

# Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

---

Josef Schmidtmayer  
Matematika v technice

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 1 (1956), No. 3, 329--339

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137128>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1956

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

---

# MATEMATIKA V TECHNICE<sup>1)</sup>

## 1. Úvod

Dnes je všeobecně známo, jakým účinným a stále hledanějším pomocníkem technického pokroku je matematika. Méně se již zdůrazňuje, že naopak některé velmi dokonalé stroje a přístroje mohou být nepostradatelnými spolupracovníky ryzejších matematiků. Nejméně často se hovoří o člověku, který je v pozadí a nad všemi těmi vztahy, jež ohromují laika. Tvářnost matematiky, sloužící přímé podpoře tvorby dokonalejších hodnot průmyslovou cestou, se rychle mění. Je třeba si všimnout, a bedlivě všimnout, této okolnosti; a to jak v souvislosti s věcnou tematikou, tak i pokud jde o osoby, které tlumočí výsledky matematiky jiným vědám, zejména technickým, výzkumu i výrobě.

Ve světové literatuře se těchto otázek dotýká řada drobných zmínek i obsáhlejších referátů. Zde si všimneme v odstavci 2 podnětného příspěvku předneseného pracovníkem společnosti Bell Telephone v září 1955 v Ann Arbor na zasedání Americké matematické společnosti, a publikovaného v únoru 1956 v oficiálním měsíčníku oné společnosti [2].

S autorovými závěry nelze podle mého mínění zcela souhlasit; zhodnocení a rozbor však ponecháme do odstavce 4. Pro úplnost je třeba připomenout, že autor se ve svém pojednání zaměřil spíše na matematika-vědce než na matematika-technika. Matematika v technice ovšem potřebuje obou.

## 2. Matematika jako průmyslové povolání

### 2.1. Vývoj a dnešní stav

T. C. Fry se zúčastnil již v minulosti některých šetření o počtu matematiků zaměstnaných v průmyslu USA. Zajímavé je i pouhé formální srovnání: na počátku 20. století to bylo jen několik málo jednotlivců (na př. Steinmetz, Campbell), v r. 1940 asi 150 a v r. 1954 asi 1500 osob.

Jaký byl stav v přírodních vědách kolem r. 1900? V r. 1905 formuloval Einstein speciální teorii relativity, r. 1901 uveřejnil Planck svou kvantovou hypotézu. Nic z toho však nemělo přímého účinku na vědu.

Spojovací prostředky byly lodě, automobily, telegraf a telefon. Biologie znala Mendelův zákon, zcela neznámými však byla dnes zcela běžná slova virus, vitamin a pod. Neexistovala biochemie.

A pokud jde o matematiku, kdo se tehdy zajímal o teorii hry, teorii informací, o teorii plánování, syntesu síti a pod.?

Průmyslová výroba vyvíjející se s přírodními vědami nám dnes dává látky a předměty, které od základu mění stav z počátku století: nové látky (na př. nylon), televise, letadla, atomové bomby, elektronové mikroskopy a j. Tyto nové věci jsou jedním typickým znakem základních změn v technice.

S těmito novými věcmi se setkáváme na každém kroku, avšak samy o sobě nevyvolávají rostoucí poptávku po průmyslových matematicích. Vždyť kolem r. 1900 výrobci aut, lokomotiv a zaoceánských parníků nepotřebovali matematiků; a většinou jich nepotřebují dodnes. Proč se po nich naopak shánějí dnešní výrobci

<sup>1)</sup> Uveřejňuje se jako diskusní příspěvek. *Redakce.*

letadel? Námořní děla a strojní pušky konstruovali inženýři; proč má řízenou střelu spolukonstruovat matematik? Rozhlasový a televizní přijímač ukazují, co umějí inženýři; proč tedy bylo třeba ve značné míře se opřít o matematiku, aby mohly být postaveny koaxiální reléové stanice k zesilování televizních signálů? Autor zatím ponechává otázku bez odpovědi a pokračuje v líčení dalších změn, ovlivňujících výrobu.

Další změnou v technice je v z r ů s t p o ž a d a v k ů n a v ý k o n technických zařízení. Tak na př. pro výrobu zámořského kabelu pro současný přenos 36 telefonních hovorů bylo třeba vybudovat úplně novou pomocnou továrnu, třebaže kabel vyráběla nejstarší (a nejzkušenější) továrna toho druhu na světě. Bylo třeba zkonstruovat přístroje plynule kontrolující tloušťku a dielektrickou konstantu plastické izolace a příslušné servomechanismy, samočinně regulující výrobu, aby elektrická kapacita kabelu byla všude stejná. Proč tolik takové i jiné péče? I bez této péče by byl vyroben dobrý kabel. Jenže — místo 36 hovorů by pak byl s to přenášet jen 30, nebo snad pouze 25 rozhovorů, i méně.

»Je přirozené: když věda jde kupředu a vytváří nové poznatky a nové postupy, průmysl nalezne vhodné cesty, jak jich použít. Avšak jen v tom rozsahu, v jakém lidé z průmyslu sledují nové poznatky a jsou schopni jich využít. A tak stoupající úroveň klade požadavky nejen na materiály a stroje, ale i na lidi, kteří konstruují a navrhují výrobky a výrobní postupy. . . Často je to více, než může dokázat jediný člověk. Tím se přibližujeme k jednomu ze základních důvodů, proč průmysl potřebuje matematiky . . .«

Konečně je třeba zdůraznit třetí důležitý rys nové techniky. Je to snaha řešit určité celkové situace vytvořením úplné, harmonicky sladěné soustavy výrobních a provozních prostředků tak, aby bylo dosaženo optimálních výsledků (komplexní řešení). Moderní technologie si dobře uvědomuje, že jednotlivé složky vývoje a výroby nejsou vzájemně nezávislé, že každá z nich souvisí nějak s ostatními a že je třeba rozumně plánovat, aby výsledek byl nejvýhodnější s hledisek, která jsou v daném případě rozhodující.

Příkladem takové úplné soustavy může být NIKE<sup>2)</sup> protiletadlová obranná soustava, která je budována kolem velkých měst USA.

Soustavu NIKE nebylo možno budovat bez podkladů. Konstrukčním pracím nutně předcházelo podrobné studium, jímž mělo být zjištěno, jak daný problém

<sup>2)</sup> Niké je jedním z příjmů řecké bohyně Athény a značí »vítězná« (νικη = vítězství) Athény. Athény byla bohyní s rozvahou vedeného vítězného boje.

NIKE, o níž se hovoří nahoře, je v podstatě dálkově řízená raketová střela na tekuté palivo se startovací raketou na práškové palivo. Pro americkou pozemní armádu ji konstruovala firma Western-Electric a vyrábí firma Douglas pod značkou SAM-A-7 »NIKE 1« (SAM = Surface to Air Missile = řízená střela pro pozemní obranu proti útoku ze vzduchu). Podle kusých zpráv tisku má být schopna zasáhnout útočící bombardér v okruhu 40 km a, ve výšce do 20 km.

Velká města USA jsou postupně opatřována obrannými »hnízdý«, z nichž každé má 4 odstřelovací rampy skryté ve dvou podzemních betonových bunkrech rozměrů 20 m x 20 m. Každý bunkr obsahuje 16 střel. Při poplachu vyjedou rampy na povrch a je možno odpalovat jednotlivé střely, dlouhé 6 m a vážící 450 kg.

Na př. Washington má být obklopen celkem dvanácti obrannými hnízdý; více jich má mít New York, při čemž asi tři jsou již vybudována. Náklady na jedno hnízdý se odhadují na 500.000—750.000 dolarů. Koncem 1952 prý bylo vyrobeno již 1000 kusů NIKE.

Střela je vedena se země zařízeními umístěnými v hlavě, a to až do okamžiku, kdy převezme řízení samočinný hledač cíle. Dálkové vedení se země obstarává elektronická centrála společně pro několik hnízd. Centrála je vybavena elektronickými počítačimi stroji.

Koncem ledna 1955 měla být hotova větší varianta NIKE B, která má mít atomovou nálož, aby mohla zneškodnit všechna letadla blížící se k cíli v pásu šířky 800 m. (Viz [8].)

Název NIKE přešel na celou obrannou soustavu.

formulovat, zda je vůbec možné uspokojivé řešení za daného stavu techniky, a v kladném případě pak mělo být rozhodnuto o prostředcích. Přitom bylo nutno brát v úvahu nejen okamžitý stav, ale i pravděpodobný vývoj ve všech příslušných technických oborech ovlivňujících svými výsledky práci celé soustavy.

Při plánování a konstrukci takové soustavy je třeba podrobně uplatnit velmi mnoho poznatků z řady vědeckých a technických oborů. K tomu je třeba kolektivitu odborníků.

Dospívám tak ke čtvrtému základnímu rysu dnešní technologie — ke kolektivnosti práce. Víme dnes mnoho — daleko víc než počátkem našeho století. Víme-li více, můžeme více dokázat. Nejvíce však zvíme, budeme-li pracovat v kolektivu; proto i o dosažení největších výsledků musíme usilovat kolektivně.

Tento čtvrtý rys je důsledkem prvních tří: obrovského vzrůstání vědeckých poznatků, zvyšování úrovně výkonů, komplexního řešení daných problémů kolektivem pracovníků.

## 2. 2. Proč hledat matematiky?

Ukázalo se, že matematikové jsou užitečnými členy kolektivů, řešících komplexně obtížnou technickou situaci.

Autor se domnívá, že posláním matematika není podrobné řešení jednotlivých konkrétních úkolů. »Matematikové sice někdy řeší určité problémy v průmyslu i jinde. Obvykle si však přitom nepočínají dobře. Určitě nejsou tak dobří jako stroje... Úkolem matematika je formulování problémů, nikoli jejich řešení.« To platí na př. i o matematicích, kteří se specialisují na »strojovou matematiku«. Dostanou-li do rukou materiál ke zpracování, zpravidla nejprve rozbírají podstatu problému a znovu jej formulují. Nezřídka se stává, že technik či vědec, který přišel k matematikovi se svými podklady a se svou koncepcí problému, odchází od něho přesvědčen, že jeho problém je zcela jiné povahy, než se původně domníval.

»Je tomu tak proto, že matematik je odborníkem v analýze vztahů, v rozpoznávání podstatného od méně důležitého při formulování těchto vztahů... takže se stal významným činitelem v průmyslových výzkumných kolektivech. Tyto rysy jsou zřejmě nejhledanější v počátečním stadiu, kdy se daná situace studuje a kdy se vypracovávají plány. Mnohem menší úlohu má při provádění těchto plánů. Příkladem je NIKE: studium a plánování vyžadovalo kolektivitu odborníků z mnoha inženýrských oborů — z oboru pohonů letadel, aerodynamiky, radaru atd., stejně jako z kruhů vojenských. Avšak ústředními členy kolektivu byli matematikové. Nebylo to jen proto, že bylo třeba přihlížet k teorii hry. Bylo tomu tak zejména proto, že matematikové lépe než ostatní vědci jsou schopni odkrývat nejdůležitější vlákna skrytá v bezvýznamných podrobnostech a rozmanitých způsobech vyjadřování ostatních věd.« V pozdějších stadiích vývoje měli matematikové stále méně významnou úlohu.

## 2. 3. Výhled do budoucnosti.

Pokrok ve vědě půjde dál a pravděpodobně velmi rychle. Dnes je běžným pojmem elektronový mikroskop, nadzvuková technika, studium materiálů při velmi nízkých teplotách. Lze jistě očekávat, že brzy budeme lépe rozumět souvislostem mezi chemickou stavbou a fyzikálními vlastnostmi hmoty, takže bude možno propočítat fyzikální vlastnosti látky ještě dříve, než vůbec bude vytvořena. Možná,

že jednou půjdeme i obráceně: podle přesně specifikovaných vlastností látky bude propočítávána stavba její molekuly.

Až budou nalezeny cesty k získání dostatečných množství zcela čistých chemických prvků, můžeme očekávat prudký vývoj v poznání živé hmoty.

V průmyslu ovládá výhled do budoucnosti automaticky řízená továrna. Její problematika se rozvíjí současně s problémy využití nukleární energie a neva-kuových zařízení, jako feritů, polovodičů a transistorů.

Spolehlivost a malá spotřeba energie těchto zařízení umožní vybudovat sdělovací soustavy nepředstavitelné kapacity a téměř fantastická řídicí zařízení. Jedním z důsledků bude možnost rozsáhlé decentralisace jednotlivých částí továrny, řízené automaticky jedinou řídicí soustavou.

Problémy v průmyslu se tím stanou ještě složitějšími než dnes. Práce v kolektivu bude tedy pro budoucnost ještě nezbytnější než dnes.

Pokud jde o matematiky, poptávka po nich jistě nebude menší než nyní. Není náhodou, že tato poptávka prudce vzrostla v posledních 15 letech, poznamenaných kolektivností vědeckého i průmyslového výzkumu. Autor se domnívá, že hlas matematiků ve výzkumných kolektivech bude spíše poradní než řídicí.

Členové takového pracovního kolektivu budou muset znát více věcí a budou jim muset rozumět důkladněji než dnes. To bude vyžadovat lepší vzdělání.

»... průmysl dnes přijímá větší podíl osob dosáhnuvších akademického titulu Ph. D. než kdykoliv dřív... Znam společností, u nás i v cizině, které přijímají stovky graduovaných inženýrů a umožňují jim dosažení vyššího vzdělání na účet podniku.«

Jaký tedy má být matematik - vědec pro tyto úkoly budoucnosti? Autor říká:

»Dnešní stav výuky pro stupeň Ph. D. nevychovává průmyslové matematiky, kteří by měli dnes potřebný vědecký rozhled. Jsou tedy tím méně vhodní pro budoucnost, v níž budou žít.«

Podobná situace je i v jiných přírodních vědách. Matematika má však tu nevýhodu, že ji ovládá zakořeněný mylný názor, jako by matematik byl právě jen řešitelem konkrétních úloh.

Průmysl však potřebuje vynikající jedince, schopné formulovat problémy, suverénní poradce, kteří jsou částí nejvyššího řídicího orgánu podniku.

Běžné požadavky na takového pracovníka jsou: musí mít zkušenosti a schopnosti v základních myšlenkových procesech matematiky a bohaté znalosti z jejich rozmanitých odvětví.

Dále musí být schopen pracovat účinně v kolektivu. Musí mít proto rozsáhlé vědecké zájmy a musí mnoho vědět o ostatních vědách; jen tak může inteligentně spolupracovat s ostatními členy kolektivu. Musí to být prostě osobnost vhodná pro práci opírající se o společné úsilí celé skupiny. Citujeme dále slova:

»Musí to být člověk vynikajících schopností. Nikdo netouží, aby mu radila prostřednost. Mezi průmyslovými matematiky není místa pro průměrného pracovníka.«

#### 2. 4. Úkoly vychovatele.

Dosavadní úvahy vyplynuly zčásti z pozorování a zhodnocení stavu techniky a vědy z období mezi r. 1908 a 1955. Za těchto 47 let, což je průměrný »pracovní věk« člověka, který vstoupí na vysokou školu v 18 letech a dožije se 65 let, se změnilo velmi mnoho. Uvědomme si, že dnes nevychovááme vědce a techniky jen pro dnešek, ale pro přístích 40—50 let.

Výchova se musí zaměřit na nejtřívalejší hodnoty vědy — způsoby myšlení, základní odvětví, příznačné vztahy k filosofii i jiným vědám. Takové vzdělání nebude bezcenným, i když v něm nepůjde zrovna o konkrétní věty a přesně omezené aplikace. Takový duševní výcvik se může opírat zřejmě jen o dnešní a věčejší problémy; jeho účelem však má být osvětlení problémů zítřka, nikoli řešení dnešních problémů.

Tyto cíle mohou zajistit podle autora dvě věci: Jasně zhodnocení potřeby (nikoli, »že je třeba matematiků«, ale k čemu je jich třeba) a správné hospodaření s časem.

Pokud jde o čas, chce autor směřovat vše podstatné, co je třeba přijímat z minulosti, do menšího počtu studijních let. Nebude to snadné. Zejména proto ne, že se střetneme s jinými úkoly výchovy, o nichž se všeobecně ví a jež jsou až příliš obecně považovány za správné.

»Proč na příklad nevyučujeme algebře souběžně nebo před aritmetikou? Je snad těžší pochopit, že  $a+a=2a$ , než  $1+1=2$ ? ... nemohli bychom učit základům analýzy v devátém ročníku? A nemohli bychom začít s její výukou hned v komplexní rovině? Konečně, nemohli bychom to vše dokázat bez zvýšení počtu hodin, který je dnes věnován matematice jako vysokoškolskému předmětu?«

To je v podstatě závěr T. C. Frye.

### 3. Ještě o matematice v průmyslu

#### 3. 1. Jaké jsou cíle?

Po přečtení stručného vyličení Fryových názorů by mohl čtenář namítnout: Proč se věnovalo tolik pozornosti právě soustavě NIKE, příkladu čpíciemu válkou, dokonce ještě ve zvláštní poznámce jdoucí do podrobností? Zajisté především proto, že je to jediný podrobně prohovořený příklad ve Fryově článku. Avšak i kdyby tomu tak nebylo, věnovali bychom mu opět stejnou pozornost, a to ze dvou příčin.

Za prvé: Problémy souvisící s dálkovým řízením dráhy tělesa letícího zemskou atmosférou, jsou z těch, které lze dnes vůbec uskutečnit, jedny z nejsložitějších. Zde se mohou úplně uplatnit výsledky z nejrozmanitějších oblastí teorie i praxe v nejmenších odstínech.

Za druhé: Je třeba vidět skutečnost. Je totiž zřejmě skutečností, že existují fantastické zbraně protiletadlové obrany. Lze očekávat, i když se zatím o tom podrobně nehovoří, že stejně intenzivně se pracuje na prostředcích, které by naopak dovedly zneškodnit i soustavy, jako je NIKE. Bylo by ovšem možno zaujmout k věci pštroší postoj a přecházet vše mlčením — mlčením, které na stavu oněch skutečností nic nezmění. Vysvětlení, proč je lépe nestrkat hlavu do písku, lze shrnout stručně: Je zdravé vidět skutečnost, jaká je; nebrat ani růžové brýle, ani smuteční závoj. Mnoho v tomto směru vyjadřuje několik vět z birminghamského projevu N. S. Chruščeva:

»Chcete-li hovořit o vodíkové pumě, pak zůstává skutečností, že jsme první provedli pokusný výbuch s vodíkovou pumou, svrženou s letadla. USA teprve plánují takový pokus, protože při svém předešlém pokusu nepoužili vodíkové pumy, ale vodíkové aparatury.

Velký důraz se nyní klade na řízení střely. Také zde můžeme soutěžit. Jsem si zcela jist, že budeme mít brzy řízené střely s vodíkovou náloží, které budou moci dopadnout kdekoli na světě.«

Zde ovšem nemůžeme zacházet do podrobností, neboť technické údaje k dispozici nejsou.

Byla by ovšem chyba zůstat jen u aplikací souvisejících s válkou, u aplikací, jež asi zůstanou doménou několika málo velkých mocností. Neboť cílem lidského snažení by mělo být zkrásnění života, zredukování těžké tělesné i duševní práce a využití moderních strojů i pro odlehčení od často opakovaných procesů duševních. Krokem k tomuto cíli má být automatizace výroby i jiných procesů. Inženýr J. Basilevskij [7] hovořil počátkem r. 1956 na moskevské konferenci »Cesty rozvoje výstavby sovětských matematických strojů a přístrojů« o strojích řešících složité ekonomické problémy, o bibliografických strojích, o jazykových překladačích, o strojích vyprávějících jednoduchý text, o strojích samostatně kontrolujících určitý proces tím, že porovnávají početní řešení problému s naměřenými hodnotami, a podle toho porovnání dále řídí průběh procesu.

Každý vědecký pracovník by jistě ocenil na př. dokonalý bibliografický stroj: Stačí jen představit si dnešní pout' za dokumentací, prohlížení časopisů a knih (pokud se dostanou vůbec do ruky), obcházení knihoven a známých, shánění mikrofilmů, čtecích přístrojů, kopií, čekání na výměnnou službu atd.

S podporou takových pomocníků by nebyl ve věku automatizace problémem pracovní týden ani s méně než 40 hodinami.

Nutnou složkou vývoje tímto směrem by ovšem byla výchova člověka k tomu, aby uměl využít volného času k dobru svému i ostatních. Aby pro každého nastal kulturní rozkvět s možnostmi věnovat se věcem veřejným, poesii, filosofii atd. Nikoli ovšem na útraty lidských otroků jako ve starém Řecku, nýbrž ve spolupráci s dokonalými stroji. To je perspektiva. Všimněme si však blíže některých konkrétních podrobností dneška.

### 3. 2. A jaké prostředky?

Z předchozího je zřejmé, že ve všech technických vědách roste význam matematiky a že se dostává do popředí samočinný matematický stroj, nazývaný také strojem pro zpracování informací.

Bylo by ovšem omylem domnívat se, že matematická teorie je tím postavena stranou. Ruku v ruce s rostoucím významem strojů roste vážnost mnoha zdánlivě velmi odlehlých odvětví matematiky, jako jsou na př. matematická logika, teorie čísel, abstraktní algebra, topologie a j. Jiné disciplíny, jako teorie hry, teorie informací, všechny úseky numerických method a obecná teorie pravděpodobnosti jsou dnes již samozřejmými spolupracovníky. Vše, co bylo jmenováno, přispívá k budování strojů: Stroje naopak vracejí matematice svůj dluh, zejména při řešení algebraických a diferenciálních rovnic a jejich soustav a vůbec všude, kde jde hlavně o numerické výpočty.

Uvedeme nyní některá typická užití matematických strojů číslicových i analogových. Stručně lze říci, že číslicový stroj provádí podrobně matematické operace a vytváří z podkladů ve formě čísel závěry téhož druhu. Analogový stroj pracuje spíše jako model zkoumané situace. Nedává přímo číselné výsledky, pracuje však několikrát rychleji než stroj číslicový.

Na moskevské konferenci, o níž byla řeč v odstavci 3. 1., hovořil akademik S. Lebeděv [7] o elektronickém číslicovém matematickém stroji BESM (Bystrodejstvujuščaja Elektronnaja Sčetnaja Mašina) vytvořeném v Akademii věd. Za jedinou vteřinu koná stroj sedm až osm tisíc aritmetických operací (pramen [7] bohužel nespecifikuje blíže druh operací; je známo, že výkon při sčítání může být větší než při násobení a pod. — zde tedy není zcela jasno). Při sestavování geo-

detických map bylo třeba řešit soustavy rovnic o 800 neznámých a vykonat přitom 250.000.000 aritmetických operací. Stroj to vše splnil za méně než 20 hodin. Stroj nahradí desítky tisíců lidských pracovníků a vykoná za jedinou hodinu více práce, než by dokázal jediný člověk za celý život.

Pro speciální účely byly v Akademii věd zkonstruovány stroje »Střela«, »Ural«, »Počasí« a jiné. »Střela« je universální stroj pro potřeby průmyslu, konstruovaný v rámci ministerstva pro výrobu automatizačních přístrojů a zařízení. Pracuje rychlostí 2000 operací (nespecifikováno blíže) za vteřinu.

Seriový universální stroj »Ural« je určen pro výzkumnické a technické práce i pro potřeby vysokých škol.

Speciální »Počasí« je určeno ke zpracovávání meteorologických podkladů a k předpovídání počasí.

V hutnictví propočítávají tyto stroje všechny prvky tavby, určují opravy a sdělují je samočinným regulačním přístrojem, které zajistí nejvhodnější podmínky pro tavbu.

Kromě podrobných strojů pro řízení dopravy a j. se hovořilo o aplikaci stroje BESM k překládání, na př. z angličtiny do ruštiny. Stroj nepřekládá otrocky jen význam slov. Podle mluvnických pravidel zavedených do jeho paměti časuje, skládá, respektuje větnou skladbu a pod.

Možnosti stroje jsou ovšem přece jen omezené. Jednak rozsahem slovníku, jednak rozsahem pravidel do něho zavedených. Stalo se na př., že při překládání z anglických »Times« narazil stroj na pojem »železná opona«. Při sestavování slovníku se s takovou možností nepočítalo. Stroj »neporozuměl«, nenášel ve svém slovníku potřebných slov, vynechal je tedy a pokračoval v překládání.

Stroj BESM je vůbec jedním z nejvýkonnějších číslicových strojů. Svou rychlostí se značně přibližuje strojům analogovým.

Pravděpodobně mnoho podrobností o překládání obsahuje soubor čtrnácti prací z vysoké školy Massachusetts Institute of Technology [5]. V recenzi této knihy [6] je alespoň naznačen způsob práce strojového překladače.

Mechanické překládání, staré teprve asi 10 let, je v dětských střevíčkách. Jeho rozvoj závisí na pěti činitelích (podle citované práce [5]). Prvním je vytvoření dostatečně obsáhlé a přitom nejméně nákladné slovníkové a pravidlové paměti. Druhým je přizpůsobení stroje, aby sám mohl »číst« překládaný text z listu, strojového rukopisu, nebo aby jej mohl přijímat přímo v podobě hovorového diktátu. Tiskem již proběhly zprávy o prototypch fotoelektrických zařízení, která umožňují matematickým strojům »číst«. To jsou činitele ryze inženýrské. Zbývají tři činitele jazykové: otázka optimální redukce slovníku, otázka koncovek (zejména u slovanských jazyků) a otázka větné skladby.

Užití strojů v lineární algebře je dnes již notoricky známé. Řešení soustav majících i 1000 rovnic není nemožné. V geodesii byla řešena dokonce soustava mající 2300 rovnic. V Ústřední technické knihovně, v oddělení firemní literatury, Praha, lze na př. nahlédnout do prospektu nabízejícího číslicový stroj pracující ve dvojkové soustavě, English Electric DEUCE (Digital Electronic Universal Computing Engine). Stroj řeší soustavy lineárních algebraických rovnic třemi metodami: metodou hlavních prvků, Gaussovou—Seidelovou a Choleskiho. DEUCE nikterak nevyčníká mezi záplavou rozmanitých příbuzných, neboť řešil nejvýše soustavy o pouhých 115 rovnicích při 37 různých pravých stranách. Jeho oborem je jinak inverse matic, určování vlastních hodnot, řešení dif. rovnic a jejich soustav, harmonická analýza, vyšetřování kmitavých jevů v letectví, plete se i do ekonomie a pod. (podrobněji viz [1]).



Letectví a nukleární technika jsou jedněmi z těch oborů techniky, které jsou značně náročné na matematiku. Zůstaneme u letectví. Je dobře známo, že na př. teorie funkcí komplexní proměnné je cenným pomocníkem při studiu dvojrozměrných jevů. I zde značně pomáhají stroje při propočítávání konformního obrazu daného předmětu v komplexní rovině [10].

Zdá-li se někomu, že na př. konformní zobrazování není zrovna pohodlná práce, necht' pochopí rozpoložení technika, který by byl horoucně vděčný za rozšíření podobných teorií na trojrozměrný prostor. Tam totiž by pro něho mělo pravou cenu to, čím napodobuje ve dvou rozměrech skutečnost nezbytným idealisováním. Matematika však vyřkla ortel: V trojrozměrném prostoru nelze uskutečnit něco, co by bylo teorií jakési nadkomplexní proměnné — nejvýše by bylo možno někdy zaútočit oklikou přes kvaterniony. Letecký inženýr musí sáhnout k experimentu nebo k napodobení skutečnosti — sáhne k analogovým zařízením. Má-li málo možností, spokojí se elektrickou vanou, je-li šťastnější, přijde mu na pomoc elektronický analogový stroj. Užítí číslicových strojů pro rozsáhlé numerické výpočty je samozřejmé.

V Britském královském leteckém ústavu (R. A. E.) ve Farnborough mají trojrozměrný analogový TRIDAC (Three - Dimensional Analogue Computer) konstruovaný společně pracovníky R. A. E. a výrobce, fy Elliot Brothers [9]. Strojový celek zaujímá pozemek výměry cca 560 m<sup>2</sup>. Ve stroji lze podrobně vyšetřovat let řízené střely, letadla v bojové akci a pod. s plným přihlédnutím ke skutečnosti. Stroj pracuje právě tak rychle, jak střela letí, a stačí reagovat na každou změnu v jednotlivých parametrech.

Nasycení takového stroje informacemi ovšem není maličkost. Jen pro zachycení neměnných parametrů obsahuje 2000 potenciometrů. K respektování známých změn (rychlosti zvuku s výškou a pod.) jsou určena další zařízení, podobně pro změny jiného druhu.

Stavba stroje byla zahájena v lednu 1950, v roce 1954 byl ve zkušebním stadiu. Odhaduje se, že nahradí 1000 osob vybavených elektrickými stolními počítačnými stroji.

TRIDAC je v rukou britského vojenského letectva. Daleko pozoruhodnější však je, že přesto bude k dispozici i průmyslu.

Posledních pár řádek nutí k zamyšlení a k otázce: Proč se nedostává větší publicity záslužné práci kolektivu ÚMS (Ústavu matematických strojů ČSAV), vedenému Dr A. Svobodou? Jistě není vinou tohoto kolektivu, když význačný představitel našeho výzkumnictví (Dr J. Bačkovský) musí veřejně pranýřovat výrobu v oboru matematických strojů, výrobu, která má výsledky práce ÚMS vřadit co nejdříve do technické praxe. Co k tomu říká na př. po zprávě o »matematickém mozku« Zeissový továrny v Jeně, který byl postaven v rekordní době 7½ měsíců? O tom, že krátké výrobní lhůty jsou realizovatelné, svědčí nepřehledná řada dnes již běžně užívaných strojů v nejrůznějších zemích světa.

Matematické stroje jsou současně ukázkou, jak skutečně vše souvisí se vším, ovšem ve shodě s možnostmi a požadavky reálného světa. K zařízení, v němž žhnou tisíce elektronek, musí na př. promluvit i odborník z chlazení. Jen malý příklad [4]: Číslicový stroj Remington Rand UNIVAC (výkony: 1905 sčítání nebo odčítání za sec, nebo 465 násobení za sec, nebo 257 dělení za sec, nebo 2740 porovnání za sec) má 5400 elektronek a vydává teplo 86 000 kcal za 1 hodinu. Bylo třeba zkonstruovat speciální chlazení. V uzavřeném okruhu cirkuluje strojem 450 m<sup>3</sup>/min. chlazeného vzduchu. Bylo by možno vybrat mnoho jiných otázek. Spokojíme se zmínkou povahy hospodářské.

Práce strojů nemůže být pochopitelně hospodářsky pasivní. Zřejmě nemusí být, neboť se o ně počínají opírat i vysloveně obchodní podniky, na př. velké obchodní domy. Inventura a rozbory pohybu nejrozmanitějších ukazatelů — z nichž vyplývají přímé podněty pro výrobu — mohou být prováděny denně i v každém delším časovém intervalu.

Při veškerých strojových vymoženostech je třeba zdůraznit: žádný sebedokonalejší stroj nikdy nenahradí tvůrčí činnost člověka.

#### 4. Závěr

Vstupujeme do věku nukleární energie, automatisace a rozšíření prostoru, ovládaného člověkem, o nejbližší kosmické okolí naší planety. Slovo astronaut přestává mít pohádkově fantastický nádech a stává se běžným prvkem vědeckotechnického názvosloví.

Technické problémy plynoucí z tohoto vývoje se komplikují a je třeba je řešit komplexně — ve velkých celcích tak, aby bylo dosaženo optimálního výsledku. Nepostradatelným pomocníkem technických věd při řešení složitých úkolů se stává natrvalo matematika. A to jak sama theorie, tak i matematické prostředky strojové.

To jsou nepopíratelné skutečnosti.

Technický pokrok sám o sobě však nezaručí, že jeho výsledků člověk nezneužije, anebo že jím nebude odlidštěn. Domnívám se, že úkolem ne méně důležitým než je zvyšování vědeckotechnické úrovně našeho života, je zvyšování mravní úrovně celé lidské společnosti.

Mnoho může v tomto směru dokázat komplexní řešení vědeckých, technických i společenských problémů a kolektivní spolupráce při plnění takových úkolů.

Vzniká — resp. ke skutečnému životu se probouzí nová věda — kybernetika [11], věda o řízení v nejširším smyslu slova. A i zde — nebo právě zde, je nutno dbát nejen o formální technický pokrok, ale především o současný morální pokrok ve všech společenských vztazích mezi lidmi.

Nezájem o tato hlediska je podle mého názoru nedostatkem Fryovy studie.

Ve značné míře souvisí tyto otázky s výchovou vůbec a s výchovou v matematice zvláště. Je třeba stále více matematiky. Ale výuka matematice skřípe.

I jen letmá prohlídka na příklad matematických učebnic pro naše jedenáctileté střední školy ukazuje, že je před námi ještě velmi mnoho práce a že mnoho zůstáváme ještě dlužni.

Ony učebnice měly plnit mnohé úkoly, být visitkou pedagoga, být srozumitelné — podle věku, být zvládnutelné — rozsahem, být správné, být milé na pohled, být graficky upravené atd. Podařilo se bohužel prosadit (zejména v matematice), že se velkoryse plní především jeden úkol: být »vědecké« i za cenu nesrozumitelnosti. Nemyslím, že z dítěte vyroste schopný polytechnicky vzdělaný člověk proto, že v deseti letech věku předstírá, jak umí dokazovat rozmanitá tvrzení podle základních zákonů aritmetiky, jejichž obsah je mu směšně samozřejmý. Určitě z něho nebude dokonalejší stavitel či zeměměřič, bude-li sice umět bystře odříkat, že trojúhelník je společná část tří polorovin, bude-li však tápat v jednoduchých konstruktivních úlohách, bude-li si plést těžnici s výškou a pod. Je veřejným tajemstvím, že geometrie je postrachem jedenáctiletky, a že matematika jako celek na tom není o mnoho lépe. Stačí — hledá-li se vysvětlení — porovnat na příklad učebnice sovětské, z NDR a naše. Všechny pečlivě třídí definice, věty, důsledky a pod. Jenže první (pro desetiletky) a druhé (pro diferencované dvanácti-

letky) se zřikají důsledné axiomatiky a opírají se o názor. Na příklad při zcela všedním zavádění pojmů koule a kulová plocha nepohrdnou zdůrazněním, že koule je těleso. Naše učebnice zavádějí oba pojmy jen v souvislosti se slovem množina bodů a s ostrou či neostrou nerovností. Přitom nelze obvinít autora sovětské učebnice, že je mu axiomatika cizí. Ponechal jí však až na konec. Ve chvíli, kdy prostá lidská představa je na konci 10. ročníku vytříbena (v rámci možnosti), připomene, že názor není všechno. Ovšem názor především vůbec musí být. Pak přijde axiomatika. Ukáže širší obzory.

Je jistě třeba usilovat o pokrok, o zlepšení školní práce. Zatím jsme mnoho přesunuli na vysoké školy, ale na střední škole jsme práci neusnadnili; naopak, je zbytečně ztížena. Při menších obtížích by mohla mít lepší výsledky.

Je třeba si všimnout té okolnosti, že dosavadní výuka matematice nemá vůbec ráz všeobecného vzdělání, které má být užitečné co největšímu okruhu mládeže. V tomto duchu může zdárně pracovat jen velmi nepatrné procento, jen ti, kteří mohou spoléhat na pomoc rodiny a známých, ovšem za předpokladu, že tito jsou sami s to věci porozumět, nebo ji znají.

Domnívám se, že tato okolnost je mnohem důležitější, než potíže, plynoucí ze skutečnosti, že přechod z jedenáctiletky na vysokou školu je méně hladký než býval. Ovšem nelze ani tyto potíže přehlížet, ani k nim mlčet, ani nehledat nápravu.

Domnívám se, že ukázkou dobrého pokusu o prohloubení výuky matematice na střední škole mohou být učebnice pro dvanáctiletky (s větví matematicko-přírodovědeckou a větví jazykovou) v NDR. Radost se na ně podívat, i když o podrobnostech by se také dalo diskutovat. Jen ten smysl pro myšlenkové možnosti žáka. A grafická úprava!

Vědeckost školské reformy se nemůže projevit v mechanickém vsunutí vědeckých postupů jednotlivých předmětů, ale jen odpovědným komplexně kolektivním úsilím o dosažení optimálních výsledků, třeba s hlediska polytechnického zaměření. Nikoli ovšem maximálních výsledků s hlediska kteréhokoli izolovaného předmětu.

Totéž platí o výuce matematice na vysoké škole technické. Matematika je zde základem celého studia, není však účelem a cílem studia. Hloubka i rozsah matematických vědomostí požadovaných průmyslem na inženýrovi se stále zvětšují. Tím spíše to platí o speciálním pracovníkovi — průmyslovém matematikovi (PM).

Dostáváme se tak k další příležitosti konfrontovat své názory s názory T. C. Frye z odstavce 2. Budeme uvažovat dvojí PM: vědecké — vyšší kategorie a technické — střední kategorie.

Pokud jde o vědecké PM, nutno souhlasit s T. C. F., že to musí být vynikající matematikové, mající široký rozhled nejen po matematice, ale i po přírodních a technických vědách. I po charakterové stránce to musí být lidé vynikající v kladném smyslu, neboť budou mít jednu z nejzávažnějších úloh v kolektivním rozboru a plánování hlavních směrnic pro řešení jim předloženého úkolu.

Nesmíme však opomíjet ani střední kategorii PM (T. C. F. o ní hovoří při jiné příležitosti, viz [2]). Ani sebelepší rozbor a rozplánování nebude k ničemu, neuskuteční-li jej kolektiv schopných prováděcích orgánů, mezi nimiž stále častěji bude odborně školený matematik, který opravdu bude řešit úkoly, a to až do konce, nikoli jen theoreticky. Krásně hovoří k této věci sovětský matematik A. N. Kolmogorov [3].

»Za rozmachu, jakého dnes dosáhla, dává matematická theorie prostředky, postačující v principu k řešení nejrozmanitějších úkolů... Avšak v praktickém ře-

šení takových úkolů, máme-li dostat určitý číselný výsledek, se ukazuje, že znalost principu řešení ještě zdaleka nestačí.»

Příklad: Pro řešení soustavy  $n$  lineárních algebraických rovnic o  $n$  neznámých se odvozuje t. zv. Cramerovo pravidlo (platné za jistých okolností), to jest předpis pro formálně jednoduché, elegantní vyjádření hledaných neznámých. To je cenná theorie. Je ovšem chyba, neřekne-li se hned, že tento theoretický výsledek není naprosto k ničemu při praktickém řešení takové soustavy, neboť sotva se najde nadšenec, který by na př. pro deset neznámých počítal hodnoty jednácti desetiřádkových determinantů. Při postupném rozvádění podle prvků jedné řady bude třeba v soustavě  $n$  rovnic vypočítat  $(n+1)!$  součinů. I kdyby byl k dispozici na příklad stroj, který během jedné vteřiny provede 2600 násobení, rozřešil by soustavu šesti rovnic sice za necelé dvě vteřiny, soustavu deseti rovnic za  $4\frac{1}{4}$  hodiny, soustavu patnácti rovnic teprve za 2,3 roku, na dvacet rovnic pak by potřeboval  $4,4 \cdot 10^6$  let. A to nepočítáme sčítání a jiné řídicí zásahy.

O tom, že se matematikové obou kategorií uplatňují v průmyslu, svědčí řada inserátů v cizích časopisech, jimiž je různé firmy hledají pro nejrozmanitější úkoly, zejména nukleární a letecké techniky a vývoje. Je na místě všimnout si návrhu T. C. Frye na zhuštění výuky matematice (viz str. 334). Zde nelze zcela souhlasit. Je pravda, že bude třeba absolvovat ve středním školství co nejvíce látky, aby bylo možno obsáhnout i základy analýsy. Bedlivě je však třeba střežit, aby se tak nestalo na úkor zběhlosti v numerickém počítání, v práci se zlomky, spolehlivého vytřebení geometrického názoru a j., prostě všech prvků matematiky, které musí přejít do krve dříve, než žák vstoupí na vysokou školu. To dnes ani zdaleka není splněno a v prvním roce studia na technice se posluchač učí mnoha věcem, které dobře musel umět dříve každý maturant. Za takového stavu pochopitelně nelze doporučovat — jak to konečně říká T. C. Frye zcela pochybeně a spíše jako řečnickou ozdobu — aby se na střední škole učila rovnou theorie funkcí komplexní proměnné. Je však třeba souhlasit s tím, že situaci nerozřeší jen zvětšený příděl hodin matematice, ale pečlivý výběr látky a mnoho spolupráce, mnoho důkladného přemýšlení i jiných starostí a radikálních změn.

Dospíváme k závěru. Je třeba matematiků v technice — jak v kategorii vědecké, tak v kategorii technické. Tato potřeba jistě nepoklesne. Zároveň jsou potíže s výukou matematice od nejnižších stupňů. Je třeba šetřit časem a výukou zlepšit. Nároky rostou. Mnoho úkolů čeká na odpovědné řešení.

Josef Schmidt Mayer

#### Literatura

- [1] »DEUCE«, a computer for solving complex problems at high speeds, Engineering, sv. 179, 1955, str. 313—315.
- [2] Fry T. C., Thornton C.; Mathematics as a profession today in industry, The Amer. Math. Monthly, sv. 63, 1956, str. 71—80.
- [3] Kolmogorov A. N., O profesi matematika, Gos. izd. »Sovetskaja nauka«, Moskva 1952.
- [4] Lambert E. C., Sims J. C., Air conditioning a central computer, Air Conditioning, Heating and Ventilating, sv. 52, 1955, str. 71—73.
- [5] Locke W. N., Booth A. D., Machine translation of languages: Fourteen essays, Technology Press of the Massachusetts Inst. of Technology, John Wiley and Sons, New York.
- [6] Machines to translate languages, Engineering, sv. 181, 1956, str. 136.
- [7] Pekelis B., Mašiny budoušceho, Literaturnaja gazeta, 22. 3. 1956.
- [8] Smith J. F., Fernlenkwaffen, Interavia, 1955, č. 5.
- [9] Three-dimensional analogue computer, Engineering, sv. 178, 1954, str. 596—597.
- [10] Tomlinson N. P., Horowitz M., Reynolds C. H., Analog computer construction of conformal maps in fluid dynamics, J. of Appl. Phys., sv. 26, 1955, str. 229—232.
- [11] Sobolev S. L., Kitov A. I., Ljapunov A. A., Základní rysy kybernetiky, Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, č. 1, 1956 (překlad z ruštiny).