што је често случај приликом имплементације ПДМ и ПЛМ система. Највећи проблем приликом имплементације таквих и сличних система је како обучити људе да користе све функције система, који је у супротном готово увек прескуп, па оправдава своју цену само ако се користи у потпуности.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Смиљанић С., Организација индустријских предузећа, Ескод, Крагујевац, 1992.
- [2] Перовић М., Арсовски С., Арсовски З., Производни системи, Цим Центар Машински Факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 1996.
- [3] Стефановић М., Цим Системи, Машински Факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 2006
- [4] Kurland R.: „ENOVIA SmarTeam Engineering Express: A review by TechniCom“, Rockway, NJ, SAD, 2008. (www.technicom.com)
- [5] <http://www.coe.org/Collaboration/DiscussionForum/ActiveDiscussions/tabid/210/forumid/8/postid/109748/view/topic/Default.aspx> (2009)
- [6] „SmarTeam Deployment Guide“, документација система SmarTeam
- [7] „SmarTeam Editor Administration Guide“, документација система SmarTeam