

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Jiří Bečvář

K současnému postavení a pojetí matematiky na vysokých školách technických

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 9 (1964), No. 3, 172--187

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137900>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1964

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>

VYUČOVÁNÍ MATEMATICE A FYZICE

K SOUČASNÉMU POSTAVENÍ A POJETÍ MATEMATIKY NA VYSOKÝCH ŠKOLÁCH TECHNICKÝCH*)

Jiří BEČVÁŘ, Liberec

1. Ve svém příspěvku se chci věnovat některým současným problémům výkladu matematiky a jejího vztahu k ostatním předmětům na technikách. Budu přitom vycházet ze zkušeností získaných na strojní fakultě VŠST v Liberci, takže patrně ne všechny úvahy budou platit pro jiné techniky, zvláště pro školy, resp. fakulty jiného typu. (Informace získané na této konferenci naznačují, že učební plány matematiky a počty přidělených hodin se i na fakultách téhož druhu zpravidla značně liší; jsou rovněž velké rozdíly v tom, jaký význam a místo mezi ostatními předměty přisuzují matematice vedoucí funkcionáři fakult a škol.) Vymezený čas mne dále nutí, abych některá tvrzení formuloval značně dogmaticky bez udání postačujících důvodů, resp. nutné motivace. Konečně se omlouvám za to, že patrně budu uvádět i mnoho věcí triviálních či dnes už všeobecně přijatých. V uplynulých letech byla publikována např. v časopisech *Vysoká škola* a *Matematika ve škole* řada statí, které se týkají podobných otázek, a nedávno zveřejněné „Teze zásad ke zkvalitnění pedagogického procesu“ (*Vysoká škola* 12, (1963—1964), č. 4) naznačují, že v dohledné době patrně skutečně na technikách dojde v tomto směru k dost pronikavým změnám v koncepci výuky a v uspořádání učebních plánů.

2. Mezi matematiky nikdy nebylo zásadních pochyb o prvořadém významu matematiky. Zvláště klasiky infinitezimálního počtu, jako byli EULER, BERNOULLIOVÉ nebo LAGRANGE, je možno označit za skutečné přírodovědce v tom smyslu, že využili každé příležitosti, aby mohutný nástroj, který pomáhali zdokonalovat, použili při řešení konkrétních problémů v oblasti jiných disciplín. Rozvoj abstraktních partií v devatenáctém století a v první polovině dvacátého století však vedl k specializaci a nakonec jen malé procento profesionálních matematiků se zabývalo i konkrétními aplikacemi výsledků, kterých dosáhli. Sféra aplikací byla přenechána specialistům v jiných oborech, především inženýrům a teoretickým fyzikům. Teprve zhruba kolem roku 1950 dochází ke zvratu, jehož důsledkem je dnešní masové pronikání matematiky do nejrozmanitějších oblastí vědy a techniky. Není mým cílem analyzovat

*) Upravený text referátu předneseného na konferenci o vyučování matematice na vysokých školách technických, kterou uspořádala JČMF v Kostelci nad Černými lesy 5.—7. září 1963 (viz zprávu na str. 59 v 1. čísle tohoto ročníku *Pokroky*).

podrobně příčiny tohoto procesu, chci se zmínit pouze o třech okolnostech, které se v této souvislosti zdají pro výuku matematiky na technice zvláště významné.

a) Dnešní „renesance aplikované matematiky“ je provázena vznikem a rychlým rozvojem nových metod a disciplín uvnitř matematiky samotné, především těch, které tvoří náplň tzv. „konečné“ nebo „diskrétní“ matematiky. Mají v podstatě algebraicko-kombinatorický charakter a dovolují exaktní zpracování i takových jevů a procesů, které se vymykají metodám klasické analýzy.

b) Pronikavou změnu v možnostech použití početních (a obecněji strukturálně logických) metod vyvolává nasazení číslicových počítačů. Jejich užití při řešení problémů, které vyžadují použití matematické analýzy, činí prakticky dostupnými i ty metody řešení, které byly dříve pro svou početní náročnost nepoužitelné. Zároveň se analytické metody při programování algoritmizují a tím se zmenšuje propast mezi analýzou a diskrétní matematikou.

c) Podle podrobné zprávy, kterou na základě dat z celého světa zpracovalo UNESCO (PIERRE AUGER: Tendances actuelles de la recherche scientifique, UNESCO 1961), se nyní každých 10 let zdvojnásobuje množství poznatků získaných lidstvem. (V souvislosti s tím se uvádí zajímavý odhad: 90% vědců, kteří kdy na zemi existovali, dosud žije.) Tento proces kupení faktů nutně vyvolává vznik paralelního procesu koncentrace, který záleží v revizi základních pojmů jednotlivých vědních disciplín a v objevení obecných principů schopných z jednotného hlediska shrnout stále obširnější konkrétní materiál. A není náhodou, že právě tento druhý proces je provázen rozsáhlou matematizací, která se ovšem chápe především ve velmi obecném a namnoze novém smyslu, jaký mu v současné době dává kybernetika. Dokonce vše nasvědčuje tomu, že intenzita použití matematiky, zvláště pokud jde o její nepřebernou zásobu struktur, pojmový aparát a metody tvoření abstrakcí, se v budoucnosti bude ještě netušenou měrou stupňovat.

Uvedené okolnosti naznačují, že jestliže výuka matematiky na vysokých školách technických nemá zůstat beznadějně pozadu za tím, co se vně jejich zdí děje nebo bude dít, pak dosavadní program, který tyto okolnosti zatím odráží jen skrovnou měrou, bude muset být podroben značným změnám. Zároveň však z bodu c) jednoznačně plyne, že nějakou reformou pouze uvnitř výkladu samé matematiky nemůžeme dosáhnout plného úspěchu. Bude to možné pouze tehdy, a to zde chci vyslovit jako tezi, jestliže se na vysokých školách technických přizpůsobí změněné situaci celé učební plány, tj. i v ostatních předmětech. Dovolte mi nejdříve v následujících třech odstavcích několik poznámek k tomuto tématu.

3. Ve světě se již delší dobu pocituje, že vyrovnávat se na vysokých školách technických se stále vzrůstajícím rozsahem jednotlivých disciplín a potřeb praxe jen pouhým přidáváním nových přednášek nebo dalších kapitol k přednášené látce trvale nelze, už jen proto, že není možné nad jistou mez zvyšovat úhrnný počet výukových hodin, který má posluchač během studia absolvovat. (Připomeňme jen, jak např. co do objemu narostly otázky technologie nových materiálů.) Navrhovala se různá radikálnější řešení, ze kterých dvě extrémní lze stručně charakterizovat takto:

a) Výuka s převládajícím zaměřením na teorii (tzv. přírodovědecké vzdělání inženýrů).

b) Výuka formou tzv. úzké spolupráce s praxí.

U nás, zdá se, šel vývoj v několika uplynulých letech v souhlase především s druhým z těchto dvou stanovisek. (Praxe v závodech, zřizování poloprovozních dílen přímo na školách atd.) To patrně významně souvisí i se současným stavem našeho průmyslu s jeho mnoha tisíci převážně poměrně malých provozoven a s tím, že při nedostatku vysokoškolsky kvalifikovaných zaměstnanců musí být inženýr především všeuměl, který zastupuje ekonoma, plánovače, nákupčího atd. Je však záhodno uvážit, že schopnost umět bezprostředně reagovat na složité problémy praxe přináší skutečný zisk jen tehdy, jestliže jde o praxi vykazující výrazné progresivní prvky. V tom smyslu nemůže být naším cílem vychovávat studenty pouze k součnému obrazu našeho průmyslu. Je všeobecně známo, že stupeň využití teoretických poznatků (např. z pružnosti) je zde většinou velmi nízký a pracuje se převážně metodou empirických, značně nákladných a často zcela primitivních zkoušek. Pokud pak jde o použití samotné matematiky, je situace téměř katastrofální. Absolventi naší školy, se kterými se setkávám při konzultacích v postpromočním studiu, shodně potvrzují, že se někdy cítí jako Alenka v říši divů. Téměř nic se nepočítá (zvláště integrální počet jakoby vůbec neexistoval) a není výjimkou, že se setkávají s nedůvěrou a i s pohrdáním svých spolupracovníků, když si někdy ve světlé chvíli uvědomí, že ten či onen problém se přece ve škole učili úplně a poměrně jednoduše početně zvládnout na papíře a že k tomu v určitých případech vůbec nemusí být zapotřebí třicetileté praxe v provozu a často nemístně absolutizovaných a i klamavých vlastností jako empirický „cit pro materiál“ apod. (Tyto vlastnosti ovšem zároveň nikterak nelze podceňovat.)

Na druhé straně by bylo idealismem nerespektovat určité charakteristické rysy prostředí, ve kterém velká většina absolventů bude pracovat. Lze však důvodně očekávat, že vzrůstající počet mladých, moderně vychovaných inženýrů přispěje k postupnému zlepšení nahoře vyličeného stavu. I pak zůstane ovšem řada momentů v práci inženýra, na které je nutno brát zřetel, když se má stanovit podíl teorie na jeho výchově. Mám na mysli především to, co výstižně charakterizoval jeden pracovník VŠST slovy: „Nezapomínejte na to, že když provozní inženýr prochází halou, obrátí se na něj řekněme osm lidí s nejrozmanitějšími otázkami, které se týkají jejich pracovních postupů, náhle vzniklých problémů atd. On na ně musí dát prakticky hned bez velkého rozmyšlení odpověď. A přitom šest z těchto osmi odpovědí musí být správných“. Zvážit, co v tomto směru má dát škola a co může poskytnout teprve praxe, by měli především sami inženýři. (V tom smyslu je třeba brát následující návrhy s jistou rezervou a je možno je odmítnout prostě s poukazem na to, že autor není dost kompetentní k tomu, aby o takových otázkách rozhodoval. Na druhé straně se však zdá, že může být někdy užitečný pohled člověka nezátíženého všemi detaily složité technické praxe.)

Na základě dosažitelných fakt a toho, co bylo uvedeno v odstavci 2, se domnívám, že v dnešní naší situaci by součnému stavu vědy a pokrokové technické praxe

patrně nejlépe odpovídala taková výchova inženýrů, která by respektovala současně tyto dvě zásady:

A) Důkladné osvojení teoretických principů, a to s větší koncentrací a event. i v obecnější formě, než se dosud děje.

B) Dobré zvládnutí jednoho (byť poměrně úzkého) speciálního oboru, a to až do zcela praktických důsledků.

Zdá se, že v první fázi výchovy mladého člověka nelze více dosáhnout. Není to však málo, protože schopnosti a znalosti takto získané dovolují snadné přeškolení. To má svůj význam, neboť rychlost změn pojetí výroby, vznik nových odvětví a jejich sblížování vedou k tomu, že pro stále větší počet inženýrů se stává nutností měnit specializaci několikrát v životě. Zároveň se ukazuje, že i v této oblasti má svou váhu argument, se kterým se často setkáváme v současných diskusích o modernizaci výuky matematiky na nižších typech škol: že totiž v jistém smyslu v přípravné fázi větší význam než to, čemu se člověk naučí, má to, jak se tomu naučí. Fakta jsou nezbytná, ale možná ještě důležitější jsou nástroje, které dáme posluchači do rukou.

4. K realizaci zásad uvedených v A), B) je patrně nezbytné provést tato konkrétní opatření:

I. *Nemilosrdná revize učebních plánů všech předmětů.* Mnoho látky se totiž do současné doby přenáší pouhou tradicí. Je např. známo, že pro inženýry-elektroniky (slaboproud) je význam chemie, deskriptivní geometrie nebo konstrukce značně menší než pro ostatní. Podobně se poukazuje na to, že na strojních fakultách počet hodin věnovaných energetickým strojům neodpovídá malému počtu inženýrů, kteří v této oblasti budou pracovat. Obecně vývoj naznačuje, že mnoho úsilí, které je zatím věnováno tomu, aby v hlavě jednoho člověka se soustředila spousta různorodých poznatků, bude vhodnější zaměřit za úsilí o organizaci spolupráce odborníků různých profesí, která se v praxi realizuje většinou náhodou a není systematicky plánována. Už ve škole je nutné studenty k něčemu takovému vést. (O tom bude ještě řeč v odstavci 7.)

II. *Soustředění teoretických předmětů* (např. matematiky, deskriptivní geometrie, fyziky, nauky o pružnosti a mechaniky) *do osy*, která víceméně stejnoměrně bude procházet od prvního až do posledního ročníku a která bude tvořit páteř pro studium ostatních předmětů. To dovolí odstranit dosavadní nezdravý stav, kdy „teorie“ se odbude v prvních dvou až třech letech studia a pak se prakticky (jako nutné zlo) odhodí. To činí nejen studenti, ale i vyučující řady ostatních předmětů. Kromě toho speciálně u matematiky (a přechodně snad i u deskriptivní geometrie) rozvržení už i základního kursu do více let (bez zvýšení celkového počtu hodin) pomůže vyřešit absurdní situaci, že např. v letním trimestru prvního ročníku absolvuje posluchač na VŠST v Liberci 16—18 hodin matematiky a deskriptivní geometrie týdně. Proto je možno vážně polemizovat s dost rozšířeným názorem, podle kterého zastoupení teoretických a praktických předmětů v průběhu studia má co do objemu odpovídat schématu dvou navzájem se pronikajících kuželů, z nichž „teoretický“ se ke konci studia zužuje a „praktický“ naopak rozšiřuje. Např. v matematice okolnost, že

studenti v prvních letech získávají minimální znalosti v odborných předmětech, působí při výkladu aplikací (a i při motivaci základních pojmů) všeobecně známé potíže. Kromě toho musíme navíc překonávat u studentů nesoustředěnost, neznalost metody studia a řadu dalších rušivých faktorů, které jsou charakteristické právě pro první fázi pobytu na vysoké škole a které zvláště při studiu matematiky působí velmi nepříznivě. Konečně zkušenost ukazuje (zvláště při dnešní kvalitě přípravy ze střední školy), že opravdové osvojení např. principů matematické analýzy ani dnes, po několika stoletích od jejich vzniku, není samozřejmá záležitost a vyžaduje určitou zralost, kterou mladí posluchači zpočátku téměř úplně postrádají a je nutno ji teprve povolna vypěstovat. Tím víc to platí pro dnes běžné modernější, mnohem víc formální podání analýzy, jehož vypracování dalo přece i velkým matematikům devatenáctého století dost práce.

III. *Koordinace látky.* Je vhodné a nutné ji provést jednak mezi teoretickými předměty, jednak mezi nimi a ostatními předměty. Může být i tak těsná, že v některých případech dojde ke sloučení dvou přednášek, resp. střídání dvou přednášejících v jedné a téže přednášce. (To plánujeme od příštího roku v 5. ročníku na některých specializacích kombinováním předmětů: nauka o kmitání + problémy vlastních hodnot obyčejných diferenciálních rovnic, regulace a automatizace + Laplaceova transformace.) V každém případě je však namístě odstranit takový stav, kdy například pojem vektoru je jinak vykládán (a studenty chápán) v matematice, fyzice a mechanice a 1. věta termodynamiky jinak v matematice (v souvislosti s křivkovým integrálem), ve fyzice, v chemii a v nauce o teple. Přitom nemusí být cílem dosáhnout u téže věci naprosté jednoty výkladu v různých předmětech, neboť je přirozené, že se určitá věc vykládá takovým způsobem a s takovým označením, které je v standardní literatuře příslušného oboru běžné (a to je u různých oborů zpravidla různé). Jde však o to, aby určitý čas v přednášce byl věnován poznámce, která vytkne souvislost a rozdíl s tím, jak táž věc byla podána v jiném předmětu.

Chtěl bych zde upozornit na jeden, jak se mi zdá nevyřešený a v každém případě dost obtížný problém, který přímo vyzývá k metodické diskusi mezi učiteli jednotlivých předmětů. Je to užívání nekonečně malých veličin. I když z matematického hlediska každý jednotlivý případ lze s jistým úsilím převést na přesný pojem diferenciálu, vyžaduje to někdy dost delikátních úvah o závislosti jednorázových veličin atd. (Připomeňme ostatně, že pochopení tzv. invariance totálního diferenciálu je podle běžné zkušenosti většině posluchačů nedostupné.) Zdá se, že se zde bude praxe techniků vždy dost podstatně lišit od toho, co bychom (s umírněnými nároky na přesnost) od nich chtěli.

Konečně ještě jeden problém sem patří, a to tzv. návaznost, tj. časová koordinace předmětů. Ve srovnání s předchozími úvahami se domnívám, že se její význam dost přeceňuje. Především konkrétní průzkum sylabů jednotlivých předmětů ukazuje, že se týká (alespoň zatím) pouze několika témat (u matematiky především ve vztahu k fyzice). Za druhé to, čeho se používá, jsou kromě základní interpretace pojmů, která se u jednotlivých předmětů zpravidla poněkud liší a musí v nich být tak jako tak vylo-

žena znova, především věci algoritmického charakteru (např. technika derivování, integrování lineárních diferenciálních rovnic). Nevidím vážnějšího důvodu, proč by např. fyzik nemohl příslušného aparátu používat dřív, než matematik vyloží všechny details; je k tomu pouze třeba, aby věděl, jak to matematik později bude dělat. (Dokonce je docela dobře možné, aby si přizval matematika, který přímo v přednášce nebo na konzultaci věci stručně vyloží.) Úhrnem se zdá, že držet se např. v matematice striktního požadavku předstihu proti ostatním předmětům vede k tak nežádoucím komplikacím při sestavení programu základního kursu, že se tím zisk získaný návazností v podstatě anuluje. (V některých případech to ani prakticky vůbec není možné, např. u pružnosti, která velmi brzy potřebuje řešení okrajových úloh partiálních diferenciálních rovnic; ty zatím vůbec nepřednášíme.)

Provést tato opatření, a to i za předpokladu, že by se došlo ke shodě o jejich správnosti, zřejmě nebude nikterak snadné a patrně vývoj půjde postupně, cestou jistých kompromisů. Hlavní důvody jsou zhruba tyto:

1. U řady pracovníků na vysokých školách technických není zatím jasno o nutnosti nového profilu absolventa a vychovávají ho často pouze na základě zdánlivého tlaku současné praxe.

2. Pokud jde o nutnost pronikání nových, především exaktně matematických metod do jednotlivých předmětů, nebude to nikterak jednoduchý proces, neboť zkušenost ukazuje, že např. i v elementech tzv. vyšší matematiky mají četní odborníci značné mezery.

3. Mezi učiteli všech druhů škol je touha po konsolidaci, nikoli však po reformách.

V každém případě je však nejvýš žádoucí vyzkoušet alespoň na omezeném počtu (průměrných) studentů určitou variantu takového nového systému výuky. Podali jsme v tomto smyslu na VŠST v Liberci návrh na zřízení experimentálního kroužku, bohužel však nebyl přijat.

5. I když je to téměř samozřejmé, chci připomenout, že opatření navrhovaná v předchozím odstavci ještě problém výchovy sama o sobě úspěšně nevyřeší. Jako další nutné podmínky plného úspěchu lze uvést především tyto:

a) *Uspokojivá příprava ze střední školy.* Její nedostatečnost je všeobecně známa. Podíl na tom má i chaotický stav v plánování systému vzdělání, jehož ilustrací je např. to, že na VŠST mezi posluchači přijatými do prvního ročníku ve škol. roce 1963/64 mají značnou převahu absolventi průmyslových škol; přitom je známo, že jejich příprava speciálně v matematice a deskriptivní geometrii je zcela nedostačující.

b) *Homogenost předpokladů posluchačů ke studiu.* Dosavadní rozpětí předpokladů má za následek, že v podstatě jednotný způsob výuky pro všechny posluchače je ze zřejmých důvodů značně neefektivní. Mám pochybnosti o tom, zda množství míst dnes systemizovaných pro inženýry skutečně vyžaduje celé, zvláště po teoretické stránce poměrně značně náročné studium. Bylo by patrně účelné diferencovat studium jednak co do úrovně, jednak co do zaměření, např. v soulase s nomenklaturou: 1. provozní inženýr, 2. inženýr specialista (resp. teoretik). Tím by se dosáhlo větší

homogennosti studentů (při udržení jejich dostatečného počtu), přiměřenosti úkolů jejich schopnostem a zároveň by se otevřela cesta, jak s reálnými předpoklady na úspěch přejít od současné praxe k samostatnějším formám studia. Za dosavadní situace, zdá se mi, nelze řadu pedagogických otázek, které souvisí tak či onak s problémem „směrná čísla versus úroveň“, prostě vůbec úspěšně řešit.

c) *Postpromoční studium*. Při rychlém rozvoji vědy a techniky v současné době je toto studium naprosto nezbytné. Nemělo by být výjimkou, nýbrž pravidlem, event. by jeho úspěšné absolvování mohlo být podmínkou pro definitivní stvrzení, že inženýr dosáhl úplné kvalifikace v určité specializaci (jako u lékařů atestace). Zároveň by tato okolnost měla mít vliv na platové zařazení.

Dovolu mi ještě krátce si všimnout některých významných a často v diskusích probíraných okolností, které se vztahují k nahoře uvedenému bodu b). Kvalita posluchačů přijímaných na vysoké školy není vysoká ani tam, kde má škola možnost vybrat si z nadbytku přihlášených. A na školách s vysokým směrným číslem a nedostatkem přihlášek bývá (i při jistém kolísání) kvalita přijatých zpravidla velmi nízká, neboť se bez velkého výběru přijmou prakticky všichni. Zde pak nastává onen známý pohyb v bludném kruhu. Posluchači jsou doučováni, doškolováni, podpírání, aby se jakž takž dostali na přijatelnou úroveň, ať to stojí co stojí (a stojí to dost). Pochopitelně, tvrdí se, není možno je nechat na pospas sobě samým, neboť jejich vědomosti a pracovní morálka jsou chatrným domkem z karet, který je nutno nepřetržitě předpisy a nejrůznějšími donucovacími prostředky chránit před zhroutilím. Dějí se pak divy dobré vůle ze strany pedagogů a někdy dokonce i žáků, a přitom jsou posluchači přesvědčováni, že je v jejich zájmu, aby se jim nedůvěřovalo; proto jsou všechny přednášky a všechna cvičení povinná a každý semestr se koná pokud možno ze všeho zkouška. Tak je v pedagogickém hříchu, často proti své vůli, počít budoucí umělý inženýr. Jeho životaschopnost nebývá velká. Protože je málo poslucháren, a tedy špatný rozvrh, má výuku od rána do večera. Organismus brzy pocítí přetížení a hledá únik, zvláště jestliže jeho nositel měl původně v plánu jít studovat zcela jiný obor. Vznikají absence a špatný prospěch, opravné zkoušky a při nich zameškaná výuka. Na konci třetího ročníku zbude 60 % z těch, kdož v prvním začali. Přitom podobně jako v ekonomické oblasti, jakož i v jiných oblastech, jde i zde o určitý proces řízení a jakýkoliv voluntarismus a ignorování elementárních faktů a principů, které jedině mohou zajistit jeho optimální průběh, nutně musí vést k velmi špatným výsledkům. Myslím, že špatných zkušeností z posledních let je dost, aby i pouhý zdravý rozum z nich odvodil nutnost postupovat zhruba následujícím způsobem (který není nikterak originální a o kterém se dnes již reálně uvažuje):

1. Zpřísnit přijímací řízení.
2. Rozdělit posluchače (není zatím zcela jasné kdy) podle jejich sklonů a schopností do dvou skupin, jak o tom již byla řeč.
3. Zajistit všestranně studijní materiály.
4. Snižit počet zkoušek.

5. Snížit počet povinných hodin tak, aby si studenti mohli individuálně organizovat čas. (Naproti tomu soudím, že úhrnné množství látky, i když látka bude event. jiná, resp. efektivněji uspořádaná (viz odst. 4), nelze podstatně snižovat.)

6. Nesnažit se o detailní kontrolu všech složek pedagogického procesu, nýbrž přejít na systém nepřímého řízení, tj. postavit ho především na správné principy a zbytek nechat jejich přirozenému působení.

7. Výrazně odstupňovat stipendia podle prospěchu.

V podstatě je možno vše shrnout v jednoduché formulaci takto: Poskytnout důvěru a pomoc, vyžadovat práci a umět ji ocenit. Že přitom budou ztráty, je zřejmé, ale nedovedu si představit, že by v konečné bilanci byly větší než dosud. Prosím, abych nebyl viněn z pokusu o vulgární analogie, myslím však, že i v této oblasti především platí to, co řekl NORBERT WIENER v souvislosti s dnes už velmi reálnou možností konstrukce zařízení, která by více než současné počítače byla schopna převzít a stupňovat komplikované schopnosti tvořivého myšlení člověka: Čím kvalitnější výkon od nich budeme požadovat, tím větší svobodu rozhodování a hledání vlastních řešení jim budeme muset poskytnout.

6. Předchozími úvahami je vymezen rámec, uvnitř kterého je třeba řešit problémy výuky matematiky. Chci zde znovu opakovat tezi, že plný úspěch ve výuce matematiky není na technikách možný bez podstatných změn v pojetí a skloubení látky i v ostatních předmětech.

Při vyučování matematiky na technice vyvstává přitom ještě řada dalších otázek pedagogicko-psychologického rázu, které, zdá se, souvisí se samotnou podstatou vysoké školy. Mám na mysli především to, že podobně jako nyní, patrně i v budoucnosti bude přechod na vysokou školu vždy znamenat určitý náraz, kdy student se ocitá ve zcela nové situaci a je někdy přímo zavalen novými pojmy, fakty a metodami. Celý dosavadní systém vysokoškolského studia je založen na předpokladu, že tento paralelně v několika oblastech přicházející náraz, který se často rovná šoku, je přirozený a pro masovou výchovu odborníků nutný. Dnes skutečně jiná cesta, jak toho cíle dosáhnout, není známa, resp. není schůdná. Historický proces postupného vzniku poznatků většinou nelze a ani není vhodné se vši jeho motivací opakovat. I při dobré organizaci výuky se nevyhneme tomu, že často musíme dávat dřív poznatky než zkušenosti. Počítáme se schopností mladého organismu podstoupit tuto obrovskou kompresi poznatků a využíváme (i zneužíváme) toho, že ještě není vyhraněn a celkem bez námitek na sebe bere provizorium, jehož bezprostředním cílem je učit se. (Víme, že u posluchačů dálkového studia to naráží na potíže.) Avšak vědomosti nestačí dozrát, překrývají se a narážejí do sebe, postrádají především jednotící motivy (které může dát teprve praxe), jež by je uspořádaly v ucelený systém. To je průvodním zjevem každého univerzálního školení, které nemůže být od samého počátku zaměřeno na jeden konkrétní cíl. Bylo by přitom zcela neúměrným požadavkem, kdybychom chtěli, aby posluchači sami dovedli oddělit podstatné od méně podstatného, i když právě to by jim nejvíce usnadnilo práci. Je pak nutná motivace autoritou přednášejícího a té se musí sice nenápadně, ale vědomě využívat.

Kromě toho, že řada studentů má velmi vágní představu o tom, proč se učí, je dále třeba mít speciálně při výkladu matematiky na paměti, že studenti nestojí jen před úkolem zvládnout obtíže pochopení matematické látky, ale že zároveň: a) neumějí se učit, b) nedovedou logicky myslet (ve smyslu tradiční logiky), c) nemají jasno o tom, co je přírodní zákon, d) nedovedou si ujasnit charakter rozdílu mezi deduktivními a induktivními úvahami, e) nedovedou abstrahovat, f) nejsou přesvědčeni pouze logicky správným důkazem. Přes toto všechno se nám studenti matematice naučí (tj. tehdy a tak, aby složili alespoň s dostatečným prospěchem zkoušky). Výsledek bývá ovšem často zcela formální, neboť ve druhém ročníku je zapomenuta rovnice kružnice, dokonce i tvar funkce vyjadřující nepřímou úměrnost atd. atd. I když určité rysy vysoké školy, jak o nich byla řeč, mají za následek, že musíme vždy znovu počítat s tím, že značná část naučené látky zvolna „dojde“, dozraje v mozku inženýra někdy teprve za pět, za deset let, přesto podle mého názoru je zapotřebí přihlížet mnohem víc než dosud k efektivnosti (v širším slova smyslu) nabytých matematických znalostí. K tomu směřovala už opatření navrhovaná v odstavci 4; budu se tomu věnovat i v další části referátu. Bylo by totiž iluzí domnívat se, že matematika jen vzorem svého uspořádání, prostřednictvím úcty, kterou vzbuzuje, a samým faktem své existence automaticky rozřeší problém aplikability a přesvědčí budoucího inženýra o svém praktickém dosahu.

7. Problém výkladu matematiky na technikách má dva aspekty: a) *co vykládat*, b) *jak vykládat*. Jde o skutečné problémy a současný stav nasvědčuje tomu, že většinu práce je teprve třeba vykonat. Všimnu si nejprve druhého z nich.

Dnes existuje řada pečlivě vypracovaných skript, učebnic a sbírek příkladů, ať už našich či sovětských. Přesto se domnívám, že pro většinu z nich platí, že jestliže se jich budeme přísně držet, nedosáhneme takového efektu, jaký by byl žádoucí. Nejde přitom o detaily, ale o celkovou koncepci. Dnešní učebnice pro techniky se totiž příliš neliší od učebnic analýzy psaných pro studenty matematiky jako speciálního oboru. Rozdíl je pouze v tom, že věty nejsou někdy formulovány s největší obecností, že některé obtížné věty bývají s příslušným upozorněním uvedeny bez důkazu, že učebnice obsahují více příkladů a tzv. aplikací. Autor pak má čisté svědomí a stalo se zvykem posuzovat úroveň učebnice podle toho, zda se „nevyhýbal potížím látky“ a jaké učinil ústupky „na úkor přesnosti“. Učebnice tohoto druhu mají své oprávněné místo a není snadné je kritizovat, neboť vznikly (především v údobí kolem druhé světové války a po ní) jako výraz správné tendence přiblížit výklad matematiky na vysokých školách technických současné úrovni matematiky. Potíž je v tom, že jestliže se stanou horní hranicí a ne odrazovým můstkem, o který se teprv opírá živé použití matematiky, mohou naopak působit jako překážka a prostředek ke sterilizaci. Speciálně např. v oblasti analýzy zkušenost učí, že zaritmetizovaný diferenciální počet může někdy u posluchače zcela pohřbit intuici, zvláště pokud jde o počítání s neko- nečně malými veličinami. A i když bývá dobrá vůle, je typická situace, kdy přesná kostra látky se vyloží (což je pohodlné), ale na „to ostatní“ jaksi nezbude čas.

Při řešení těchto otázek se ovšem nevyhneme diskusi okolo pojmu přesnosti. Její

význam záleží v tom, že se pod požadavkem respektování tzv. přesnosti často skrývají evidentně nesprávné názory na výuku a podstatu matematiky. Nejvýznačnější se mně zdají tyto dva:

a) *Iluze, že moderní matematická přesnost je totožná s přesností současné analýzy.* Modernizace výkladu matematiky se pak chápe především jakožto zvládnutí ε - δ -jazyka zaritmetizované analýzy.

b) *Iluze, že přesnost matematiky se projevuje především jejím skloubením v jednotný deduktivní systém.* Na základě tohoto názoru se minuciózně vyjmenovávají všechny i velmi umělé předpoklady vět a v úvahách se nedovoluje užívat geometrických nebo fyzikálních argumentů.

K těmto a příbuzným problémům bych chtěl říci toto:

Jsou oblasti matematiky, např. algebra nebo disciplíny patřící do diskrétní matematiky (grafy, Booleovy funkce, konečné hry i elementy teorie množin), ve kterých problém přesnosti není v podstatě aktuální. Pojmy a věty se tam formulují přesně, jinak totiž jsou většinou bezcenné. Souvisí to s typem struktur, z nichž tyto oblasti vyrůstají. Naproti tomu v matematické analýze hraje podstatnou úlohu pojem limity a struktura kontinua. To má za následek, že chceme-li se vyjadřovat přesně našim jazykem, musíme užívat statické transkripce. Máme totiž sice intuitivní, globální a dynamickou představu procesu, např. blížení se v čase, avšak jazyk logiky a matematiky takový prostředek nemá. Jestliže pak zapíšeme některé celkem standardní pojmy a věty, týkající se např. vícenásobných limitních přechodů (zvláště obsahují-li formálně logicky velmi komplikovaný pojem integrálu), pomocí prostředků predikátové logiky, vidíme, že jsou velmi složité se zpravidla několikanásobným střídáním kvantorů „pro všechna“ a „existuje“. Je nyní myslím patrné, že umět či neumět se vyjadřovat tímto jazykem není v konečné instanci ani tak otázka přesnosti či nepřesnosti, nýbrž otázka obtížnosti. V této zaritmetizované podobě je pro běžného posluchače příliš obtížné *některé věci* z analýzy zvládnout, neboť ve srovnání s intuicí jsou neúměrně komplikované.

Pokud jde o matematiku jakožto deduktivní systém, je třeba si uvědomit, že často ve jménu přesnosti zaměňujeme živou matematiku za systematiku hotové matematické teorie. Vykládáme matematiku ze stanoviska logiky její vnitřní struktury, naše důkazy jdou nejkratší cestou, věnujeme pozornost eventualitám, které nestačíme motivovat jinak, než že jsou logicky možné, a úhrnem předkládáme nedostatečně duševně vyzrálým posluchačům kodifikát, který je výsledkem složité předchozí práce. (Aplikace, které pobíráme, jsou navíc většinou platonického rázu: těžiště, momenty, Biot-Savartův zákon, rovinné proudění; zběžný pohled např. na Bermanovu sbírku příkladů ukazuje, že při jejich řešení celkem nemůže být řeč o nějaké tvořivé práci.) Přitom přesné či lépe řečeno správné myšlení není ovšem totožné s deduktivním myšlením, neboť musí respektovat pravidla, která mají co činit s indukci a která teprve určují deduktivním řetězcům směr. Pro inženýra je životně důležitou otázkou umět si poradit s indukci a především s nepřesnými pojmy, kterými ho praxe stále zásobuje a které často matematika zatím adekvátně zpřesnit nedovede nebo je sice

zprecísni, ale je to neúnosně složité. Neměli bychom vynechat žádnou příležitost, abychom v případech, kdy matematický ekvivalent lze najít, studentovi objasnili strukturu úvah, jimiž se dojde k příslušné abstrakci a event. i k axiomatickému stanovisku. To ovšem vyžaduje čas a ten získáme pouze obětováním něčeho jiného. Myslím, že z toho, co vykládáme a co se nám zdá důležité, je možno vypustit dost, jestliže si uvědomíme, kolik věcí ještě mnohem důležitějších zatím neděláme.

Pro studenta je velmi důležité, když se může dovědět, že běžný matematik při své práci, při tvoření pojmů, při hledání vět a důkazů používá v podstatě téhož způsobu myšlení jako jiní lidé, že charakter jeho nejistot a nápadů je velmi podobný rozpo-
ložení inženýra řešícího svůj problém. Tatam je čistota pojmů, hladkost dedukce a v počáteční fázi i respektování všech eventualit kromě těch, které jsou pro výsledek nejdůležitější. Kromě hrubých chyb je vše dovoleno. A z čím odlehlejší oblasti, třeba i nematematické, přichází nápad, tím bývá zajímavější a plodnější. Teprve později nastává pilování výsledků, předpokladů atd. Pro každého učitele matematiky by v tomto směru mělo být závazné prostudování známých knih PÓLYOVÝCH (Mathematics and plausible reasoning, Princeton 1954).

Zdá se mi, že studenty takto pracovat s matematikou zatím učíme málo, přestože především v takové formě jim bude matematika skutečně užitečná. Souvisí to patrně i s tím, že matematikové by nejraději viděli problém aplikace matematiky rozřešen výchovou inženýrů-matematiků, tj. inženýrů, kteří by profesionálně ovládali matematiku. Tato cesta není patrně v širším měřítku schůdná; spíše je zapotřebí hledat řešení v plánování výchovy dvojic matematik-inženýr, jejichž členové jsou schopni se doplňovat. Nebudeme pak chtít z inženýra udělat matematika, ale budeme se snažit ho naučit, jak s matematikem spolupracovat a co, kde, jak a u koho hledat z matematiky. (Velmi by přitom samotným učitelům matematiky na technikách prospělo, kdyby existovalo speciální pracoviště, které by mohli navštěvovat a kde by měli možnost získat zkušenosti o tom, jak se matematicky řeší technický problém od formulace až do numerického zpracování na počítači. Tento požadavek se možná zdá absurdní, ale myslím, že pro to mluví dnešní personální situace na katedrách matematiky, kdy řada starších lidí s potřebnými zkušenostmi již odešla a mladších je mnohem víc než dříve.)

Takové stanovisko vede pak i ke změně názoru na to, co vykládat, resp. přijímat zcela bez důkazu. Domnívám se, že toho může být mnohem víc než dosud. Přitom ne s tím odůvodněním, že důkaz vynecháme pro nedostatek času, ale s poukazem na to, že správnost příslušného postupu či formule dokázali matematikové (např. formule pro substituci do dvojného integrálu; uvažme, že úvah vedoucích k jejímu přesnému(!) důkazu se stěží někde jinde použije). Proč bychom se měli stále stavět na stanovisko a implicitně ho vštěpovat i studentům, že se dopouští hříchu každý, kdo z matematiky věří něčemu nebo používá něčeho, co neumí dokázat? Ani matematik sám si to nemůže dovolit a v rámci veškerého lidského konání se mi to zdá zcela absurdní. Vědecký pracovník v oboru piezoelektriny často užívá elektronické aparatury, aniž zná její detailní strukturu; porouchá-li se, pozve si odborníka. Po-

dobně se má věc s matematikou: Tvořivý inženýr je především do jisté míry přírodovědec, který chce něco zjistit o přírodě a technických stránkách svého okolí. Proč by vlastně zásadně nemohl používat matematiky zcela neortodoxně — třeba tak, že by matematikovi vstávaly hrůzou vlasy na hlavě —, jestliže by tak dosáhl svého cíle? (Dalo by se říci, že nepoužívá matematiky v tom smyslu, jak ji známe, ale jakýchsi dost nejasných intuitivních postupů, kterých ostatně často užíváme i při vědecké práci a zvláště při aplikaci matematiky.) Zjistil by však brzy, že dochází k rozporům, a byl by nucen zacházet s matematikou opatrněji. Je právě naším úkolem tuto okliku mu uspořít a naučit studenty používat matematiky jako velmi mohutného, precizního a často i složitého nástroje a vzbudit v nich vědomí, že to nejsou ani kleště ani šroubovák a že takový nástroj vyžaduje při používání určitých, někdy delikátních pravidel. Ale nesmíme je přitom zbavit intuice a zdravého rozumu.

8. Zastavme se ještě u otázky: Jestliže se už rozhodneme určitou větu dokazovat (nemám ovšem na mysli věty základní povahy, kde je nutnost důkazů mimo jakoukoli diskusi), proč to děláme? Vyloučíme-li odpovědi triviální, zůstanou nám zhruba tyto:

- a) Abychom studenty přesvědčili o správnosti věty.
- b) Aby si studenti větu lépe zapamatovali a mohli přitom svou paměť opřít i o některé rysy jejího důkazu.
- c) Protože základem intelektuální poctivosti je být kritický a nevěřit ničemu bez dostatečného důvodu.
- d) Aby se studenti naučili logicky myslet.
- e) Aby si mohli sami odvodit podobnou větu nebo formuli, tj. aby si osvojili i myšlenkový pochod, který vede k uvažovanému výsledku.
- f) Aby na tomto příkladě poznali charakter matematické dedukce jakožto protikladu induktivních metod.
- g) Aby se jim přiblížila práce matematiků, jejichž výsledků budou používat, a aby se ji naučili respektovat.

Není snadné říci, které z těchto důvodů jsou rozhodující, tím spíše, že proti každému z nich se dá najít námitka (ne všechny námitky jsou stejně seriózní):

- a') Naše důkazy bývají často formální a takový důkaz nestačí přesvědčit posluchače ve věci samé nezkušené.
- b') K zapamatování věty je pro studenty dostatečným důvodem autorita přednášejícího a fakt, že se věta bude zkoušet.
- c') Pouze nepatrný zlomek dat si můžeme v životě i vědě přímo ověřit. Proč se studenti mají důkazem přesvědčovat o správnosti věty tak příslovečně přesného oboru, jako je matematiky, když se bez důkazu a experimentu učí např. kvanta dat o různých druzích oceli nebo o vlastnostech chemických sloučenin?
- d') Na formálně provedeném a chápaném důkazu se posluchač nezvyklý abstraktně myslet nenaučí sledovat ani logickou správnost.
- e') Při troše úsilí se vždy najde kniha nebo matematik, který nám větu nebo formuli poskytne či dokáže.

f') Posluchači sami takových dedukcí nikdy nebudou používat. I většina příkladů ze sbírek nevyžaduje dedukci, neboť to jsou jednorázové tréninkové úlohy.

g') Na matematiku je záhodno a možno co nejdříve po jejím absolvování zapomenout a dělat si vše po svém. Když se za matematikem přijde s konkrétní úlohou, stejně žádná z jeho metod se na ni nehodí a matematik skončí tím, že „by se to muselo řešit přibližně“; přitom počítač není zpravidla k dispozici.

Nad těmito otázkami se musí zamyslet každý, kdo učí matematice; obávám se však, že není možno se jim věnovat na tomto místě podrobněji. Stručně bych chtěl říci jen to, že u různých vět, které budeme dokazovat, se budou uplatňovat různé z uvedených důvodů, proč tak činíme. V podstatě se domnívám, že dokazovat budeme hlavně asi z těchto důvodů:

Předně matematika zcela bez důkazů má charakter bezduché „nalejvárný“. Ten kdo ji absoluuje, je zcela bezmocný, jestliže se setká s nutností použít matematiky v situaci, která se byť jen nepárně liší od oné, kterou „poznal“. Za druhé studenti, to nejsou pouze naši „protivníci“. Je jich mezi nimi mnoho se zdravou zvědavostí, která je pudí nahlédnout do mechanismu matematiky hlouběji, právě jako do motoru, o němž chtějí vědět, proč funguje. Jejich počet je možno vhodným výkladem zvětšit. A konečně jestliže důkaz podáváme ne ve ztrnulé definitivní podobě, ale jako dobrodružství hledání správné cesty (což ovšem nelze vždy pro časovou náročnost), kdy stále jsme na rozcestí a musíme volit podle rozumných motivů další postup, pak několik takových důkazů už pomáhá vytvářet zásobárnu idejí i nápadů a výrazně cvičí invenci, která má hodnotu platnou všeobecně, nejen v matematice.

9. Zbývá zmínit se o druhém hlavním problému výuky matematiky na vysokých školách technických: *co vykládat*. To ovšem značně závisí na charakteru školy a je ovlivněno současným rozvržením matematiky do jednotlivých let s předdimenzovaností prvních dvou let, jakož i s komplikovaným dělením 1. ročníku na tři trimestry (na VŠST jsou v prvním trimestru studenti pět dní v týdnu v závodě). Pro strojní fakulty lze uvažovat o tomto:

a) *Co nevykládat*. Především je možno za účelem sjednocení výkladu přesunout analytickou geometrii kuželoseček a kvadratických ploch do deskriptivní geometrie. (Tak tomu je na VŠST od tohoto školního roku. Lineární analytickou geometrii, kterou jsme dosud vykládali převážně vektorově, budeme v 1. ročníku učit klasicky; vektory se stanou ve druhém ročníku součástí rozšířené partie o lineární algebře.) V samotné analýze je patrně záhodno podstatně zredukovat přípravné partie, které se týkají reálných čísel a především zavedení obecné mocniny a které v podstatě mají jen ten efekt, že zbavují matematika špatného svědomí. Uvažme, že se zde znovu vykládá látka, jejíž algoritmickou, početní stránku studenti již znají; pochopení a získání v takovém případě nebývají zpravidla zaručeny. Dále myslím je možno vynechat vázané extrémy, křivkový integrál 1. druhu (to učiníme teprve od tohoto školního roku; křivkový integrál 2. druhu se ovšem vykládá), který lze nahradit Riemannovým, vynechat plošné integrály a probírat méně příkladů z mechaniky na výpočet dvojných integrálů. Vynechali jsme též s jistým váháním Fourierovy řady, neboť prakticky

dostatečnou informaci o nich získají ti, kteří je budou potřebovat, v předmětu „nauka o kmitání“. Konečně v teorii diferenciálních rovnic se dnes těžiště přesouvá jinam, než tomu bylo dosud, a je možno vzdát se výkladu řady dosud tradovaných typů rovnic a metod řešení. V praxi inženýr nakonec vždy přijde za matematikem, aby mu poradil, co s rovnicí má dělat. Jisté pochybnosti je možno mít o tom, kolik látky je třeba zařadit z vektorové analýzy (podobně i z parciálních diferenciálních rovnic a event. diferenciální geometrie — pro kinematiku). Po zhodnocení dosavadních zkušeností a potřeb běžného posluchače strojní fakulty se domníváme, že stačí minimum vykládané v souvislosti s gradientem, pojmem konzervativního pole a Greenovou formulí.

b) *Co vykládat proti dnešnímu stavu navíc.* Především ve větším rozsahu lineární algebru (i vlastní hodnoty matic a event. příklady na lineární programování), která ostatně je nezbytnou součástí vůbec nově zaváděné přednášky z numerických metod ve 3. ročníku. V souvislosti s tím (zvláště s numerickým řešením algebraických rovnic) je třeba, aby studenti mnohem víc než dosud věděli i z klasické algebry, o níž dnes slyší nepřímě jen při integraci racionálních funkcí. Ve třetím ročníku kromě numerických metod je zařazen informativní výklad o počítačích a programování na nich. Myslím, že jít v přednášce do podrobností nemá smyslu, dokud nemáme počítač. Počítáme však s vybudováním praktika numerických metod vybaveného analogonem a kalkulačními stroji. Ve třetím ročníku se dále pokoušíme odstranit dosavadní paradoxní situaci, že studenti vůbec nedostali informaci o pojmu pravděpodobnosti; je tam zařazena alespoň přednáška ze statistiky. Konečně druhým velkým dluhem jsou funkce komplexní proměnné. Zatím se nám nepodařilo je zařadit do základního kursu ve větším rozsahu, pouze v 5. ročníku pro některé posluchače se vykládají elementy teorie. Snad se situacelepší, až se v budoucnu podaří zavést matematiku stejnoměrněji do všech pěti ročníků. O pátém ročníku jsem již hovořil dříve; naplní je tam hlavně Laplaceova transformace a úlohy na vlastní hodnoty v teorii diferenciálních rovnic.

Toto vše je však většinou analýza. Ta patrně ještě dlouho zůstane základem celého kursu. Zbývá otázka, jakým způsobem do učebního plánu zařadit nejdůležitější partie diskrétní matematiky: množiny, grafy, logiku, Booleovy funkce, algoritmy, automaty, teorii informace. Byla už řeč o jejím mohutném pronikání do nejrůznějších oborů a existuje dnes i výborná učebnice KEMENY, SNELL, THOMPSON: *Introduction to finite mathematics*, 1957. Zkušenost ukazuje, že u hotových inženýrů, kteří u nás absolvují postpromoční studium z oborů automatizace, je o ni velký zájem (vykládá se tam v předmětu „matematické prostředky kybernetiky“). V základním studiu ji však zatím nemáme a v uplynulém roce jsme zorganizovali pouze zájmový kroužek. Potíže jsou zde hlavně tyto: Především při dosavadním rozvrhu studia sice různými redukcemi látky a změnami ve způsobu výkladu dokážeme, aby nám na některém místě vybyla řekněme čtrnáctidenní rezerva, to však stačí pouze na jednu partii, např. algoritmy. Tím se ztrácí efekt, neboť k motivaci je zde třeba postihnout ducha tohoto mladého oboru vcelku; je patrný pouze ze souhry jednotlivých složek.

Druhá potíž je v tom, že i když diskrétní matematika není v klasicky matematickém smyslu obtížná, setkáváme se přece jen s jistými překážkami, jestliže ji chceme vykládat studentům ve věku okolo dvaceti let. Nenalzáme totiž pro ni v jejich hlavách dostatečné zázemí (a pocit samozřejmosti) z dřívějšího věku a ovšem i zkušenosti, neboť ty nejzajímavější z jejích aplikací, pokud nejsou jistým druhem pedagogické hry, kterou můžeme aplikovat už v poměrně mladém věku, jsou vázány na znalost konkrétního materiálu a na schopnost zaujmout k němu značně abstraktní stanovisko (v oblasti automatizace, ekonomie, lingvistiky, psychologie, diagnostiky). Jestliže přitom schází možnost modelování na počítači (která situaci rázem mění a vše se stává nesmírně atraktivní), lze mít o úspěchu u masy průměrných posluchačů důvodné pochybnosti. Zdá se tedy, že při řešení otázky zavádění přednášek z diskrétní matematiky zatím stojíme před alternativou: a) Buď se stane výklad jejích základů součástí středoškolského programu (jak to mají v plánu některé z návrhů na modernizaci středoškolského a i ještě dřívějšího učiva) a pak na něj lze na technice přirozeným způsobem navázat, anebo b) bude výhodnější počkat, až ji konkrétní požadavky progresivní praxe samy dostatečně budou motivovat, jak je tomu už nyní u absolventů v postpromočním studiu.

Je ovšem ještě třetí cesta a to jsou výběrové přednášky (nepovinné, nezakončené zkouškou). Je dokladem nezdravého vývoje na vysokých školách technických, že ve většině případů se s nimi přestalo počítat jako s naprosto nezbytnou součástí programu výchovy studentů a jejich konání se stalo řídkou výjimkou. Důvody není těžké nalézt. Povinná návštěva všech přednášek a cvičení způsobila u svědomitého a ne vyloženě vynikajícího studenta objektivní přetížení a posluchači se stali v převážné většině zdánlivě pasivní masou, která na živé výzvy pedagogů k vlastní iniciativě a touze po nepředepsaném vědění reaguje pokrčením ramen nebo lhostejností. Skutečně také řada pokusů o konání výběrových přednášek ztroskotala. Učitelé ztratili víru v tuto cestu a dokonce i víru v dobré jádro studentů, což je mnohem horší. Začali se zabývat především aritmetikou spojenou s výpočtem součtu povinných hodin tak, aby nepřesáhl stanovené limity, a všelékem se stala vize průběžného studia provázeného tuhou kontrolou. Vznikla situace, že např. u nás na VŠST student skutečně neměl (kromě některých informativních besed a přednášek JČMF) možnost dovědět se soustavně o těch partiích matematiky, které nejsou zahrnuty do povinných učebních plánů a které jsou nesporně pro něho zajímavé (i když ovšem u většiny z nich pro jejich budoucí práci ne bezprostředně nutné). Jsem přesvědčen, že vysoká škola, pokud nesleduje jen úzce praktické cíle, by takovou možnost měla studentům poskytnout. Proto jsme se rozhodli výběrové přednášky zavést, a to tak, aby zhruba ve tříletém cyklu obsáhly alespoň to nejpodstatnější (namátkou jmenuji: vektorová a tenzorová analýza, komplexní proměnná, variační počet, lineární prostory, partiální diferenciální rovnice; a ovšem zmíněné už partie diskrétní matematiky). Jde o pokus a jsme si vědomi toho, že nemusí být hned úspěšný, už proto, že se koná při zatím nezměněné organizaci všeho ostatního studia; nicméně jsem přesvědčen, že dříve nebo později se musí prosadit. A zatím můžeme konstatovat, že do prvních

přednášek (které se budou konat počínaje letním semestrem tohoto školního roku) se — do jisté míry proti našemu očekávání — přihlásil dostatečný počet zájemců.

10. Závěrem ještě několik slov o deskriptivní geometrii. Myslím, že její program vyžaduje rovněž značnou revizi a odstranění tradičních nánosů. Často se tvrdí, že hlavním ziskem z deskriptivní geometrie je získání prostorové představivosti. Nechci s tímto názorem polemizovat, domnívám se však, že takovou schopnost je třeba získávat především už v dřívějším věku. A stane-li se to, pak na vysoké škole vystoupí do popředí už jen otázky výběru a motivace jednotlivých partií. Deskriptivní geometrie by patrně získala, kdyby byla v budoucnosti zařazena do „ústavu grafických metod“ (jak se už někde ve světě děje), ve kterém by tvořila součást disciplín jako strojnické kreslení, zobrazovací metody, nomografie, grafické početní metody. Sousedství těchto vědních oborů a vzájemné prolínání by ji zbavilo izolovanosti, kterou zatím není snadné odstranit.

ODPOVĚĎ NA POLEMICKÝ ČLÁNEK V. VYŠÍNA*)

LADISLAV FRANC, Olomouc

S. Vyšín — podobně jako před ním s. O. SMOLKA — mně připisuje někdy v detailu, ale i v obecném pojetí názory, které nesdílím a které jsem nikde nepublikoval, a s těmito imputovanými názory potom polemizuje. Např. pokud jde o detaily: Kde jsem tvrdil, že „společnost klade požadavky, aby byl objeven ten nebo onen přírodní zákon?“ V zápětí udává s. Vyšín, že „její požadavek je takový, aby do jejích služeb byly postaveny již dobře známé a prověřené zákony“. To však souhlasí s tezí mého článku, kde říkám toto: „Jakmile se přírodovědný obor vyvinul a zformoval v exaktní vědu, jakmile byla prokázána správnost jejích základních zákonů a principů, společnost a praxe zpravidla vystuňovala svoje konkrétní požadavky“. Podobně zbytečně podtrhuje s. Vyšín tezi, že technika je závislá na stavu vědních oborů. Napsal jsem totiž, že odtrhneme-li ji od čistých věd, počne zaostávat na zastaralých principech.

Naproti tomu však trvám na tom, čemu Vyšín odporuje, že totiž i čisté vědní obory, jsou-li izolovány od praxe, počnou zaostávat a stávají se nedokrevnými. Rozvoj vědních oborů z imanentních příčin — tedy rozvoj převážně spekulativního charakteru — je totiž vázán na poznatky empirie a techniky. Dnešní empirické výzkumy se bez vyspělé techniky neobejdou. Přirovnal bych teorii na straně jedné a dále empirii a techniku na straně druhé a třetí ke spojitým nádobám, kde úroveň ve všech ramenech je na sobě závislá.

Teoretické bádání, spekulace a snaha o matematické vyjádření různých vztahů jsou vždy zaměřeny k tomu, aby vysvětlily nějaký poznaný přírodní jev po stránce

*) VRATISLAV VYŠÍN: Několik poznámek k souvislosti rozvoje přírodních věd, vývoje společnosti a její školské soustavy. PMFA 8 (1963), 338.