



PROGRESSIVE METHODS IN DESIGN AND THEIR APPLICATION IN ENGINEERING INDUSTRY

PROGRESIVNE METODE U PROJEKTOVANJU I NJIHOVA PRIMENA U INŽENJERSKOJ PRAKSI

Katarína TEPLICKÁ, Peter VIRDZEK

Faculty of mining, ecology, process control and geotechnologies, Košice, Slovakia

Abstract: The problem of a product's life cycle against R&D time has occurred due to changes in the behaviour of customers. One possibility how to solve this problem is to use Information technologies and the concept of CIM (Computer Integrated Manufacturing), that considerably reduces R&D time, production time and the time to market. The CIM conception is based on the utilization of single modules (CAx systems) in the Design and Production planning area, manufacturing area (CAD/CAPP/CAM) and others , integrated together into one functional unit.

Key words: Design, product's life cycle, R&D (Research and Development),CIM (Computer Integrated Manufacturing)

Apstrakt: Disproporcija koja postoji između životnog veka jednog proizvoda i vremena potrebnog za istraživanje i razvoj pojavljuje se u današnje vreme kao problem koji je nastao zbog prirode savremenog tržišta i sve većih zahteva potrošača. Jedan od načina da se reši ovaj problem je primena informacionih tehnologija, odnosno koncepcije pod nazivom CIM (integrisana kompjuterska proizvodnja) koja znatno skraćuje vreme potrebno za istraživanje i razvoj, proizvodnju i plasiranje robe na tržište. CIM koncepcija zasniva se na upotrebi pojedinačnih modula (CAx sistemi) za projektovanje, za planiranje proizvodnje, za proizvodnju (CAD/CAPP/CAM) i drugih modula integrisanih u jednu funkcionalnu celinu.

Ključne reči: projektovanje, životni vek proizvoda istraživanje i razvoj CIM (integrisana kompjuterska proizvodnja)

1 INTRODUCTION

During last 10 years we see important changes on the market, the customer power was increased, customer became center of attention and interest of manufacturers. The market today is more flexible and customer guides its progress. Mass produced product doesn't satisfy the present customers.

The result of this development is consecutive decreasing of the serial production and increasing of the variousness of the production

1 UVOD

U poslednjih 10 godina svedoci smo značajnih promena na tržištu, kupovna moć potrošača je bitno porasla, potrošač je postao središte pažnje i interesovanja proizvođača. U današnje vreme tržište je postalo mnogo fleksibilnije, a potrošači diktiraju tempo razvoja. Masovna proizvodnja više ne zadovoljava potrebe savremenog kupca.

Rezultat takvog razvoja je neprekidno opadanje obima serijske proizvodnje i porast interesovanja za što raznovrsnijim proizvodnim programima.

programme and elasticity of production. The marketing philosophy of the firm's management is getting forward and it responses very flexible of the specify customer needs. The philosophy describes the style how to fill and supply the customer needs. Ability to realize those customer's needs with the minimum huge of power – time, people, energy, material, quality is also not negleted. [1]

To create successful product means to handle it in all areas. Construction, technology, processing, surface working are very important criteria, but product is very hardly supported without design, packing and presentation. Product who doesn't satisfy all criteria is unsuccessful on the market. During standard quality of actual products design is somewhat, that differentiates products from each other.

2 RESEARCH AND DEVELOPMENT OF NEW PRODUCTS , THEIR DESIGN

Research and development of new products, their design presents the first stage in the life cycle of product that determinates the functional properties, but it influences the production facilities and efficiency of production in the second stage. Design is very important instrument which creates one part of the price of product for consumers and decides of general financial results. The hight flexibility and the low costs of the product modification are characteristic. [2]

The problem between product life and time product development is appeared by the changes of customer behavior. The solution of this problem is to use methodology with the information technologies that secure reduction of development, production and implementation time of the product.

For the small and middle firms it is not profitable to employ designer for 8 hours per day. Relationship with the external corporations is more economically interresting that are providing complete services for the activity of the firm at the area of design and presentation of problem solution by the outsourcing. Focus of activity to design products and interier was expanded on the grafic design.

Marketinška filozofija rukovodstva preduzeća podrazumeva stalni napredak i fleksibilnost u prilagođavanju potrebama kupca. Ova filozofija zahteva metodologiju pomoću koje će preduzeće ispuniti potrebe i zahteve potrošača, uz što manji utrošak energije, vremena, radne snage, materijala i uz istovremeno održavanje standarda kvaliteta. [1]

Da bi se stvorio uspešan proizvod mora se ovladati svim fazama proizvodnog procesa; konstrukcija, tehnologija, prerada i završna obrada, ali i savremen dizajn, pakovanje i reklama. Proizvod koji ne uspe da zadovolji sve ove kriterijume neće imati uspeha na tržištu. Uz standardni kvalitet proizvoda dizajn je ono što će ga razlikovati od ostalih.

2 ISTRAŽIVANJE, RAZVOJ I PROJEKTOVANJE NOVIH PROIZVODA

Istraživanje, razvoj i projektovanje novih proizvoda predstavlja prvu fazu njihovog životnog ciklusa, koja određuje njihove funkcionalne osobine, ali utiče i na proizvodne kapacitete i efikasnost proizvodnje u drugoj fazi. Projekat predstavlja veoma značajan element koji učestvuje u formiranju cene proizvoda i ima odlučujući uticaj na konačne finansijske rezultate. Velika fleksibilnost i mali troškovi promene u projektu predstavljaju važnu karakteristiku [2].

Disproporcija koja postoji između životnog veka jednog proizvoda i vremena potrebnog za istraživanje i razvoj pojavljuje se u današnje vreme kao problem koji je nastao zbog prirode savremenog tržišta i sve većih zahteva potrošača. Jedan od načina da se reši ovaj problem je primena informacionih tehnologija, koja omogućava kraći proces razvoja, proizvodnje i implementacije proizvoda.

Za mala i srednja preduzeća nije rentabilno da zapošljavaju projektante i dizajnere sa punim radnim vremenom, već se za potrebe projektovanja, dizajna i reklame uglavnom angažuju specijalizovane agencije, koje svoje aktivnosti proširuju u na grafički dizajn.

Today there are used a new instruments of design for example: CAD, CAP, CAM, CIM (Figure 1).

Simulation and visualization plays significant role of this processes, mainly:

- some technologies,
- activities of the machine, robots, logistic and storage facilities,
- plan and organization of working place, production process, installation.

Using of CIM modul allowes reduction of material and energy severity, reduction of storage, abbreviation of the time of production and development, increasing the time and power of using machines, and quality of product.

The computer support of the firm's activity is soluted by the algorithms. There are activities which are very hard to be automatized, they haven't punctual algorithm of their solution.

By this activities there are important longlife experiences of the employers, know-how, intuition about problem, technical intelligence. For computer support there is used artifical intelligence and expert system of the process decision.

Aplication of information technology allows to use principle of simultaneous engineering. The nature of SI depends of actual product development and design of production process. The goal of the SI is to minimize the general time of the implementation innovation of product, to obtain hight standard of quality by the lower costs. From the practical experiences it results, that the SI brings development reduction about 50-300 %. Progressive methods in design and their application in customer marketing presents figure 2.

Application of the simultaneous engineering is suitable especially for complex products (e.g. a car, a computer, a camera etc.) that have the long development time. Multiprofessional solution teams participate in product and parts development as well as in production process design. The teams are closely co-operating that work parallel on a certain product part and its mode of production and consist of designers, ergonomists, technologists, marketing and other experts, solving partial and integral tasks.

U današnje vreme koriste se savremene alatke za projektovanje kao što su CAD, CAP, CAM, CIM (slika 1).

U ovom procesu veoma važnu ulogu igraju simulacija i vizuelizacija i to:

- tehnoloških procesa,
- rada mašina, roboata, logističkih sistema i skladišnih objekata,
- plana i organizacije procesa rada, proizvodnog procesa, instalacija.

Primena CIM modula obezbeđuje manju potrošnju materijala i energije, manji skladišni prostor, kraći proizvodni i razvojni proces, efikasnije iskorišćenje opreme i bolji kvalitet proizvoda.

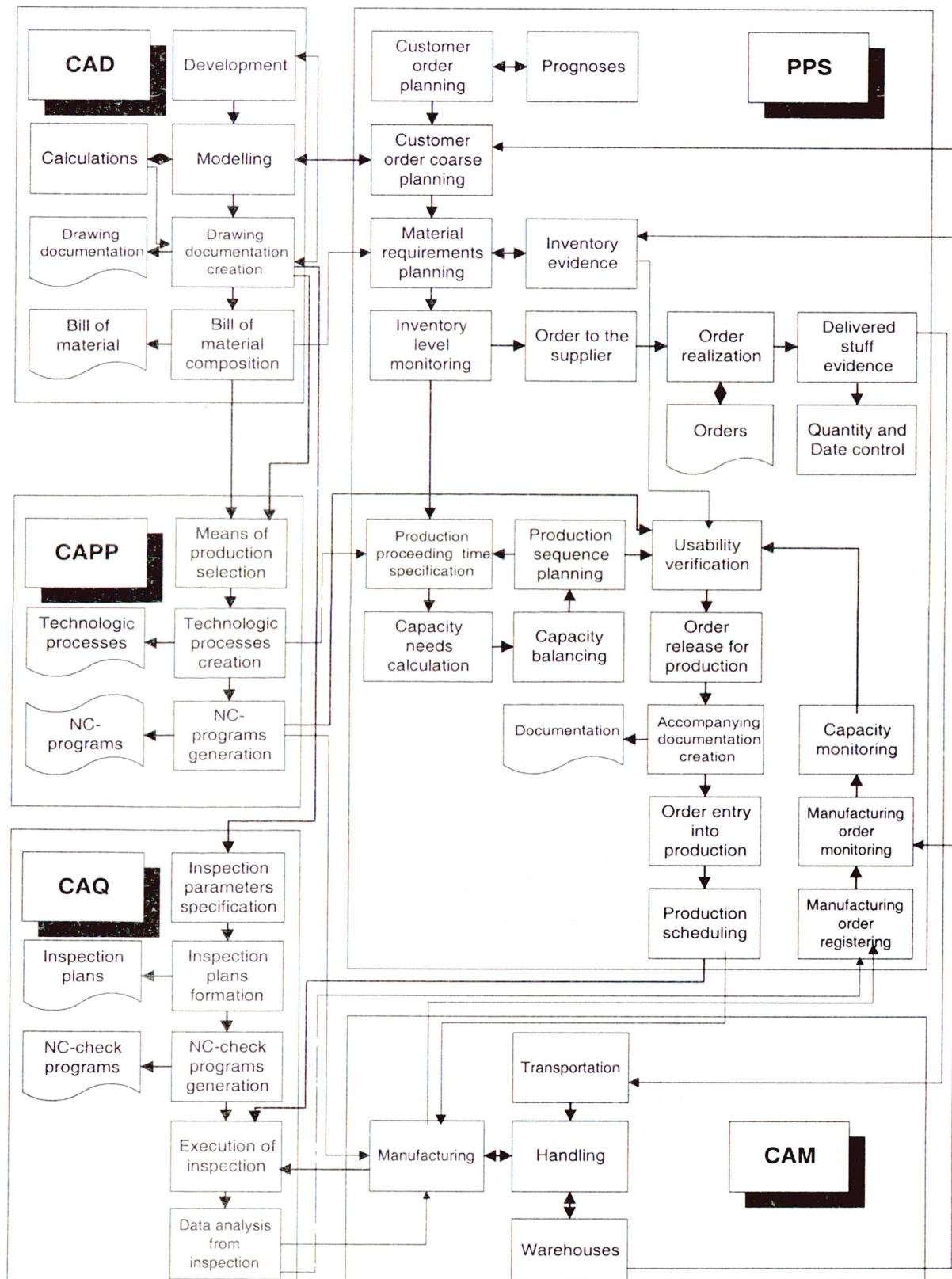
Da bi se obezbedila kompjuterska podrška, sve aktivnosti predučeća sa moraju se prevesti u algoritme. Taj zadatak se obično jednostavno rešava, ali postoje aktivnosti i procesi koje je veoma teško automatizovati jer ne postoje precizni algoritmi pomoću kojih bi se rešili.

Među tim procesima su dugogodišnje iskustvo saradnika, praktično znanje i „know-how“, intuicija u rešavanju problema, tehnička inteligencija. Za uspešnu kompjutersku podršku treba maksimalno uključiti i primenu veštacke inteligencije i ekspertize u donošenju odluka.

Primena informacionih tehnologija omogućava princip simultanog projektovanja (SI). Osobine SI principa zavise od razvoja proizvoda i planiranja proizvodnog procesa. Cilj SI principa je da minimalizuje ukupno vreme za implementaciju inovacije koja se uvodi i da obezbedi visok standard kvaliteta uz minimalne troškove. Rezultati iz prakse govore da se primenom SI principa ostvaruju redukcije u razvojnoj fazi od oko 50 do 300%. Progresivne metode u dizajnu i njihova primena u marketingu su dati na slici 2.

Primena simultanog projektovanja naročito je podesna kod projektovanja složenih proizvoda (npr. automobila, kompjutera, kamere itd.) kod kojih je period istraživanja i razvoja mnogo duži. U istraživačko-razvojnom procesu učestvuje nekoliko timova različitih stručnjaka koji rade na unapređenju pojedinačnih komponenti, finalnog proizvoda i samog proizvodnog procesa. Timovi tesno sarađuju i rade paralelno na razvoju pojedinačnih komponenti i na pronalaženju optimalnih rešenja za njihovu proizvodnju. Ovi timovi se sastoje od dizajnera, projektanata, ergonoma, tehnologa, stručnjaka za marketing koji su zaduženi za obavljanje pojedinačnih i integralnih zadataka.

*Figure 1 Integration of particular CAx systems and PPS /Production and Planning system/ within the scope of CIM /Computer Integrated Manufacturing/.
 slika 1 Integrisanje pojedinačnih CAx sistema i PPS /Sistem za planiranje I proizvodnju/u okviru CIM-a /Integrirana kompjuterska proizvodnja/.*



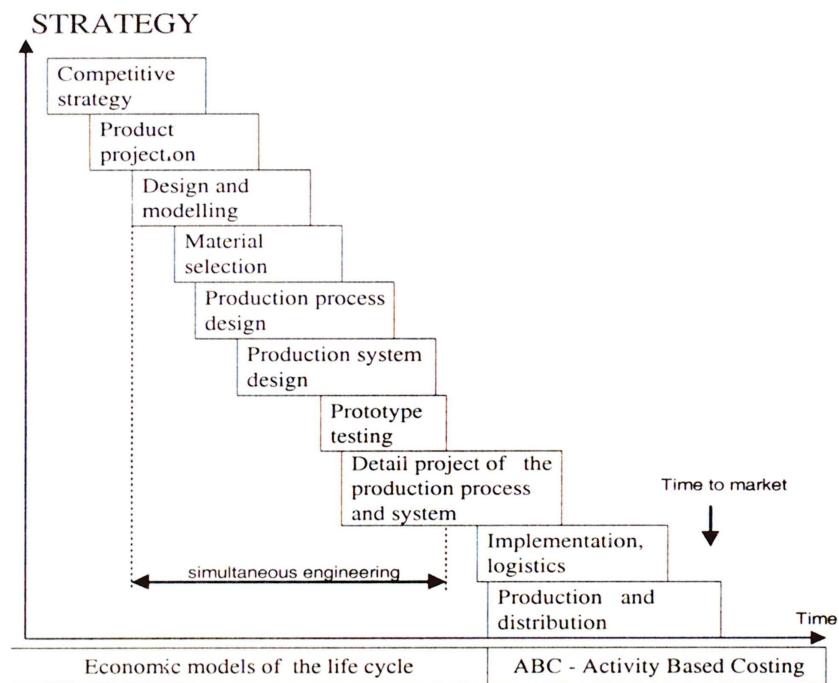


Figure 2 Product and production process design cycle reduction by using simultaneous engineering.

slika 2 Redukcije u ciklusu projektovanja proizvoda i proizvodnog procesa koje se postižu primenom simultanog projektovanja

Characteristic features are the following : [3]

- working with always actual information through the jointly sharing databases,
- change in certain parts is considered in the all other related parts, groups and the whole product
- simultaneous product design and production process design. Visual monitoring of the whole production process of designed products through the computer allows the designers to project satisfactory products in term of technology and so to detect and eliminate directly eventual difficulties in production already in design stage. It could be also the source of innovation plans in many areas , e.g. change in product shape is less expensive than eventual change in production process.

The progressive tools, that could be used in product design are :

- DFM - Design for Manufacturing - Design /construction/ with regard to single /simple/ production of the products and their parts in minimal production costs. [5]

Karakteristike ovog procesa su: [3]

- Korišćenje zajedničke baze podataka koja se neprekidno dopunjava najaktuelnijim informacijama,
- Razmatranje svake promene i njen uticaj na sve relevantne komponente, segmente sistema i finalni proizvod,
- Simultano dizajniranje i projektovanje proizvoda i proizvodnog procesa. Vizuelno praćenje čitavog proizvodnog procesa putem kompjutera omogućava projektantima pružanje optimalnih tehnoloških rešenja, ali i pronalaženje i neposredno oticanje eventualnih problema i nedostatka još u fazi projektovanja. Ova metoda istovremeno omogućava stalno unapređivanje i jednostavno unošenje inovacija, kao što su promena dizajna krajnjeg proizvoda, koja je mnogo jeftinija od izmena samog proizvodnog procesa.

Progresivne alatke koje se mogu se koristiti u procesu projektovanja su:

- DFM – Projekat proizvodnje – Projekat /konstrukcija/ pojedinačna /jednostavna/ proizvodnja pojedinih proizvoda i komponenti uz minimalne proizvodne proškove [5]

- DFA - Design for Assembly - Design /construction/ with regard to single /simple/ assembly of the product, using the minimal amount/number/ of parts, constructional adaptation of the product to the assembly automation possibility or disassembly in product recycling [6]
- and others : DFC (Design for Cost), DFE (Design for Ecology) [5]
- DFA – Projekat montaže – Projekat /konstrukcija /pojedinačna/ jednostavna / montaža proizvoda uz upotrebu minimalnog broja /količine / komponenti, konstruktivnih izmena proizvoda uz mogućnost automatizovanja procesa montaže, ili demontaže, za potrebe recikliranja [6]
- I druge: DFC (Projektovanje troškova), DFE (Ekološko projektovanje) [5]

These approaches are based on the idea to construct the product with regard to the next stages in the product life cycle - production, assembly, recycling , etc.

The other opportunity to increase productivity and flexibility of an enterprise is the FAST PRODUCTION CONCEPTION. It is based on product modular structure which already in design stage allows to achieve short delivery time /time from the customer order to the product delivery to the customer/. The product is composed of pre-manufactured universal and standard, unified parts /modules/, produced and delivered by suppliers /outsourcing/. The emphasis is put up interconnection and cooperation with suppliers, that cover also inventory management in the customer warehouse by JIT conception .This allows to eliminate check-in of purchased parts at the consumer. The philosophy could be used mainly in electronic and car industry, e.g. commission systems - PC configurations. The one advantage is fast and flexible production /product finalisation/ exactly according to customer requirements. The other advantage is wide range of many variants , achieved in the final assembly stage of the modular product by the high flexibility and short production /finalisation/ and delivery time.[6]

The considerable role in new product research & development plays construction of part or product prototype, that represents the first real vision about the object /its model/ and allows to execute different test on it /design, assembly ability, functional options of the product/. It also can be used in marketing activities /starting of marketing canvass before first products manufacturing, demand of potential customer for future product before manufacturing and modification features of the product according to customer needs/.

Ovakav pristup zasniva se na konceptu da prilikom projektovanja jedne faze treba uvek imati u vidu sledeću fazu u životnom ciklusu nekog proizvoda; proizvodnja, montaža, recikliranje itd.

Produktivnost i fleksibilnost preduzeća mogu se unaprediti i primenom takozanog KONCEPTA UBRZANE PROIZVODNJE. Ovaj koncept zasniva se na modularnoj strukturi proizvoda koji omogućava da se još u fazi projektovanja skrati rok isporuke /period od porudžbine do isporuke proizvoda/. Proizvod se sastoji od prefabrikovanih univerzalnih i standardnih delova /modula/, koji se proizvode i isporučuju od strane dobavljača /podizvođača/. Ovde treba naglasiti značaj međusobnog povezivanja i saradnje između dobavljača za koji je potrebno obezbediti pravilno upravljanje zalihamu u skladištu putem JIT metode. Ovaj sistem najviše se koristiti u elektronskoj i automobilskoj industriji – posrednički poslovi, PC konfiguracije. Osnovna prednost ovog sistema je brzina i fleksibilnost proizvodnje /finalizacija proizvoda/ u skladu sa specifičnim zahtevima kupca. Sledеća prednost je veliki assortiman i varijetet proizvoda koji se postiže u fazi finalne montaže modula čime se dobija velika fleksibilnost i skraćenje proizvodnog procesa osnosno period finalizacije i isporuke. [6]

Važnu ulogu u procesu istraživanja i razvoja novog proizvoda igra konstrukcija prototipa proizvoda ili komponente proizvoda, koja predstavlja prvu realnu verziju /model/ i omogućava različita testiranja i provere /projekat, sklop i montaža, funkcionalne opcije proizvoda/. Takođe se može koristiti u marketinške svrhe /započinjanje marketinške ankete i ispitivanje tržišta pre puštanja u proizvodnju, procena potencijalne potražnje budućeg proizvoda pre unošenja izmena, a u skladu sa potrebama i zahtevima kupaca/.

Radical time reduction of preparing and prototype manufacturing, increasing number of design variants and manufacturing costs cutting is possible due to RAPID PROTOTYPING /RP/ technologies.

The basic principle of RP is, that object /part/ computer interpretation serves as the primary input for a technological facility, that creates physical object with features close to the final object without preliminary phases and special tools. RP technologies infer from 3D CAD models information for segmentation of the volume entity on layers and using of special technique creates the layers. The idea is information generating about layers in computer, generating of physical layers and their connection for model /prototype/ creation.

Some of the excellent CAD/CAM/CAE systems are suitable for using of data preparation for rapid prototyping facilities. There is very useful ,if the system contains special module for RP technology support /e.g. Unigraphics system by Unigraphics Solutions with UG/Rapid Prototyping module/.[7]

In comparison with conventional production methods prototype manufacturing by using Rapid prototyping methods takes less time – days instead of months. The advantage of RP methods is not only fast prototype manufacturing in any development phase, but especially possibility to manufacture wide range of modifications and construction layouts of the designed product /prototype functional samples/, which can be then tested and adapted.

The general feature of the RP methods is, that workpiece formation is not performed by material off take as it is in conventional cutting operation , but by consecutive addition of material in form of powder or melt. A part is created layer by layer. By the way it is possible to manufacture also shape complicated parts with cavities, with sloping and horizontal down sides within very little time.

RP is an universal method for model manufacturing /without using forms, tools/ , saving costs, useable in every production sector because of ability to produce any shape. The advantage is fast and exact model processing.[3]

Radikalno skraćenje vremena za pripremu i izradu prototipa, povećani broj varijantnih rešenja i smanjenje proizvodnih troškova moguće je postići primenom tehnologije RP (ubrzana izrada prototipa).

Fundamentalni princip RP tehnologije zasniva se na kompjuterskoj interpretaciji predmeta /komponente/ koja služi kao primarni input i pomoću koje se kreira fizčki predmet čije su karakteristike gotovo identične karakteristikama finalnog proizvoda i to bez pripremnih radnji i specijalnih alatki. RP tehnologija unosi iz 3D CAD modela informacije koje služe za segmentaciju zapremine u slojevima i primenom posebne tehnike generiše te slojeve. Ideja se sastoji u kompjuterskom generisanju slojeva i njihovo povezivanje radi kreiranja osnovnog modela /prototipa/.

Priprema podataka za RP može se vršiti pomoću CAD/CAM/CAE sistema. Oni mogu biti veoma korisni ukoliko poseduju poseban modul za podršku RP tehnologije /na primer UG/RP modul (Unigraphics) za povezivanje grafike/. [7]

U poređenju sa konvencionalnim metodama izrade prototipova primena RP tehnologije zahteva mnogo manje vremena (potrebi su dani u odnosu na mesece). Prednost međutim, nije samo u skraćenju vremena za izradu prototipa u fazi razvoja, već i u mogućnosti unošenja mnogobrojnih modifikacija i konstrukcionih rešenja /prototipski funkcionalni uzorci/, koja se zatim može ispitati i primeniti.

Osnovna karakteristika i prednost RP metode je u tome što se ne vrši materijalno oblikovanje predmeta pomoću konvencionalnih metoda kao što je sečenje, već putem uzastopnog dodavanja materijala u formi praškastih ili topljenih materijala. Prototip ili prototipska komponenta formira se dodavanjem slojeva, odnosno sloj po sloj. Na taj način moguće je oblikovati i komplikovane forme sa šupljinama, kosim i horizontalnim stranama u veoma kratkom vremenskom periodu.

RP je univerzalna metoda za izradu modela /bez upotrebe kalupa i alata/ kojom se postižu značajne uštede i koja se može primeniti u svakom proizvodnom procesu jer je u stanju da proizvede bilo koji oblik. Njena prednost je u brzoj i preciznoj obradi modela. [3]

RP is for its high economic investment costingness suitable especially in major industrial enterprises, e.g. automobile industry or in companies specialistic in Research & Development area. Next possible application RP could be in electronic and electro.technical sector, in consumer industry /black and white consumer electronics/, but also in health service /articular substitutes/.

It is possible to assume that RP methods will be used more and more in future. In future parallel with prototype manufacturing the methods could be applied for fast and budget-priced manufacturing of conceptual models /Rapid Modelling/, for tools and jigs manufacturing /Rapid Tooling/, for piece and small-lot production and service parts production.

3 CONCLUSION

Productivity is a significant tool for competitiveness increasing of an enterprise on internal and external markets. It is needed to evaluate productivity in the complex way, not only in manufacturing, but also in engineering activities in pre-manufacturing stage. Only shipshape integration of activities of the all stages in product life cycle allows innovation of products and production processes to overshoot in the least time, by the optimal using of enterprise resources considering customer needs. It allows flexible and fast response to changing customer requirements and leads an enterprise to the success and prosperity. Information technologies /IT/ and computers utilisation at the all process from product development, design to its packaging, expedition and delivery to the customer is useful in term of the objective.

In spite of intersection of IT into the manufacturing and nonproductive /engineering, service/ operations, the main integrating element of the whole enterprise process are and will be qualified, motivated and satisfied staff, that play the key role in transformation of data into information and information into knowledge.

The complex systems implementation lay stress on multifunctional /universal/ staff and communication among people /team work/.

Zbog visokih investicionih troškova RP metoda je pogodna prvenstveno za velike industrijske sisteme, na primer automobilsku industriju, ili kompanije specijalizovane u oblasti istraživanja i razvoja. Sledeća moguća primena može biti u elektronском и електротехничком сектору, за производњу робе широке потрошње, али и у медицинске сврхе /протетичка помагала/.

Moguće je predpostaviti да ће се RP метода sve више користити у будућности. Упоредо са израдом прототипова ова метода може се примењивати и за брузу и ниско-буџетну производњу концептуалних модела /брзо моделирање/, за израду алатки /брза израда алатки/ за производњу појединачних комада и малих серија.

3 ZAKLJUČAK

Proaktivnost предузећа у многоме утиче на његову конкурентност како на домаћем тако и на страном тржишту. Да би се успјешно проценила продуктивностиједног пресузећа није довољно оцењивати само производни процес, већ се мора узети у обзир и фаза пројектовања и припреме. Само уз оптимално интегрисање делатности у свим fazama животног циклуса неког производа може се постиći иновација производа и производног процеса, како би се у минималном временском периоду максимално искористили ресурси предузећа и задовољиле потребе корисника. Омогућава брузо и флексibilno reagovanje на захтеве тржишта, што обезбеђује успех и напредак предузећа. Preimenom информационих технологија /IT/ и компјутера у свим fazama производње од развојне фазе, пројектовања до паковања, спедиције и испоруке, постижу се одлични резултати пословања.

Osnovni integrativni element информационих технологија производних и непроизводних процеса (пројектовање, услуге) је високо квалификовани, мотивисани и задовољно осoblje које игра ključnu улогу у трансформацији података у информације и информације у знанје.

Implementacija kompleksnog sistema заhteva multifunkcionalno /универзално/ osoblje и tesnu komunikaciju među zaposlenima /тимски рад/.

REFERENCES / LITERATURA

- [1] Csikósová, A., Novek, Z., Kameníková, K.: *The Work of Marketing in the Education*. International Seminar, Košice, pp.17-20, 1999.
- [2] Havrla, M.: *New Technologies - Rapid Prototyping*. At&p Journal, Bratislava, pp.88-89, 2001.
- [3] Kováč, M., *New Technics for Innovation Prepare in Machine Industry*. Transfer innovation 2, pp. 13-16, 2001.
- [4] Kuric, I.: *Capp – Computer Support for Design and Technical Documentation*. University of Žilina, Žilina, pp 14-18, 2000.
- [5] Kuric, I.: Debnár, R.: *Computer Support System*. ware 1, pp.10-12, 1998.
- [6] Marcinčin, J. N.: *Conections of CAD/CAM/CAE System and System of the High Speed Prototype. Engineering* 6. 1999.
- [7] Peterka, J., Janáč, A.: *CAD/CAM Systems*. Stu Bratislava, 1996.
- [8] Spišák, J.: *Komerčná Logistika*. Košice, TU – FBERG, 118 s., 2001.
- [9] Fedorko, G., Madáč, K., Molnár, V.: *Základy Aplikácie Pro/Engineer v Technickej Konštrukcii, Košice*. TU, 87 s., 2005.

Reviewal / Recenzija: prof. Ing. Jan Boroška CSc.