

<https://doi.org/10.24867/JPE-1989-06-241>

ORIGINALNI NAUČNI RAD

D. Novaković, R. Gatalo, J. Rekecki, S. Navalušić*

PRILOG RAZVOJU PROGRAMSKOG SISTEMA ZA AUTOMATIZOVANO
PROJEKTOVANJE ZUPČANIKA

Rezime

Rezultati izloženi u ovom radu su deo koncepcije programskog sistema za proračun, proveru i definisanje tehničke dokumentacije zupčanika. Polazeći od logike projektanta mašinskog sklopa, postavljena je metodologija toka proračuna koji kao uticajne faktore uzima optimalne ili najpovoljnije vrednosti veličina faktora u cilju dobijanja elemenata koji definišu zupčanik. Izračunate veličine omogućavaju dobijanje zupčanika sa najvećim vrednostima stepena sigurnosti zuba zupčanika na savijanje, površinski pritisak i habanje. Na bazi izračunatih veličina, takodje računarskim putem se kreira i izradjuje tehnička dokumentacija zupčanika. U sadašnjoj fazi razvoja realizovan je programski paket za proračun cilindričnih zupčastih parova sa pravim i kosim zubima.

CONTRIBUTION TO DEVELOPMENT OF SOFTWARE SYSTEM FOR
THE AUTOMATED DESIGN GEARS

Summary

The results given in this paper are the part of the software system for calculation and confirmation of stress and drawing of all documentation for gears. Starting designing logic, methodology which uses optimal values of relevant factors with the aim of designer to get all elements defining the gear is described. The calculated values allow designer to get gear with maximum degree of safety of teeth on flexion, stress and wear. On the basis of calculated values software also designs and prints out drawing for gear. Software for the first phase, calculation and confirmation of gears with straight and acute teeth, is shown in this paper.

*) Novaković Dragoljub, dipl.ing., stručni saradnik, Gatalo dr Ratko, red.prof., Rekecki dr Jožef, red.prof., - Fakultet tehničkih nauka, Institut za proizvodno mašinstvo, Novi Sad, V.Perića Valtera 2. Navalušić mr Slobodan, asistent - Fakultet tehničkih nauka, Institut za mehaniku i mašinske konstrukcije, Novi Sad, V.Vlahovića 3.

***) Rad je proizišao iz istraživanja koja je finansirala SIZ za naučni rad Vojvodine.

Rad je saopšten na naučno-stručnom Skupu o konstruiranju, Zagreb, 1988.

1.0 UVOD

Brz dolazak do kvalitetnog rešenja u obliku tehničke dokumentacije, pojavljuje se kao osnovni cilj u području konstruisanja i projektovanja. Zadovoljenje postavljenog cilja omogućuje projektovanje i konstruisanje primenom računara. Upotreba računara kroz viševarijantnu analizu projektovanih rešenja, daje mogućnost izbora najpovoljnije varijante. Pri tome je isključen subjektivizam vezan za znanje i individualnost konstruktora.

Pri projektovanju zupčanika značajno vreme troši se na proračun i proveru geometrijskih veličina i prenosne moći te crtanje i ispisivanje tehničke dokumentacije. Pri tome najveći deo aktivnosti su rutinskog tipa vrlo pogodne za rešavanje uz primenu računara.

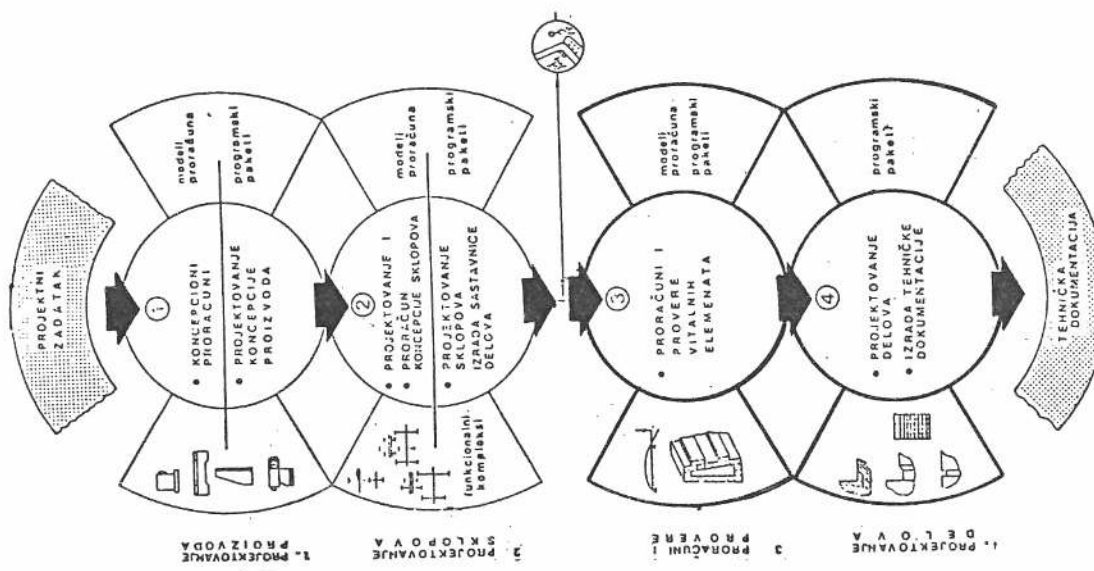
Već duži niz godina u Laboratoriji za mašine alatke Instituta za proizvodno mašinstvo Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu čine se napori u razvoju opšteg integralnog sistema za automatizovano projektovanje i konstruisanje proizvoda i delova. Opšti model sistema za automatizovano projektovanje proizvoda i delova koncipiran je kroz četiri celine (slika 1) i to |4|:

- projektovanje proizvoda
- projektovanje sklopova
- proračun i provere
- projektovanje delova

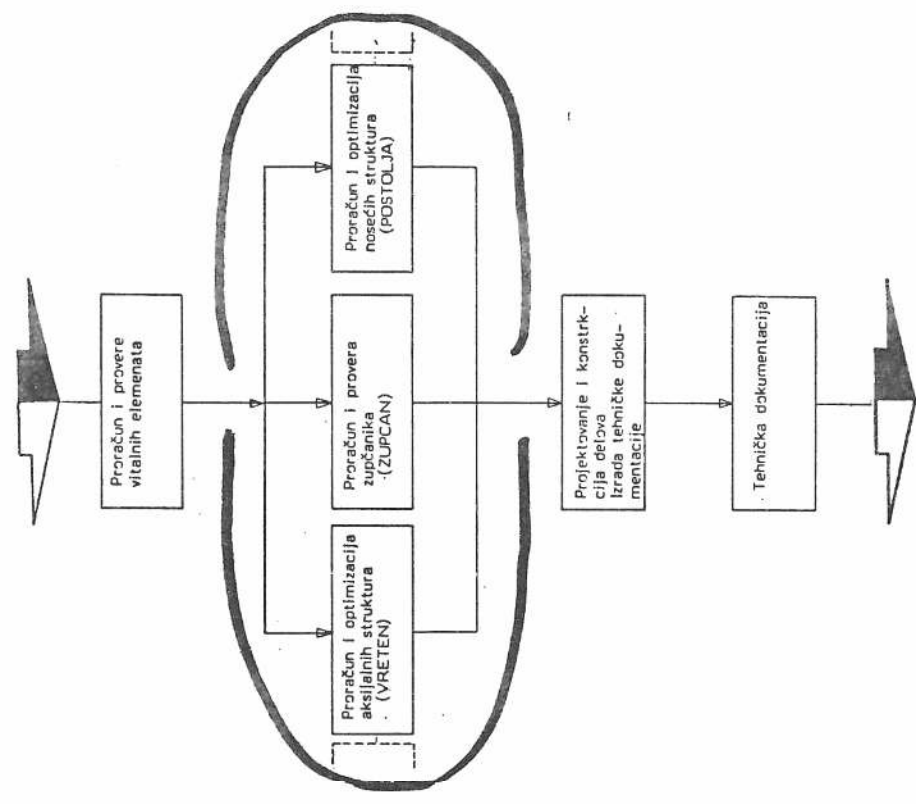
Na bazi opšteg modela sistema formirana je koncepcija sistema za automatizovani proračun i proveru vitalnih elemenata mašina alatki.

Kompleksni sistem za proveru i proračun vitalnih elemenata sastoji se iz sledećih segmenata (koji su u suštini opet posebni sistemi) (slika 2):

- proračun i optimizacija aksijalnih struktura (VRETEN)
- proračun i provera zupčanika (ZUPCAN)
- proračun i optimizacija nosećih struktura (NOSEL).

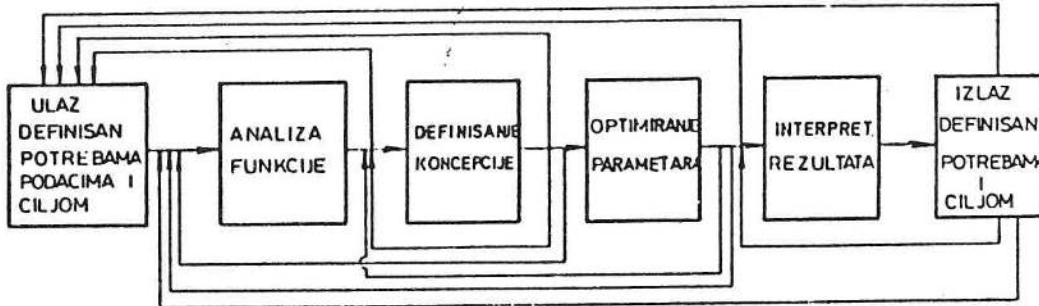


Sl. 1. Opšti model sistema za automatizovano projektovanje proizvoda i delova [4]



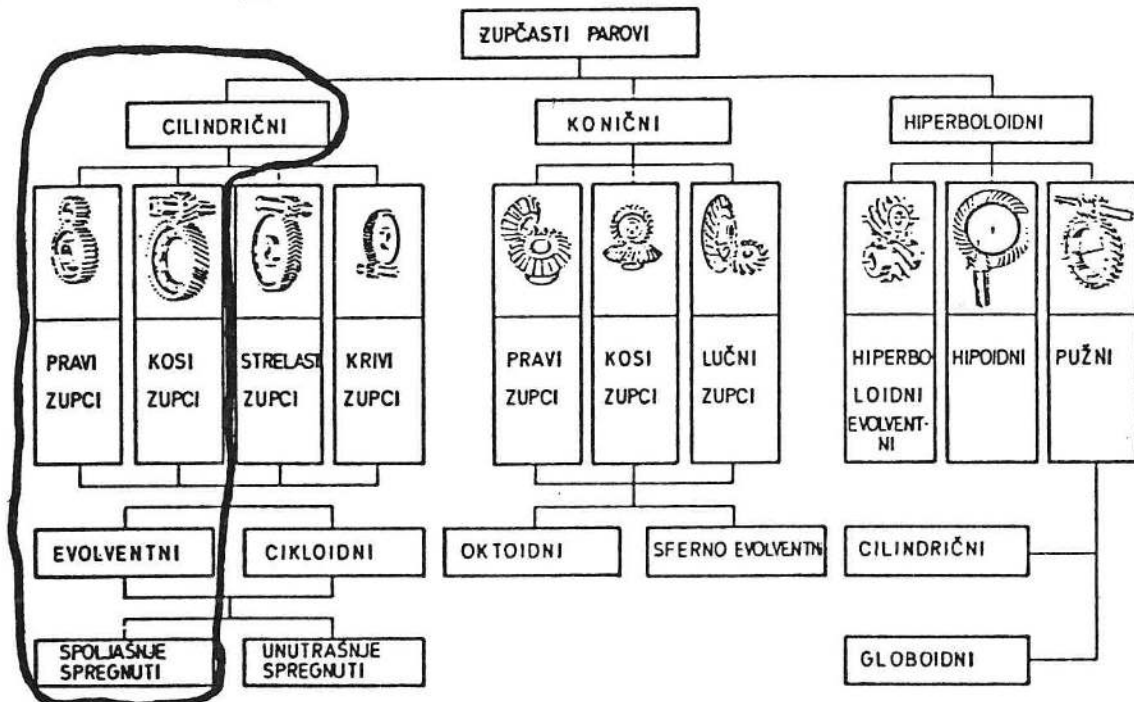
Sl. 2. Položaj modula ZUPCAN (PRORAC-2) u okviru opšteg modela sistema [6]

Polazeći od potreba i mogućnosti projektovanja postavljena je koncepcija programskog sistema za automatizovano projektovanje zupčanika. Sam tok rada u sistemu strukturiran je na potrebne faze koje proizilaze iz procesa projektovanja zupčanika (slika 3). Na bazi toga definisani su određeni moduli za proračun i proveru zupčanika.



Sl. 3. Postupak tehničke razrade procesa projektovanja zupčanika i stvaranja modela sistema.

U postavljanju koncepcije pošlo se od podele zupčastih parova prema karakteristikama na osnovu kojih se mogu porediti (položaj osa obrtanja, položaj bočne linije zupca, način sprezanja i dr.) (slika 4).



Sl. 4. Podela zupčastih parova

U prvoj fazi razvoja programski sistem je obuhvatio cilindrične zupčaste parove sa pravim i kosim zubima. U ovom radu se izlažu rezultati razvoja tog sistema koji već u ovoj fazi pored proračuna omogućava i dobijanje tehničke dokumentacije.

2.0 PODLOGE ZA FORMIRANJE KONKRETNOG PRORAČUNSKOG MODELA

Objekt modeliranja je proces proračuna, konstruisanja i kompletnog iscrtavanja radioničkih crteža cilindričnih zupčastih parova sa pravim i kosim zubima. Kao podloge za stvaranje modela za proračun sprovedene su sledeće analize:

- funkcije i relevantnih faktora uticaja
- izvedenih, literaturno datih tokova proračuna
- matematičkih modela i uticajnih faktora proračuna prenosne moći
- izvedenih konstrukcionih oblika
- korišćenih oznaka u odnosu na važeće standarde i dr.

Na bazi izvršenih analiza formiran je model proračuna koji obuhvata:

- metodologiju proračuna geometrijskih veličina
- metodologiju proračuna prenosne moći

Postavljeni proračunski tok za *definisanje geometrijskih veličina* cilindričnih evolventnih zupčastih parova sa pravim i kosim zubima sadrži u sebi proračunske jednačine koje dovode do najpovoljnijeg (optimalnog) rešenja određene geometrijske veličine. Te veličine su konkretno postavljene kroz funkciju cilja i kriterijume optimizacije u obliku:

$$F_c = F_c(H, B, D, G, M, Sh, Ss, 0) \quad (1)$$

Funkcija (1) predstavlja formalni, matematički opis cilja koji se identifikuje kriterijumima optimizacije funkcije koju treba da zadovolji zupčanik. Geometrijski oblik treba da bude takav da su zadovoljeni kriterijumi optimizacije.

- minimalno habanje bokova zuba zupčanika (H)
- minimalna buka (B)
- minimalni dinamički udari (D)
- minimalno grejanje zupčanika (G)

- minimalni geometrijski gabariti oblika (minimalan utrošak materijala) (M)
- maksimalan stepen sigurnosti na habanje bokova zuba zupčanika (Sh)
- maksimalni stepen sigurnosti na savijanje (geometrijsko oblikovanje zuba) (Ss)
- ostali parametri odabrani na bazi preporuka (O)

Kao značajan faktor ograničenja za dobijanje geometrijskog oblika zuba zupčanika pojavljuju se relativne brzine klizanja na bokovima zuba zupčanika. Ova funkcija ograničenja (2) definisana je u obliku:

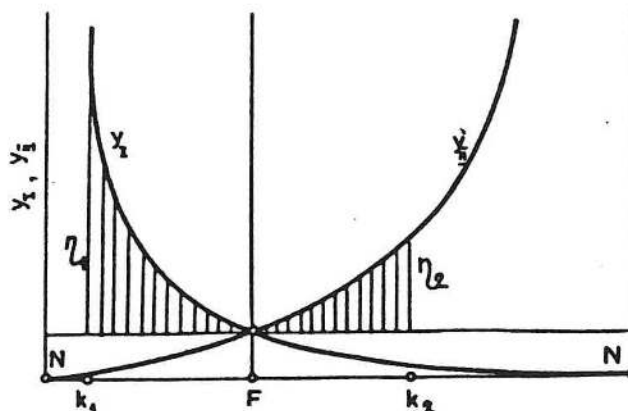
$$F_G = \frac{v_{kl1} - v_{kl2}}{v_{kl1}} \cdot 100 \leq |A| \quad (2)$$

gde su:

- v_{kl1} - relativna brzina klizanja na boku zuba zupčanika (1)
- v_{kl2} - relativna brzina klizanja na boku zuba zupčanika (2)
- $|A|$ - apsolutna vrednost dozvoljene razlike relativnih brzina klizanja uzeta na bazi sopstvenih iskustava, vrednost $A = |0,001|$

Funkcija ograničenja (2) ima značaj u realizaciji funkcije cilja F_c i iz tog razloga navedena problematika detaljno je analizirana i rešena, tako da je uslov definisan relacijom (2) ispunjen. Ne navodeći, zbog obimnosti, kompletna proračunska razmatranja u radu se daju samo odredjeni segmenti razmatranja navedenog problema. Dijagramski prikazani, odnosi relativnih brzina klizanja predstavljaju hiperbole koje se seku (sl.5). Brzina klizanja je razlika između dve brzine u tački dodira. Tačka K_1 predstavlja početak dodira evolventi a K_2 završetak dodira. Duž linije dodira moguće je predstaviti brzine klizanja. η_1 predstavlja ordinatu relativnog klizanja na podnožnom krugu malog zupčanika a η_2 velikog zupčanika. Vrednosti relativnih brzina klizanja su nezavisne od modula. Za prenosni odnos $i=1$ i za slučaj da nema pomeranja profila, hiperbole su identične. Povećanjem prenosnog odnosa hiperbola klizanja malog zupčanika postaje strmija a hiperbola većeg zupčanika položenija kriva. Sa slike

vidimo da su najveće vrednosti klizanja u krajnjim tačkama linije dodira k_1 i k_2 i to tako da je najveće klizanje kod tačke k_1 odnosno na podnožju malog zupčanika.



Sli. 5. Krive klizanja pri sprezanju dva zuba zupčanika

Zbog toga se mali zupčanik brže troši u podnožju ako su, što je obično, zupčanici od istog materijala. Znači mora se nastojati da u tačkama dodirnice k_1 i k_2 vrednosti klizanja budu jednake. Iz ovog razloga potrebno je izvršiti korekciju ozubljenja. Izjednačavanje brzina klizanja pomoću hiperbola moguće je vršiti grafičkim i računskim putem, probanjem. Ovo je dosta dug i složen posao. Računarom se ovaj problem znatno pojednostavljuje i ubrzava. Postupkom iterativnog pretraživanja određuje se vrednost za faktor čistog pomeranja tako da se dobije razlika relativnih brzina klizanja procentualno približno jednaka.

Parametri za proračun *prenosne moći* zupčanika obično su literaturno definisani funkcijom ograničenja na bazi odredjenih iskustvenih ili eksperimentalnih podataka.

Funkcija ograničenja F_g je oblika:

$$A \leq F_g \leq B \quad (3)$$

A - donja granica koju parametar proračunskog toka može uzeti

B - gornja granica koju parametar proračunskog toka može uzeti

Ovako definisana funkcija ograničenja zahtevala je pri manuelnom toku rada korisnika, intuitivno biranje vrednosti parameta-

tra, najčešće na bazi iskustva. Na ovaj način u konačnom rezultatu dobijale su se vrednosti koje su samo slučajno mogle biti najpovoljnije (optimalno) rešenje. Za razliku od toga ovde je izbor rešenja postavljen u funkcionalnu zavisnost parametara i njihovih uticajnih veličina. Podaci su strukturirani u matricne forme pogodne za kreiranje datoteka. U postavljenoj koncepciji funkcija ograničenja Fg koju sadrže datoteke podataka data je u obliku (4):

$$Fg = \begin{matrix} & y_1 & y_2 \dots \dots \dots & y_n \\ x_1 & \left[\begin{array}{ccc} a_{11} & a_{12} \dots \dots \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} \dots \dots \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} \dots \dots \dots & a_{mn} \end{array} \right. & \end{matrix} \quad (4)$$

$$Fg(a_{ij}) = Fg(x_i, y_j) \quad (5)$$

gde su:

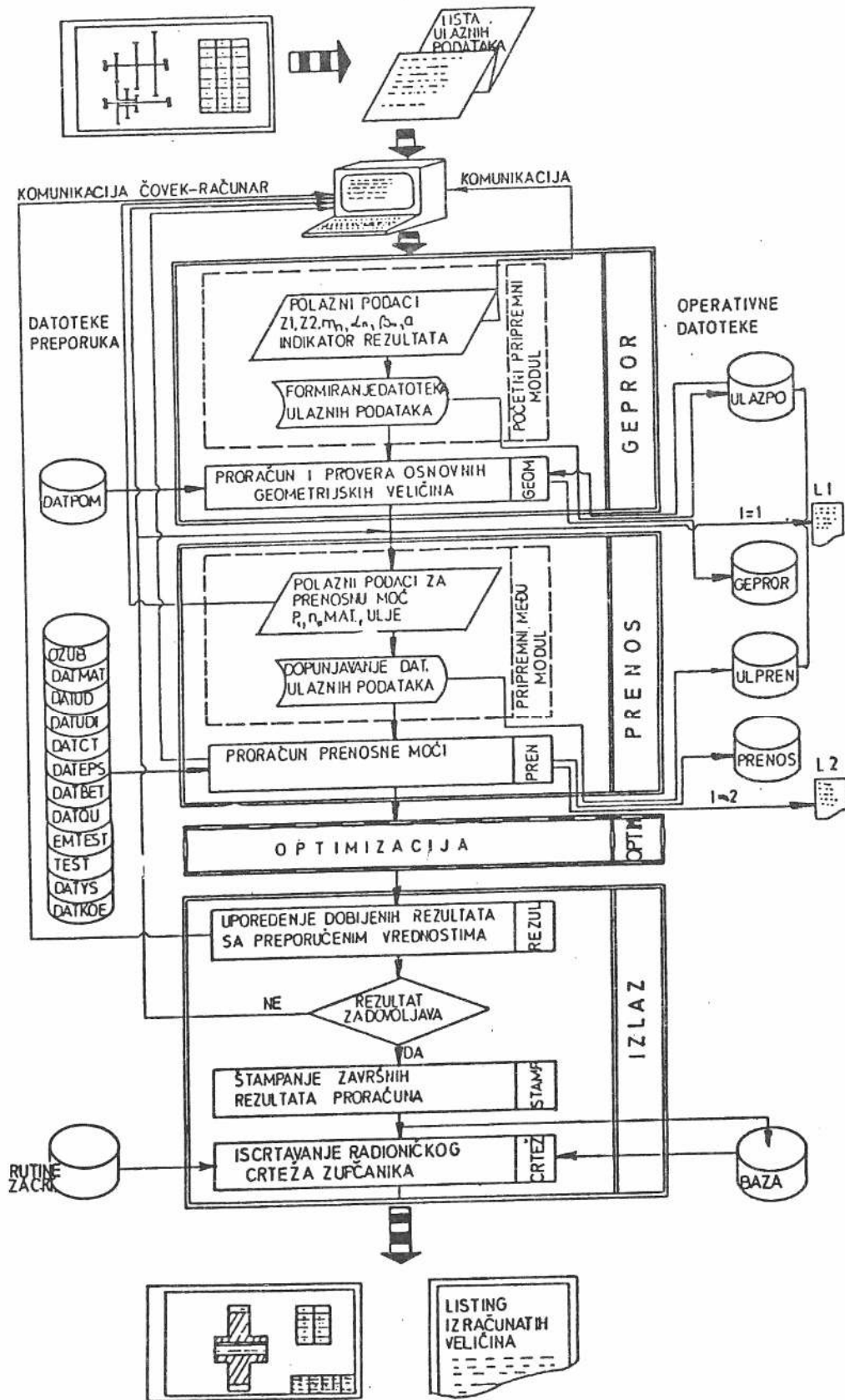
- x_i - proračunom odredjen faktor
- y_j - proračunom odredjen faktor
- a_{ij} - parametar koji se traži u datoteci podataka a u funkcionalnoj je zavisnosti sa x_i i y_j

Podloge za kreiranje datoteka podataka uticajnih parametara izradjene su na bazi dijagrama i preporuka datih u literaturi [1].

3.0 MODEL SISTEMA ZA PRORAČUN, PROVERU I IZRADU RADIONIČKOG CRTEŽA ZUPČANIKA I NJEGOV PROGRAMSKI PAKET

Model sistema (slika 6) za proračun, proveru i izradu radioničkog crteža cilindričnih zupčanika sa pravim i kosim zubima koncipiran je kroz četiri osnovna modula: GEPROR, PRENOS, OPTIM i IZLAZ.

GEPROR-(proračun osnovnih geometrijskih veličina) je modul koji izračunava geometrijske veličine. Na ulazu u modul saopštavaju se ulazne veličine koje se konstruktoru kao zahtev pojavljuju na displeju terminala. To su podaci: broj zuba malog zupčanika, broj zuba velikog zupčanika, standardni modul, ugao nagiba standardnog profila, ugao nagiba bočne linije zupca i konstruktivno osno rastojanje.



Sl. 6. Model sistema za proračun, proveru i iscrtavanje radioničkog crteža zupčanika

PRENOS-(proračun prenosne moći) je modul koncipiran tako da, na bazi izlaznih rezultata iz modula GEPROR i dopunjavanja, operativne datoteke ulaznih podataka sa podacima o: pogonskoj snazi ili obrtnom momentu, broju obrtaja, vrsti materijala zupčanika i vrsti ulja za podmazivanje, - daje izračunate vrednosti svih stepena sigurnosti i širinu zupčanika.

OPTIM-(optimizacija proračunskih veličina) je modul koji obavlja operacije skopčane sa realizacijom postavljene funkcije cilja. Funkcija cilja je definisana kroz prethodno poglavlje.

IZLAZ-je završni modul sistema i služi za dobijanje potrebne dokumentacije u obliku: - listinga izlaznih rezultata proračuna geometrijskih veličina i prenosne moći cilindričnih zupčastih parova sa pravim i kosim zubima i - kompletnog radioničkog crteža sa svim podacima za izradu.

4.0 PRIMER IZLAZNIH REZULTATA

Računarski programi paketa za automatizovani proračun i proveru cilindričnih zupčastih parova sa pravim i kosim zubima pisani su u programskom jeziku FORTRAN. Deo programa koji se odnosi na iscrtavanje radioničkog crteža pisan je u programskom jeziku PASKAL. Konceptije programa pojedinih modula realizovane su na računarskim sistemima PMP-11* i EI-HONEYWELL 6/53** zatim EI-HONEYWELL-H6/57***. Deo modula izlaznih rezultata za iscrtavanje radioničkog crteža realizovani su na računarskom sistemu PC ET-188A* i ploteru EPSON HI80*.

Primer listinga izlaznih rezultata proračuna (slika 7) sadrži sve proračunske veličine koje definišu zupčasti par. Listing sadrži podatke sa kojim se ušlo u proračun (ulazni podaci, tačke 1 do 6), vrednosti izračunatih geometrijskih veličina (tačka 1 do 48). Kroz listing provere prenosne moći daju se prvo ulazni podaci (tačke 1 do 3) a zatim vrednosti izračunatih veličina (tačke 1 do 68). Primer tehničke dokumentacije u

*) Sistemi su instalisani u okviru Instituta za proizvodno mašinstvo FTN u Novom Sadu

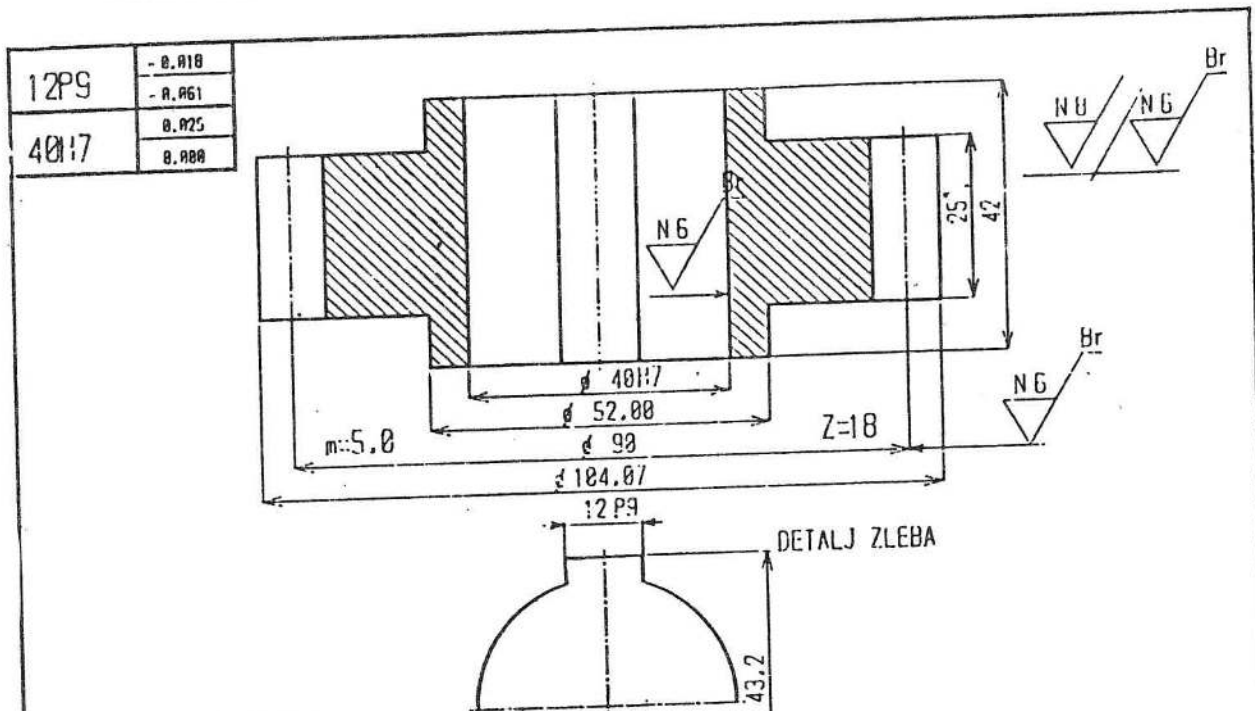
**) Sistem je instalisan na Institutu za računarstvo, automatiku i merenje FTN u Novom Sadu

***) Sistem je instalisan u Fabrici alatnih mašina i livnice "POTISJE" u Adi.

PRORACUN CILINDRIČNIH I POKRETA: PRORAC-2		
LAMA	ZUPČASTIH PAROVA	MS ET-188A
Novi Sad		Instal : 01.04.88
FAMIL "POTISJE" RABIO: NOVAKOVIC		
ADA DATUM: 12.04.88.		
PRORACUN GEOMETRIJSKIH VELICINA		
ULAZNI PODACI		
1. BROJ ZUBA MALOG ZUPČANIKA	18.00000	
2. BROJ ZUBA VELIKOG ZUPČANIKA	57.00000	
3. STANDARDNI MODUL	5.00000	
4. UGAO NAGIBA STANDARDNOG PROFILA	20.00000	
5. UGAO NAGIBA BOČNE LINIJE ZUPCA	.00000	
6. KONSTRUKTIVNO OSNO RASTOJANJE	190.00000	
VREDNOSTI IZRACUNATIH GEOMETRIJSKIH VELICINA		
1. UKUPAN BROJ ZUBA	75.00000	
2. MODUL	5.00000	
3. PRENOSKI ODMOS	3.16667	
4. UGAO NAG. PROF. OSN. ZUPC. LETVE	20.00000	
5. EVOLVENTNA FUNK. ALFA NULA	.01490	
6. NAP. UGAO PROF. ZUPCA NA KIN.KR.	21.97791	
7. EVOLVENTNA FUNKCIJA UGLA ALFA	.01999	
8. IMAG. UGAO NAGIBA BOČNE LIN. ZUP.	.00000	
9. EVOLVENTNA FUNKCIJA ALFA II	.01490	
10. UGAO NERU PREKO ZUBACA	21.97791	
11. IMAGINARNI BROJ ZUBACA (1)	18.00000	
12. IMAGINARNI BROJ ZUBACA (2)	57.00000	
13. NERNI BROJ ZUBACA ZUPČANIKA (1)	3	
14. NERNI BROJ ZUBACA ZUPČANIKA (2)	7	
15. DUZINA DODIRNE LINIJE	71.10733	
16. KOEFICIJENT FAKTORA POMERANJA	.00699	
17. FAKTOR KOMPENZ. PROM. OSN. RAS. (1)	.12578	
18. FAKTOR KOMPEN. PROM. OSN. RAS. (2)	.39829	
19. UKUPNI FAKTOR KOMPENCIJE	.57407	
20. OSNO RASTOJANJE BEZ KOMPENCIJE	187.50000	
21. FAKTOR PRIGRENE OSNOG RASTOJANJA	.50000	
22. IMAGINARNI BROJ ZUBACA (1)	18.00000	
23. IMAGINARNI BROJ ZUBACA (2)	57.00000	
24. PRECNIK PODNOG KRUGA (1)	90.00000	
25. PRECNIK PODNOG KRUGA (2)	285.00000	
26. PRECNIK PODNOG KRUGA (1)	79.59109	
27. PRECNIK PODNOG KRUGA (2)	277.31630	
28. PRECNIK OSNOG KRUGA (1)	81.57233	
29. PRECNIK OSNOG KRUGA (2)	267.91240	
30. PRECNIK TEN. KRUGA PRI KOMPEN. 1	101.03430	
31. PRECNIK TEN. KRUGA PRI KOMPEN. 2	298.75940	
32. PRECNIK TENOG KRUGA (1)	104.07430	
33. PRECNIK TENOG KRUGA (2)	295.71940	
34. FAKTOR CISTOG POMERANJA	.30400	
35. KOEF. RELATIVNE BRZINE KLIZANJA 1	62.70286	
36. KOEF. RELATIVNE BRZINE KLIZANJA 2	30.32728	
37. RELATIVNA BRZINA KLIZANJA (1)	1.35593	
38. RELATIVNA BRZINA KLIZANJA (2)	1.35498	
39. RAZLIKA RELATIVNIH BRZINA U PRCC.	.06988	
40. FAKTOR POMERANJA PROFILA (1)	.12578	
41. FAKTOR POMERANJA PROFILA (2)	.39829	
42. NAPADNI UGAO ČEONOG PROFILA	35.64776	
43. EVOLVENTNA FUNKCIJA ALFA I -	.09502	
44. DUBLJINA ZUBACA NA TENENOM KRUGU	1.27355	
45. NERA PREKO ZUBACA (1)	38.59232	
46. NERA PREKO ZUBACA (2)	101.29810	
47. KINEMATSKI PRECNIK (1)	91.19999	
48. KINEMATSKI PRECNIK (2)	288.80000	

Sl. 7. Primer izlaznih rezultata proračuna cilindričnih zupčastih parova sa pravim i kosim zubima

PRORACUN VELICINA PRENOSNE MOCI			
ULAZNI PODACI			
1.1. POEDNSKA SNAGA	KW	PEI=	25.000
2. BROJ OBRTAJA	n/min	N1=	1500
3. OBRтни MOMENT	Mo	MOH=	159.167
VREDNOSTI IZRACUNATIH VELICINA PRENOSNE MOCI			
VREDNOSTI IZRACUNATIH VELICINA			
1. OBRтна BRZINA NA KIN. KRUGU	VE=	7.163	
2. FAKTOR GE	GE=	2.000	
3. FAKTOR FE	FE=	.013	
4. FAKTOR GR	GR=	1.300	
5. REDUKOVANA TRAJNA DIN. CVRST.	KO1=	5.000	
6. REDUKOVANA TRAJNA DIN. CVRST. KO2	KO2=	5.000	
7. FAKTOR STVARNE TVRDOCE BOKOVA	TH=	1.000	
8. FAKTOR MATER. I MODULA ELAST.	YG=	1.000	
9. KOREKTIVNI FAKTOR	FB=	.200	
10. FAKTOR POSOKA	SG=	2.000	
11. FAKTOR UDARNOS OPTEREĆENJA	CS=	1.250	
12. FAKTOR SIRINE ZUPČANIKA	B=	.430	
13. SIRINA ZUPČANIKA	BE=	25.000	
14. GRESKA PRAVCA ZUBA	FR=	.007	
15. SPECIF. OPTER. BOKOVA ZUBA	U=	39.209	
16. FAKTOR GRESKE PRAVCA ZUBA	GR=	.000	
17. GRESKA PRAVCA USRAJ. ZUPC.	FRN=	.005	
18. NIZ. VREDNOST FAKTORA GRESKE	EF=	.013	
19. VREDNOST IZRAZA KRIVE	UY=	52.338	
20. SPECIF. DINAMICKO OPTEREĆENJE	UDIN=	11.000	
21. FAKTOR KOREKCIJE	EPS=	.000	
22. FAKTOR DINAMIK. DEJSTVA	ED=	1.224	
23. FAKTOR UPREDNOS DIN. DEJSTVA	ED1=	6.404	
24. FAKTOR SPREGNUTOS ZUPČAN	CT=	1.000	
25. IZRAZ ZA ODREĐJ. GRES. TRAGA	ABC=	.213	
26. FAKTOR TRAGA HOSEKJA	CI=	1.000	
27. KOR. UGAO	BETAG=	.000	
28. KOR. BR. ZUBA	ZH1=	10.000	
29. FAKTOR KOR.	EPSH=	1.680	
30. FAKTOR KOR.	EPS=	1.680	
31. FAKTOR ZAVOJNOSTI ZUBA	CBETA=	1.000	
32. FAKTOR PROVERE	BRE=	.650	
33. FAKTOR KOR.	EPSH=	1.647	
34. FAKTOR PROR.	QUE1=	.673	
35. FAKTOR PROR.	QUE2=	.684	
36. KOREK. FAKTOR	DUKAI=	2.280	
37. KOREK. FAKTOR	DUKAZ=	2.200	
38. KOREK. FAKTOR	QUM1=	1.535	
39. KOREK. FAKTOR	QUM2=	1.504	
40. DIN. CVRSTOĆA MATERIJ.	SIGR01=	38.000	
41. DIN. CVRSTOĆA MATERIJ.	SIGR02=	38.000	
42. STEPEN SIGURNOSTI NA SAVIJANJE 1	ESB1=	2.091	
43. STEPEN SIGURNOSTI NA SAVIJANJE 2	ESB2=	2.133	
44. KOR. FAKTOR	YV=	.967	
45. FAKTOR VISEĐJ. ULJA	YS=	.900	
46. KOR. FAKTOR	KD1=	4.351	
47. KOR. FAKTOR	KD2=	4.351	
48. FAKTOR UGLA	BETA=	1.000	
49. FAKTOR	YC=	2.881	
50. VISINA ZUBA IZNAD KIN. KRUGA 1	HX1=	6.437	
51. VISINA ZUBA IZNAD KIN. KRUGA 2	HX2=	3.460	
52. KOR. PRECNIK	BDIN=	91.200	
53. MODUL NA KIN. PRECNIKU	MDN=	5.067	
54. VREDNOST IZRAZA	EFG=	7.058	
55. FAKTOR RAC.	EPSO=	.680	
56. FAKTOR	EPIN=	.684	
57. FAKTOR	YEPS=	.868	
58. FAKTOR KOR.	YH1=	3.320	
59. FAKTOR KOR.	YH2=	2.881	
60. STEPEN SIGURNOSTI NA POKRS. PRIT	ESG1=	1.514	
61. STEPEN SIGURNOSTI NA POKRS. PRIT	ESG2=	1.741	
62. FAKTOR ULJA	ERTEST=	30.000	
63. FAKTOR VR. ULJA	KTEST=	2.800	
64. FAKTOR PROR.	APA1=	13.262	
65. FAKTOR PROR.	APA2=	8.661	
66. FAKTOR PROR.	APAN=	13.262	
67. FAKTOR KOR. STEP.	YF=	.307	
68. STEPEN SIGURNOSTI NA NABAVJE	ESF=	3.387	



PODACI ZA IZRADU

Z	18	57
m_n	5	5
m	5.00	5.00
St. profi	JUS M.C1.016	JUS M.C1.016
ALFA0	20°	20°
ALFA	21.98°	21.98°
BETA0	0°	0°
Smer zub.	PRAVI	PRAVI
Zw	3	7

lz	6ed	6ed
W _{pr}	38.59 : 0.072 0.896	101.30 : 0.070 0.104
ti	0.062	0.066
dTi	0.018	0.019
X _m	0.629	1.991
a	190 : 0.023	190 : 0.023
Br.crt	10001	10002

- NAPOMENA:
- ostre ivice oboriti 1/45
 - cementirati zube zupčanika 0.3 [mm]
 - površinski kaliti 55-60 HRC

				Merilo 1 : 1	
				Materijal C.4320	
				ZUPCANIK-mali	
		Datum	Ime		
		Obradio	21.04.88. NOVAKOVIĆ		
		Ispitao	21.04.88. NOVAKOVIĆ		
		Stend.	21.04.88. NOVAKOVIĆ		
		Oznacio	21.04.88. NOVAKOVIĆ		
				FTN NOVI SAD IPM-LAMA	
				10001	
St.i	Izmena	Datum	Ime		

Sl. 8. Radionički crtež zupčanika dobijen primenom programskog sistema ZUPCAN na računarskom sistemu PC-ET 188A i ploteru EPSON HJ 80

obliku radioničkog crteža sa podacima za izradu zupčanika dat je na slici 8.

Za izradu radioničkog crteža pored podataka iz proračuna geometrijskih veličina i prenosne moći sadržanih u, za to, posebno projektovanoj datoteci "BAZA" (slika 6) koriste se i podaci za konačno kompletiranje radioničkog crteža (naziv crteža, broj crteža, kao i konstruktivne veličine zupčanika) koji se unose u interaktivnom ciklusu.

5.0 ZAVRŠNI OSVRT

Razvijeni automatizovani sistem za proračun i proveru cilindričnih evolventnih zupčastih parova sa pravim i kosim zubima omogućuje konstruktoru brz dolazak do potrebnog proračunskog rešenja i izbor najpovoljnije kinematske varijante prenosa kretanja. Odlika programa je lakoća i jednostavnost zadavanja ulaznih podataka i dolaženje do potrebnih rezultata. Sam program je doveden do nivoa šire primene a predvidja se njegovo usavršavanje u smislu:

- zaokruženja problematike proračuna, provere i izrade tehničke dokumentacije zupčastih parova,
- povezivanje ovog sistema u integralni sistem za automatizovano projektovanje proizvoda i delova

6.0 LITERATURA

- [1] Niemann, G.: Maschinenelemente, Springer Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1961.
- [2] Vörös, I.: Gepelerek III, Tankönyvkiada, Budapest, 1961.
- [3] Rekecki, J.: Sveska I i II seminar tehnika i tehnologija ozubljenja, Institut za proizvodno mašinstvo FTN, Novi Sad, 1979.
- [4] Gatalo, R., Hodolič, J., Navalusić, S., Milošević, V.: Automatizovano projektovanje delova i proizvoda, sa posebnim osvrtom na projektovanje delova rotacionog oblika, znanstveno-stručni skup, Nauka o konstruisanju i konstruisanje pomoću računara, Zagreb, 1981.
- [5] Gatalo, R., Zeljković, M., Rekecki, J., Novaković, D., Borojev, Lj., Hodolič, J., Navalusić, S., Konjović, Z., Nadj, A., i drugi: Unapređenje procesa projektovanja i konstruisanja kroz razvoj i uvođenje postupaka, metoda i sistema za automatizovano projektovanje i konstruisanje - I faza: Elaborat istraživačko razvojnog projekta, Institut za proizvodno mašinstvo FTN, Novi Sad, 1987.

- [6] Novaković, D.: Automatizovani proračun cilindričnih zupčastih parova sa pravim i kosim zúbima, seminarski rad, Institut za proizvodno mašinstvo FTN, Novi Sad, 1987.
- [7] Novaković, D., Rekecki, J., Gatalo, R.: Automatizovani proračun cilindričnih zupčastih parova sa pravim i kosim zubima primenom PRORAC-Z programskog paketa; Seminar: Automatizacija postupaka projektovanja proizvoda; Institut za proizvodno mašinstvo FTN, Novi Sad, 1987.
- [8] Navalušić, S., Gatalo, R., šeškar, I.: Software for technical drawing plotting, as a part of the system for automatic design for rotational parts, 3th International conference on computer graphics, Dubrovnik, 1988.