

<https://doi.org/10.24867/JPE-1989-06-099>

ORIGINALNI NAUČNI RAD

J. Rekecki, M. Zeljković, Lj. Borojev, R. Gatalo, J. Hodolič*

MODULARNA GRADNJA SAVREMENIH OBRADNIH SISTEMA - KONCEPCIJA I DOSTIGNUĆA U RAZVOJU**

Rezime

U radu je izložen prilaz u koncipiranju modularne gradnje savremenih obradnih sistema. Pri tome se pažnja zadržava na odredjenim rezultatima modularnog projektovanja mašina za obradu struganjem i mašina za obradu brušenjem.

Rezultati izloženi u radu u direktnoj su vezi sa istraživanjem podloga za postavljanje koncepcija, realizovanih u toku nekoliko godina u Institutu za proizvodno mašinstvo.

MODULAR DESIGN OF UP-TO-DATE MACHINING SYSTEMS - THE CONCEPTION AND DEVELOPMENT RESULTS

Summary

The paper presents one of conceptions concerning machining system modular design. During that the attention is aimed at some results of modular design of turning machines and machine tools for grinding. Presented results are in direct relation with researches after foundation for defining the conception which have been realized during several years at the Institute for production engineering.

* Dr Jožef Rekecki, dipl.ing., redovni profesor, mr Milan Zeljković, dipl.ing., asistent, mr Ljubomir Borojev, dipl.ing. asistent, dr Ratko Gatalo, dipl.ing., redovni profesor, dr Janko Hodolič, dipl.ing., asistent - Fakultet tehničkih nauka, Institut za proizvodno mašinstvo, Novi Sad, V.Perića Valtera 2.

** Rad je proizašao iz istraživačkog projekta pod nazivom: FLEKSIBLNI AUTOMATSKI PROIZVODNI SISTEMI U OBLASTI ALATNIH MAŠINA, čiju realizaciju finansira SIZ NR Vojvodine; istraživačko-razvojnog projekta pod nazivom: RAZVOJ KONCEPCIJE MODULARNOG PROJEKTOVANJA BRUSILICA ZA SPOLJAŠNJE I UNUTRAŠNJE OKRUGLO BRUŠENJE, čiju realizaciju je finansirao SIZ NR Vojvodine i LZT "KIKINDA" iz Kikinde i istraživačko-razvojnog projekta SISTEM STRUGOVA - koncepcija razvoja i koncepciona rešenja familije horizontalnih strugova za oblast prečnika obrade od 450 do 2000 [mm], čiju realizaciju je finansirala FAMIL "POTISJE" iz Ade.

1.0 UVOD

Savremeno tržište nameće kao imperativ proizvođačima obradnih sistema sledeće zahteve:

- tehnološku savremenost obradnih sistema (produktivnost, pouzdanost, visoku automatizovanost i fleksibilnost),
- kratke rokove isporuke i
- konkurentne cene.

Ovim zahtevima se može udovoljiti prvenstveno konceptom modularne gradnje obradnih sistema, odnosno jedan od pravaca razvoja savremenih obradnih sistema je razvoj tzv. SISTEMA MAŠINA. Pri tome se pod sistemom mašina podrazumeva skup obradnih sistema različitih vrsta i tipova, različitog stepena automatizovanosti sposobnih da realizuju različite tehnologije, a projektovanih na bazi sistemsko modularnog prilaza.

U radu se izlaže jedan prilaz u koncipiranju modularne gradnje savremenih obradnih sistema na primerima mašina za obradu struganjem i mašina za obradu brušenjem.

2.0 KONCEPCIJA MODULARNOG PROJEKTOVANJA OBRADNIH SISTEMA

Za zadovoljavanje tehnološke savremenosti obradnih sistema treba posebno imati u vidu sledeće:

- visoka efikasnost u samom procesu obrade (smanjenje glavnog vremena - t_g) se postiže snažnim, robusnim i dinamički stabilnim obradnim sistemima sa optimiranim režimima obrade;
- visoka automatizovanost značajno povećava produktivnost i proizvodnost obradnog sistema, posebno pri izvodjenju pomoćnih zahvata (smanjenje pomoćnog vremena - t_p), kao i pouzdanost rada u smislu homogenosti kvaliteta obrade;
- fleksibilnost obradnog sistema treba da bude naročito izražena.

U vezi sa karakteristikama savremenih obradnih sistema neophodno je ukazati na sledeće.

Radne karakteristike savremenih obradnih sistema se prema načinu njihove rea-

lizacije mogu podeliti na hardverske (fizičku strukturu) i softverske (programsku podršku). Hardverske karakteristike obradnih sistema i njihovih komponenta obuhvataju mehaničke osobine kao što su: dimenzione, krutosne, dinamičke i brzinsko-prenosne karakteristike, veličine pomeranja i karakteristike pogonskog sistema.

Softverske karakteristike obuhvataju ostale karakteristike obradnog sistema, a baziraju na načinu automatskog upravljanja i programskoj podršci. Ove karakteristike su veoma podložne promenama kako iz tehnoloških potreba, tako i u vremenskom domenu.

Pored toga treba imati u vidu da numeričko upravljanje kod savremenih obradnih sistema ima tendenciju proširenja i na područje obradnog procesa kontrolisanog odgovarajućim senzorima. Ovo zahteva određena prilagodjavanja hardverske strukture obradnog sistema, o čemu se mora voditi računa pri projektovanju.

Na osnovu prethodnog, kao i na osnovu analize izvedenih rešenja savremenih obradnih sistema [1, 2, 3, 4, 9], u nastavku je prikazana koncepcija modularnog projektovanja mašina za obradu struganjem i mašina za obradu brušenjem. Pri tome se imalo u vidu i to da se koncepcija modularnog projektovanja savremenih sistema mašina zasniva na postojanju istih baznih elemenata.

2.1 KONCEPCIJA MODULARNOG PROJEKTOVANJA MAŠINA ZA OBRADU STRUGANJEM

Koncepcija razvoja mašina alatki za obradu struganjem obuhvata širok asortiman ovih mašina po vrstama i tipovima. Pri projektovanju sistema strugova pošlo se i od proizvodne orijentacije proizvođača ovih mašina [2], koja obuhvata sledeće grupe mašina:

- konvencionalne strugove sa horizontalnim postoljem,
- NU strugove sa horizontalnim postoljem i
- mašine za duboko bušenje i proširivanje na bazi horizontalnih strugova.

U svakoj od ovih familija proizvoda nameće se potreba intenzivnog razvoja. Pri tome je neophodno postaviti takvu koncepciju koja će obezbediti da konstrukciona rešenja novih tipova mašina, njihovih sklopova i podsklopova budu optimalno tipizirana i unificirana.

Na osnovu prethodnih analiza, kao i saznanja o stanju i tendencijama razvoja tehnologije i proizvodnje mašina alatki u svetu, definisan je sadržaj proizvodnog programa kroz: koncepcijske osnove, glavne karakteristike pojed-

nih mašina, te vrste pogonskih sistema i njihove karakteristike. Za koncepciona rešenja strukture mašina izvedena je razrada po familijama i tipovima, za:

- kinematske lance glavnog kretanja,
- kinematske lance pomoćnog kretanja,
- noseće strukture mašina i
- pribore mašina.

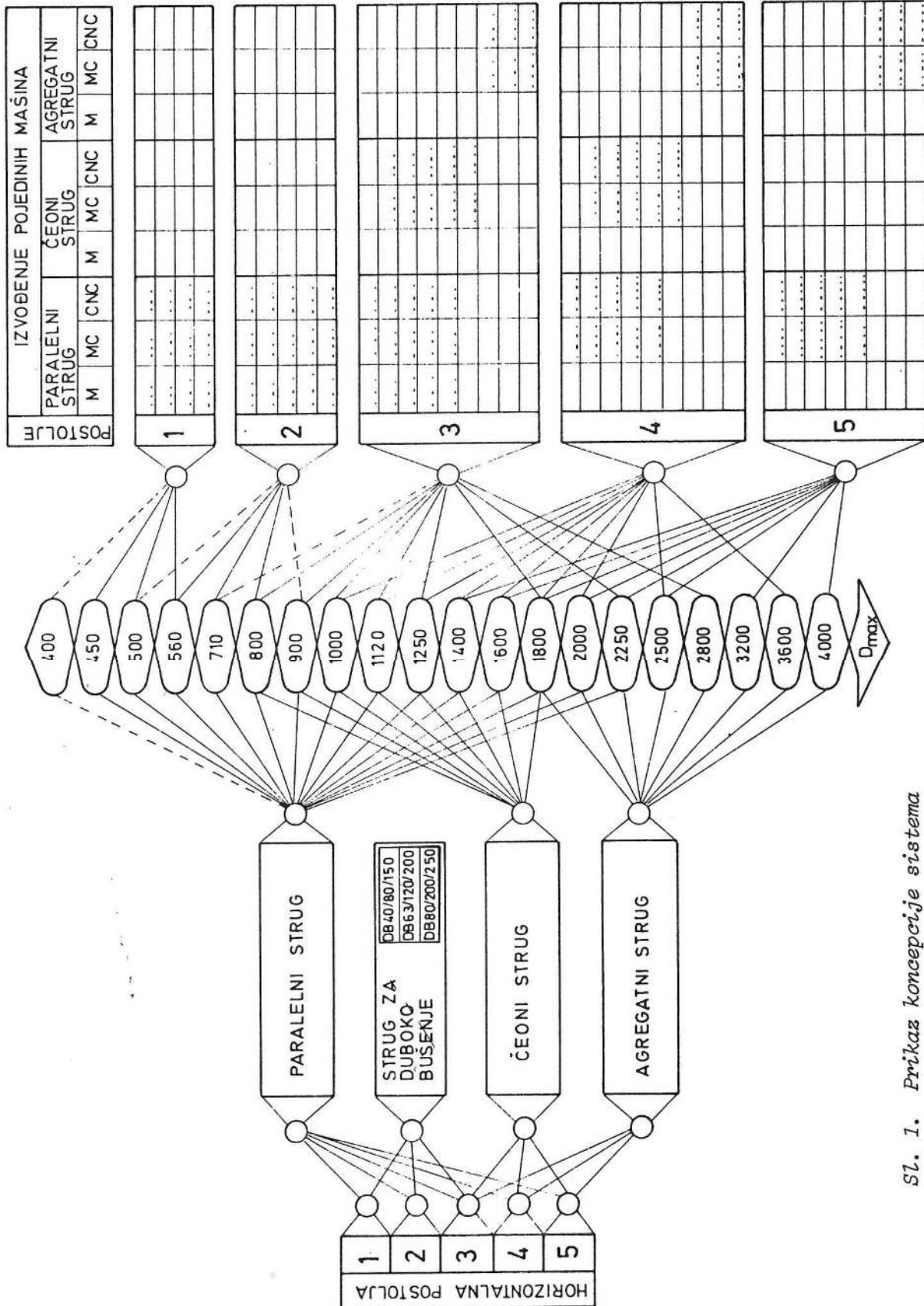
Pored toga postavljene su osnove za proračun elemenata strukture mašina i to: elemenata kinematske strukture, glavnih vretena i nosećih struktura mašina. Daljom konkretizacijom došlo se do principijelnih dispozicionih rešenja i gabaritnih mera mašina i pojedinih sklopova na osnovu istih baznih elemenata mašina.

U rezultatu prethodnog prilaza došlo se do ukupne koncepcije sistema strugova, koja je grubo prikazana na sl. 1 i sl. 2, a koja obuhvata celo područje horizontalnih strugova po familijama, tipovima i veličinama, a na osnovu pet različitih veličina baznih elemenata.

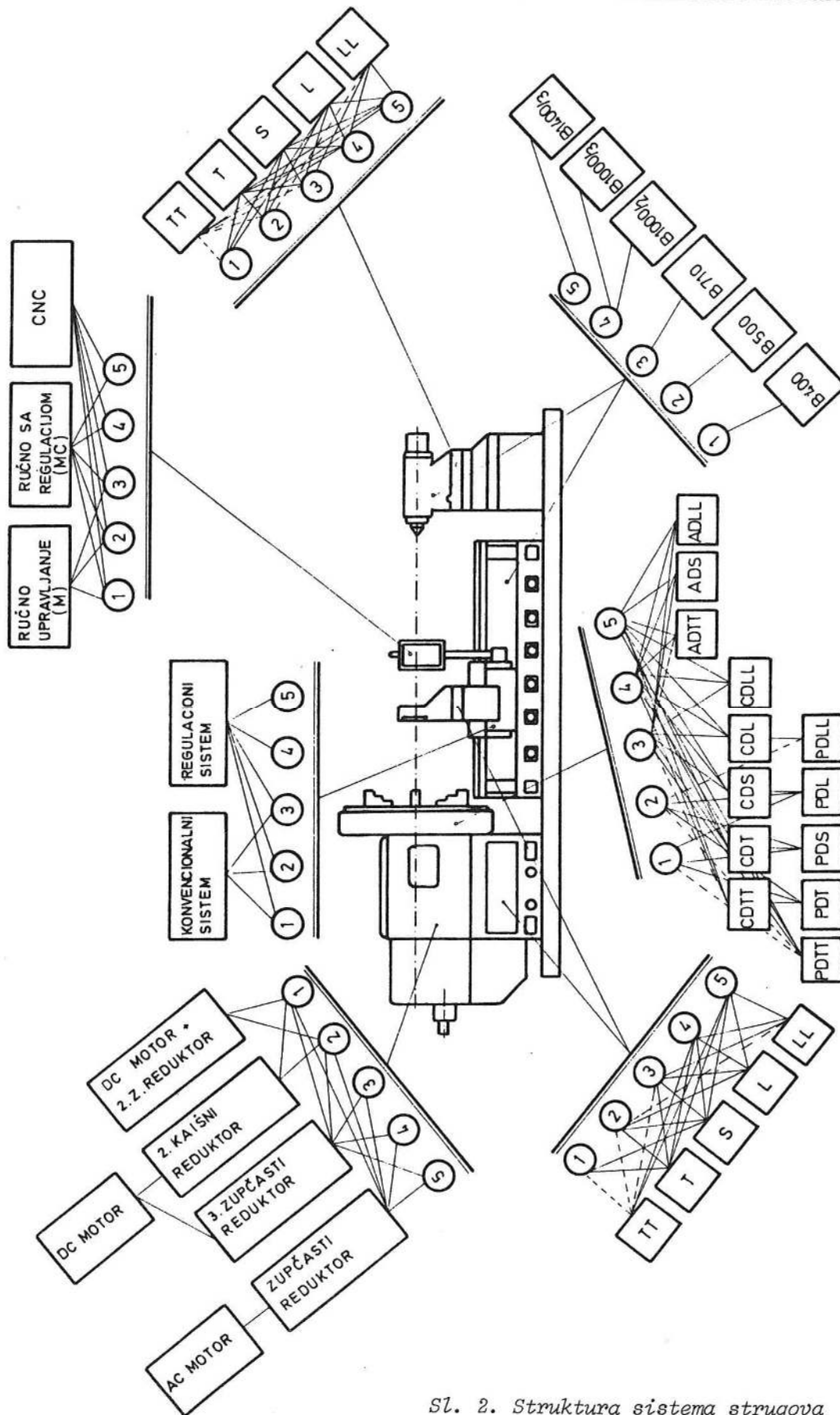
Osnovne tipske module u prikazanoj strukturi sistema strugova čine:

- sistem za glavno kretanje,
 - sklop pogona
 - sklop prenosa
 - sklop glavnog vretena
- sistem za pomoćno kretanje,
 - sklop pogona
 - sklop nortona
 - ključna ploča
 - sistem klizača
- noseći sistem mašine,
 - postolje
 - podloga prenosnika za glavno kretanje
- konjic,
- pribor i
- sistem za upravljanje radom mašine.

Ukupnim prilazom i rešenjima do kojih se došlo, definisani su svi bitni elementi za konstrukciju pojedinih mašina, a razvijeni moduli u velikoj meri olakšavaju komponovanje varijantnih mašina bez obzira da li se radi o paralelnoj, poprečnoj ili agregatnoj varijanti, konvencionalnoj ili varijanti sa numeričkim upravljanjem, ili pak strugu (mašini) za duboko bušenje.



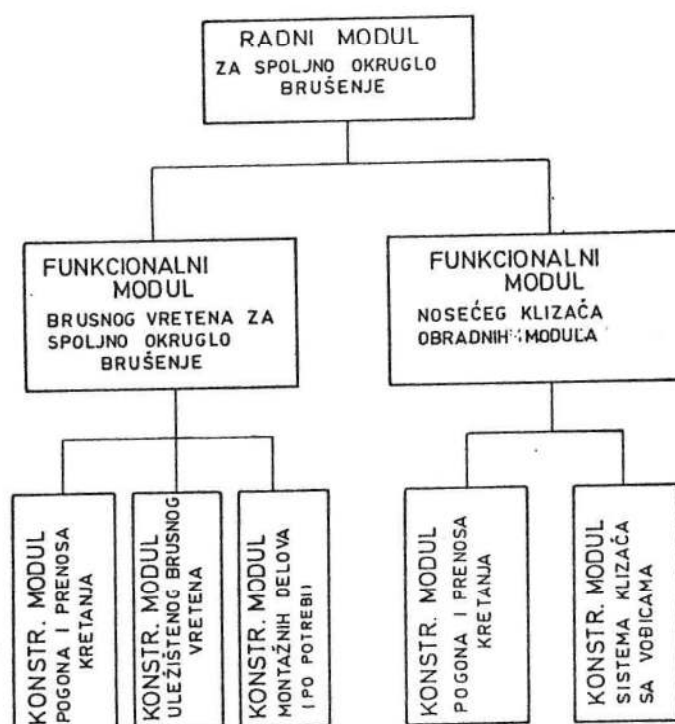
Sl. 1. Prikaz koncepcije sistema strugova



Sl. 2. Struktura sistema strugova

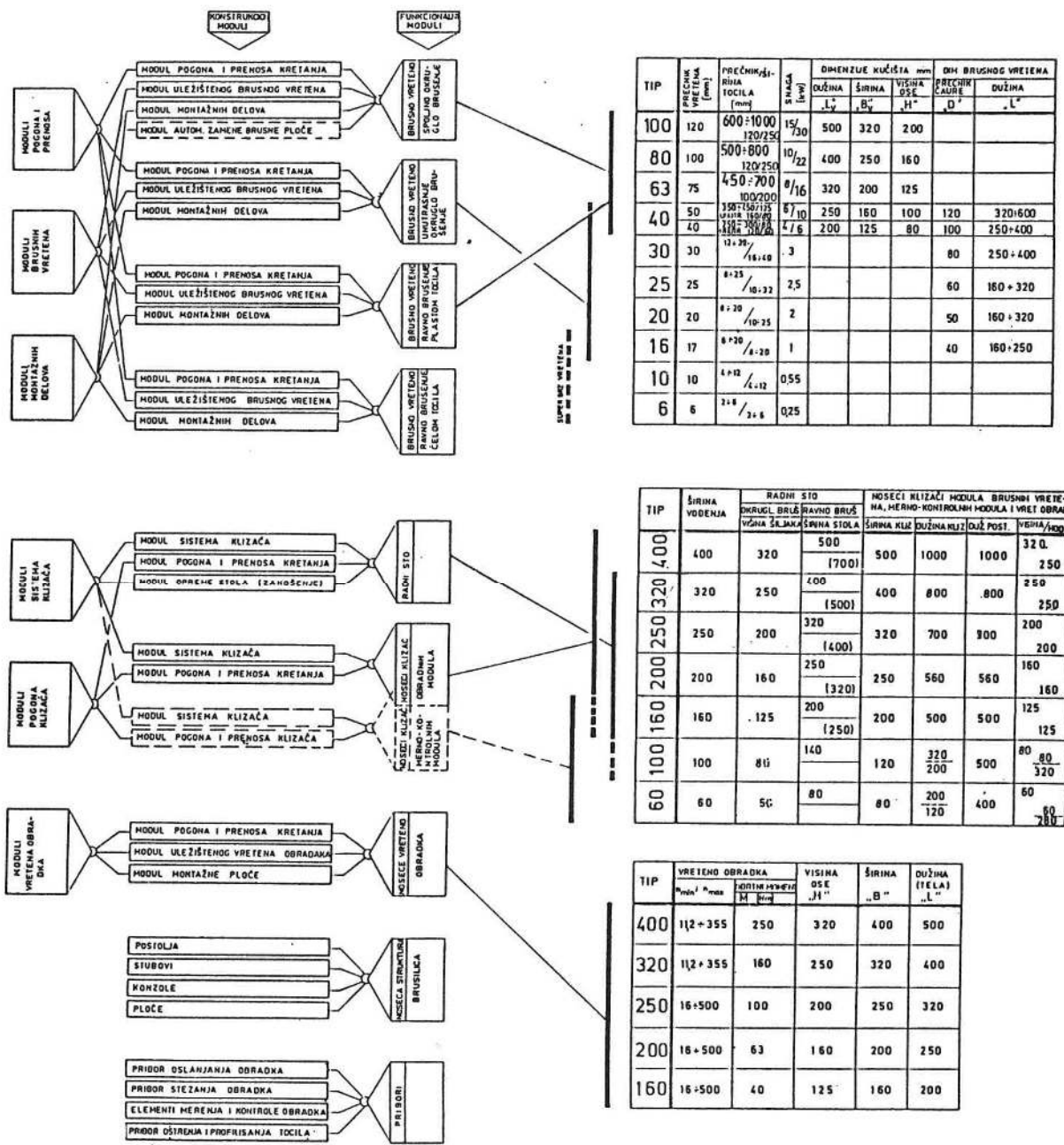
2.2 KONCEPCIJA MODULARNOG PROJEKTOVANJA MAŠINA ZA OBRADU BRUŠENJEM

U cilju postavljanja koncepcije modularnog projektovanja mašina za obradu brušenjem i definisanja glavnih karakteristika istih, takodje je respektovana i proizvodna orijentacija proizvođača ovih mašina [3]. Pri tome je, polazeći od osnovne metodologije modularnog projektovanja mašina alatki, potrebno formirati: skup radnih modula, skup funkcionalnih i skup konstrukcionih modula. U konkretnom slučaju, pojedini moduli su definisani na sledeći način. Konstrukcioni (strukturnalni) modul je najmanji i najjednostavniji funkcionalno zaokruženi skup delova i/ili sklopova modularnog sistema brusilica. Funkcionalni modul obuhvata jednu kompletnu funkciju i obično se sastoji iz više konstrukcionih modula. Radni (tehnološki ili kompleksni) moduli su najsloženiji moduli strukture mašine i sastoje se od dva ili više funkcionalnih i konstrukcionih modula. Ovi moduli se formiraju prema osnovnim funkcijama u strukturama mašina alatki, i to pre svega prema kretanjima koja obavljaju. Primer formiranja radnih modula prikazan je na sl. 3.



Sl. 3. Struktura radnog modula za spoljno okruglo brušenje

Na osnovu napred iznetih koncepcija formirana je struktura modularnog sistema brusilica (sl. 4). U navedenoj strukturi konstrukcione module čine: Zb.R.IPM 5,6(1989)5,6: 99-108



Sl. 4. Struktura modularnog sistema brusilica

modul pogona i prenosa kretanja, modul uležištenog brusnog vretena, modul montažnih delova, modul sistema klizača, modul opreme stola, modul uležištenog vretena obradka, postolja, stubovi, konzole, ploče, pribor za oslanjanje obradaka, pribor za stezanje obradaka, elementi za merenje i kontrolu obradaka i pribor za stezanje i profilisanje tocila. Funkcionalni moduli projektovanog modularnog sistema brusilica su: brusna vretena za spoljno okruglo brušenje, brusna vretena za unutrašnje okruglo brušenje, brusna vretena za ravno brušenje omotačom tocila, brusna vretena za ravno brušenje čelom tocila, radni stolovi, noseći klizači obradnih modula, noseći klizači mereno-kontrolnih modula, noseća vretena obradaka, noseća struktura brusilica i pribori. Dimenzije pojedinih modula su tako definisane da se iste mogu vrlo lako komponovati pri projektovanju pojedinih vrsta i tipova brusilica.

Na osnovu definisanih modula, u prikazanom sistemu modularnog projektovanja, stvorene su osnove za projektovanje sledećih mašina i to:

- brusilice za spoljašnje okruglo brušenje (pet veličina, maksimalnog prečnika obrade $200 \div 500$ [mm]);
- brusilice za unutrašnje brušenje (pet veličina, visine šiljaka $125 \div 320$ [mm]);
- brusilice za ravno brušenje omotačem tocila sa pravougaonim stolom (pet veličina, širine brušenja $200 \div 500$ [mm]);
- brusilice za ravno brušenje čelom tocila sa pravougaonim stolom (pet veličina, širine brušenja $200 \div 500$ [mm]) i
- specijalne brusilice u oblasti projektovanih glavnih karakteristika.

3.0 ZAKLJUČNE NAPOMENE

Sistemske prilaz u razvoju savremenih obradnih sistema, u radu prikazan na primeru mašina za obradu struganjem i mašina za obradu brušenjem, treba da omogući između ostalog:

- tipizaciju i unifikaciju sklopova, što predstavlja i preduslov za sužavanje ukupnog spektra delova,
- brzo projektovanje i konstruisanje novih mašina,
- fleksibilnost proizvodnog programa u odnosu na zahteve kupca,
- skraćivanje rokova isporuke mašina,
- pojeftinjenje i pojednostavljenje procesa proizvodnje, kroz organizaciju ustaljenog i efikasnog procesa proizvodnje za delove obuhvaćene modularnim sistemom,
- pojednostavljenje održavanja i snabdevanja mašina rezervnim delovima itd.

Ovakav sistemski prilaz stvoriće uslove i za brže uvodjenje efikasnijih metoda i tehnika i u proces projektovanja konkretnih rešenja mašina, zasnovan na korišćenju savremenih računarskih sistema.

Na osnovu prikazane metodologije modularnog projektovanja mašina za obradu struganjem i mašina za obradu brušenjem već se vrši razvoj pojedinih tipova ovih mašina.

LITERATURA

- [1] Rekecki, J., Gatalo, R., Borojev, Lj., Hodolič, J., Zeljković, M. i dr.: Fleksibilni automatski proizvodni sistemi u oblasti alatnih mašina, naučno-istraživački projekat (radni materijal), Institut za proizvodno mašinstvo FTN, Novi Sad, 1986-1990.
- [2] Rekecki, J., Janoši, J., Gatalo, R., Brauhler, J., Nadjabonji, G., Zeljković, M., Borojev, Lj., Hodolič, J.: Sistem strugova - koncepcija razvoja i koncepciona rešenja familije horizontalnih strugova za oblast prečnika obrade od 450 do 2000 [mm], istraživačko-razvojni projekat, Institut za proizvodno mašinstvo FTN, Novi Sad, 1982. god.
- [3] Rekecki, J., Zeljković, M., Siraki, B., Francuski, M., Borojev, Lj., Gatalo, R., Kosić, D., Čabarkapa, S., Hodolič, J., Romček, A., Petrović, Z.: Razvoj koncepcije modularnog projektovanja brusilica za spoljašnje i unutrašnje okruglo brušenje, istraživačko-razvojni projekat, Institut za proizvodno mašinstvo FTN, Novi Sad, 1987.
- [4] Rekecki, J., Zeljković, M., Gatalo, R., Borojev, Lj., Hodolič, J., Novaković, D., i dr.: Razvoj vitalnih komponenti NU obradnog centra i fleksibilnih tehnoloških struktura na bazi NU obradnog centra - I faza istraživačko-razvojni projekat (radni materijal), Institut za proizvodno mašinstvo FTN, Novi Sad, 1987-1989.
- [5] Rekecki, J., Janoši, J., Brauhler, J., Zeljković, M.: Integralni prilaz koncipiranju razvoja mašina za obradu struganjem, VI seminar BIAM'82, Zagreb, 1982.
- [6] Rekecki, J., Zeljković, M., Gatalo, R., Siraki, B., Francuski, M.: Razvoj sistema modularnog projektovanja brusilica za okruglo brušenje, IX internacionalni simpozijum BIAM'88, Zagreb, 1988.
- [7] Zeljković, M., Francuski, M.: Modularni sistem projektovanja brusilica LZT "Kikinda", Dan brušenja u okviru međunarodne izložbe alatnih mašina i alata BIAM'88, Zagreb, 1988.
- [8] Milojević, M.: Sistem modularnog projektovanja numerički upravljanih horizontalnih bušilica - glodalica i obradnih centara, doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd, 1980.
- [9] Rekecki, J., Zeljković, M., Borojev, Lj., Gatalo, R., Hodolič, J.: Prilog istraživanju podloga za postavljanje koncepcije modularne gradnje obradnih sistema, Zbornik radova IPM br. 5, Institut za proizvodno mašinstvo FTN, Novi Sad, 1988. god.