



S. Živanović¹

HOLONSKA STRUKTURA ZA KONCEPT AGILNIH TEHNOLOGIJA²

Rezime

U radu se razmatra deo moguće holonske strukture, koja treba da ostvari koncept brzog dejstva, odnosno realizaciju tzv. agilnih tehnologija. Razmatranje se odnosi na deo obradnih holona na bazi modernih ekskluzivnih tehnologija, koje ostvaruju ovovremeni obradni sistemi kao što su 5D i 6D serijski obradni centri, paralelne mašine alatke, mašine za brzu izradu prototipova, erozimati itd.

Ključne reči: holon, agilne tehnologije

1.0 UVOD

Savremeni trend razvoja u mašinskom industrijskom kompleksu, karakterišu male serije, česta promena proizvoda, težnja ka povećanju produktivnosti i skraćanju vremena izrade. Pri tome se rapidno skraćuje i period inkubacije i starenja proizvoda, da bi se isti što pre našao na tržištu. Ovo uslovljava široku primenu modernih obradnih sistema (NUMA, FTS, paralelne mašine alatke, mašine za brzu izradu prototipova, EDM i dr.).

Stoga je projektovanje primenom računara, vrlo interesantno, i gotovo neophodno, s obzirom na zahteve tržišta i tempo razvoja računarske opreme. Računari koji danas stoje na raspolaganju inženjerima - projektantima su u toj meri sofisticirani da, objektivno ne predstavljaju ograničenje i za najsloženije zahvate, dok sistemi za podršku projektovanju daju takve rezultate da se, čak i u mašinogradnji, ozbiljno razmišlja o eliminaciji potrebe za fizičkom realizacijom prototipova.

Novi pristup bi podrazumevao računar kao svojevrsan procesor modela, gde bi proizvod bio modeliran i podvrgnut najrazličitijim transformacijama, da bi na izlazu dobili virtualni (digitalni) prototip, koji se može smatrati dovoljno pouzdanim, da bi se odmah krenulo sa proizvodnjom.

Za ovakav brz razvoj nepohodno je da postoje tehnologije organizovane u sistemu koji će biti modularan, fleksibilan i agiln. Agilnost se može tumačiti kao sposobnost opstajanja i napredovanja u prestižnom okruženju sa neprekidnim menjanjem stanja putem efikasnog reagovanja na brze promene zahteva tržišta i kupaca [1].

¹ Saša Živanović, dipl.maš.inž., asistent-pripravnik, Mašinski Fakultet, Katedra za Proizvodno Mašinstvo, 27.marta 80, Beograd

² Ovaj rad je urađen u okviru projekta 11E08PT1 istraživanje i osvajanje metoda, tehnologija i sredstava u cilju razvoja fabrika budućnosti i obezbeđenja tehnološke nezavisnosti i konkurentnosti u mašinogradnji koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnologiju Vlade Republike Srbije.

Takav novi sistem za potrebe agilnih tehnologija, ne praktikuje više baziranje kao dosadašnji fleksibilni tehnološki sistemi (FTS) na centralizovanom mehanizmu upravljanja, odnosno na hijerarhijskoj organizaciji velike firme. Težnja koja se javlja u tehnološkim sistemima, je prelazak sa velikih hijerarhijskih organizacija na male decentralizovane i delimično autonomne holonske proizvodne jedinice. Holonska struktura tehnoloških sistema je pristup za realizaciju agilnih tehnologija. Holon potiče od grčke reči HOLOS - što znači celina, dok sufiks ON označava mali deo. Holon u stvari predstavlja jednu radno sposobnu celinu, koja ima mogućnost saradnje sa drugima holonima [2].

Holonska struktura se sastoji od skupa autonomnih i kooperativnih holona, uključujući sistem materijala, sistem montaže, obradni sistem, transportni sistem, kao i komponentu za procesiranje informacija. Komponenta za procesiranje informacija poseduje informacije i mehanizme za upravljanje komponentama holona za procesiranje modela proizvoda (CAD/CAM/CAE) i distribuciju modela do holona za obradu odn. fizičko procesiranje proizvoda.

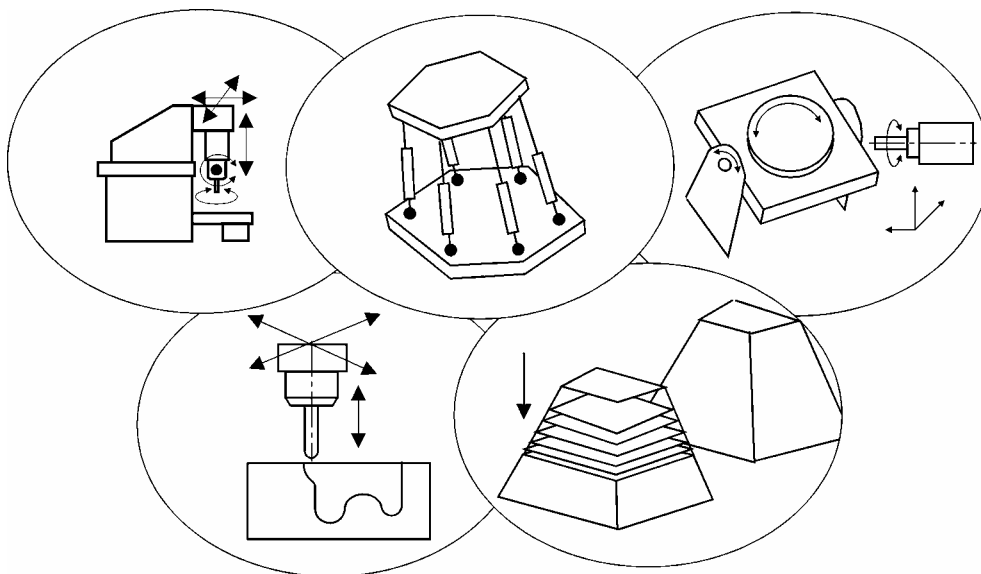
Ključne komponente holona za obradu, su mašine alatke sa potrebnim okruženjem, čime bi ostvarile potpunu radnu sposobnost, uz mogućnost saradnje sa drugim holonima. U klasičnim Fleksibilnim tehnološkim sistemima (FTS) , upravljanje mašinama alatkama, kao osnovnim komponentama za gradnju ovih sistema, je hijerarhijsko i podrazumeva odnos naređenje – izvršenje, bez autonomnosti i eventualne kooperativnosti između mašina u toku obrade. Odgovarajući ekvivalent mašini alatki , u Holonskim tehnološkim sistemima (HTS), je holonska obradna jedinica (HOJ), koja zahteva autonomnost i kooperaciju. Kooperacija sredine treba da omogući međusobnu pomoć, radi izvršenja redosleda obrade saglasno količini, vremenu obrade i kvalitetu. Osnovna filozofija HOJ, je da ona daje i traži pomoć u toku obrade dela (rukovođenje redosledom obrade uz preuzimanje poslova, kao dodatka drugim HOJ). Ovaj oblik upravljanja je u suprotnosti sa hijerarhijom i zove se holarhija. Ovaj pristup upravljanju podrazumeva postojanje autonomnih i kooperativnih holona, koji nisu organizovani fiksno, već dinamički u cilju ostvarenja postavljenih zadataka i prilagođavanja promenama u okolini. Ovakvi holoni mogu da grade privremene strukture kao deo jedne virtualne holonske firme, koja postoji sve dok i cilj zbog koga je nastala.

2.0 OVOVREMENI OBRADNI SISTEMI ZA AGILNE TEHNOLOGIJE

Kada govorimo o ovovremenim obradnim sistemima [3], pre svega se misli na moderne mašine alatke koje karakteriše:

- brzohodnost u obradi i u brzinama pomoćnog kretanja,
- veći broj osa upravljanja 3 ili više,
- nova koncepcija mašine alatke uopšte,
- jednostavan ili komplikovan proces obrade:
 - * skidanjem strugotine,
 - * dodavanjem materijala (rapid prototyping),
 - * uklanjanjem materijala (elektroerozija),
- zahtevaju puno računa za upravljanje.

Kao predstavnici ovakvih mašina mogu se navesti: 5 - osni serijski obradni centar, (X,Y,Z,A,B), 6 - osni serijski obradni centar (X,Y,Z,A,B,C), paralelna mašina alatka na bazi Stjuartove platforme, mašine za brzu izradu prototipova bazirane na različitim procesima izrade dodavanjem materijala, erozija sa jednostavnom cilindričnom punom elektrodom za obradu složenih oblika - "elektroerozionim glodanjem".



Slika.1 Uporedni prikaz ovovremenih obradnih sistema za obradu rezanjem, erozijom i dodavanjem materijala

Poseban prodor u pogledu novih koncepcija mašina alatki napravile su:

- generacija paralelnih mašina (mašina alatki, robota i mernih mašina)
- generacija mašina za brzu izradu prototipova.

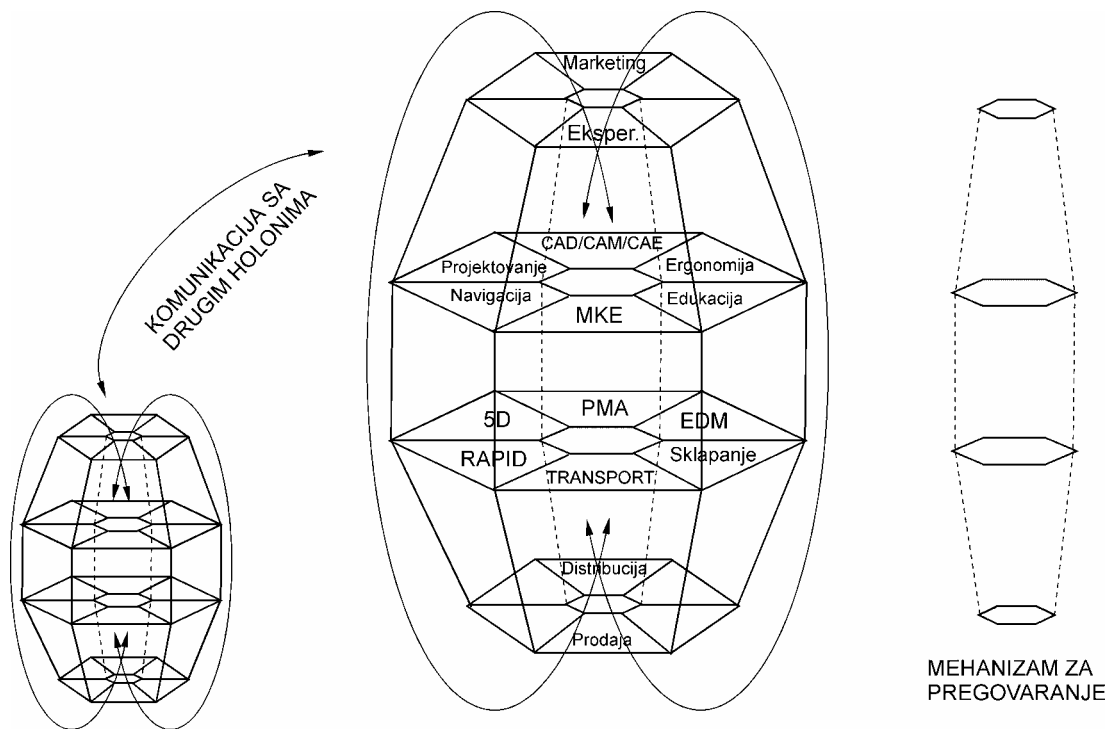
3.0 MOGUĆI HOLONI NA BAZI OVOVREMENIH OBRADNIH SISTEMA

Vrlo bitan faktor o kome treba voditi računa prilikom primene agilnih tehnologija je žamor tržišta. Ovde je kritičan faktor vreme. Postoje kupci na tržištu, koji imaju novac, ali ne i vreme da čekaju da se proizvod razvije i napravi. Oni hoće proizvod i to odmah. Vešta firma treba da ume da oblikuje proizvod uspostavlajući sinhronizaciju između kupca i prodavca (proizvođača). Pri tome se koriste veštine koncepta brzog dejstva, organizovane kao holonske strukture agilnog tehnološkog sistema.

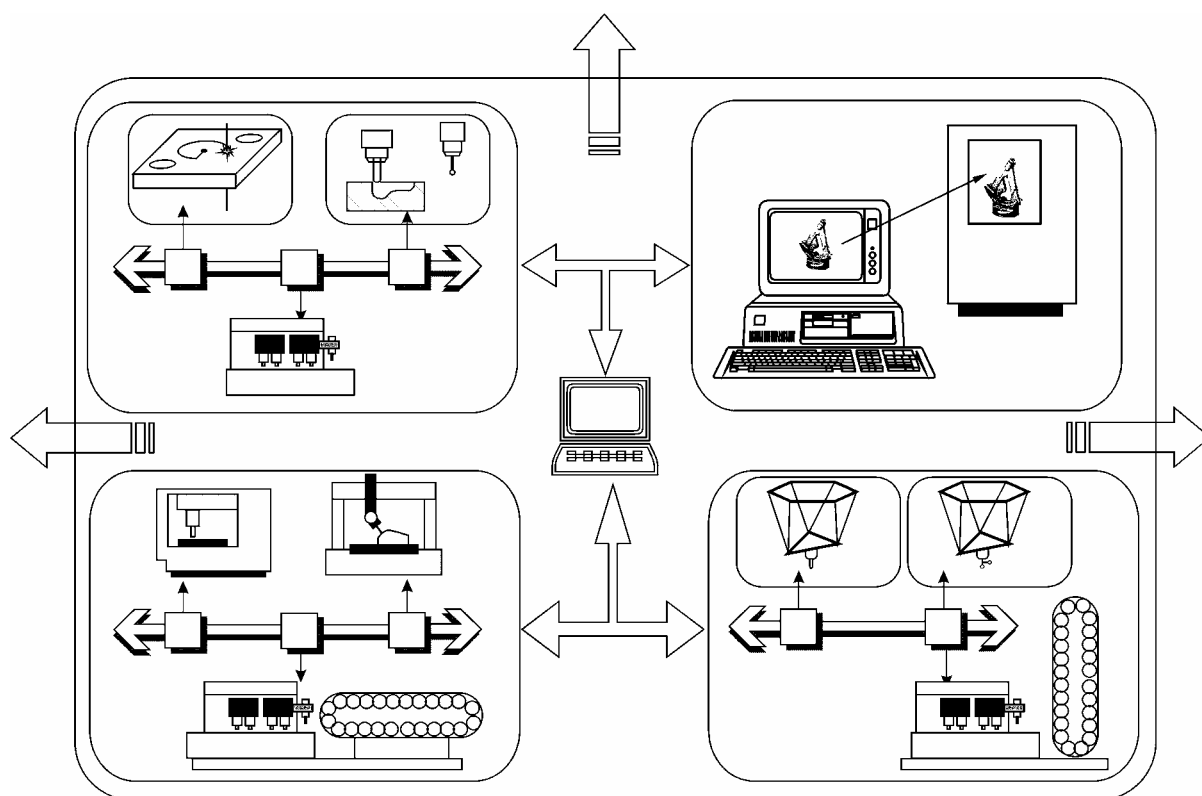
Da bi pomenuti koncept mogao da zaživi, neophodno je restrukturisati postojeća preduzeća tako da se ona cela ili neki njeni delovi mogu uključivati u poslove na globalnom nivou. potrebno je u tom smislu reorganizovati postojeće mašine i opremu radi pružanja takvih poslova, u granicama postavljenog roka i kvaliteta proizvoda. Međutim, posebno je značajno i uvođenje savremenih ekskluzivnih tehnologija i mašina koje prate najnovije trendove u oblasti agilnih tehnologija. U ove mašine bismo mogli uvrstiti sve one, koje su u ovom radu navedene kao predstavnici ovovremenih obradnih sistema. Takve mašine trebaju zauzeti svoje mesto u komponenti holona za obradu, pri čemu bi veza među njima bila ostvarena transportnim holonom, a komunikacija i upravljanje komponentom holona za procesiranje informacija. Pregled moguće strukture individualnog holona na bazi ovovremenih obradnih sistema, može biti stilizovano kao na slici 2.

Svaki strukturisani holon za obradu mora biti potpuno radno sposoban i komunikativan sa ostalim holonima. U tom pogledu možemo razlikovati sledeće holonske strukture za obradu:

- elektroerozioni (EDM) holon,
- holon za obradu rezanjem 3 i 5-oošnjim obradnim centrima,
- holon na bazi paralelnih mašina alatki,
- holon za brzu izradu prototipova itd.



Slika 2. Struktura holona na bazi ekskluzivnih agilnih tehnologija



Slika 3. Prikaz obradnih holona na bazi ovovremenih obradnih sistema

Holon za elektroerozionu obradu, bi u svom sastavu mogao da obuhvati erozimate sa žičanom i punom elektrodom, uz postojanje magacina alata sa različitim oblicima punih elektroda. Eroziat sa žicom, bi za slučaj potreba izrade specijalnih oblika elektroda, obavljao poslove u okviru svog holona, ili bi svoj raspoloživi višak resursa ustupao drugim holonima, kojima bi pomoć bila potrebna (na primer, izrada pojedinih pozicija na alatima za obradu lima, sečenje

kontura fazonskih noževa i sl.). Eroziomat sa punom elektrodom posebno tzv. elektroeroziona glodanje, bi mogao da omogućiti obradu teško obradljivih elektroprovodnih materijala, sa složenim oblicima udubljenih i/ili ispupčenih reljefnih površina (što bi moglo odgovarati livačkim ili kovačkim alatima). Posle obrade, se može ostvariti i merenje primenom specijalne glave sa mernim pipcima, radi montrole ostvarene obrade.

Holoni za obradu rezanjem mogu biti različito koncipirani i to sa različitim mašinama koje se međusobno dopunjuju, ili sa mašinama istog tipa koje imaju velike mogućnosti za raznovrsnu obradu rezanjem. Tako na primer, jedan od tih holona može biti bazirana na tradicionalnim NUMA kao što su serijski obradni centri sa mogućnošću tro ili petosne obrade. Takav holon može posedovati nekoliko mašina koje čine zaokruženu celinu, sa zajedničkim automatskim skladištem alata, koji dostupan svakoj od mašina. Pored lokalne automatske izmene alata u okviru mašine, moguće je specijalne alate automatski preuzeti od skladišta. Automatska izmena paleta sa obratcima, sa vezom na transportni sistema koji omogućava i prenos paleta između mašina, čime bi bila ostvarena mogućnost kooperativnosti mašina u cilju kompletne obrade dela, tako da svaka mašina da je svoj maksimum. Zajedničko skladište bi omogućilo preraspodelu specijalnih alata, u zavisnosti od konkretnih poreba u toku obrade. Za ove mašine bi takođe bio karakterističan i ciklus merenja primenom odgovarajuće merne glave, ili pak egzistiranjem i jedne merne mašine u okviru holona, ukoliko se radi o obradi sa vrlo strogim kriterijumima tačnosti što bi zahtevalo obaveznu kontrolu i nulti škart.

Holon za obradu rezanjem može biti i na bazi paralelnih mašina alatki, koje imaju mogućnost za obradu vrlo kompleksnih reljefnih površina sa što manje podešavanja obratka (postavljanja, baziranja stezanja). Pri tome bi u okviru jednog holona mogli imati jednu mašinu za obradu i jednu mernu mašinu, magacin alata (i mernih pipaka), transportni tok unutar holona i veza sa drugim holonima, radi razmene obradaka, ukoliko se daje pomoć u obradi nekog dela. Primer za mašine kao komponente ovakvog holona mogu biti , ruska varijanta paralelne mašine alatke, u obliku višefunkcionalnog obradnog centra (TM) i visokoprecizne merne mašine (KIM). Kombinacijom ovakva dva sistema, TM - obradnog i KIM - mernog, omogućava se obrada izrazito kompleksnih delova, čija obrada nije moguća pomoću tradicionalnih mašina alatki.

Primenom ovako koncipiranog holona koji prati trendove u obradi rezanjem, moguće je zameniti veći broj skupih tradicionalnih mašina, jednom paralelnom mašinom alatkom, koja sve što su tradicionalne mašine mogle zajedno, može sama, uz ostvarenje i boljeg kvaliteta. Tradicionalne mašine alatke će uvek biti skupe da se naprave, tako da je i odnos nabavne cene, na strani paralelnih mašina alatki.

Izraziti predstavnici koncepta zbog dejstva su mašine za brzu izradu prototipova. Sastoje se od snažne računarske podrške i mašine, koja će davati materijalizovani izlaz, računarskog (digitalnog) modela. Ovaj model može da omogućiti ispitivanja, da ide u modelarnicu i omogućiti izradu kalupa, a može biti upotrebljen i u marketinške svrhe, što skorijeg pojavljivanja na tržištu sa pilot serijom. Uzorci dobijeni na ovaj način se često ne razlikuju od onih koji treba da se prave u proizvodnji pogotovu ako se radi o proizvodu od plastičnih masa. Stoga pilot serije mogu biti iskorišćene i za eksperimentisanje sa tržištem u cilju registrovanja reakcija tržišta i usvajanja tih reakcija na izgled i osobine krajnjeg proizvoda.

4.0 ZAKLJUČNE NAPOMENE

U radu je razmotrena komponenta obradnog holona na bazi ovovremenih obradnih sistema. Radi efikasnog upravljanja i saradnje između holona i mašina u okviru holona, treba da postoji i razmena modela proizvoda, od digitalnog CAD solid modela, preko programa za obradu i prilagođavanja (postprocesiranja) programa za potrebe različitih platformi upravljačkih jedinica mašina. Neophodno je obezbediti ovu razmenu u realnom vremenu, da bi bila moguća uspešna komunikacija i saradnja između različitih holona.

Komponenta za procesiranje informacija poseduje informacije, modele, kao i mehanizme za upravljanje komponentom holona za fizičko procesiranje. Sledeće aktivnosti se mogu ubrojati u ovaj domen holona (slika 2.):

- menadžerske strukture na bazi ostvarenih rezultata u preduzetništvu i organizacionim poslovima,
- marketinški poduhvati u animiranju tržišta i plasmanu proizvoda,
- stvaranje timova visokostručnih inženjera, kao i visokokvalifikovanih majstora, po njihovoj užoj i široj specijalnosti,
- razvoj i projektovanje proizvoda,
- modeliranje proizvoda u CA tehnologijama (CAD/CAM/CAE),
- optimizacija modela na bazi metoda konačnih elemenata (MKE),
- ergonomija proizvoda,
- navigacija u toku procesa obrade,
- edukacija, kroz uključivanje mladih inženjera i radnika, koji mogu pod rukovodstvom i u zajednici sa ekspertima konkretnih oblasti, da obavljaju poslove visokog kvaliteta,
- primena eksperimentisanja u projektovanju s ciljem spoznaje želja tržišta i pretakanje želja u proizvod, po mogućstvu pre od konkurencije.

U svakom od pomenutih slučajeva tehnološki sistem mora da ima svojstva agilnosti, modularnosti, fleksibilnosti i sinhronizovanosti sa inovacionim ciklusima.

5.0 LITERATURA

- [1] Kalajdžić, M., Glavonjić, M., Vasić, I., Živanović, S., Prilog razvoju novih tehnologija, XII Naučno-stručni skup, Info - Teh[®] '97, Zbornik radova, str.389 - 394, Vrnjačka Banja, juni 1997.
- [2] Bengoa, S. Gluch, H.-J. Jacobs, An Approach to Holonic Components in Control of Machine Tools, Anals of the CIRP Vol. 45/1/1996, pp 437-440
- [3] Glavonjić, Jedna interpretacija ovovremenih obradnih sistema, 24. JUPITER konferencija, Mašinski fakultet Beograd, Zlatibor, 1998, Zbornik radova, str. 3.11 - 3.18
- [4] Babić B., Pristup modeliranju holonskih tehnoloških sistema, 23. JUPITER konferencija, Mašinski fakultet Beograd, 1997, Zbornik radova, str. 245 - 250.

S. Živanović

Holonic Structure for Agile Technology Concept

Summary

This paper discuss part of possible holonic structure, which should realize a rapid action concept, that is realization of agile technologies. Presented discussion is related to part of manufacturing holons based on modern, exclusive technologies, which are realized by up to date manufacturing systems, such as 5D and 6D serial machining centres, parallel machine tools, rapid prototyping machines, EDM s, etc.