

<https://doi.org/10.24867/JPE-1992-09-033>

PREGLEDNI RAD

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

**MAŠINE ALATKE, FLEKSIBILNI TEHNOLOŠKI SISTEMI I AUTOMATIZACIJA
POSTUPAKA PROJEKTOVANJA
- juče, danas, sutra -**

**MACHINE TOOL, FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEMS AND AUTOMATIZATION
OF PROCEDURES PROJECTION
- yesterday, today, tomorrow -**

Summary

At first, in the papers pointed ought to significant progress of means of work in previous period. This had crucial influence on development of teaching and scientific disciplines which cherish in the scope of the Laboratory for Machine Tools on the Faculty of Technical Sciences. Afterwards, the vercatile analyse of results of former development is done. This is done through accomplishments in the education process, scientific and research work, material personnel assumptions. The reason of that is comparison with accomplishments in the teaching work on other faculties in the country and abroad. The aim of this comparison is suggestion of new subject matters in the scope of scientific discipline. Analyse of accomplishments in the teaching process particularly discussed studies for mechanical engineer and graduate studies. Results of scientific and research work presented through comparison of number of realised scientific and research project and themes and number and character of printed papers at the Institute for Production Engineering, Department for Metal by Chip Remove Machining and Laboratory for Machine Tools. Afterwards, in the pointed out accomplishments in the material base, particular in the last the development phase, when the major scientific and research equipment is purchased. In the final part of the paper program's contents of particular subjects compared with some faculties in the country. Scope of curriculum on Faculty of Technical Sciences and some faculties from abroad compared also. At the end of the paper, concluded that in the Machine Tools, FMS, APP areas and other disciplines which Department for Metal by Chip Remove Machining involves the Faculty of Technical Sciences becoming one of the leading faculty in the country.

*) Gatalo dr Ratko, red. prof. Rekecki dr Jožef, red. prof. Hodolič dr Janko, docent, Borojev mr Ljubomir, asistent, Zeljković mr Milan, asistent, Zeljković Željko, dipl. ing., asistent u n. i. radu, Fakultet tehničkih nauka, Institut za proizvodno mašinstvo, Novi Sad, Vladimira Perića Valtera 2

Rezime

U radu se prvo ukazuje na značajan napredak sredstava rada u predhodnom periodu. To je imalo odlučujući uticaj i na razvoj nastavno naučnih disciplina koje se neguju u okviru Laboratorije za mašine alatke. Zatim se svestrano analiziraju rezultati dosadašnjeg razvoja u okviru ovih disciplina. U okviru analize dostignuća u obrazovnom procesu posebno se razmatraju studije za stepen diplomiranog inženjera, a posebno studije za stepen magistra nauka. Rezultati u naučno-istraživačkom radu se prikazuju kroz upoređenje broja realizovanih naučno-istraživačkih projekata i tema u okviru Instituta za proizvodno mašinstvo, Katedre za obradu metala skidanjem strugotine i Laboratorije za mašine alatke kao i upoređenje broja objavljenih radova. Zatim se ukazuje na dostignuća u materijalnoj bazi, posebno u poslednjoj etapi razvoja kada je nabavljena kapitalna naučno-istraživačka oprema. U završnom delu rada izvršeno je upoređenje programskih sadržaja po pojedinim predmetima sa nekim od fakulteta u zemlji kao i upoređenje obima nastave na pojedinim inostranim fakultetima. Na kraju se konstatuje da se u području naučno-nastavne discipline MA, FTS, APP i području drugih disciplina u okviru Katedre za obradu metala skidanjem strugotine Fakultet tehničkih nauka svrstao u vodeće fakultete u zemlji.

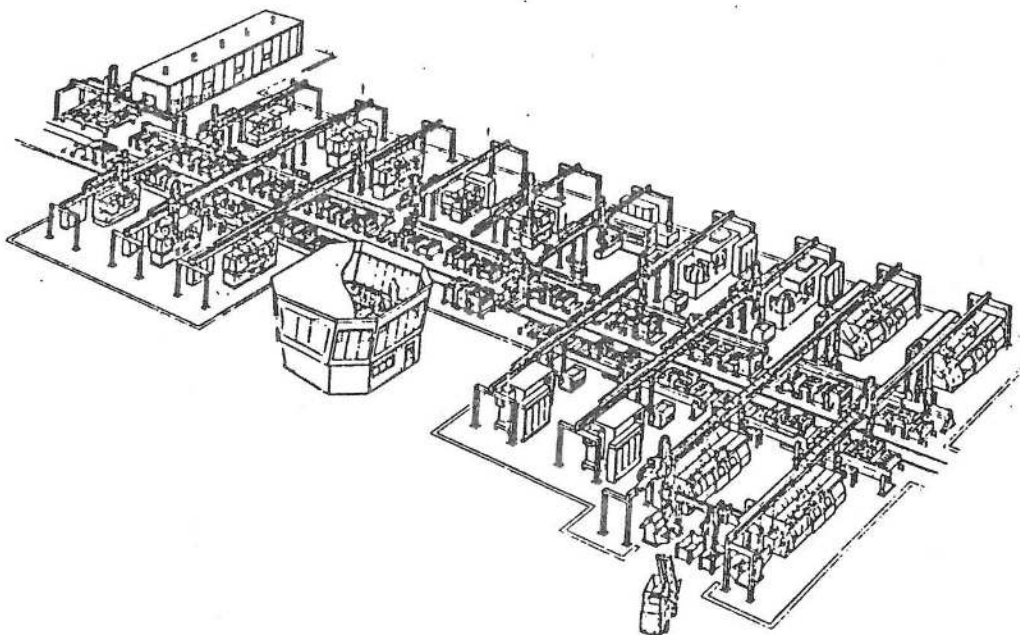
1.0 UVOD

Od 1960 godine, kada je osnovan Mašinski fakultet u Novom Sadu i njegov proizvodni odsek, do danas, desile su se izuzetno krupne promene u sredstvima rada, odnosno mašinama alatka, u svakom pogledu. Konvencionalno-ručno upravljana mašina, pa i klasični mehanički automat potpuno su prevaziđeni. Prevaziđena je i mašina alatka sa konvencionalnim numeričkim upravljanjem. Mikroprocesorska tehnika je uvedena u sve faze projektovanja, proizvodnje i eksploatacije mašine alatke. Od pojedinačnih mašina prešlo se na kompletne tehnološke pa i proizvodne sisteme (slika 1). Došlo se do tzv. fabrike bez ljudi. Došlo se do potpune, kompjuterom, integrisane proizvodnje.

U takvim uslovima disciplina koju neguje i razvija Laboratorija za mašine alatke u okviru Katedre za obradu metala skidanjem strugotine i Instituta za proizvodno mašinstvo, morala je da doživi vrlo intenzivan razvoj sa svojim logičkim celinama koje se odnose na projektovanje, ispitivanje, eksploataciju i upravljanje mašinama alatkama.

Tako su, od jedinstvenog predmeta pod nazivom Mašine alatke, tokom trideset godina razvijena četiri predmeta: Mašine alatke-Projektovanje mašina alatki, Eksploatacija mašina alatki, Automatski fleksibilni tehnološki sistemi i CAD/CAP/CAM postupci, koji se razvijaju u okviru naučno nastavne discipline pod nazivom MAŠINE ALATKE, FLEKSIBILNI TEHNOLOŠKI SISTEMI I AUTOMATIZACIJA POSTUPAKA PROJEKTOVANJA (skraćeno MA, FTS i APP).

Ovaj rad predstavlja pokušaj da se što svestranije analiziraju rezultati dosadašnjeg rada i razvoja u okviru naučno-nastavne discipline. Pri tome je poenta stavljena na rezultate u obrazovnom i naučnoistraživačkom procesu kao i na ostvarene



Sl.1 Primer potpuno automatizovanog, kompjuterom upravljano
proizvodnog pogona *)
Fig.1 An example of full automated, by computer controlled
production section *)

materijalne i kadrovske pretpostavke za te procese.

Kao rezultat žirih istraživanja postavljena je i koncepcija najnovijih programskih sadržaja obrazovnog procesa u okviru razmatrane naučno nastavne discipline.

2.0 DOSTIGNUĆA U OBRAZOVNOM PROCESU

2.1 Studije za stepen diplomiranog inženjera

U periodu od osnivanja Fakulteta, odnosno studija mašinske struke, do danas, bile su prisutne određene faze u razvoju obrazovnog procesa. Tim fazama odgovaraju i faze razvoja predmetne discipline, posebno na studijama za stepen diplomiranog mašinskog inženjera i to proizvodnog smera, odnosno smera obrade metala skidanjem strugotine.

Pregled nastavnih disciplina Laboratorije za mašine alatke dat je na slici 2.

Uz pojedine predmete navedeni su nedeljni fondovi časova po semestru. Navedene godine su početne školske godine u izvođenju nastave.

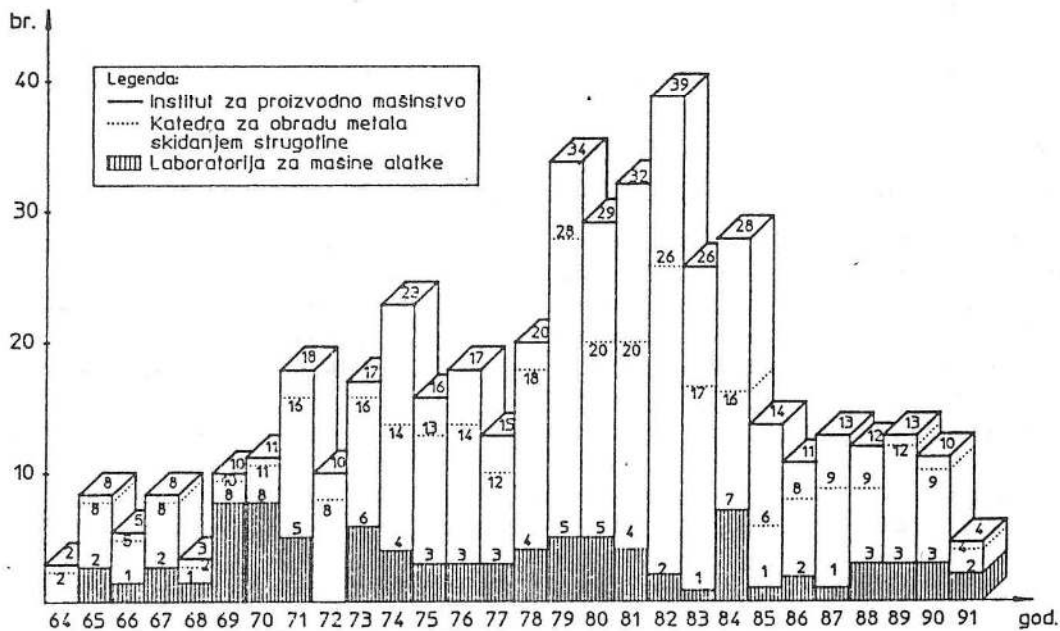
Obrazovni rezultati na nivou naučne discipline biće prikazani kroz upoređenje broja diplomskih radova iz predmeta koji pripadaju Institutu za proizvodno mašinstvo, Katedri za obradu metala skidanjem strugotine i Laboratoriji za mašine alatke. Od 1865 diplomskih radova odbranijenih na Mašinskom odseku FTN od osnivanja Mašinskog fakulteta zaključno sa prvom polovinom 1991 godine, 663 je odbranjeno iz disciplina koje pripadaju Institutu za proizvodno mašinstvo. Od toga je 588 studenata diplomiralo na smeru Katedre, odnosno 99 iz predmeta Laboratorije za mašine alatke. Odnos broja diplomskih radova tokom vremena prikazan je na slici 3. Struktura diplomskih radova iz predmeta naučne discipline prikazana je prema karakteru i usmerenosti na slici 4.

*) Preuzeto iz informacionih materijala firme "EMAG" -SRN

- Mašine alatke (2+2)(4+3)(2+2)	- Mašine alatke (3+2)(3+2)	- Mašine alatke (2+2)(2+2)	- Automatsko upravljanje mašinama (2+2)	- Mašine alatke (4+4)	- Eksploatacija mašina alatki* (4+4)	- Automatsko upravljanje mašinama (2+0) (2+2)	- (Automatizacija postupaka) (projektovanja u mašinstvu) (2+2)	- Eksploatacija mašina alatki (4+4)	- Mašine alatke (4+4)	- Automatski fleksibilni tehnološki sistemi (4+4)	- CAD/CAPP/CAM postupci (2+2)
1962/63	1968/69	1976/77		1980/81					1991/92 →		

Sl.2 Pregled nastavnih disciplina (predmeta) u okviru naučne discipline na studijama za stepen diplomiranog inženjera - tokom vremena

Fig.2 Review of the teaching disciplines (subjects) in the frame of the scientific disciplines on the studies for mechanical engineer degree - in time



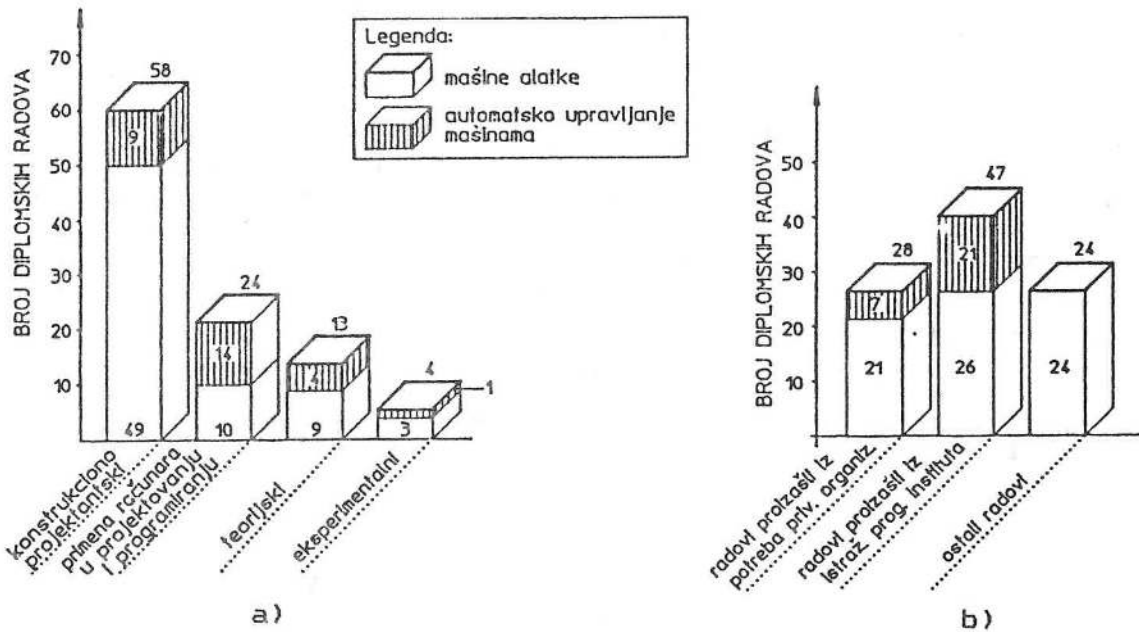
Sl.3 Broj diplomskih radova radenih iz predmeta Instituta za proizvodno mašinstvo, Katedre za obradu metala skidanjem strugotine i Laboratorije za mašine alatke

Fig.3 Number of the finally works from the subjects of the institute for production engineering, department for metal by chip remove processing, laboratory for machine tools.

*) Nastava izvodjena i na smeru industrijski sistemi tokom prve dve godine

***) Nastava izvodjena i na smeru industrijski sistemi

****) Nastava izvodjena samo na smeru industrijski sistemi tokom prve dve godine



Sl.4 Struktura diplomskih radova prema a) karakteru i užem području, b) usmerenosti sa stanovišta povezanosti interesa
 Fig.4 Finally works structure according to the a) character in the expert area, b) directions of the interests

2.2 Studije za stepen magistra nauka

Studije za stepen magistra nauka u području delatnosti Katedre za obradu metala skidanjem strugotine, a time i Laboratorije za mašine alatke na Fakultetu tehničkih nauka, osnovane su školske 1974/75 godine. Ove studije se izvode nakon zajedničke prve godine kroz poseban smer: procesi obrade metala skidanjem strugotine i po usmeravajućim grupama u okviru njega.

U dosadašnjem periodu poslediplomskih studija prisutno je nekoliko faza razvoja, za koje su na slici 5. navedene nastavne discipline sa ukupnim brojem časova.

Poglavlja iz konstrukcije mašina alatki (50) - Automatizacija mašina alatki (50) - Automatizacija projektovanja postupaka obrade (50)*	Savremeni obradni sistemi (40) - Automatizacija projektovanja proizvoda i tehnoloških procesa (40) - Mašine alatke (izb. predmet) (30)	Savremeni obradni sistemi (30) - Automatizacija projektovanja proizvoda i tehnoloških procesa (30) - Mašine alatke (i automatizacija) (izb. predmet) (20)
1974-80	1982-84	1984- →

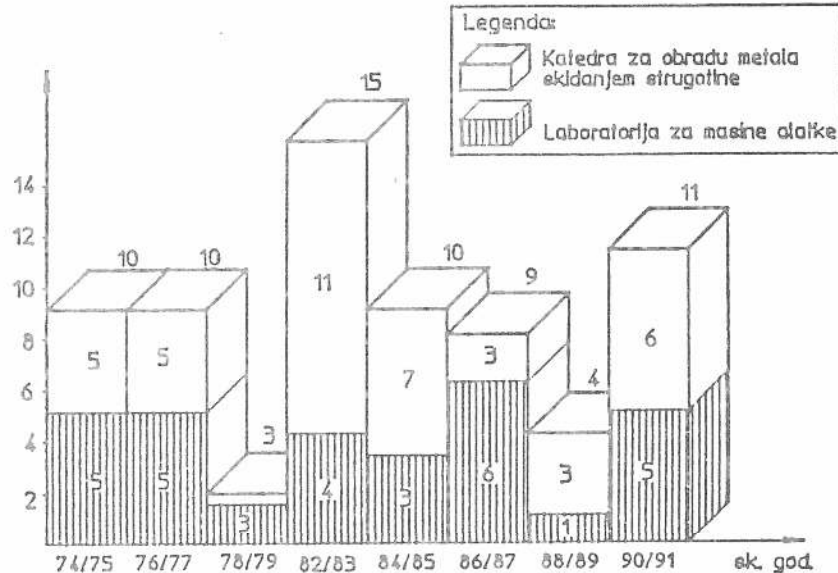
*) Disciplina u okviru izborne grupe: Postupci obrade

Sl.5 Pregled nastavnih disciplina (predmeta) poslediplomskih studija u okviru discipline - tokom vremena
 Fig.5 Review of the teaching disciplines (subjects) in the frame of the scientific disciplines - in time

Napominje se da se u konkretnom slučaju posmatraju discipline u okvirima Katedre za obradu metala skidanjem strugotine i odgovarajuće izborne grupe čiji je nosilac Laboratorija za mašine alatke.

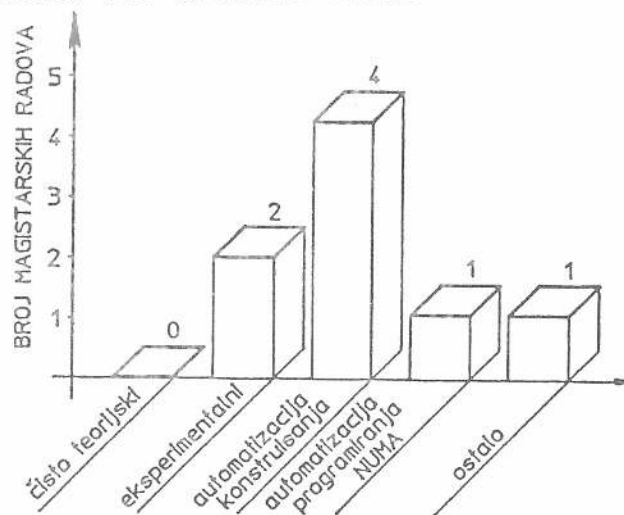
Na poslediplomske studije, smer Procesi obrade metala skidanjem strugotine upisano je do sada 62 kandidata, od kojih na izbornu grupu Laboratorije za mašine alatke oko 50%. Broj upisanih kandidata tokom vremena ilustrovan je slikom 6.

Do sada je na izornoj grupi ove naučne discipline odbranjeno 8 magistarskih radova čija je struktura po karakteru i užem području prikazana na slici 7.



Sl.6 Broj upisanih studenata na poslediplomske studije na smeru: Procesi obrade metala skidanjem strugotine i izornoj grupi: mašine alatke

Fig.6 Number of the enrolled students on the graduate studies on the major : processes for metal by chip remove processing and department for machine tools



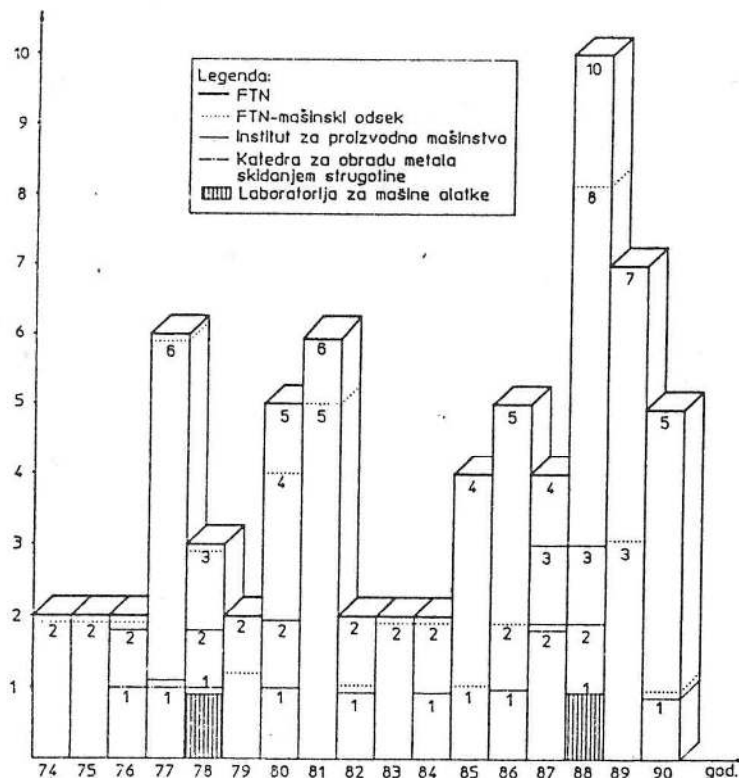
Sl.7 Karakter i uža područja magistarskih radova radjenih u okviru naučne discipline

Fig.7 Character and expert areas of graduated works in the frame of scientific discipline

2.3 Doktorat nauka

Doktorat nauka na Fakultetu tehničkih nauka steklo je u proteklom tridesetogodišnjem periodu 69 kandidata, od čega je 48 iz područja mašinstva (sl.8.). Od toga je 16 iz proizvodnog mašinstva, a unutar njega 8 ih pripada disciplinama Katedre za obradu metala skidanjem strugotine. Iz područja disciplina Laboratorije za mašine alatke do sada su odbranjena 3 doktorata, od čega dva na FTN, a jedan izvan FTN.

činjenica da se radi o relativno mladom fakultetu samo delimično opravdava ostvarene rezultate u području sticanja zvanja doktora nauka na Fakultetu, a naročito na Institutu i u okviru naučne discipline.



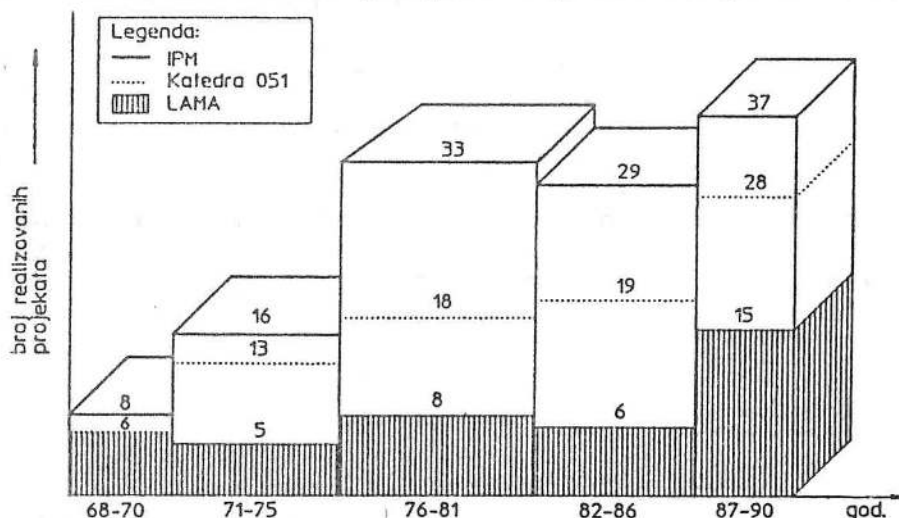
Sl.8 Broj odbranjениh doktorskih disertacija na Fakultetu tehničkih nauka - ukupno, iz područja mašinstva, proizvodnog mašinstva, disciplina Katedre i disciplina Laboratorije za mašine alatke (LAMA)

Fig.8 Total number of defended dissertations on the Faculty of technical sciences in the mechanical engineering, production tools engineering and department and laboratories for machine tools (LAMA) disciplines

3.0 DOSTIGNUĆA U NAUČNO ISTRAŽIVAČKOM RADU

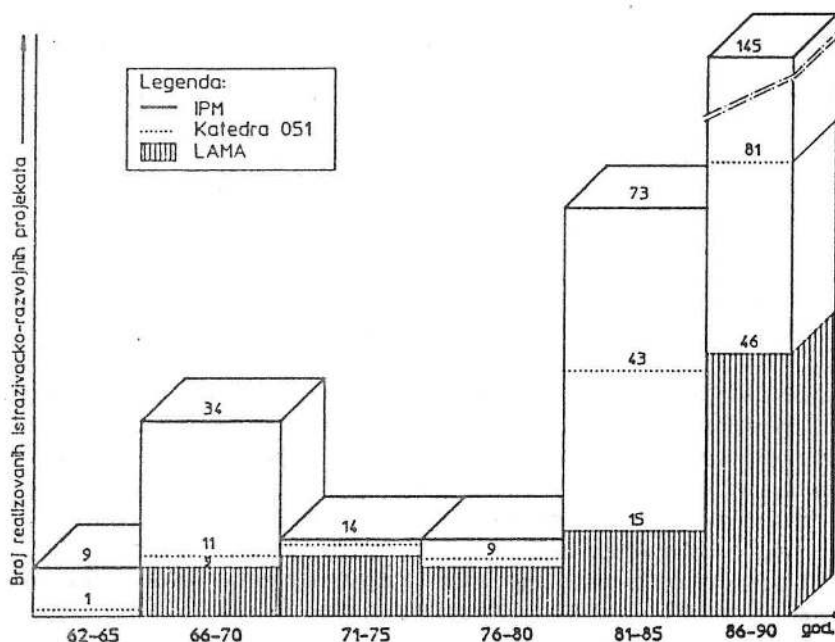
Naučnoistraživački rad u području naučne discipline realizuje se u okviru dugoročnih projekata, podprojekata i tema kao i kratkoročnih istraživačkih projekata. Ozbiljniji napori na planu naučno-istraživačke delatnosti u područjima posmatrane discipline, odnosno u područjima delatnosti i aktivnosti Laboratorije za mašine alatke, počinje od školske 1969/70 godine, tj. tek nakon formiranja okosnice istraživačkog tima i polaznog uhdavanja ob-

razovnog procesa od strane stalnog nastavnog osoblja. Broj završenih naučnoistraživačkih projekata prikazan je na slici 9.



Sl.9 Realizacija naučnoistraživačkih projekata i tema u okviru IPM, Katedre i LAMA - po istraživačkim periodima
 Fig.9 Scientific and research projects realization on IPM, department and LAMA - in time

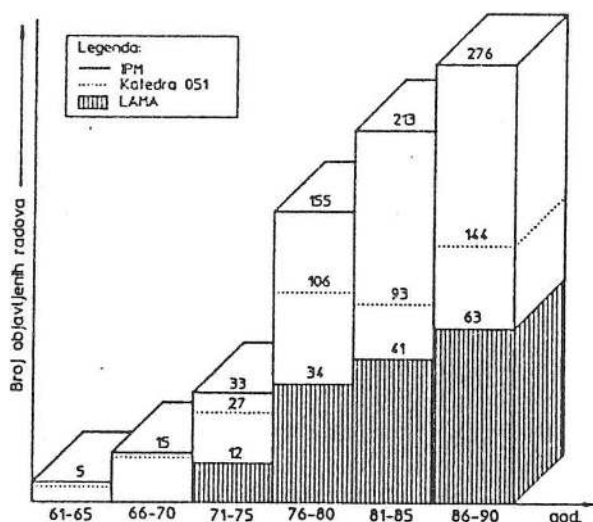
Aplikacija istraživačkih rezultata u industriju i realizacija vezana za konkretne zadatke odvija se kroz istraživačko-razvojne i stručne projekte. Realizacija rezultata prikazana je na slici 10.



Sl.10 Realizacija istraživačko-razvojnih, razvojnih i stručnih projekata tokom vremenskog perioda, na nivou IPM, Katedre i Laboratorije za mašine alatke
 Fig.10 Research, develop and expert projects realization on the IPM, department and LAMA - in time

Rezultati naučnoistraživačkog rada doprinose kontinualnoj inovaciji programskih sadržaja u okviru obrazovnog procesa, a informisanje naučnih radnika i stručnjaka o ostvarenim rezultatima

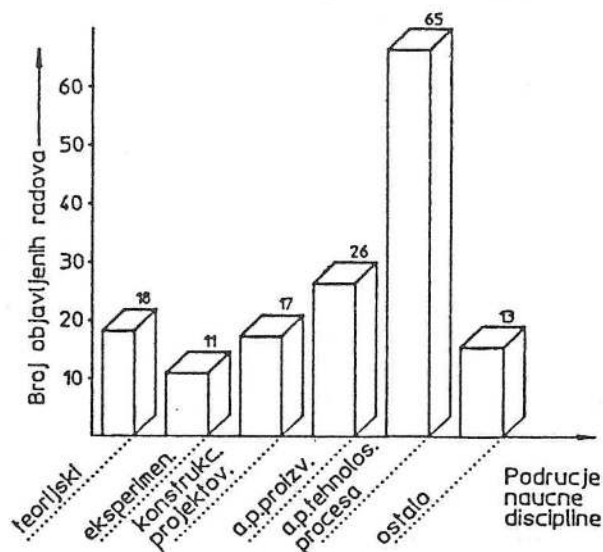
naučnoistraživačkog rada u području discipline, izvodi se redovnim objavljivanjem radova, kako publikovanjem u naučnim i stručnim časopisima, tako i saopštenjima na odgovarajućim domaćim i međunarodnim skupovima. Broj ovih radova, prikazan na slici 11, je u stalnom porastu kako za ovu naučnu disciplinu tako i za ostale.



Sl.11 Objavljivanje radova tokom vremenskih perioda od strane članova Instituta za proizvodno mašinstvo, članova Katedre za obradu metala skidanjem strugotine i članova Laboratorije za mašine alatke

Fig.11 The papers published by the members of the Institute for production engineering, department for metal by chip remove processing and laboratory for machine tools - in time

U okviru ove naučne discipline izvršena je kategorizacija radova, i rezultat takve analize prikazan je na slici 12.



Sl.12 Karakter (i struktura) objavljenih radova u okviru naučne discipline (članova LAMA) - sumarni pregled

Fig.12 Character (and structure) of the published papers in the frame of the scientific discipline (by the LAMA members) - summary review

Relativno mali broj radova iz eksperimentalnog područja odraz je stanja raspoložive laboratorijske opreme. Nedavnom nabavkom fleksibilne tehnološke ćelije za obradu strugaњem oćekuje se poboljšanje u tom smislu.

4.0 DOSTIGNUĆA U MATERIJALNIM I KADROVSKIM PREDPOSTAVKAMA ZA OBRAZOVNI PROCES I NAUČNOISTRAŽIVAČKI RAD

Materijalna, kadrovska i literaturna osnova naućne discipline predstavljaju preduslov za izvođenje i razvoj obrazovnog, naućnoistraživaćkog rada i delatnosti u području transfera novih saznanja u metaloprerađivaćku industriju.

Navedena osnova stvarana je u proteklom tridesetgodišnjem periodu polazeći od potreba i raspoloživih mogućnosti.

Detaljniji prikaz materijalne, literaturne i kadrovske osnovne naućne discipline daje se u nastavku.

4.1 Materijalna dostignuća

Materijalnu osnovu naućne discipline prvenstveno ćini laboratorijska oprema. Ako se posmatra ukupni period postojanja i razvoja naućne discipline mogu se uoćiti tri faze :

U prvoj fazi razvoja naućne discipline (period 1960-1970 god.) moguće je uoćiti slabo osposobljavanje u pogledu materijalne osnove. Takvo slabo osposobljavanje, tj. opremanje laboratorijskom opremom, imalo je odlučujući uticaj na intenzitet i rezultate u području naućnoistraživaćkog rada i saradnje sa privredom. Može se konstatovati da je u tom periodu osnovna aktivnost bila (a to je objektivno bilo jedino i moguće) usmerena na obrazovno vaspitnu delatnost.

U drugoj fazi (period 1970-1980 god.) evidentno je intenzivnije ulaganje u laboratorijsku opremu. Tako je u tom periodu realizovana nabavka ključne istraživaćke opreme kao što je :

1. Merni komplet HOTTINGER (sa pojaćivaćem i svetlosnim pisarćem) sa davaćima za merenje pomeranja, ubrzanja, sila i obrtnih momenata.
2. Merni komplet za ispitivanje dinamićkog ponašanja mašina alatki (LING DINAMIC SYSTEM)
3. Mali raćunarski sistem VARIAN, kao terminal univerzitetskog raćunarskog sistema istog tipa (Institut za matematiku PMF)
4. Jednovreteni automat A-40 (ŠKODA)
5. Obradni centar FM-38 (Heidenreich & Harbeck) sa odgovarajućim dodatnim uređajima kao što su : uređaj za predhodno podešavanje alata, bućać perforirane trake itd.

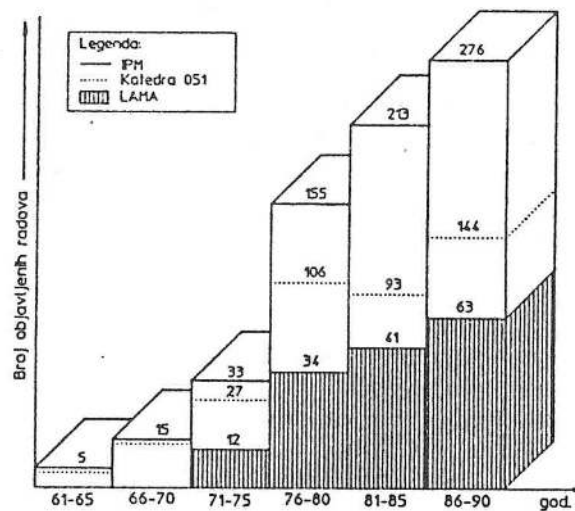
Treća faza (posle 1981 godine) može se posmatrati kroz dva dela:

U prvom delu treće faze bilo je takođe prisutno slabije osposobljavanje u pogledu materijalne osnove. Razlog tome bili su loši finansijski uslovi za tu namenu, kako na Institutu tako, i u spoljnim izvorima finansiranja. U tom periodu, pre svega iz sredstava instituta, nabavljena je :

1. Raćunarska terminalska stanica za raćunar EiH6/53 na bazi više raćunarskih perifernih jedinica kao što su : video terminal, štampać, modemi za povezivanje i direktna telefonska linija u dućini 500 m za povezivanje stanice sa glavnim raćunarom.
2. Mikroraćunarski sistem PMP-11 sa videografićkim terminalom VT100, disketnim jedinicama od 5.25" i 8", tvrdim diskom od 10 MB, štampać ROSY itd.

Potrebno je napomenuti da je navedena raćunarska oprema na-

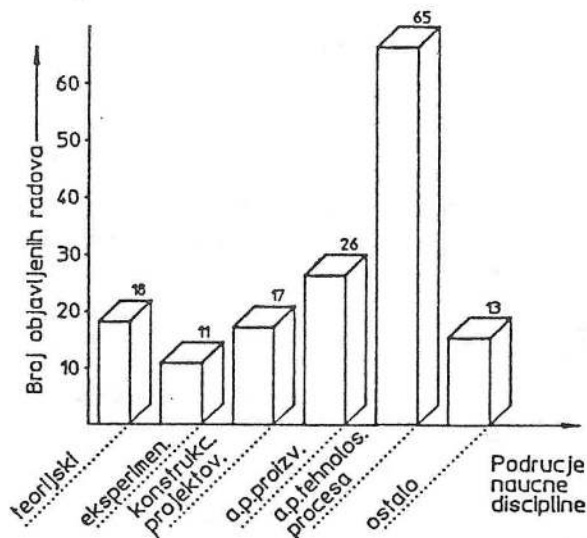
naučnoistraživačkog rada u području discipline, izvodi se redovnim objavljivanjem radova, kako publikovanjem u naučnim i stručnim časopisima, tako i saopštenjima na odgovarajućim domaćim i međunarodnim skupovima. Broj ovih radova, prikazan na slici 11, je u stalnom porastu kako za ovu naučnu disciplinu tako i za ostale.



Sl.11 Objavlivanje radova tokom vremenskih perioda od strane članova Instituta za proizvodno mašinstvo, članova Katedre za obradu metala skidanjem strugotine i članova Laboratorije za mašine alatke

Fig.11 The papers published by the members of the Institute for production engineering, department for metal by chip remove processing and laboratory for machine tools - in time

U okviru ove naučne discipline izvršena je kategorizacija radova, i rezultat takve analize prikazan je na slici 12.



Sl.12 Karakter (i struktura) objavljenih radova u okviru naučne discipline (članova LAME) - sumarni pregled

Fig.12 Character (and structure) of the published papers in the frame of the scientific discipline (by the LAMA members) - summary review

Relativno mali broj radova iz eksperimentalnog područja odraz je stanja raspoložive laboratorijske opreme. Nedavnom nabavkom fleksibilne tehnološke ćelije za obradu strugaњem očekuje se poboljšanje u tom smislu.

4.0 DOSTIGNUĆA U MATERIJALNIM I KADROVSKIM PREDPOSTAVKAMA ZA OBRAZOVNI PROCES I NAUČNOISTRAŽIVAČKI RAD

Materijalna, kadrovska i literaturna osnova naučne discipline predstavljaju preduslov za izvođenje i razvoj obrazovnog, naučnoistraživačkog rada i delatnosti u području transfera novih saznanja u metaloprerađivačku industriju.

Navedena osnova stvarana je u proteklom tridesetgodišnjem periodu polazeći od potreba i raspoloživih mogućnosti.

Detaljniji prikaz materijalne, literaturne i kadrovske osnove naučne discipline daje se u nastavku.

4.1 Materijalna dostignuća

Materijalnu osnovu naučne discipline prvenstveno čini laboratorijska oprema. Ako se posmatra ukupni period postojanja i razvoja naučne discipline mogu se uočiti tri faze :

U prvoj fazi razvoja naučne discipline (period 1960-1970 god.) moguće je uočiti slabo osposobljavanje u pogledu materijalne osnove. Takvo slabo osposobljavanje, tj. opremanje laboratorijskom opremom, imalo je odlučujući uticaj na intenzitet i rezultate u području naučnoistraživačkog rada i saradnje sa privredom. Može se konstatovati da je u tom periodu osnovna aktivnost bila (a to je objektivno bilo jedino i moguće) usmerena na obrazovno vaspitnu delatnost.

U drugoj fazi (period 1970-1980 god.) evidentno je intenzivnije ulaganje u laboratorijsku opremu. Tako je u tom periodu realizovana nabavka ključne istraživačke opreme kao što je :

1. Merni komplet HOTTINGER (sa pojačivačem i svetlosnim pisanim) sa davačima za merenje pomeranja, ubrzanja, sila i obrtnih momenata.
2. Merni komplet za ispitivanje dinamičkog ponašanja mašina alatki (LING DINAMIC SYSTEM)
3. Mali računarski sistem VARIAN, kao terminal univerzitetskog računarskog sistema istog tipa (Institut za matematiku PMF)
4. Jednovretni automat A-40 (ŠKODA)
5. Obradni centar FM-38 (Heidenreich & Harbeck) sa odgovarajućim dodatnim uređajima kao što su : uređaj za predhodno podešavanje alata, bušać perforirane trake itd.

Treća faza (posle 1981 godine) može se posmatrati kroz dva dela:

U prvom delu treće faze bilo je takođe prisutno slabije osposobljavanje u pogledu materijalne osnove. Razlog tome bili su loži finansijski uslovi za tu namenu, kako na Institutu tako, i u spoljnim izvorima finansiranja. U tom periodu, pre svega iz sredstava instituta, nabavljena je :

1. Računarska terminalska stanica za računar EiH6/53 na bazi više računarskih perifernih jedinica kao što su : video terminal, štampač, modemi za povezivanje i direktna telefonska linija u dužini 500 m za povezivanje stanice sa glavnim računarom.
2. Mikroracunarski sistem PMP-11 sa videografičkim terminalom VT100, disketnim jedinicama od 5.25" i 8", tvrdim diskom od 10 MB, štampač ROSY itd.

Potrebno je napomenuti da je navedena računarska oprema na-

bavljena ne samo za potrebe naučne discipline već i celog Instituta.

U drugom delu treće faze realizovana je na nivou Instituta, tj. Katedre za obradu metala skidanjem strugotine, nabavka kapitalne opreme. Nju, pre svega po redosledu nabavljanja, čine:

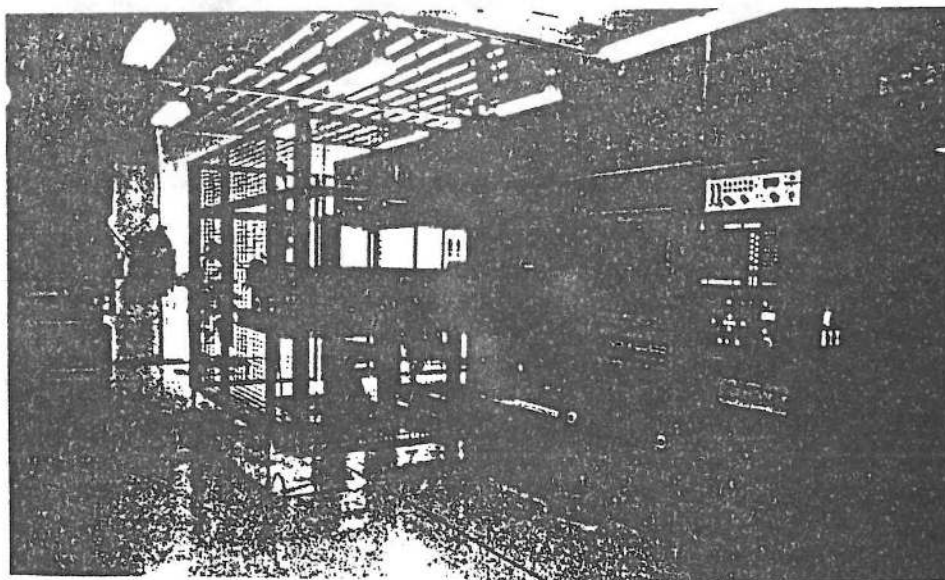
1. Mikroračunarski sistem na bazi računara ET188A (NOVKABEL) sa video grafičkom jedinicom, jedinicom disketa 5.25", sa tvrdim diskom 20 MB, štampačem FUJITSU itd.
2. Fleksibilna tehnološka ćelija za obradu struganjem sa CNC strugom GU600, portalnim manipulatorom WHU160 (INDEX), mernim sistemom za merenje obradaka u radnom prostoru (RENISHAW), sistemom za nadzor alata (PROMESS), uređajem za prethodno podešavanje alata (ZOLLER) itd. (sl.13).
3. CAP-SAP radna stanica WS 2000 na bazi mikro VAX-a (DIGITAL) sa programskim sistemom H-200 (sl.14)
4. Mikroračunarski sistem na bazi računara PC-ET 386 SX (NOVKABEL).
5. Mikroračunarski sistem PS-M30 (IBM).
6. CAD radna stanica HP 360 SRX (HEWLETT PACKARD) (sl.15)

Kao i u prethodnom slučaju navedena, nedavno prispela, oprema namenjena je širem krugu korisnika.

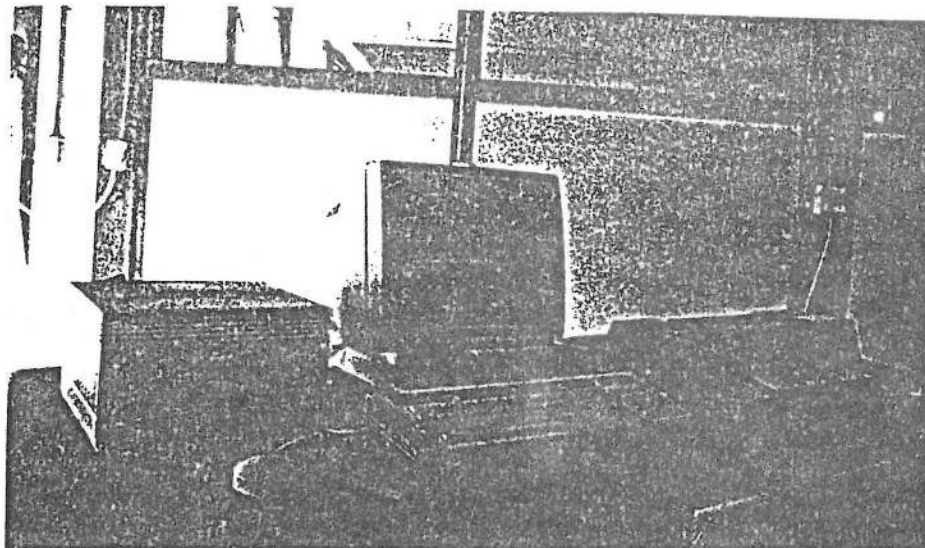
Jednu od ključnih pretpostavki za sva područja rada u okviru naučne discipline predstavlja i literatura, tj., informaciona baza. Moguće je konstatovati da je do sada za ovu naučnu disciplinu stvorena vrlo solidna literaturno-informaciona baza.

Putem centralne fakultetske biblioteke i direktnim kontaktima do sad je obezbeđen vrlo veliki fond knjiga, posebnih publikacija, originala i kopija doktorskih disertacija, kao i časopisa. Samo u području delatnosti Katedre za obradu metala skidanjem strugotine, kojoj pripada razmatrana naučna disciplina, biblioteka raspolaže sa preko 4000 knjiga i priručnika i sa preko 250 naslova doktorskih disertacija.

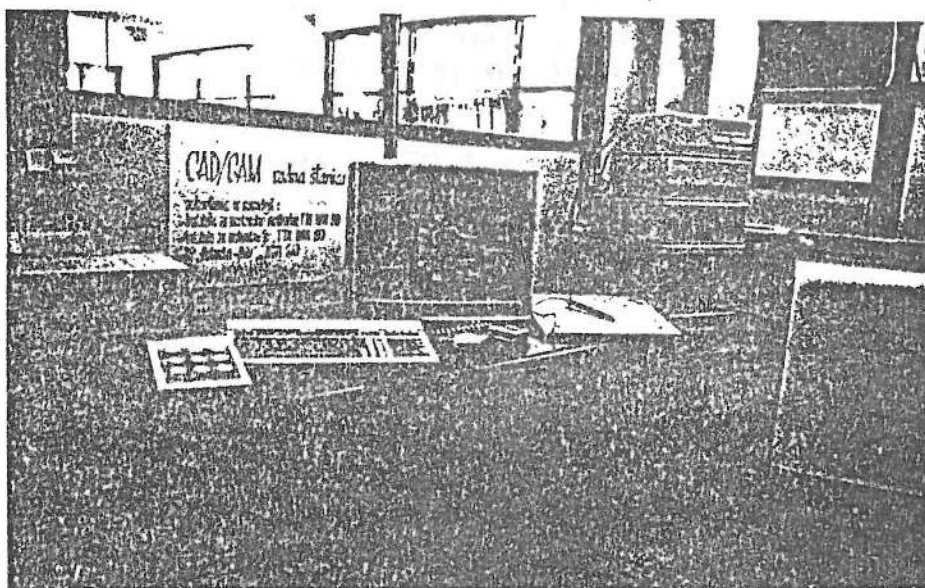
Pored toga, u Biblioteku kontinuirano stiže skoro 50 časopisa iz zemlje i inostranstva.



Sl.13 *Fleksibilna tehnološka ćelija GU-600-WHU 160*
Fig.13 *Flexible manufacturing cell GU-600-WHU 160*



Sl.14 CAP-SAP radna stanica WS2000
Fig.14 CAP-SAP workstation WS2000



Sl.15 CAD radna stanica HP 360 SRX
Fig.15 CAD workstation HP 360 SRX

4.2 Kadrovska dostignuća

Razvoj kadrovske osnove u području naučne discipline kao i Katedre kojoj disciplina pripada, karakterišu četiri razvojne etape.

U prvoj razvojnoj etapi (1960 -66), ključni problem bio je obezbeđenje početne kadrovske baze, postavljanje koncepcije obrazovnog procesa, kao i stvaranje uslova za aktivno izvođenje obrazovnog procesa.

Druga razvojna etapa (1967-74) karakterisana je intenzivnijim kadrovskim jačanjem u smislu okupljanja stalno zaposlenog nastavnog osoblja i time postavljanju baze za stabilizaciju obra-

zovnog procesa, ozbiljnije naučnoistraživačke zahvate i saradnju sa privredom. Na kraju ovog perioda bilo je prisutno dva nastavnika, jedan asistent, jedan asistent u n.r. i jedan laborant, - kao stalno zaposleni u području naučne discipline.

Treća razvojna faza (1975-82) predstavlja period u kojem je na bazi prethodno stvorenih uslova učinjen ozbiljan napor u daljem razvoju obrazovnog procesa, koncentraciji ka istraživačkim poduhvatima i razvoju saradnje sa privredom. U ovom periodu brojano je kadrovski potencijal redovno zaposlenih povećan za jednog asistenta u n.r. U ovom periodu posebna pažnja posvećuje se usavršavanju već prisutnih kadrova.

Četvrta faza razvoja (od 1983.) karakterisana je relativnom stagnacijom u razvoju kadrovskih potencijala pre svega u brojčanom pogledu.

Sredinom 1990 godine Laboratorija za mašine alatke broji 3 nastavnika 2 asistenta u nastavi, 1 asistenta u n.i. radu i jednog laboranta *.

Počev od 1975 godine pa do danas Laboratorija za mašine alatke okuplja određeni broj spoljnih saradnika-istraživača koji su angažovani na realizaciji istraživačkih i istraživačko-razvojnih projekata.

5.0 UPOREDNA ANALIZA DOSTIGNUĆA U OBRAZOVNOM RADU NA FTN I DRUGIM FAKULTETIMA U ZEMLJI I INOSTRANSTVU

U cilju procene stanja razvoja naučne discipline izvedeno je upoređenje sa nekoliko sličnih fakulteta u zemlji i inostranstvu, i to u području obrazovnog procesa.

5.1 Fakulteti u zemlji

Ovom analizom su obuhvaćena tri srodna fakulteta. To su : - MAŠINSKI FAKULTET Univerziteta u Beogradu (MF, Bgd.), FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE Sveučilišta u Zagrebu (FSB, Zg) i TEHNIŠKA FAKULTETA Univerze v Mariboru (TF, Ma).

Pri upoređenju su razmatrani programski sadržaji svih predmeta koji se izvode u okviru odgovarajućih usmerenja, a to su :

Mašinski fakultet, Beograd:

Grupa za proizvodno mašinstvo

Usmerenje : Proizvodna tehnika

- Nastavni plan studija u okviru VIII semestara

- Nastavni plan studija u okviru IX semestara (novi)

Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb:

Smer : Proizvodno strojarstvo

Tehnička fakulteta, Maribor, visokoškolska temeljna organizacija Strojništvo:

Smer : Proizvodno strojništvo

Upoređenje je izvedeno prema sadržajima tri predmeta naučne discipline po dosadašnjim programima obrazovnog procesa za smer - Proces obrade metala skidanjem strugotine koje izvodi INSTITUT ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu (IPM, FTN, NS)

Nastavne discipline, razmatrane pri poređenju, sa fondom časova u semestrima u kojima se izvode, prikazane su na slici 16.

Napominje se da su u korišćenim materijalima najdetaljnije prikazani programi nastave, dok su vežbe samo nabrojane, ili nisu uopšte prikazane. Ovo se posebno odnosi na laboratorijske vežbe, tako da poređenje u tom pogledu ovde nije ni prikazano.

*) U to vreme odlazi u penziju Prof. Dr Jožef Rekecki, osnivač i rukovodilac Laboratorije za mašine alatke.

IPM FTN NS	- Eksploatacija mašina alatki (4+4) - Mašine alatke (4+4) - Automatsko upravljanje mašinama (2+0)(2+2)
MF Bgd (VIII)	- Tehnologija mašinogradnje I (3+2) - Mašine alatke I (2+1)(2+1) - Mašine alatke II (2+1)
MF Bgd (IX)	- Tehnologija mašinogradnje (2+2)(2+2) - Mašine alatke I (2+1)(2+1) - Mašine alatke II (2+1)
FSB Zg	- Obradni strojevi (3+3) - Automatizacija obradnih strojeva (3+2) - Elementi obradnih strojeva (3+2) - Ispitivanje obradnih strojeva (2+1) - Kompjutersko vođenje procesa (2+1) - Numeričko upravljanje alatnim strojevima (2+1) - Obradni sustavi (3+2) - Pogoni obradnih strojeva (2+1) - Posebni obradni strojevi (2+1)
TF Ma	- Obdelovalni stroji (3+3) - Avtomatizacija obdelovalnih sistema (4+4) - Uporaba računarnika v proizvodnji (4+4)

Sl.16 Uporedni pregled predmeta koji zahvataju područje naučne discipline iz delatnosti Laboratorije za mašine alatke

Fig.16 Comparative review of the subjects in the frame of the scientific discipline involved by the laboratory for machine tools

Predmet: EKSPLOATACIJA MAŠINA ALATKI						
R. br.	POGLAVLJE NASTAVNOG PROGRAMA	IPM FTN NS	MF Bgd. (VIII)	MF Bgd. (IX)	FSB Zg.	TF Ma.
1	UVOD; Modeli obradnih sistema	○	○	○	○○	
2	Geometrijske karakteristike mašina alatki	○	○	○	○○	
3	Tehnološke karakteristike mašina alatki	○	○	○	○	
4	Eksploatacione karakteristike mašina alatki; Produktivnost; Ekonomičnost	○		○	○○	○○
5	Eksploatacione karakteristike mašina alatki; Tačnost	○		○	○	
6	Utjecaji na tačnost; Statičke karakteristike	○	○	○	○○	○
7	Dinamičko ponašanje	○	○	○○	○○	○
8	Toplotno ponašanje	○		○	○	
9	Bučnost mašina alatki	○		○	○○	
10	Pojedine vrste mašina alatki; Strugovi	○	○		○	
11	Bušilice; rendisaljke	○	○		○	
12	Glodalice	○	○		○	
13	Brusilice	○	○		○○	
14	Mašine za izradu ozubljenja	○	○		○	
15	Modernizacija mašina alatki	○	○	○	○	

Predmet: MAŠINE ALATKE						
R. br.	POGLAVLJE NASTAVNOG PROGRAMA	IPM FTN NS	MF Bgd. (VIII)	MF Bgd. (IX)	FSB Zg.	TF Ma.
1	UVOD; Projektovanje glavnih karakteristika	○	○	○	○	
2	Stupnjeviti mehanički prenosnici	○	○	○		○
3	Kontinualni mehanički prenosnici	○				○
4	Kombinovani mehanički prenosnici	○				
5	Elementi mehaničkih prenosnika	○	○	○	○○	○
6	Električni prenosnici; Hidraulični prenosnici;	○	○		○○	○
7	Elementi hidrauličnih prenosnika	○	○		○○	
8	Nosača struktura mašina alatki	○	○	○	○	○
9	Hidrostatičko vođenje i izežštenje	○			○	
10	Aerostatičko vođenje i izežštenje	○				
11	Automatizacija projektovanja; Oprema za projektovanje i konstruisanje	○				○
12	Sistemi za automatizovano projektovanje i konstruisanje	○				○○
13	Metode formalizacije ulaznih informacija i modeliranja geometrijskih informacija	○				
14	Identifikacija ponašanja vitalnih elemenata mašina primenom računara	○	○	○		

Predmet: AUTOMATSKO UPRAVLJANJE MAŠINAMA						
R. br.	POGLAVLJE NASTAVNOG PROGRAMA	IPM FTN NS	MF Bgd. (VIII)	MF Bgd. (IX)	FSB Zg.	TF Ma.
1	Osnovi automatizacije mašina alatki	○		○	○	○
2	Davači kao elementi automatizacije mašina alatki	○	○	○	○	○
3	Izvršni organi kao elementi automatizacije mašina alatki	○	○	○	○	
4	Mikroprocesori kao elementi automatizacije mašina alatki	○		○	○○	
5	Sistemi upravljanja na bazi graničnika	○			○	
6	Sistemi upravljanja na bazi kopiranja	○			○	
7	Upravljanje na bazi aktivnog merenja	○				○
8	Numeričko upravljanje mašinama alatkama	○	○	○	○○	○
9	Ručno programiranje NUMA	○			○	○
10	Mašinsko programiranje NUMA	○	○	○	○	○

Legenda:

- - znatno manji obim
- - manji obim
- - podjednak obim
- - veći obim
- - znatno veći obim

Sl.17 Relativno upoređenje obrazovnog procesa naučne discipline sa fakultetima u zemlji

Fig.17 Relative comparison of the education process with other faculties in the country

Relativno poredjenje izvedeno je na osnovu pojedinih poglavlja nastavnog programa predmeta koji se izvode u okviru naučne discipline u Laboratoriji za mašine alatke, IPM, FTN, i ti podaci su prikazani u tabelama na slici 17.

5.2 Fakulteti u inostranstvu

U nedostatku detaljnijih informacija o programima odgovarajućih predmeta na fakultetima u inostranstvu, analiza je obavljena samo u smislu upoređenja časovnog obima nastave na predmetima koji pripadaju području posmatrane naučne discipline. Pri tome je uporedna analiza obavljena sa :

- Mašinskim fakultetom u Budimpešti (Mađarska)
- Mašinskim fakultetom u Bratislavi (ČSFR)
- Mašinskim fakultetom u Košicama (ČSFR), (sl.18)

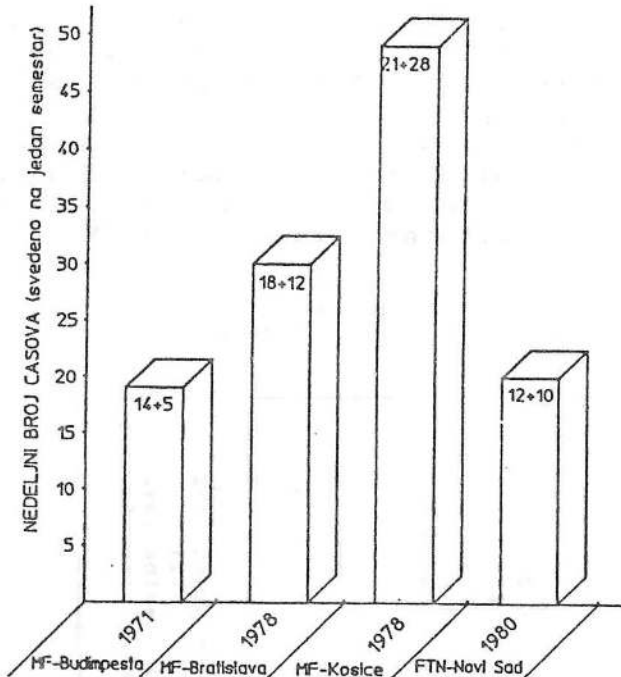
<ul style="list-style-type: none"> - Mašine alatke (4+1), (3+1), (4+2) - Automatsko upravljanje mašinama (3+1) 	<ul style="list-style-type: none"> - Konstrukcija mašina alatki (5+2) - Čvrstoća i krutost mašina alatki (3+2) - Mašine alatke, pribori i alati (4+4) - Mehanizacija i automatizacija obrade (3+2) - Automatizovani sistemi upravljanja (3+2) 	<ul style="list-style-type: none"> - Proizvodne mašine (4+4) - Teorija i konstrukcija proizvodnih mašina (6+4) - Konstruktivne vežbe iz proizvodnih mašina (0+6) - Automatizovani proizvodni sistemi (4+2) - Konstruisanje mašina alatki (3+2) - Automatizacija proizvodnih mašina (4+2) - Konstruktivne vežbe iz automatizacije proizvodnih mašina (0+6) 	<ul style="list-style-type: none"> - Mašine alatke (4+4) - Eksploatacija mašina alatki (4+4) - Automatsko upravljanje mašinama (4+2)
<p>1971 MF Budimpešta</p>	<p>1978 MF- Bratislava</p>	<p>1978 MF-Košice</p>	<p>1980 FTN-Noví Sad</p>

Sl.18 Uporedni pregled predmeta koji odgovaraju naučnoj disciplini, odnosno, području delatnosti Laboratorije za mašine alatke

Fig.18 Comparative review of the subjects corresponding to the scientific discipline involved by the laboratory for machine tools

Rezultati uporedjenja prikazani su na slici 19.

U vezi sa prikazanim rezultatima neophodno je napomenuti da predmeti mašinskih fakulteta iz ČSSR u okviru ukupnog fonda časova sadrže i programske sadržaje koji se odnose i na odgovarajuću problematiku iz područja obrade deformisanjem, te ih u tom smislu treba i posmatrati.



Sl.19 Uporedjenje obima nastave na pojedinim inostranim fakultetima u području naučne discipline Laboratorije za mašine alatke

Fig.19 Teaching volume comparison on some abroad faculties in the frame of the laboratory for machine tools scientific disciplines

6.0 NOVI PROGRAMSKI SADRŽAJI OBRAZOVNOG PROCESA NA SMERU PROIZVODNO MAŠINSTVO I

Respektujući potrebe industrije Vojvodine, Republike Srbije i Jugoslavije, te sagledavajući tendencije razvoja metalnog kompleksa i metaloprerađivačke industrije u svetu, a posebno tendencije razvoja mašina alatki, fleksibilnih tehnoloških sistema i CAD/CAPP/CAM sistema, definisani su novi programski sadržaji predmeta koji pripadaju naučnoj disciplini u okviru Laboratorije za mašine alatke. Naime, radi se o sledećim predmetima :

- Eksploatacija mašina alatki
- Mašine alatke
- Automatski fleksibilni tehnološki sistemi
- CAD/CAPP/CAM postupci.

U nastavku se navode programski sadržaji navedenih predmeta, čija realizacija počinje od školske 1991/92 godine.

EKSPLOATACIJA MAŠINA ALATKI	
<p>PREDAVANJA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mesto i uloga mašina alatki u proizvodnom sistemu (2 časa) 2. Modeli obradnih sistema (4 časa) <ul style="list-style-type: none"> - Konvencionalni obradni sistemi - Nekonvencionalni obradni sistemi 3. Glavne karakteristike mašina alatki za obradu rezanjem (20 časova) <ul style="list-style-type: none"> - Geometrijske karakteristike - Tehnološke karakteristike - Eksploatacione karakteristike 4. Principi realizacije oblika i površina na mašinama alatkama (4 časa) <ul style="list-style-type: none"> - Rotacione površine - Ravne površine - Slozene (krivolinijske) površine 5. Mašine alatke sa specifičnostima vezanim za njihovu eksploataciju (20 časova) <ul style="list-style-type: none"> - Komponente strukture mašina alatki značajne za eksploataciju - Kinematska struktura pojedinih vrsta mašina alatki 6. Održavanje mašina alatki (4 časa) 7. Modernizacija mašina alatki (4 časa) 8. Posebni programski sadržaji (2 časa) 	
<p>VEZBANJA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Auditorne vežbe (20 časova) 2. Laboratorijske vežbe (40 časova) 	
MAŠINE ALATKE (PROJEKTOVANJE MAŠINA ALATKI)	
<p>PREDAVANJA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Uvod - mašina alatka kao proizvod - faze projektovanja proizvoda (2 časa) 2. Konceptija gradnje mašina alatki (2 časa) 3. Projektovanje glavnih karakteristika mašina alatki za obradu rezanjem (4 časa) <ul style="list-style-type: none"> - Geometrijske karakteristike - Tehnološke karakteristike - Konceptija gradnje mašina alatki 4. Projektovanje komponenti mašina alatki za obradu rezanjem (32 časa) <ul style="list-style-type: none"> - Prenosna struktura mašina alatki i pogonski sistem - Nosna struktura mašina alatki - Sigurnosni elementi - Komponente mašina alatki sa stanovišta upravljanja 5. Ispitivanje projektovanih sklopova i mašina (4 časa) 6. Specifična problematika pri projektovanju mašina alatki (6 časova) <ul style="list-style-type: none"> - Novi (savremeni) materijali u mašinama alatkama - Spora translacija i problem "stick-slip" efekta - Hidrostatičko oslanjanje - Aerostatičko oslanjanje - Savremeni pogoni pomoćnog kretanja 7. Metode automatizacije projektovanja i konstruisanja mašina i elemenata (8 časova) <ul style="list-style-type: none"> - Mogućnosti automatizacije u području projektovanja i konstruisanja mašina alatki - Razvijeni sistemi za automatizovano projektovanje i konstruisanje mašina alatki i njihovih komponenta - Razvijeni sistemi za koncepcione proračune - Identifikacija ponašanja vitalnih elemenata mašina alatki primenom računarskog modeliranja 8. Posebni programski sadržaji (2 časa) 	
<p>VEZBANJA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Auditorne vežbe (28 časova) 2. Laboratorijske vežbe (32 časa) 	

AUTOMATSKI FLEKSIBILNI TEHNOLOŠKI SISTEMI	
PREDAVANJA	
1.	Uvod (4 časa) - Pojam automatizacije mašina alatki i sistema - Merila automatizovanosti - Osnovne podele
2.	Sistemi upravljanja mašinama alatkama i sistemima (20 časova) - Upravljanje po sistemu graničnika - Kopirno upravljanje - Upravljanje na bazi aktivnog merenja - Numeričko upravljanje
3.	Komponente automatskih fleksibilnih tehnoloških struktura (14 časova) - Mašine alatke - kao komponente u okviru fleksibilnih tehnoloških struktura - Manipulacioni sistemi (industrijski roboti) - Merno kontrolni sistemi - Sistemi za nadzor i dijagnostiku - Transportno-skladišni sistemi - Upravljačko-računarski sistemi
4.	Fleksibilne tehnološke strukture i njihovo komponovanje (3 časa) - Fleksibilni tehnološki moduli, ćelije i sistemi - Konceptiona rešenja - Materijalni i informacioni tokovi
5.	Kompjuterom integrisana proizvodnja (CIM) (3 časa) - Osnovni principi - Komponente i koncepcija rešenja CIM-a - Primer rešenja
6.	Programiranje automatskih fleksibilnih tehnoloških struktura i njihovih komponenti (15 časova) - Ručno programiranje - Automatizovano programiranje
7.	Specifični programski sadržaji (1 čas)
VEŽBANJA	
1.	Auditorne vežbe (20 časova)
2.	Laboratorijske vežbe (40 časova)

CAD/CAPP/CAM POSTUPCI (AUTOMATIZACIJA POSTUPAKA PROJEKTOVANJA)	
PREDAVANJA	
1.	Uvod u automatizaciju postupaka projektovanja (2 časa)
2.	Oprema za automatizaciju postupaka projektovanja (4 časa)
3.	Elementi kompjuterske grafike (4 časa)
4.	Standardi u automatizaciji postupaka projektovanja (2 časa)
5.	Formalizacija ulaznih informacija i principi grafičkog komuniciranja (4 časa)
6.	Informaciona baza sistema za automatizovano projektovanje (2 časa)
7.	Sistemi za automatizovano konstruisanje (CAD) (4 časa)
8.	Automatizacija projektovanja tehnološkog procesa (CAPP) (2 časa)
9.	Automatizacija programiranja numerički upravljanih mašina alatki, industrijskih robota i mernih sistema (CAM) (4 časa)
10.	Integralni CAD/CAPP/CAM sistemi (1 čas)
11.	Specifični programski sadržaji (1 čas)
VEŽBANJA	
1.	Auditorne vežbe (10 časova)
2.	Laboratorijske vežbe (20 časova)

7.0 ZAKLJUČAK

Na osnovu izloženog moguće je konstatovati da su u proteklih 30 godina u okviru naučno-nastavne discipline MAŠINE ALATKE, FLEKSIBILNI TEHNOLOŠKI SISTEMI I AUTOMATIZACIJA POSTUPAKA PROJEKTOVANJA na Fakultetu tehničkih nauka i Institutu za proizvodno mašinstvo u Novom Sadu, postignuti značajni rezultati.

U uslovima vrlo intenzivnog razvoja proizvodnih tehnologija i proizvodnih sredstava, naučno-nastavna disciplina doživela je značajne promene i unapređenje tokom vremena.

I pored stagnacije u određenim fazama (periodima vremena), u celini posmatrano, moguće je konstatovati da je u području naučno-nastavne discipline MA, FTS i APP i području drugih disciplina u okviru Katedre za obradu metala skidanjem strugotine Fakultet tehničkih nauka postao jedan od vodećih fakulteta u zemlji.

8.0 LITERATURA

- [1] Gatalo, R., Rekecki, J., Borojev, Lj., Hodolič, J., Zeljković, M.: Unapređenje naučne komponente vaspitno obrazovnog rada u oblasti proizvodnog mašinstva - separat naučne discipline Mašine alatke, Fleksibilni tehnološki sistemi i Automatizacija postupaka projektovanja, Institut za proizvodno mašinstvo, FTN, Novi Sad, elaborat za 1987, 1988, 1989 i 1990 godinu.
- [2] Rekecki, J., Gatalo, R., Zeljković, M., Borojev, Lj., Hodolič, J. : Fleksibilni tehnološki sistemi za obradu rotacionih izradaka, knjiga I - stanje, tendencije i podloge za razvoj, Institut za proizvodno mašinstvo, FTN, Novi Sad, 1989.
- [3] Proizvodno mašinstvo, nauka-obrazovanje-inženjerstvo, Mašinski fakultet, Beograd, 1983.
- [4] Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu u razdoblju 1979 do 1989, Zagreb, 1989.
- [5] Učni načrt in program oddelka za strojništvo odseka: konstrukcijski i tehnološki, Maribor, 1975.
- [6] Studijny program na školsky rok, 1977-78, Visoka škola tehnicka v Košiciach, Košice, 1978.
- [7] Strojnicka Fakulteta, Studijny program, Bratislava, 1978.
- [8] Technical University of Budapest, Budapest, 1985.