

AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI BOSNE I HERCEGOVINE

POSEBNA IZDANJA
KNJIGA XLVI

ODJELJENJE PRIRODNIH I MATEMATIČKIH NAUKA
Knjiga 7.

SAVJETOVANJE
O NAUČNOM RADU IZ OBLASTI
MATEMATIKE

[Sarajevo, 15. decembra 1978]

Redakcioni odbor:
MAHMUT BAJRAKTAREVIĆ i MILORAD ZEC

Urednik
MAHMUT BAJRAKTAREVIĆ,
redovni član Akademije nauka i umjetnosti
Bosne i Hercegovine

SARAJEVO
1979.



O STANJU I RAZVOJU PRIMIJENJENE MATEMATIKE U BOSNI I HERCEGOVINI

U V O D

Iz referata akademika Mahmuta Bajraktarevića vidi se da je od oslobođenja do danas učinjeno zaista mnogo na podizanju matematičke kulture, nivoa i širine matematičkih nauka, kao i širine i kvaliteta obrazovanja u oblasti matematike. Nadalje, u referatu su detaljno obrađeni razvoj i postignuti rezultati naučnog rada u oblasti matematike.

Cilj ovog referata je da se prikaže razvojni put i sadašnje stanje primijenjene matematike kako bi se što bolje koncipirao program njenog daljeg razvoja na dobrobit cijele naše zajednice.

Za potrebe ovog referata, pod primijenjenom matematikom podrazumijevaće se svaka oblast matematike kad je u službi naučnog istraživanja bilo koje druge nauke, dok je fundamentalna ili teorijska matematika svaka oblast matematike čiji su rezultati od fundamentalnog značaja za razvoj same matematike. Možda ova definicija nije ni potpuna ni najsretnije formulisana, ali poslužiće da se izbjegn timer eventualni nesporazumi oko tumačenja i značenja naziva primijenjena matematika.

O RAZVOJU PRIMIJENJENE MATEMATIKE U BOSNI I HERCEGOVINI

Prikaz razvojn timer puta i stanja primijenjene matematike navođenjem jedino naslova i broja publikovani timer radova nije prihvatljiv, s obzirom da nije bilo moguće doći do pouzdanog pregleda svih radova, kao i zbog širine područja u kojima su ovi radovi nastajali. Dalje, radovi su najčešće multidisciplinarni i nije moguće precizno razdvojiti matematski aparat od nauke u koju spada sam rad po svojoj osnovnoj problematici. Ipak postoji mogućnost da se prikaže značajan napredak u razvoju i obimu primijenjene matematike. Dovoljno je istaknuti, s jedne strane, činjenicu da odmah poslije oslobođenja nije bilo matematičara izvan obrazovni timer institucija (a nije ih bilo dovoljno ni u obrazovanju) i, s druge strane, činjenicu da su danas na ovo savjetovanje pozvani predstavnici iz 22 institucije izvan obrazovanja. To su razne vrste privredni timer radni timer organizacija do istraživački timer instituta iz različitih naučni timer oblasti koji zapošljavaju prosječno 3 do 4 matematičara, a ima ih i sa preko 10 zaposleni timer matematičara. Oni svi rade na primjeni matematike izvan fundamentalni timer istraživanja i obrazovanja u samoj matematici. Imajući ovo na umu najbolje je da se razvojni put i stanje primijenjene

matematike u Bosni i Hercegovini da tako što bi se prikazalo širenje područja njene primjene, uključivanje sve šireg spektra problema iz drugih nauka, povećanje broja zaposlenih matematičara i drugih stručnjaka uključenih u rad na primjeni matematike i, na kraju, stalno povećanje broja oblasti u kojima matematika nalazi primjenu.

Šire angažovanje matematičara izvan obrazovnih institucija započinje između 1950. i 1960. godine, zavisno od mogućnosti i realnih uslova pojedinih sredina. Inicijativa je potekla od radnih organizacija i pojedinaca koji su bili naklonjeni naučnom radu i tako bili upoznati sa mogućnostima i rezultatima korištenja matematike za rješavanje određenih problema. Obično se započinjalo primjenom najjednostavnijih statističkih metoda, kao i metoda operacionih istraživanja. Ovo je bilo prirodno s obzirom da kod mnogih pojava postoji stohastička komponenta, a mnoge od njih čak imaju veoma izraženu ovu komponentu. Efekti primjene optimizacionih metoda operacionih istraživanja uvijek su bili atraktivan i priželjkivan cilj u proizvodnji. Nisu pouzdano poznati podaci gdje i kad je tačno započet proces uključivanja matematičara u istraživačku djelatnost izvan same matematike i obrazovnih institucija, ali zna se da je između 1955. i 1960. godine osnovan računski centar u Energoinvestu, a kasnije je oformljen centar Elektrotehničkog fakulteta u Sarajevu. 1955. godine uključena su dva matematičara u rad na problematici statističke kontrole kvaliteta u okviru Centra tehničke kontrole Željezare Zenica, koji je bio nukleus danas već afirmisanog Metalurškog instituta „Hasan Brkić” u Zenici.

Potrebno je istaći da su počeci bili praćeni značajnim teškoćama. Diplomirani matematičari su imali solidno matematičko obrazovanje, međutim, bez dodatnog obrazovanja u pogledu metoda primijenjenih na probleme u proizvodnji i bez razvijenog osjećaja za prirodu samih problema nije se moglo mnogo učiniti. Dodatno obrazovanje i nadgradnja su bili spori i skupi. (Često se za to moralo ići u inostranstvo, što je značilo napuštanje posla za izvjesno vrijeme, a i koncept takvog obrazovanja bio je neadekvatan.) Nije bilo iskustva u radu, kako među matematičarima tako ni među stručnjacima iz drugih oblasti koji su se našli na poslu uključivanja matematike u rješavanje nematematičkih problema. Zbog toga je najprije bilo potrebno uskladiti način gledanja na dati problem. Ovo usklađivanje pokazalo se vrlo korisnim, jer je doprinijelo da matematičari realnije gledaju na probleme, a i ljudi iz drugih oblasti su ih drukčije sagledavali, oslobađajući se nebitnih detalja u fazi stvaranja matematskog modela problema. Ovo je učinilo da timski multidisciplinarni rad postane efikasan i dovoljno prodoran.

U vezi s ovim potrebno je istaći da je značajan doprinos i uključivanje pojedinih oblasti primijenjene matematike u programe postdiplomskog studija tehničkih fakulteta i ekonomskog fakulteta. Ova činjenica takođe pokazuje stepen afirmacije primijenjene matematike u istraživanjima u drugim naučnim disciplina—ma.

Uz punu podršku šire zajednice šezdesetih godina je došlo do šire aktivnosti na uključivanju naučnoistraživačkog rada u rješavanje problema privrede i drugih djelatnosti društva. U sklopu ovog opšteg trenda došlo je i do intenzivnog uključivanja primijenjene matematike u razna istraživanja. Pored ovog, neosporno najvažnijeg pokretačkog faktora, treba istaći još nekoliko važnih činilaca koji su doprinijeli bržem razvoju primijenjene matematike u to vrijeme. Najprije, već stečeno iskustvo i postignuti rezultati omogućili su smjelije zahvate kako sa stanovišta problema koji su se rješavali tako i sa stanovišta primjenjivanih metoda. Naime, ne smije se smetnuti s uma da je proizvodnja osnovni zadatak svake tehnologije i da do odluke o intervenciji s ciljem poboljšanja tehnologije može doći samo ako je potpuno sigurno da će predložena intervencija zaista dati poboljšanje. Otuda potreba za krajnje realističkim i obazrivim pristupom problematici. Počev od 1955. godine počinje osjetan priliv novodiplomiranih matematičara sa Prirodno—matematičkog fakulteta u Sarajevu. Ova činjenica je od izuzetne važnosti za dalji razvoj primijenjene matematike u našoj republici. Od 1960. godine javljaju se kompjuteri II generacije, što je bio jedan od značajnih tehničkih preduslova uspješnog proširenja primjene matematike.

U periodu od 1965. godine do danas doktoriralo je 8 matematičara na problemima iz oblasti matematike koje se najčešće primjenjuju. To su: teorija vjerovatnoće sa matematičkom statistikom, numerička matematika, te novije matematičko—kibernetiske discipline vezane za osnov rada kompjutera. Isto tako, u ovom periodu magistriralo je 15 matematičara. (Ovi radovi uključeni su u podatke koje je u svom referatu iznio akademik M. Bajraktarević.)

Treba posebno naglasiti činjenicu da je u ovom periodu doktoriralo oko 15 i magistriralo oko 20 stručnjaka (uzeti su u obzir samo poznati podaci) iz drugih naučnih oblasti koristeći se uslugama matematičara na modeliranju problema i numeričkoj obradi, što se može smatrati kao poseban doprinos matematičara u primijenjenoj matematici. Korisno je istaći da su bile najčešće korištene metode višedimenzionalne statističke analize (metalurgija, medicina, veterina), a zatim metode optimizacije (linearno i dinamičko programiranje — mašinstvo, metalurgija). Širinu i raznolikost problematike ilustruje spektar problema i metoda, počev od analize kauzalnosti karakteristika materijala pomoću statističkih višedimenzionalnih metoda do dinamičkog modeliranja konkretnih proizvodnih procesa.

Da bi slika o aktivnosti matematičara u primijenjenoj matematici bila potpuna potrebno je istaći da najobimniji dio posla predstavlja rad na rješavanju problema koji se utvrđuju dogovorom između radnih organizacija — korisnika istraživanja i istraživačkih institucija. Rad na ovakvim projektima traje, prosječno, i po 18 mjeseci. Treba reći da je značajna specifičnost ovog rada striktno poštivanje realnih pretpostavki problema, jer svaka promjena mijenja i sam problem. Pored privrede, dosta radova iz oblasti primijenjene matematike

finansirala je Samoupravna interesna zajednica za nauku Bosne i Hercegovine (na primjer, problem sistema informisanja, problem transfera naučnih informacija iz oblasti metalurgije itd.).

Danas u Bosni i Hercegovini ima oko 30 institucija u kojima se primjenjuje matematika, bilo u naučnom istraživanju bilo direktno u tehnologiji. Prema dosta slobodnoj procjeni, u ovoj oblasti radi oko 50 matematičara. Prosječno radno iskustvo je 4 do 6 godina.

PREGLED OBLASTI U KOJIMA SE PRIMJENJUJE MATEMATIKA SA PRIKAZOM TRENDOVA DALJEG RAZVOJA U NAŠOJ REPUBLICI

Matematika se primjenjuje u mašinstvu, metalurgiji, saobraćaju, građevinarstvu, tehnologiji, ekonomiji, sociologiji, biologiji, veterini, medicini, meteorologiji, zaštiti čovjekove okoline itd.

Iz dosta širokog spektra problematike mogu se navesti neki problemi za čije rješavanje je primjenjivana matematika: kontrola kvaliteta, prognoziranje, odnosno rekonstrukcija budućih ili prošlih faza na osnovu tekuće faze procesa, planiranje eksperimenata, problemi održavanja proizvodnih kapaciteta, problemi planiranja proizvodnje, problemi upravljanja i vođenja proizvodnih procesa te specifični problemi iz bioloških i medicinskih nauka.

U pogledu matematičkih metoda koje su korištene, prirodno je da postoji određena veza između rješavanih problema i primijenjenih metoda. Efikasnost pojedinih metoda najbolje se demonstrira na konkretnim problemima.

Vrlo često se u praksi susreću dosta složeni problemi koji se, međutim, mogu riješiti elementarnim matematičkim metodama. Nekad složenost i obimnost problema iziskuje vrlo dugotrajan rad na modeliranju i numeričkoj realizaciji na kompjuteru.

Po širini i mogućnostima primjene na prvo mjesto dolazi matematička statistika, najprije opšta, a zatim višedimenzionalna statistička analiza. Sada se otvaraju nova područja primjene teorije vjerovatnoće i matematičke statistike. To su problemi pouzdanosti sistema i statistička identifikacija diferencijalnih modela upravljanja. (Iz prvog područja prijavljen je i odobren doktorat sa osnovnom temom iz problematike održavanja — mašinski inženjer — a iz drugog su prijavljena i odoborena dva magistarska rada — matematičari). Na kraju, još treba spomenuti metode operacionih istraživanja sa akcentom na atraktivnost optimizacionih metoda.

U posljednje vrijeme javljaju se mnoge nove oblasti primjene matematike, mnoge od njih su uslovljene i vezane za razvoj savremene tehnologije i kompjuterskih sistema. Te oblasti doživljavaju sve vrši razvoj, dobivaju sve veći značaj i sve je šire područje njihove primjene. Neke od takvih oblasti bi mogle da budu:

a) Matematička teorija sistema

Matematička teorija sistema, kao disciplina koja se bavi algebarskim ili grafičkim interpretacijama konkretnih sistema, korištenjem tih interpretacija u cilju analiziranja rada sistema, optimiziranja rada sistema, računanja protoka podataka i slično, nalazi u praksi sve širu primjenu.

Matematička teorija sistema se kod nas do sada malo primjenjivala u praksi. Iako je poslovanje u mnogim radnim organizacijama danas takvo da predstavlja dobru podlogu za primjenu ove teorije (problemi urbanizma, demografska istraživanja, proizvodnja i slično), ona ipak još uvijek ne nalazi širu primjenu. Osnovni razlozi leže u tome što danas imamo veoma mali broj ljudi koji su stvarni stručnjaci za ovu oblast. Kao posljedica toga ne postoji ni stvarna podrška primjenama metoda matematičke teorije sistema u privredi ili u drugim oblastima.

Nesumnjivo je da matematičari moraju da budu glavni profil koji će biti obrazovan za rad u ovoj oblasti. Matematička teorija sistema je uglavnom zasnovana na matematičkom aparatu (teorija skupova, matricni račun, algebarske strukture itd.), odakle i proizilazi data sugestija. Sam način primjene teorije sistema je dosta raznovrstan i proteže se od jednostavnih metoda do najsloženijih matematskih disciplina. Zbog toga matematička teorija sistema može da nađe širok spektar oblasti svoje primjene i da svojim rezultatima vrlo brzo dokaže motive za njeno korištenje.

b) Teorija informacija

Teorija informacija je veoma praktična disciplina, jer se bavi problemima prenosa, razumijevanja i korištenja informacija. U vezi sa prenosom podataka, tzv. tehnički aspekt teorije informacija, već je odavno postavljena kompletna teorija koja je uglavnom zasnovana na statističkom aparatu. Ostala dva aspekta, tzv. semantički i aspekt efektivnosti, još su u fazi istraživačkog rada. Postoje, takođe, pokušaji objedinjavanja sva tri nivoa i uspostavljanja jedinstvene teorije informacija.

Teorija informacija je veoma dobar primjer kako matematski aparat može da nađe interesantne i korisne primjene. Teoretski aspekti mogu da se iskoriste kad se radi o telekomunikacionim sistemima, većim bazama podataka, realizaciji informacionih sistema i slično.

Kako je ova teorija još uvijek u fazi istraživačkog rada, može se reći, s obzirom da taj rad počinje da se razvija i u našoj sredini, da se kod nas neki konkretni rezultati i primjene mogu očekivati tek u bližoj ili daljoj budućnosti.

c) Teorija algoritama i teorija izračunljivosti

Ove dvije teorije razvijaju se u svijetu u novije vrijeme i uglavnom su orijentisane na teoretsko razmatranje i rješavanje problema koje su inicirali pojava i primjena savremenih kompjuterskih sistema. Naime, pojavom kompjutera koji imaju veliku brzinu rada i kapacitet memorisanja, postavilo se pitanje koji su problemi rješivi, a koji to nisu, bez ikakvih vremenskih i kapacitativnih ograničenja. Iz ovih i sličnih problema razvile su se discipline teorija algoritama i teorija izračunljivosti, koje su uglavnom zasnovane na matematičkom aparatu, tj. teoriji skupova i matematičkoj logici.

Iako su spomenute teorije veoma apstraktne, one ipak nalaze primjenu u raznim konkretnim problemima. Međutim, njihovo, efikasno korištenje, a posebno neki novi naučni doprinosi u ovim oblastima, zahtijevaju, prije svega, određenu matematsku širinu i zrelost, a tek zatim odgovarajuću nadgradnju. Zato, ocjenjujemo da obimniji naučni rad u ovim oblastima u našoj sredini još nema realnih uslova za dinamičniji razvoj.

d) Formalni sistemi

Pojavom kompjuterskih sistema formalni sistemi dobivaju sve značajniju ulogu. Oni nalaze primjenu kod kompjuterskih i informacionih nauka zbog toga što je i kompjuter „formalna mašina”, tj. manipuliše formalnim simbolima bez mogućnosti interpretiranja njihovog značenja.

Uslovi i način praktične primjene formalnih sistema, te njihovog daljeg naučnoistraživačkog razvoja uglavnom zavise od razvoja savremene tehnologije i kompjuterskih mašina. Naime, primijenjena matematika danas je uglavnom orijentisana na rješavanje konkretnih problema iz prakse, dok su formalni sistemi, teorija algoritama i teorija izračunljivosti teoretske discipline u kojima matematika predstavlja osnovu i nalazi široku primjenu.

Zbog toga će matematika u bližoj budućnosti nalaziti više primjene u praksi nego u drugim teoretskim disciplinama. Međutim, daljim razvojem i primijenjene matematike i drugih disciplina, njihova veza postajaće sve čvršća.

e) Matematički aspekti programiranja i matematički modeli podataka

Sve do prije desetak godina u oblasti računarskih nauka postojao je ne mali jaz između veoma razvijene matematičke teorije (teorija algoritama, teorija konačnih automata, teorija parcijalnih rekurzivnih funkcija itd.) i prakse, koja je doživljavala, a i danas doživljava permanentan razvoj i prodor u mnoge oblasti prirodnih i društvenih nauka. U razvoju metoda programiranja dominirala je intuicija, a elementi koji bi predstavljali uvod u primjenu formalnog aparata, kao

što su regularna i elegantna struktura, tek su prije desetak godina počeli prodirati u programske jezike i u metodologiju programiranja. Interesantno je da potreba za drukčijim pristupom u projektovanju programskih jezika i programa, koja je i omogućila primjenu elegantnog matematičkog aparata proizilazi iz potreba prakse u kojoj je odsustvo sistemskih pristupa i metoda dovelo do veoma obziljne krize. Radovi koji su predstavljali značajan prodor u direktnu primjenu matematičkog aparata u oblasti programiranja publikovani su prije deset godina. Dvije godine nakon toga publikovan je rad koji predstavlja podstrek ove linije istraživanja i zasniva pravu, istinski primjenljivu aksiomatsku teoriju programiranja, koja je faktički kompletirana aksiomatskom definicijom inferentnih pravila za dokazivanje korektnosti programa napisanih u jednom od najmodernijih programskih jezika.

Primijenjeni matematički aparat je matematička logika, i to predikatski račun prvog reda. Rezultati ovih istraživanja omogućili su da se formalnim putem dokaže parcijalna i totalna korektnost dobro struktuiranih programa, a takođe da se razvije i metod struktuirane sinteze programa u toku koje se, u postupku razvoja programa, konstruiše i dokaz korektnosti programa. Značaj ovih rezultata za praksu programiranja je u tome što su ove metode primjenljive i na neformalan način, pa ih je moguće afirmisati i u širokom krugu programera i istraživača.

Mnogi drugi rezultati vrijedni su pomena, posebno pristupi programiranju koji uključuju aksiomatski aparat za nedeterminističke programske strukture. Čitava jedna prilično nezavisna teorija programiranja, više matematski orijentisana ali sa (trenutno) ograničenim dijapazonom pristupa, začeta je 1968. godine, a zasnovana je na primjeni teoreme čvrste tačke za kompletne mreže i neprekidne funkcije. Ovaj pristup, prije svega primjenljiv na rekurzivne programe, više je algebarski orijentisan, a dao je neke takođe čisto matematičke rezultate u oblasti matematičke logike.

Kod nas je matematičkim aspektima programiranja posvećena izvjesna pažnja u toku nekoliko posljednjih godina. Republička zajednica za naučni rad finansirala je (istina, sredstva su veoma ograničena) projekat „Matematički aspekti računarskih nauka“, koji je velikim dijelom bio posvećen ovoj problematici. Publikovana je jedna knjiga u zemlji a druga u SAD-u, u kojima se, pored modernih metoda programiranja, izlažu i primjene matematičke logike na razvoj strktuiranih i korektnih programa. Takođe je publikovano i nekoliko radova u zemlji. Značajno bi bilo da se mlađi istraživački kadar posveti ovoj problematici, prije svega zbog toga što je ovdje, kao rijetko gdje, moderni matematički aparat uspješno primijenjen u oblasti koja je od izuzetnog značaja za mnoga područja nauke i prakse.

Pored ovih istraživanja koja su posvećena matematičkim aspektima programiranja, posljednjih godina matematički pristup modelima podataka dao je rezultate koji su od još većeg značaja za najširu primjenu kompjutera. Dugo je

trebalo da se pažnja istraživača okrene sa programa na podatke, na načine njihovog struktuiranja i predstavljanja velikih, integrisanih skupova podataka (baza podataka) koji je prihvatljiv za široki krug korisnika. U razvoju sistema za upravljanje bazama podataka, čije su prve verzije bile nezgrapne i opterećivale korisnika velikim brojem za njega nebitnih aspekata, prekretnicu je predstavljao veoma uspješan pokušaj da se matematički aparat algebre skupova, posebno aspekti koji se odnose na realizacije, primijene na modele baza podataka. U prvobitnom razvoju relacionih modela razvila su se dva tipa formalnih jezika za interakcije korisnika sa bazom podataka. Jezici tipa relacione algebre sastoje se od skupa operatora nad relacijama, uglavnom poznatih u algebri skupova, a upiti na bazu se definišu komponovanjem ovih operatora. Familija jezika tipa relacionog računa zasnovana je na otkriću da se predikatski račun prvog reda može iskoristiti kao relacioni upitni jezik. Dalji razvoj relacionih modela podataka dao je neke rezultate, prije svega u oblasti normalizacije realizacionih modela. Od praktičnih rezultata najznačajniji je razvoj manje formalnih relacionih upitnih jezika i relacionih sistema za upravljanje bazama podataka.

Kod nas tek sada postoje pokušaji da se istraživanjima u ovoj važnoj oblasti posveti odgovarajuća pažnja. Izvjesni ograničeni pokušaji u istraživanju matematičkih aspekata relacionih modela biće učinjeni u okviru projekta „Problemi savremene matematike”, a prilično obiman projekat praktične prirode „Relacioni sistem za upravljanje bazom podataka pedološkog informacionog sistema” posvećen je projektovanju jednog informacionog sistema za upravljanje bazom podataka. Oba projekta finansira Republička zajednice za naučni rad.

REZIME I ZAKLJUČCI

Iz svega rečenog proizilazi da postoje realni uslovi za dalji razvoj i proširenje primjene matematike.

Treba, prije svega, istaći proklamovani dugoročni interes naše samoupravne zajednice za uključivanje naučnog istraživanja kad su u pitanju problemi udruženog rada.

Dogovaranje na relaciji radne organizacije — korisnici istraživanja i istraživačke institucije je prirodan put koncipiranja svrsishodnog plana daljeg razvoja naučnog istraživanja u cjelini, pa i same matematike. Naime, treba uskladiti potrebe, s jedne, i mogućnosti, s druge strane. Postojanje Prirodno—matematičkog fakulteta u Sarajevu je izuzetno važan preduslov za dalji razvoj, jer bez temeljitog teorijskog obrazovanja uključivanje mladih kadrova u istraživanje biće sporo i skupo. Isto tako, ovaj fakultet kao matična institucija za matematiku može i treba pomoći u pogledu specijalizovanog obrazovanja za potrebe primijenjene matematike, na primjer, putem postdiplomskih i specijalističkih studija.

Važan preduslov za dalji razvoj je i stečeno iskustvo u primjeni matematike, kako samih matematičara tako i drugih stručnjaka. U sadašnjem trenutku postoje i određene teškoće koje koče dalji razvoj. Najprije, to su teškoće u obrazovanju, kao, recimo, nedostatak domaće literature, te nedostatak razmjene iskustava i rezultata u radu.

Može se reći da je, u prosjeku, potrebno oko pet godina da se diplomirani matematičar osposobi za timski rad na primjeni matematike. Ovo je razlog zbog čega se često javlja preopterećenost iskusnijih istraživača. Činjenica da postoji znatna fluktuacija najčešće osposobljenih kadrova (prelasci u razvijenije regione u Republici, a i odlasci u druge republike i pokrajine) pokazuje da postoji potreba za osposobljenim kadrovima, ali i da postoje i razlike u vrednovanju i u uslovima rada u različitim sredinama. Ekonomske efekte primijenjene matematike nije moguće direktno dokazati, ali stalno proširenje problematike, oblasti primjene i primijenjenih metoda očito ukazuju na prisutnost ovih efekata.

Dozvolite da se izvinemo za eventualne propuste, nepreciznosti, i nejasnoće, s uvjerenjem da će diskusija upotpuniti ovo što smo iznijeli i doprinijeti donošenju svrsishodnih zaključaka.

U cilju pokretanja diskusije i što boljeg koncipiranja daljeg razvoja primijenjene matematike, dozvolite da navedemo nekoliko inicijalnih opštih konstatacija:

1. Najvažnije za dalji razvoj primijenjene matematike je dobar teorijski osnov stečen na redovnom studiju na Prirodno—matematičkom fakultetu.

2. Imajući na umu da opšti napredak cijelog društva, pa i matematike zavisi od toga kako napreduje privredna djelatnost, matematičari u primijenjenoj matematici treba da imaju na umu konkretne probleme korisnika matematike i da svoj matematički doprinos usmjere na što kvalitetnije rješavanje ovih problema do nivoa konkretne upotrebe rješenja, jer se samo na ovaj način stvarno može postići dalje efikasno proširivanje korištenja primijenjene matematike.

3. Nedostatak razmjene iskustva usporava razvoj i nalaže formiranje tijela ili određivanje institucije koji bi pokrenuli i riješili ovaj problem.

4. Problem obrazovanja stručnih kadrova je fundamentalan. Od uspješnog rješenja ovog problema direktno zavisi dalji razvoj, zato to nije problem pojedinih institucija koje rade na primjeni matematike. Njega treba rješavati integralno za cijelu Republiku.

5. Naša bi sugestija bila da se među zadatke daljeg razvoja primijenjene matematike u Bosni i Hercegovini uvrsti problematika upravljanja i vođenja proizvodnih procesa. Ovdje se misli na nekoliko stvari. Najprije, problematika je izuzetno složena i zahtijeva komplikovan matematski aparat, počev od integro—diferencijalnih sistema do stohastičkih procesa. Dalje, problematika je tako važna za dalje povećanje produktivnosti da se može reći da nema oblasti proizvodnje koja nema interesa za ovu problematiku. Treće, rad na ovoj oblasti pruža mogućnost

matematici da značajno doprinese poboljšanju proizvodnje i time stvori prostor za dalje proširenje njenje upotrebe, a time i spoznaju o neophodnosti daljeg podizanja opšteg nivoa i širine matematike u Bosni i Hercegovini. Četvrto, uspješno realizovanje upravljanja i vođenja procesa nije moguće bez rješenja niza pratećih problema, dakle bez tijesne saradnje sa stručnjacima iz drugih naučnih oblasti.

6. Takođe treba obratiti posebnu pažnju na sve širu upotrebu kompjuterskih sistema u raznim oblastima savremenog života, te na mogućnosti koje ta upotreba pruža. Tu se misli kako na upotrebu raznih numeričkih metoda, statističkih proračuna i slično, tako i na razvoj savremenih naučnih disciplina koji je uslovljen razvojem tehnologije. Discipline kao što su matematička teorija sistema, simulacija i modeliranje, optimizacija, programiranje i organizacija podataka itd. imaju značajne praktične primjene, a osnov im je matematički aparat. Zbog toga je potrebno obratiti posebnu pažnju na ove teorije, kako u obrazovnom procesu tako i u praktičnim primjenama. Sve ove teorije mogle bi da nađu mjesto na jednom posebnom postdiplomskom studiju na Prirodno—matematičkom fakultetu u Sarajevu ili u odgovarajućem specijalističkom studiju.

