

**Савремени трендови примене информационих
технологија у укупном радном веку производа**

Стручни рад Professional paper

***Modern trends of informational technology appliance
in overall product's lifetime*****Nenad MARJANOVIĆ, Branko TADIĆ, Ivan MILETIĆ,
Mirko BLAGOJEVIĆ**

У овом раду се разматра примена информационих технологија у укупном радном веку производа. Под укупним радним веком производа подразумева се време од појаве потребе за новим производом па до његовог повлачења и рециклирања. При томе треба тразликовати три периода живота производа који се могу и преклапати и то: код произвођача, на тржишту и код купца.

Савремени приступ пројектовању, изради, одржавању, ... различитих, машинских система захтева широку примену рачунара и различитих софтвера у појединим етапама века производа.

This paper considers the appliance of IT to the overall product's lifetime. The overall product's lifetime involve the time from the appearance of necessity for new product to it's backing and recycling. There are three periods of product's lifetime which can be even concurr transitory: at producer, on market and at customer.

The modern accept to design, production, maintenance, ... of different mechanical systems ask for wide application of computers and different softwares in individual product's phase.

1. Увод

Предности које је донело конструисање помоћу рачунара (CAD) увело је конструисање у ново доба. CAD решења, као средства за креирање геометријских модела производа, увођена су на тржиште постепено обезбеђујући широк спектар нових могућности и функција. Ова решења су била и остала високо технолошка са веома бројним могућностима и функцијама за све конструкторске активности.

У току процеса развоја и побољшавања CAD система, највећи напори су улагани на технике и технологије побољшања приказа и манипулације графичким моделима. У многим инжењерским областима, посебно у машинском конструисању, геометријски приказ није једини облик информација интересантан за конструктора. Конструктор треба да размотри информације о коришћеним материјалима, ограничењима доступних технологија израде, транспорту, експлоатацији производа и слично.

Поред тога, повећање сложености производа и знатно интензивнији развој производа резултира огромном повећању количине знања са којим се конструктор мора суочити. У циљу превазилажења ових тешкоћа производни системи се фокусирају на ефикасније коришћење унутрашњих и спољашњих знања, поновљеном коришћењу постојећих компонената и конструкторских решења, колаборативном

1. Introduction

With the advent of Computer Aided Design (CAD) solutions, engineering design entered a new era. CAD solutions, as the means of creating the geometric model of the products, introduced to the market one after another, each providing a range of novel features and functions. These solutions were, and remain, highly technical solutions with extremely rich features and functions for detailed design work.

During the process of development and improvement of CAD systems, the emphasis is mainly put on techniques and technologies for the improvement of representation and manipulation of graphic models. In the most engineering domains, especially in the field of mechanical design, geometric representation is not the only form of information about the product that concerns a designer. The designer has to consider the information about the used materials, constraints of the available technologies, transport limitations, exploitation of the product and etc.

In addition, we are witnesses of the increased complexity of products and more rapid product development resulting in an enormous increase in the amount of knowledge one must deal with. In order to overcome these difficulties some firms are focused on more efficient usage of internal and external knowledge, reusability of existing components and design solutions, collaborative design and usage of artificial intelligence methods [2]. One way to overcome problems

конструисању и коришћењу метода вештачке интелигенције [2]. Један од начина за превазилажење проблема који се појављују у току процеса конструисања је укључивање коришћеног и креираног знања у току конструисања и геометријској репрезентацији производа. Претходно објашњење представља основу за развој проширених CAD модела *Extended CAD model* (XCAD).

2. Карактеристике савремених CAD система

Почетак развоја CAD система се везује за шездесете године прошлог века и директно је везан за развој хардвера (који је текао и независно од ове примене), развој CAD софтвера и прихватање и практичну примену новог приступа у процесу конструисања. Тако је озбиљан развој CAD-а наступио када су рачунари постали довољно „јаки“ да могу у прихватљиво кратком времену да извршавају бројне и сложене инструкције које захтева CAD софтвер. У том смислу значајну прекретницу у развоју CAD система је представљао почетак масовне примене PC рачунара и у овој области (деведесете године прошлог века). Друга битна чињеница која је утицала на развој CAD система је оснивање комерцијалних компанија које развијају CAD софтвере почетком осамдесетих година прошлог века. То је временом постао веома профитабилан бизнис са годишњим приходима од неколико милијарди долара почетком овог века до неколико десетина милијарди долара прошле године, у светским размерама. Због тога се на светском тржишту појавио велики број произвођача и још већи број CAD софтвера (у појединим временским периодима и више стотина мање или више различитих и/или специфичних софтвера). Данас је тржиште CAD софтвера веома динамично и карактерише га укрупњавање и обједињавање како произвођача, тако и софтвера.

И поред постојања великог броја различитих савремених CAD софтвера различитих произвођача, намена и развоја, могу се уочити заједничке карактеристике од којих су најзначајније:

Просторно (3D) моделирање подразумева да се будући производ и његови саставни делови креирају, приказују и памте као просторни (запремински) објекти као што они у стварности и јесу. Данас се као проширење користе интелигентни 3D, 4D или nD модели. Суштина ових модела је да се дефинише промена самог 3D модела или неких његових карактеристика у току времена или при промени неког другог параметра у процесу експлоатације, израде, монтаже, паковања итд.

Моделирање засновано на фичерима представља приступ по којем се модел производа, његових саставних делова, али и стања и процеса дефинише комбинацијом фичера. Фичери су елементарни, параметарски дефинисани, блокови којима се дефинише просторни модел објеката. Аналоган приступ се користи и при моделирању (анализи) напонских, деформационих, термичких, ... стања, као и при моделирању (симулацији) процеса обраде и сл.

emerging during the design process is to bind the knowledge used and created during design and the geometric representation of the product. The issues pointed out above are the basis in the development of the Extended CAD model (XCAD).

2. Characteristics of modern CAD systems

The beginning of CAD system development is associated to the 60's and is linked directly to the hardware development (that was ongoing independently from this appliance as well), CAD software development and acceptance and practical appliance of new approach in design process. The serious CAD development matured when the computers were "strong" enough for numerous and complex instructions implementation required by CAD software. The significant turning point in CAD development was beginning of mass appliance of PC's in this field as well (the 90's). The other significant fact that has influence to the CAD system development is foundation of commercial companies for CAD software development in the early 80's. It became very profitable business in time with profit of few billion dollars at the beginning of this century and up to tenths of billions of dollars last year in world level. That was the reason for great number of manufacturers and even greater number of CAD software emersion in the world market (in several periods of time up to few hundred more or less different specific software). The CAD software market today is very dynamic and it's qualified by merging and coalition of manufacturers and software as well.

Despite to existing of large number of different modern CAD software of different assignment and development, made by different manufacturers, common characteristics can be noticed. The most important ones are:

3D modeling implies that the future product and its components are created, represented and saved as spatial (volumetric) objects as they really are. The intelligent 3D, 4D or nD models are used today as an extension. The essence of this models is to define the change of the 3D model itself or some of its characteristics within time or at change of some other parameter during exploitation, production, assembly packaging etc.

The feature based modeling is approach by whom the model of product, its component parts but its state and process as well are defined by feature combination. The features are elementary, parametrically defined blocks whose purpose is to define the spatial model of object. Similar approach is used at modeling (analysis) of stress, deformation, thermal, ... states, and at modeling (simulation) of production process as well. All modern CAD software provide a graphic display of modeling

Сви савремени CAD софтвери обезбеђују и графички приказ структуре моделирања (комбинације фичера) кроз стабло спецификација или броузер. Ови прикази обезбеђују детаљно документовање процеса моделирања, али и могућност управљања моделом кроз управљање појединим фичерима.

structure (feature combination) through the specification tree or browser. This displays provide detailed documenting of modeling process and the possibility of model handling through the handling of individual features.

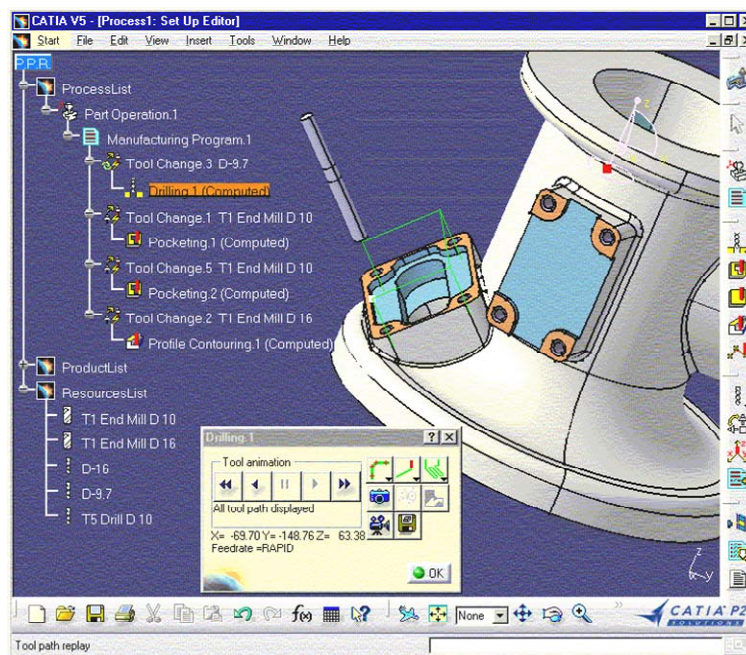


Fig. 1. Model with feature and specification tree
Сл. 1. Модел са фичерима и спецификационим стаблом

Параметраско моделирање омогућава да се појединим (многим или свим) карактеристикама објекта управља променом додељених параметара. Параметрима се може управљати у самом CAD софтверу, али и ван њега, што обезбеђује огромну флексибилност модела. Олакшане измене модела, које обезбеђује овај приступ, омогућавају лаке измене уочених недостатака у конструкцији, али и анализу различитих варијанти и проналажење оптималних решења. Адаптивно моделирање обезбеђује да се карактеристике једног дела (фичера) прилагођавају променама карактеристика других делова или фичера према задатим правилима.

Parameter modeling provides handling of individual (many or all) characteristics by handling variation of assigned parameters. The parameters can be handled within the CAD software itself, but also outside of it, which provides great model flexibility. Simplified model changes that provide this kind of approach enable easy changes of noticed flaws in the construction, and different variant analysis and optimal solution findings. The adaptable modeling provides that characteristics of one part (feature) adapts to the changes of other parts or features characteristics according to propound rules.

Моделирање склопова се по правилу ради у посебном окружењу. Омогућава довођење (постављање) модела делова у међусобни релативни положај који је првенствено дефинисан функцијом машинског система. Модел склопа омогућава анализу пројектованог система по различитим критеријумима. У случају покретних делова могуће је анализирати и функционисање система у различитим конфигурацијама, па чак вршити и кине-матске и динамичке анализе система у реалним условима експлоатације. Једно од важних унапређења нових верзија CAD софтвера јесте ефикасан рад са великим склоповима. Још увек велики склопови са више десетина хиљада компонената битно отежавају и успоравају рад, посебно ако су компоненте сложеног облика.

Assembly modeling is done in special environment. It provides mutual relatively parts positioning which is defined primarily by function of mechanical system. The assembly model provides designed system analysis by different criteria. When it comes to moving parts it is possible to analyze the system functioning in different configurations, and even to do kinematics and dynamic system analysis in the real terms of exploitation. One of the important advancements of new versions of CAD software is efficient work with big assemblies. Big assemblies with more than ten thousand components are still complicating and slowing down the work, specially if the components have complex shape.

Аутоматизована израда конструкционе документације подразумева израду комплетних и висококвалите-

Automatic making of design documentation implies making of complete high quality assembly and detail

тних склопних и радионичких цртежа, листи делова, база са подацима о конструисаном производу, изваштаја о анализама, итд. Мада произвођачи CAD софтвера стално промовишу аутоматску израду документације и унапређења у новим верзијама, да би се добила квалитетна документација прилагођена даљим корисницима није могуће елиминисати конструктора из ове активности.

Коришћење модела стандардизованих делова и склопова представља веома важну карактеристику CAD софтвера. Код конкретних конструкција често је случај да је број стандардних делова већи од броја нестандардних. Модели стандардних делова су смештени у посебне базе које омогућавају њихово ефикасно коришћење. Поред модела, ове базе обично поседују и алате за избор и/или претходни прорачун стандардних елемената. Организација, број елемената и доступност модела стандардних делова представљају један од важних критеријума квалитета CAD софтвера. Поред стандардних делова данас су све више доступни и каталози CAD модела произвођача појединих подскопова, система и уређаја.

Могућност повезивања подразумева повезивање различитих хардверских платформи, различитих CAD софтвера, повезивање са другим CAx софтверима, као и повезивање са другим софтверима уопште. Повезивање подразумева да све информације креиране у једном CAD софтверу могу да се користе и у другим софтверима. Постоје два приступа у повезивању. Један је да софтвер препозна податке из другог софтвера, а други је да се користе неутрални или стандардни формати за превођење. Ефикасна веза модела у различитим софтверима представља суштинску карактеристику CIM или PLM система. Мада се данас улаже пуно напора у овој области (нпр. ISO стандардизује STEP датотеке), још увек постоје проблеми који изазивају губитке времена, повећање трошкова, а понекад и грешке.

Поред ових, постоје и друге заједничке карактеристике CAD софтвера без обзира на произвођача. Када се у неком софтверу појави карактеристика која даје очигледне предности и постане прихваћена од корисника, други произвођачи софтвера је веома брзо укључују у своје нове верзије. Због тога се данас може уочити све већа сличност CAD софтвера различитих произвођача по својим основним карактеристикама.

3. Управљање радним циклусом производа (PLM)

У данашњим изазовима глобалног тржишта, да би преживела предузећа морају да уведу иновације. За унепређивање конкурентности иновације се морају уводити у све три димензије: производи, процеси и организација. Да би правила међусобну разлику предузећа морају прихватити и управљати интелектуалном својином. Ово се може оставити кроз одговарајуће управљање радним циклусом производа *Product Lifecycle Management (PLM)*.

Дефиниција PLM према [4] је:

„Стратешки пословни приступ који примењује скуп пословних и информатичких решења за подршку

drawing, parts list, database with design product data, analysis report, etc. Though the CAD software designers always promote automatic making of constructional documentation and updates in the new versions, it is not possible to eliminate constructor from this activity in order to accomplish essence documentation.

Usage of standard parts and assembly models is very important characteristic of CAD software. It often happens that there are more standard parts in particular construction than substandard ones. Models of standard parts are embedded in special databases that provide efficient usage. Besides the model this databases usually have tools for selection and/or previous calculation of standard parts. Organization, number of elements and standard parts model availability is one of the important quality criteria of CAD software. Besides standard parts, the manufacturer catalogs of CAD models of some subassemblies, systems and devices are more and more available today.

Possibility of connection implies to connection of different hardware platforms, different CAD software, connection with the other CAx software and connection with the other software. Connection means that all the information created in one CAD software can be used in the other software. There are two different connections. One is for one software to recognize data from the other, and the second one is usage of neutral or standard forms for translation. Efficient model relation in different software is essential characteristic of CIM or PLM systems. There are still some issues that cause time lost, costs increment and sometimes mistakes despite all the efforts (e.g. ISO standards STEP data files).

Beside this ones, there are other common characteristics of CAD software no matter the manufacturer. When the characteristic in some software that gives obvious advantages occurs and becomes accepted by the users, other software manufacturers includes it in their new versions very fast. That is the reason for more and more similarities of CAD software's basic characteristics of different manufacturers.

3. Product Lifecycle Management (PLM)

In today's challenging global market, enterprises must innovate to survive. Business innovation must occur in all dimensions – products, process and organization – to improve competitiveness. To differentiate themselves, enterprises must capture and manage intellectual assets. This can be accomplished through proper Product Lifecycle Management (PLM).

A PLM definition according to [4] is

“A strategic business approach that applies a set of business and IT solutions in support of collaborative creation,

колаборативном креирању, управљању и коришћењу информација које дефинишу производ кроз предузеће од концепције до краја радног века, интегришући људе, процесе, пословне системе и информације. PLM се састоји од три међусобно повезана радна циклуса у организацији: дефиниција производа, дефиниција процеса и организациона подршка“.

Кључне предности за потрошаче су скраћивање времена до појаве производа на тржишту, смањење трошкова у току укупног радног века и оптимизација коришћења средстава. Управљање радним циклусом дефиниције производа није нови концепт. Пре двадесетак година управљање производним подацима *Product Data Management* (PDM) је био водећи концепт управљања инжењерским информацијама.

PLM решења могу подржати широк опсег производа у свим облицима индустрије и услуга (машинство, грађевинарство, хемијска индустрија, електроника и јавни сектор).

У скорој прошлости CAD/CAM и CAx софтвери су постали компоненте PLM. За најважније произвођаче PLM се развио у систем управљања информацијама, који се по важности може поредити са Планирањем ресурса предузећа ERP (*Enterprise Resource Planning*). Сви главни PLM испоручиоци обезбеђују CAD и CAM као компоненте својих широко постављених PLM решења или као независне производе.

На слици 2 је приказана шема управљања радним циклусом производа PLM. Очигледно је да за успешно функционисања PLM система CAD софтвери морају обезбедити ефикасно повезивање, али и поседовати остале карактеристике CAD система описане у претходном тексту.

management and use of product definition information across the extended enterprise from concept to end of life – integrating people, processes, business systems, and information. Product Lifecycle consists of three interacting lifecycles in the organization: product definition, production definition and operational support”.

The key benefits for customers are accelerating time to market, reducing life cycle costs and optimizing asset utilization. Management of product definition lifecycle is not a new concept. Twenty years ago Product Data Management (PDM) was a leading concept for management of engineering information.

PLM solutions can support a broad range of products in all kind of industries/customers (mechanical engineering, civil engineering/construction, chemicals, high tech/electronics, and public sector).

In the recent past, CAD/CAM and CAx software have become components of PLM. For major manufacturers, PLM has evolved into a critical information management system, comparable in importance to ERP (Enterprise Resource Planning). The primary PLM vendors all provide CAD and CAM as components of their broad-based PLM solution or as stand-alone offerings.

There is a lifecycles of PLM product handling scheme on figure 2. It is obvious that the CAD software must provide efficient link for successfully PLM functioning, and have the other CAD system characteristics described previously as well.

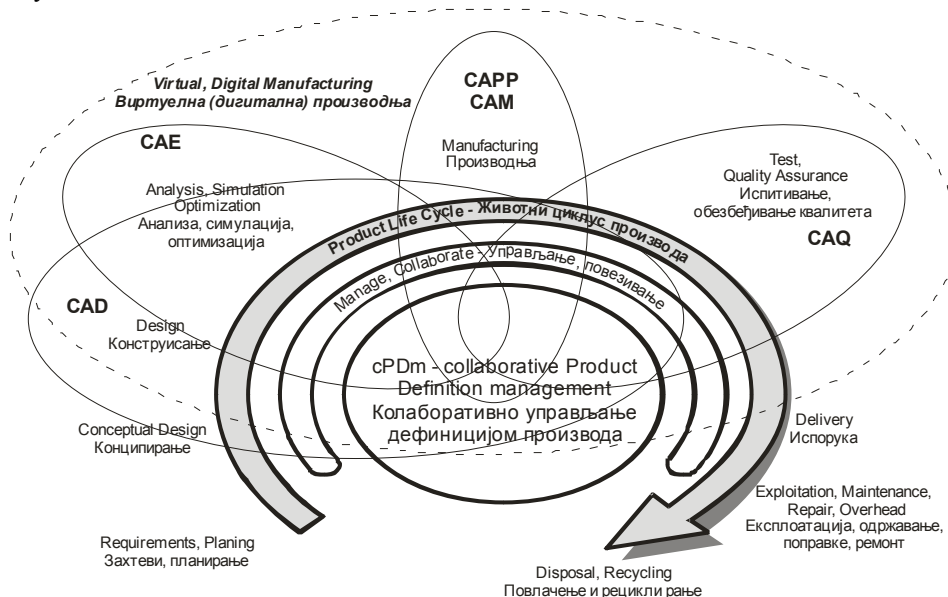


Fig. 2. PLM system
Сл. 2. PLM систем

Тржиште PLM система је веома профитабилно и показује стални раст. На слици 3 је према [5] приказан раст прихода на PLM тржишту, при чему је раздвојен раст CAx и CASE (*Computer Aided Software Engineering*) решења и cPDM (*collaborative Product Definition management*).

The PLM system's market is very profitable and shows constant growth. There is profit growth on the PLM market in figure 3 according to [5], where the CAx and CASE (*Computer Aided Software Engineering*) solutions and cPDM (*collaborative Product Definition management*) growth are separated.

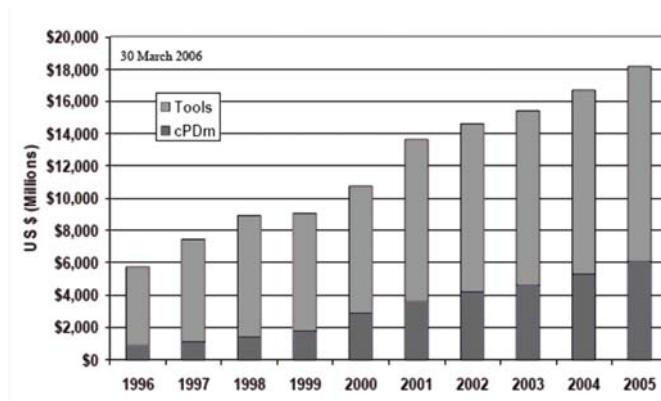


Fig. 3. Market of PLM system according to [5]
Сл. 3. Тржиште PLM система према [5]

4. Предности коришћења рачунара у укупном радном веку производа

Савремени индустријски трендови се заснивају на три основне поставке и то: иновације производа и процеса, смањење трошкова и скраћивање времена до појаве на тржишту (*Time to Market*).

Рано (благовремено) појављивање производа или услуге на тржишту доноси читав низ предности, а у условима глобалне конкуренције је предуслов опстанка предузећа.

Радни век производа почиње појављивањем потребе за њим. Један од начина да се производ што раније појави на тржишту је да се што пре препозна потреба, односно да се производ развија на основу претпостављене потребе. Сличан ефекат се постиже када се производ развија без артикулисане потребе за њим, а затим се изазива потреба за већ развијеним производом (види слику 4а).

4. Advantages of computer usage in product's lifetime

Modern industrial trends are based on three basic assumptions: product and process innovations, expenses reducing and time to market shortening.

Early (timely) product appearance or market service brings a lot of advantages, and pre-request of company's survival in terms of global competition.

Product's lifetime begins with the appearance of the need for it. One of the ways for product market appearance as soon as possible is fast recognizing of needs, and product's development based on that needs. Similar effect is achieved when the product is developed without defined need for it, and then the need for already developed product is induced (figure 4a).

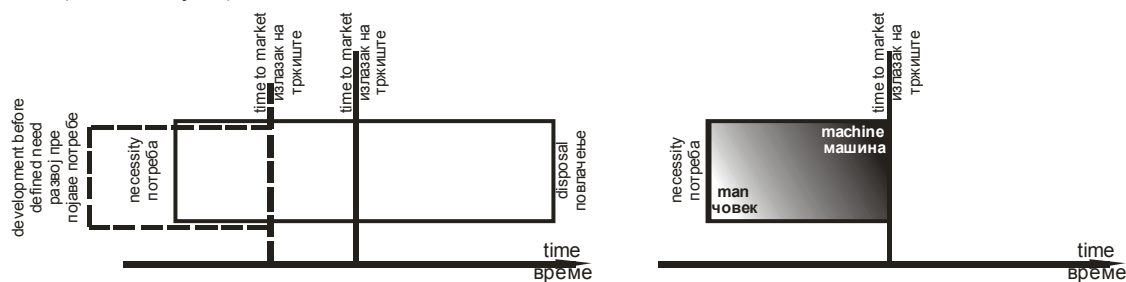


Fig. 4. Product's lifetime
Сл. 4. Радни циклус производа

Други начин је да се фазе радног века до појаве производа на тржишту максимално скрате и да се на тај начин оствари брза (тренутна) реакција на захтеве тржишта.

У етапама укупног радног века производа активности деле човек и машина. У овим разматрањима се под појмом машине подразумева хардвер-рачунар, софтвер, али и све остале машине и опрема које се користе. Предност човека је у креативности и имагинацији, па је зато његова доминантна улога у раним фазама развоја производа. Убрзани развој машина доводи до тога да не постоји јасна граница између активности човека и машине (постоји стална интеракција), а такође и све више активности

The other way is to shorten the phases of product's life cycles to the market appearance so the quick (instant) reactions to the market requirements can be achieved.

In product's lifetime phases man and the machine are sharing the activities. In this case term machine implies to hardware – computer, software and all the other used machines and equipment. The advantage of human is in its creativity and imagination, and therefore its role in early phases of product development is dominant. There is no clear border between man and the machine activities because of fasten machine development (there is a constant interaction), and more and more activities are taken by the machines (figure 4b). It is not realistic to think that the

преузимају машине (види слику 4б). При томе је илузорно, у некој разумној будућности, очекивати да ће машине потпуно заменити човека у било којој фази развоја.

Скраћивање времена до изласка производа на тржиште се остварује већим увођењем машина у фазе радног циклуса и ангажовањем већег броја људи, што је приказано на слици 5а.

Бројне мере се уводе да би се рационално користили људски ресурси, смањили трошкови и време, од којих су најважније:

- Тимски рад који треба да обезбеди оптимално формирање и управљање тимом и стимулисање креативности,
- Увођење системског приступа („шаблона“) који ће са највећом вероватноћом и поузданошћу довести до решења,
- Интегрални развој производа обезбеђује да се поједине фазе развоја „преклапају“ и да се на тај начин развој убрза,
- Колаборативни и конкурентни инжењеринг су савремене методе за повећање ефикасности развоја производа,
- Управљање процесима треба да обезбеди оптимално коришћење ресурса у циљу постизања постављених циљева.
- Знање се стиче кроз разне облике образовања. Савремени динамичан развој захтева стално усавршавање, а искуства које се стичу кроз рад су незаменљива. Доступност информација и олакшана комуникација битно олакшавају стицање специфичних знања.

Да би се постигли постављени циљеви потребно је вршити оптималан избор машина, унапређивати њихов квалитет и повезаност. И овде је важно знање које се улаже у развој машина или укључује кроз експертне системе.

Поред скраћивања времена до појаве производа на тржишту, неопходно је тежити минимизацији трошкова развоја, али и укупног радног века, (или максимизацији добити) и максимизацији квалитета са свих битних аспеката.

За реализацију свих претходних мера неопходна је примена PLM решења.

machines will relieve humans completely in any development phase in the future.

The product's market appearance time shortening is achieved by introducing the machines into the life cycles phases and hiring more men as shown on figure 5a.

Numerous precautions are established for rational usage of human resources and time and costs reduce. The most important ones are:

- Team work that should provide optimal forming and team managing and creativity stimulation,
- System accession (pattern) introduction that will come up with the solution with the greatest probability and reliability,
- The product's integral development provides individual development phases "overlapping" and development is quicken in that way,
- Collaborate and competitive engineering are modern methods for product development efficiency increment,
- Process managing should provide optimal resources usage in order to accomplish established goals,
- Knowledge is gained through different forms of education. Modern dynamic development demands constant (permanent) development, and the experiences that are acquired are irreplaceable. Information accessibility and easy communication are simplifying specific knowledge acquirement.

In order to accomplish determined goals the optimal machines choice has to be made, and their quality and connection improvement is needed. The knowledge that is invested in machines development or that is included through the experiments is also important.

Besides the product's market appearance time shortening, it is necessary to diminish development costs, and costs of the complete life cycles (or profit increment) and quality increments of all major aspects.

For the realization of all previous measures the appliance of PLM solutions is necessary.

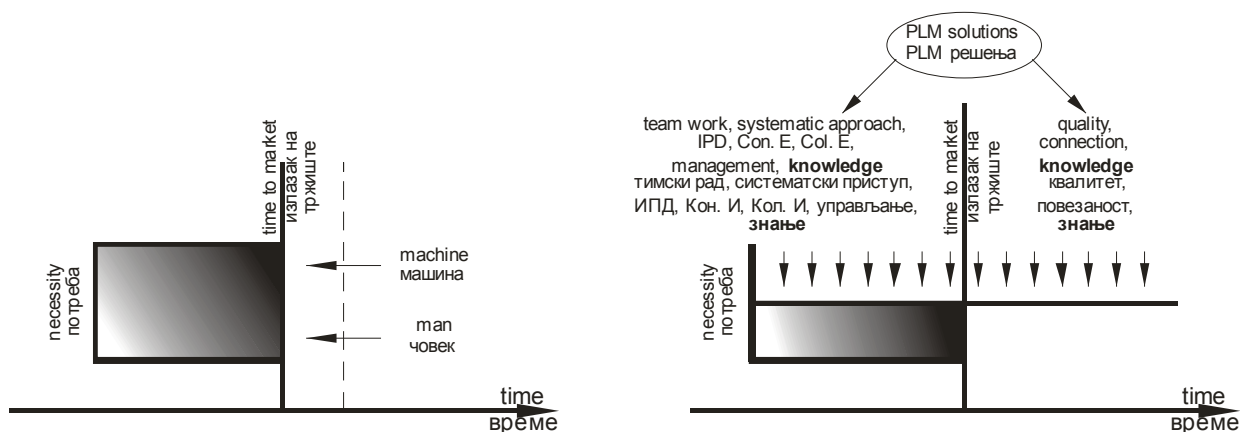


Fig. 5. Time to market shortening
Сл. 5. Скраћивање времена до изласка на тржиште

5. Закључак

Савремени развој технике, посебно рачунарске, нарочито изражен у последњим деценијама прошлог века, обезбедио је инжењерима моћно средство за олакшавање рада и подизање нивоа квалитета производа. Тржишни и општи друштвени услови су наметнули коришћење информационих технологија у свим етапама века производа.

У овом раду су приказани савремени трендови примене информационих технологија у укупном радном веку производа. Актуелна примена рачунара у целокупном радном веку производа се огледа у коришћењу PLM решења.

На почетку су дата основна објашњења и карактеристике савремених CAD система, који представља полаз за остале CAx технологије, као и за комплетна PLM решења. Основне карактеристике су разматране и са аспекта њиховог проширења на садашњем нивоу развоја информационих технологија.

Затим су дати су актуелни трендови, предности и могућности коришћења рачунара и у овој области.

Трендови развоја показују да ће са једне старне бити све шира примена PLM решења у свим областима производа и услуга, а са друге стране да ће се PLM системи развијати обезбеђујући нове могућности.

5. Conclusion

Modern technical development, especially related to computers, particularly significant in last couple of decades of the last century provided a powerful means for work relief and improvement of product quality. Market and society terms in all inflicted the usage of information technologies in all the phases of product's lifetime.

The modern trends of information technologies for product's lifetime are shown in this paper. The actual compliance of computers in the product's lifetime is noticeable in the PLM solutions usage.

The basic explanations and characteristics of modern CAD systems that are origins for the other CAx technologies are given at the beginning and the complete PLM solutions as well. The basic characteristics are reviewed from the aspect of their expand on current level of information technologies' development.

The actual trends, advantages and possibilities of computer usage in this field are given in the further context.

The trends of development implies that the appliance of the PLM solutions will expand in all domains of products and services, and from the other hand, the PLM systems will develop providing new possibilities.

6. Литература - References

- [1] *Farhad A., Debashish D.*: Product Lifecycle Management Needs, Concepts and Components, Interdisciplinary Professional Programs, Program in Manufacturing University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA May 2004.
- [2] *Bojetic N., Storga M.*: Extended CAD Model, Internacional Conference on Engineering Design, ICED 03, Stockholm, August, 2003.
- [3] *Marjanovic N., Blagojevic M.*: Visualization of Machine Parts and Assemblies in Modern CAD Systems, Proceedings of the Conference IRMES '04, Research and Development of Machine Elements and Systems, Kragujevac, September 2004., pp. 183. – 188. (in serbian)
- [4] *SAP PLM: Product Lifecycle Management, product and process working together*, Architecture & Business Solutions, Sogeti, Nederland, 2006.
- [5] *Bilello P. A.*: State of PLM in the Automotive Industry AIAG Best Practices Summit Novi, Michigan, USA 7 June 2006.

Адреса аутора - Contact address



Prof. dr Nenad Marjanović
Faculty of Mechanical Engineering Kragujevac
S. Janić 6, 34000 Kragujevac
nesam@kg.ac.yu



Prof. dr Branko Tadić
Faculty of Mechanical Engineering Kragujevac
S. Janić 6, 34000 Kragujevac



Ivan Miletić, dipl. maš. Ing.
Faculty of Mechanical Engineering Kragujevac
S. Janić 6, 34000 Kragujevac



mr Mirko Blagojević
Faculty of Mechanical Engineering Kragujevac
S. Janić 6, 34000 Kragujevac