

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Roberto Minio

Rozhovor s Michaelem Atiyahem

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 31 (1986), No. 3, 154--168

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138394>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1986

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>

diskuse

ROZHOVOR S MICHAELEM ATIYAHEM

Michael Atiyah se narodil roku 1929 a dosáhl bakalářské a doktorské hodnosti na Trinity College v Cambridge (1952, 1955). Během své kariéry byl profesorem geometrie v Oxfordu (1963–69) a profesorem matematiky v Ústavu pro pokročilá studia (Institut for Advanced Study) v Princetonu (1969–72); v současné době je vedoucím vědeckým pracovníkem Královské společnosti (Royal Society Research Professor) na univerzitě v Oxfordu.

Kromě jiných poct, kterých se mu dostalo, je profesor Atiyah členem Královské společnosti a členem národních akademií Francie, Švédska a USA. Obdržel Fieldsovu medaili na Mezinárodním kongresu matematiků v Moskvě v roce 1966. Jeho vědecké zájmy pokrývají široké oblasti matematiky včetně topologie, geometrie, diferenciálních rovnic a matematické fyziky.

Níže uvedený text je redigovaná verze rozhovoru, který měl s profesorem Atiyahem v Oxfordu Roberto Minio, někdejší redaktor časopisu The Mathematical Intelligencer. (Předmluva redakce MI.)

MINIO: *Myslím, že by bylo vhodné uvést několik informací o prostředí, ve kterém jste vyrůstal. Kdy jste se začal zajímat o matematiku? Jak brzy?*

ATIYAH: *Myslím, že jsem se neustále zajímal o matematiku, a to již od raného dětství. Ale v jistém období – kolem pat-*

nácti let – jsem si velmi oblíbil chemii a řekl jsem si, že by to byla báječná věc; asi po roce studia chemie ve škole jsem se rozhodl, že to není právě to, co bych chtěl dělat, a vrátil jsem se k matematice. Nikdy jsem vážně neuvažoval o tom, že bych chtěl dělat ještě něco jiného.

MINIO: *A toho si asi lidé povšimli velmi brzy.*

ATIYAH: *Myslím, že ano. Moji rodiče si vždy mysleli, že jsem jako stvořený k tomu, abych se stal matematikem, a to již od raného dětství, a svůj názor nikdy nezměnili.*

MINIO: *Ale oni sami nebyli matematiky?*

ATIYAH: *Ne nebyli.*

MINIO: *A dostalo se vám podpory ve škole? Chovali se k vám dobře vaši učitelé?*

ATIYAH: *Myslím, že jsem měl dobré učitele a že jsem s nimi dobře vycházel. Ze začátku jsem chodil do docela dobré školy v Egyptě.*

MINIO: *Narodil jste se tam?*

ATIYAH: *Ne, narodil jsem se v Anglii, ale žili jsme na Středním východě – můj otec pracoval v Súdánu – takže jsem ještě větší část střední školy vychodil v Egyptě. Také jsem navštěvoval pár let školu v Anglii, kam jsem přešel po válce – byla to dobrá škola. Byla tam spousta schopných žáků. Potom jsem přešel do Cambridge a byl jsem tam stále mezi mnoha dobrými studenty.*

Myslím, že jsem nebyl zvlášť ovlivněn nějakou jednotlivou osobou. Ale dostal jsem důkladné vzdělání a měl jsem spousta

An Interview With Michael Atiyah. The Mathematical Intelligencer, Vol. 6, No 1, 1984, pp. 9–19. Přeložil OLDŘICH KOWALSKI.

Copyright © Springer-Verlag, New York, 1984.

příležitostí setkávat se s dobrými matematicky; v tomto smyslu jsem měl spolehlivé zázemí.

MINIO: *Pracoval jste v Cambridgi většinou sám?*

ATIYAH: Do Cambridge jsem přišel po dvou letech vojenské služby; byl to báječný kontrast. Ve skutečnosti jsem se dostal do Cambridge o něco dříve, ještě před skončením předchozího školního roku. Byl jsem tam přes letní semestr, a příjemné počasí i krásné okolí na mne učinily nesmírný dojem. Dělal mi radost pouhé chození do knihovny, kde jsem byl obklopen všemi těmi knihami. Byla to působivá atmosféra, která se zmocnila mé obraznosti.

Bylo tam mnoho velmi bystrých studentů a také učitelé mi v rozumné míře pomáhali. Nemyslím si, že by mě některý z vyučujících obzvláště inspiroval; některé přednášky byly dobré a jiné byly méně dobré.

MINIO: *Jednu z vašich prvních prací jste publikoval s Hodgem, bylo to tak?*

ATIYAH: Ano, přesněji to byla část mé doktorské práce. Byl mým školitelem a bylo pro mne velmi důležité, že jsem s ním mohl pracovat. Vstoupil jsem na univerzitu v Cambridgi v době, kdy se v geometrii zdůrazňovala staromódní klasická projektivní algebraická geometrie, která mě dokonale uspokojovala. Byl bych býval začal pracovat v tomto zaměření, ale uvědomil jsem si, že Hodge představuje modernější hledisko – diferenciální geometrii v souvislosti s topologií. Pro mne to bylo velmi důležité rozhodnutí, byl bych býval mohl pracovat na tradičnějších věcech. Ale myslím, že to byla moudrá volba, a proto, že jsem pracoval s Hodgem, jsem přišel mnohem více do styku s moderními myšlenkami. Dával mi dobré rady a v jedné

etapě jsme pracovali společně. V té době vznikly ve Francii některé nové práce o teorii svazků. Začal jsem se o tyto články zajímat, on rovněž, a pak jsme začali spolupracovat a společně jsme napsali práci, která se stala součástí mé doktorské dizertace. Bylo to pro mne velmi užitečné.

MINIO: *Jistě stojí za pozornost, že jste poměrně hodně spolupracoval i s jinými – se Singerem, Hirzebruchem, s Bottem.*

ATIYAH: To je pravda, hodně pracuji spolu s jinými kolegy a myslím si, že je to můj styl. Existují pro to různé důvody; jedním z nich je, že se pletu do několika různých oborů. Zajímá mě právě to, že věci v různých oblastech spolu souvisejí; velmi vám pomůže pracovat s druhými, kteří vědí trochu více o něčem jiném a jejich zájmy se doplňují s vašimi. Zjistil jsem, že vyměňovat si myšlenky s druhými lidmi je velmi inspirující.

Spolupracoval jsem s mnoha kolegy a s řadou z nich na širším základě po dobu mnoha let. Je to dáno částečně mou osobou, způsobem, jakým myslím a komunikuji, a zčásti typem matematiky, jaký mám rád, který je spíše orientovaný do šířky a tím obtížný pro dokonalé zvládnutí. Velmi pomáhá mít někoho, kdo ví trochu víc o něčem jiném. Když jsem například pracoval se Singerem, věděl jsem, že je mnohem lepší v analýze, která byla mou slabinou, zato já jsem se vyznal více v algebraické geometrii a topologii.

MINIO: *V takovém případě si patrně vzájemně rozdělíte problémy?*

ATIYAH: V žádném případě. Spolupráce je dokonale propojená: spojujeme své zájmy a snažíme se poznat postupy toho druhého. Po čase jsme vcelku vyrovnaní ve většině studovaných disciplín. Naše zájmy jsou velmi blízké, pouze naše zázemí se poněkud liší.

MINIO: *Jak volíte problém, který budete studovat?*

ATIYAH: Soudím, že tato otázka již předem předpokládá určitou odpověď. Vůbec si nemyslím, že bych tímto způsobem pracoval. Někteří lidé se možná posadí a řeknou si „chci vyřešit tento problém“ a potom sedí a ptají se „jak mám ten problém řešit?“. Já to tak nedělám. Prostě se pohybuji v matematických vodách, přemýšlím o věcech, jsem na ně zvědavý, začínám se o ně zajímat, hovořím s kolegy a rozvířuji myšlenky; věci se samy vynoří a já jdu za nimi. Nebo si povšímnu toho, co souvisí s něčím již známým a pak se to snažím dát dohromady a věci se dají do pohybu. Prakticky nikdy jsem na začátku neměl nejmenší představu o tom, co se vlastně chystám dělat nebo kam to všechno směřuje. Zajímá mě matematika; přednáším, učím se, diskutuji, a zajímavé otázky se pak prostě objeví samy. Nikdy jsem nezačal pracovat s nějakým specifickým záměrem kromě snahy porozumět matematice.

MINIO: *Vznikla takto i K-teorie?*

ATIYAH: Ano. V některých směrech to byla víceméně náhoda. Zajímal jsem se o to, co udělal Grothendieck v algebraické geometrii. Když jsme přijel do Bonnu, chtěl jsem se naučit něco z topologie. Měl jsem zájem o některé topologické otázky, které zkoumal Ioan James v souvislosti s projektivními prostory. Zjistil jsem, že by se věci daly vysvětlit použitím Grothendieckových formulí – že se dostanou pěkné výsledky. Byla zde Bottova věta o periodicitě; znal jsem Botta i jeho práce. Zjistil jsem, že také pomocí těchto výsledků se dají řešit zajímavé problémy. Zdálo se, že je nutné vypracovat pro to nějaký formalismus, a tak vznikla K-teorie.

Nelze vytvořit zcela nové myšlenky nebo teorie, pokud je předem předvídáte. Musí nutně vyplynout na základě vnímavého zkoumání souboru problémů. Ale různí lidé musí pracovat různými způsoby. Někteří se rozhodnou, že budou řešit nějaký fundamentální problém, jako je třeba rozřešení singularit nebo klasifikace jednoduchých konečných grup. Stráví velkou část života prací zaměřenou k tomuto cíli. To jsem nikdy nedělal, zčásti proto, že to vyžaduje zcela se oddat jediné věci, což je značné riziko.

Také to vyžaduje velmi poctivý přístup, takříkajíc přímý útok, což znamená, že musíte mít nesmírné znalosti, pokud jde o použití technických prostředků. Někteří jsou na to skutečně dobří; já mezi ně nepatřím. Moje schopnosti jsou v tom, že se na problém dovedu podívat zepředu, zezadu, ze všech stran ... a problém pak zmizí.

MINIO: *Máte pocit, že v matematice existují nějaká hlavní témata? Jsou některé disciplíny důležitější než jiné?*

ATIYAH: Ano, myslím si to. Ostře se stavím proti názoru, že matematika je prostě soubor oddělených disciplín, že můžete vymyslet nové odvětví matematiky tak, že si napíšete nějaké axiomy 1, 2 a 3 a sám pro sebe začnete rozvíjet jejich důsledky. Matematika se vyvíjí mnohem organičtěji. Má dlouhou historii, pokud jde o souvislosti s minulostí a s jinými obory.

Jádro matematiky zůstává v jistém smyslu stále stejné. Zabývá se problémy, které se zrodily ze skutečného fyzikálního světa i z dalších otázek, které si klade sama matematika a které souvisejí s čísly, základními výpočty, s řešením rovnic. To byly vždy hlavní součásti matematiky. Každá událost, která znovu osvětlí tyto

oblasti, je důležitou částí matematiky.

Ty části, které se příliš vzdálí od těchto základů a dostatečně neobjasňují podstatné věci v matematice, mohou být stěží důležité. Může se stát, že nová oblast se zpočátku vyvíjí sama pro sebe a nakonec objasní některé nové věci, ale pokud zajde příliš daleko a spálí za sebou všechny mosty, pak opravdu není z hlediska matematiky příliš významná. Existují skutečně původní myšlenky, které mohou v určité chvíli zpřístupnit nové oblasti, ale stále zůstávají spojeny s jinými důležitými partemi matematiky a vzájemně se s nimi ovlivňují. Důležitost nějaké části matematiky můžeme zhruba posoudit podle intenzity vztahů k jiným oblastem. Je to jakási vnitřní definice důležitosti.

MINIO: *Je ale přece jen možné, že nějaký výsledek nemá zpočátku žádný ohlas a až po mnoha letech je doceněn.*

ATIYAH: Myslím, že skutečně někdo může mít matematickou myšlenku, která předběhla svou dobu nebo může učinit rozumný návrh, jehož význam zůstane nepoznán po dlouhá léta. To se zřejmě může stát. — O těchto věcech jsem příliš nepřemýšlel. Více jsem uvažoval o současném trendu, kdy někteří rozvíjejí celá odvětví matematiky pro sebe, a to v dosti abstraktní formě. Prostě si sami pro sebe staví jakési bobří hráze. Když se jich zeptáte, k čemu je to dobré, jaký to má význam, s čím to souvisí, zjistíte, že to nevědí.

MINIO: *Mohl byste uvést nějaký příklad?*

ATIYAH: Příklady existují ve všech oblastech moderní matematiky: uveďme jisté partie abstraktní algebry, funkcionální analýzy nebo obecné topologie — ty části, v nichž se projevuje axiomatická metoda ve své nejhorší podobě. — Axiómy slouží k tomu, aby mohla být dočasně izolována třída problémů, pro něž pak můžete hledat

metody řešení. Někteří si myslí, že axiómy umožňují definovat celé odvětví matematiky, významné samo o sobě. Domnívám se, že to je nesprávné. Čím užší je systém axiómů, tím více zůstává opomenuto. — Když usilujete v matematice o nějakou abstrakci, odděluje od sebe to, nač se chcete soustředit, od toho, co pokládáte za nepodstatné. To může vyhovovat po nějakou dobu — umožňuje vám to lépe se soustředit. Ale zavedením definice opomínáte spoustu věcí, o kterých jste si řekli, že vás nezajímají a v dlouhodobé perspektivě jste tím jakoby uťali množství živých kořenů. Je možné něco rozvíjet axiomaticky, ale po určité době je třeba se vrátit na začátek a umožnit spojování a vzájemné oplodňování s jinými částmi matematiky. To je zdravé.

Stále jsou ještě živé názory vyjádřené von Neumannem a Hermannem Weylem před asi třiceti lety. Byli znepokojeni směrem, jakým by se mohla matematika ubírat: pokud zajde příliš daleko od svých zdrojů, může se stát neplodnou. Myslím, že to je jedna ze základních pravd.

MINIO: *Je zřejmé, že máte velmi vyvinutý cit pro jednotu matematiky. Do jaké míry myslíte, že je to důsledek způsobu vaší práce a vašeho osobního zaujetí matematikou?*

ATIYAH: Je velmi těžké oddělit vaši osobnost od toho, co si myslíte o matematice. Myslím, že je velmi důležité chápat matematiku v její jednotě. A způsob, jakým pracuji, tuto snahu odráží; těžko říci, který faktor je na prvním místě. Považuji za zajímavé vztahy mezi různými partemi matematiky. Bohatství našeho oboru se zakládá na této komplexnosti, nikoliv na čistotě jednotlivých „vláken“ a na izolované specializaci.

Avšak existují také filozofické a společenské důvody. Proč se zabýváme mate-

matikou? Matematikou se zabýváme hlavně proto, že nás to baví. Ale – při hlubším pohledu – proč bychom měli být za to placeni? Jestliže někdo hledá zdůvodnění, myslím, že je třeba přijmout názor, že matematika je součástí obecné vědecké kultury. Přispíváme k jistému celku, organické soustavě idejí, a to i v případě, že ta část matematiky, kterou se právě zabýváme, nepřináší bezprostřední užitek ostatním lidem. Jestliže matematika je integrovaný myšlenkový celek a každá její část je potenciálně užitečná kterékoliv jiné její části, potom všichni sloužíme témuž společnému cíli.

Pokud by se měla matematika považovat za roztržštěný soubor specializací, z nichž každá se vyvíjí nezávisle na ostatních a zdůvodňuje svou existenci sama sebou, pak je velmi obtížné argumentovat, proč by za takovou činnost měli být lidé placeni. Nepřispíváme k pobavení občanstva jako tenisoví hráči. Jediné zdůvodnění je, že naše práce je skutečným příspěvkem k lidskému myšlení. I když sám přímo nepracuji v aplikované matematice, mám pocit, že přispívám k tomu druhu matematiky, který může být a bude užitečný pro ty, které zajímá aplikace matematiky na jiné věci.

Každý by se měl snažit filozoficky zdůvodnit smysl svého života, přinejmenším sám sobě. Pokud vyučujete matematice, můžete si říci: „Moje zaměstnání je učít. Vychovávám vzdělané mladé lidi a za to jsem placen. Výzkumem se zabývám ve volném čase, což mi umožňuje velkomyslnost těch druhých.“ Ale pokud jste vědeckým pracovníkem na plný úvazek, máte to mnohem těžší, abyste svou práci dokázal zdůvodnit.

V jistém smyslu se stále zabývám matematikou hlavně proto, že mě baví. Těší mě, že mi lidé platí za to, co dělám rád.

Ale stále se snažím ujišťovat o tom, že v mé práci je také něco seriózního, co ji ospravedlňuje.

MINIO: *Co si myslíte o výrocih jako že „čistá matematika není příliš užitečná, a že za pět let bude každý používat jen počítače“.*

ATIYAH: Toto hledisko v sobě skrývá neustálé nebezpečí. Jestliže se čistí matematikové uzavrou do věže ze slonoviny, nebudou přemýšlet o souvislostech s jinými obory, pak je skutečně nebezpečí, že se k nim lidé nakonec otočí zády a řeknou: „My vás vlastně nepotřebujeme – jste pro nás luxus – a raději zaměstnáme lidi, kteří dělají mnohem praktičtější věci“. Myslím, že toto nebezpečí je zde stále, a stává se ještě vážnějším v období finančních těžkostí, jaké právě prožíváme. A myslím, že zmíněné varování si již mnozí začínají uvědomovat.

Je jisté, že v posledních pěti nebo deseti letech vzrůstalo mezi čistými matematiky porozumění pro to, že se musí před společností trochu více ospravedlnit. Ale stále mám dojem, že u mnoha lidí to nevzniklo přirozenou cestou – učinili to pouze pod nátlakem. Myslím, že by bylo zdravé, kdyby se čistí matematikové všeobecně stali sebekritičtějšími.

MINIO: *Vraťme se k matematice, kterou se zabýváte. Můžete jmenovat některou svou větu, která vám přinesla největší uspokojení?*

ATIYAH: Myslím, že ano. Věta o indexu, kterou jsem dokázal společně se Singerem, je z mnoha hledisek nejprůraznějším jednotlivým výsledkem, kterého jsem dosáhl. Skutečně si myslím, že věta o indexu je pěkná a jasná věta, která stojí za zmínku. Většina mé práce se v nějaké formě soustřeďuje kolem ní. Věta vznikla z prací o topologii a algebraické geometrii, potom měla značný vliv na funkcionální analýzu; tento aspekt byl rozvinut mnohými mate-

matiky v posledních deseti letech. A také se nyní zjistilo, že má zajímavé souvislosti s matematickou fyzikou. Stále se tedy vyvíjí a podněcuje všestrannou aktivitu. Tato věta jistým způsobem symbolizuje můj hlavní zájem, který je v nalézání souvislostí mezi všemi obory matematiky. Je to oblast, ve které se zcela přirozeně stýká algebraická topologie a analýza včetně různých aspektů teorie diferenciálních rovnic.

MINIO: *Předvídal jste současný oživený zájem matematiků o matematickou fyziku?*

ATIYAH: Vlastně ani ne. Já sám jsem se zajímal o matematickou fyziku po dlouhou dobu. Ne příliš do hloubky – snažil jsem se porozumět kvantové mechanice a příbuzným oborům. Ale to, co se stalo v posledních pěti letech – myslím zájem matematiků o kalibrační teorie – bylo pro mne nečekané. Neznal jsem dost z fyziky, abych poznal, že se to může stát. Kvantová teorie pole pro mne byla jen jedním z těch velkých a tajemných zaklínadel.

Myslím, že sami fyzikové byli překvapeni. Skutečnost, že geometrická stránka se stane významnou a dominující mnozí z nich nepředvídali (a někteří o tom stále ještě diskutují!). Hlavní problémy vypadaly, jako by měly jinou povahu – analytické otázky, algebraické problémy. Někteří jako Roger Penrose nebyli ve skutečnosti překvapeni. Pracovali totiž v této problematice ze svého vlastního hlediska. Ale myslím, že zde máme pěkný příklad: jestliže se zabýváte zajímavou a základní matematickou v jejím hlavním proudu, pak byste neměli být překvapeni, když se zjistí, že je to užitečný nástroj. To ospravedlňuje víru v jednotu matematiky, která zahrnuje i fyziku.

MINIO: *Jak doslovně chápete toto své tvrzení?*

ATIYAH: Čím více jsem se toho naučil o fyzice, tím více jsem přesvědčen, že fyzika poskytuje v jistém smyslu nejhlubší aplikaci matematiky. Matematické problémy, které byly vyřešeny kvůli fyzice, nebo postupy, které vznikly z fyziky v minulosti, byly vždy krví matematiky – a stále to ještě platí. Problémy, se kterými se potýká fyzika, jsou nesmírně zajímavé, obtížné a provokující, pokud jde o jejich matematickou stránku. Myslím, že by se více matematiků mělo zabývat fyzikou a snažit se poznat některé její disciplíny; měli by se vynasnažit, aby dostali nové matematické postupy do souvislosti s fyzikálními problémy.

Fyzika je velmi rafinovaná. Je úžasně proniknuta matematikou a kombinace fyzikálního pohledu na jedné straně a matematické techniky na straně druhé dává velmi hluboké spojení mezi oběma obory. Novější aplikace matematiky, například ve společenských vědách, ekonomii a výpočetní technice jsou důležité. Je zapotřebí vybavit naše studenty takovýmto pohledem na aplikovanou matematiku, protože se to vyžaduje v obchodním světě; vyžadují to tisíce a tisíce studentů.

Na druhé straně, pokud jde o hloubku použité matematiky, jsou tyto dvě oblasti aplikací zcela nesrovnatelné. Ačkoliv například v ekonomii a statistice existují zajímavé problémy, úroveň použité matematiky je ze širšího hlediska velmi mělká. Skutečně hluboké problémy stále existují pouze ve fyzikálních vědách. Aby se zdravě rozvíjel matematický výzkum, myslím, že je velmi důležité udržovat toto spojení co nejtěsnější.

MINIO: *Je zřejmé, že se zajímáte o vzdělávání. Na druhé straně, pokud jde o vaše povolání, jste čistě vědecky pracujícím matematikem. Jak to můžete vysvětlit?*

ATIYAH: Důvody toho, že se zajímám o vzdělávání jsou stejné jako důvody toho, že se zajímám o jednotu matematiky. Univerzity jsou instituce sloužící vzdělávání a zároveň jsou zapojeny do vědeckého výzkumu. Myslím, že je velmi důležité, aby tyto dvě složky tvořily na univerzitách jednotu a aby v celé společenské struktuře byla vytvořena jednotu, která by udržovala rovnováhu mezi matematickým výzkumem a matematickým vzděláváním. A pokud univerzity pořádají přednášky se vzdělávacím záměrem, měly by se ujistit, že skutečně dávají studentům to pravé a ne (řekněme) kursy z vyšší topologie jen proto, že si chtějí vychovat aspiranty pro tuto specializaci. To by byl katastrofální omyl.

Univerzity se musí snažit o vyvážení obou složek své činnosti. Měly by vědět, co je třeba naučit studenty z hlediska toho, co budou dělat později. Současně by měly podporovat výzkum. Někteří se budou zabývat jen vědou a někteří budou hlavně učit, ale většina bude dělat obojí. Ačkoliv já sám pracuji pouze vědecky, působím také na univerzitě, mám zde své kolegy, vím, čím se zabývají, takže mám zájem na tom, aby byla nastolena rovnováha mezi různými funkcemi, které univerzita plní.

MINIO: *Myslíte si, že se britské univerzity rozvíjely v posledních dvaceti letech příliš překotně?*

ATIYAH: Nemyslím si, že by tento rozvoj byl příliš intenzivní. Ve srovnání s jinými zeměmi, obzvláště s Amerikou, je zřejmé, že počet vysokoškoláků byl ve skutečnosti velmi malý a měl by se zvýšit; v zásadě by se univerzity měly dále rozšiřovat. Nevěřím, že by v příštím století procento lidí s vysokoškolským vzděláním zůstalo stejné, jako je nyní. To se určitě změní.

Jestliže přijde období rychlého rozvoje, jaké bylo nezbytné po válce, vyvolává to jisté problémy. Vytváří to určitou nespojitost. Naverbujete spoustu lidí, aby šli učit na univerzity, a když se expanze zastaví, zjistíte, že všechna místa jsou již obsazena – a nemůžete přijmout žádné mladé lidi. Dalo by se kritizovat přílišné nadšectví nebo nedostatek opatrnosti ze strany univerzit, které nepředvíдалy některé z obtíží, jež se nakonec musely projevit. Například na rozdíl od amerických univerzit, nabízely anglické univerzity v tomto období trvalé zaměstnání ihned po doktorátu, protože si navzájem konkurovaly. Myslím, že to byla chyba, za kterou se nyní platí.

Bylo by bývalo moudřejší nedávat lidem od samého začátku celoživotní zaměstnání, ale místo toho vytvořit pružnější systém, který by jim umožnil přizpůsobit se měnícím se podmínkám. Nyní jsme v bodě velmi ostré diskontinuity a můžeme očekávat krize a konfrontace. Lidé na univerzitách by asi měli být trochu opatrnější.

MINIO: *Vraťme se na chvíli k vyučování a výzkumu. Řekl jste, že jsou to dvě podstatné složky života na univerzitě, ale dosud jste o nich hovořil stále ještě odděleně. V poslední době vznikly vědecké ústavy – v Bonnu, Warwicku a Princetonu – na kterých se nevyučuje. Myslíte si, že je tento vývoj zdravý?*

ATIYAH: Myslím, že na prvním místě je třeba říci, že tento druh ústavů buď nemá žádné stálé pracovníky, nebo jich má velmi málo. Většina lidí sem přichází, aby si doplnila své vzdělání. Přijdou sem z univerzity na semestr nebo na rok a potom se zase vrací zpět. Jde tedy o jakési konferenční středisko, kam lidé přicházejí, aby si vyměnili myšlenky a potom se zase vrací, aby pokračovali ve své práci. Ústavy

jednoduše pomáhají lidem z univerzit, aby aktivně pokračovali ve své vědecké práci – to je jejich hlavní úkol.

Na druhé straně v systému, jaký je ve východní Evropě, kde existují velké vědecké ústavy zaměstnávající nastálo velké počty pracovníků a odsávající z univerzit významnou část učitelského sboru *), vznikají odlišné problémy. Zde skutečně dochází k oddělování univerzit od vědeckého výzkumu ve velkém měřítku. Ale v oboru matematiky je počet těchto středisek malý a počet pracovníků nepatrný a lidé, kteří přicházejí a odcházejí prostě posilují univerzitní soustavu. Myslím, že je to docela zdravé.

Vědecké ústavy mohou sloužit také jinému účelu, totiž pomáhat lidem orientovat se, nebo je usměrňovat a vést do prospěšných oblastí matematického myšlení. Kromě toho, že můžete jít do takového střediska, abyste pozvedli úroveň své vědecké práce, můžete tam také přijít jako mladí lidé, abyste byli uvedeni do produktivních oblastí výzkumu.

Ústav v Princetonu, kam jsem přišel po obhájení doktorátu, slouží tomuto účelu velmi dobře. Doktorát jsem měl za sebou, disertaci také, ale stále jsem ještě hledal své místo v matematickém životě. Nevěděl jsem, kam směřuji a co chci dělat. Šel jsem do tohoto velkého střediska, kde byly spousty velmi schopných mladých mužů i těch starších, z různých částí světa a s mnoha různými nápady. Asi po ročním pobytu jsem odcházel naplněn novými myšlenkami a novými směry. To mělo nesmírný vliv na můj pozdější matematický vývoj.

MINIO: Kdo vás v Princetonu nejvíce ovlivnil?

*) Tento poslední bod je patrně již neaktuální. (Pozn. překl.)

ATIYAH: Myslím, že to nebyl nikdo ze stálých pracovníků. Přišel jsem tam v roce 1955 a mnozí lidé, kteří tam byli v té době, byli asi poněkud starší než ti, kteří tam přicházejí nyní.

Setkal jsem se s Hirzebruchem, Serrem, Bottem, Singerem... Všechny jsem je poznal během svého pobytu v ústavu. Byli zde také Kodaira a Spencer. Poznal jsem celou tuto skupinu lidí a byl jsem ovlivněn jejich matematikou. Nebylo to náhodou, že jsem později spolupracoval s týmiž lidmi, se kterými jsem se seznámil v ústavu.

Je tu i druhá stránka. Nejenže se změnila vaše názory a vaše práce, ale dostanete se do styku s jinými aktivními lidmi a tyto kontakty pak udržujete; jsou velmi důležité pro udržení vašeho matematického vývoje. Je důležité setkávat se s lidmi z různých zemí – matematika je velmi internacionální a zmíněná centra dávají příležitost, jakou je velmi těžké dostat někde jinde.

MINIO: Konference rovněž dávají lidem příležitost k setkání, ale možná méně příležitostí ke spolupráci a ke skutečnému osvojení si různých věcí?

ATIYAH: Konference jsou velmi užitečné, ale pravděpodobně ne příliš užitečné pro mladého začátečníka. Jsou užitečné pro člověka s postavením. Jestliže již dobře znáte jiné matematiky a pokud jste aktivní, pak můžete ve velmi krátkém čase hodně vytěžit z rychlé výměny nápadů. Pokud jste mladým studentem nebo záhy po doktorátě, stěží si můžete pohovořit s mnoha lidmi, protože je vlastně neznáte, máte zábrany a také jim dost nerozumíte, abyste je mohl sledovat. Domnívám se, že na to potřebujete mnohem delší čas. Potřebujete asi rok, abyste mohli vstřebat věci pomalu a dobře poznat lidi. Proto si myslím, že konference mají jiný účel.

MINIO: *Co soudíte o mezinárodních kongresech?*

ATIYAH: Myslím, že mezinárodní kongresy jsou něco zcela jiného. Byl jsem patrně na všech mezinárodních kongresech od roku 1954; užitek, který jsem z nich načerpal, byl však různorodé povahy.

První kongres, kterého jsem se zúčastnil jako mladý student, pro mne byl velkou událostí. Měl jsem možnost slyšet přednášet Hermanna Weyla a to bylo psychologicky nesmírně povznášející. Měl jsem pocit, že jsem jedním z velkého společenství několika tisíc matematiků. Většinu přednášek jsem nerozuměl. Mohl jsem na ně chodit a zbytečně ztrácet čas. Myslím, že jsem nezískal nic, co by se týkalo konkrétního matematického porozumění, ale podstatné bylo psychologické povzbuzení.

Nyní když jsem starší, znamená pro mne matematický kongres málo. Jdu tam z pocitu povinnosti – plnit určité funkce – hovořit s lidmi, přednášet. Pro sebe z toho nemám skutečný užitek, protože je tam příliš mnoho lidí. Docela se mi však líbí některé přednášky; myslím, že mezinárodní kongresy znamenají určitý přínos, ale ne příliš velký.

Kromě přínosu, který mají pro mladé lidi v tom, že jim dávají jistý pocit mezinárodní sounáležitosti, jejich hlavní funkcí je pravděpodobně pomáhat lidem ze zemí, které nepatří k malému kroužku těch matematicky nejaktivnějších. Pokud pocházíte ze západní Evropy nebo Spojených států, asi pro vás nebudou kongresy příliš podstatné. Ale jestliže pocházíte z Afriky, Asie nebo východní Evropy, kde příležitost k cestování a setkávání se s lidmi je o hodně menší, pak je to myslím jedna z příležitostí podívat se, co se v matematickém světě děje. Mám pocit, že to je hlavní opodstatnění kongresů.

MINIO: *Domníváte se, že Fieldsovy medaile plní užitečnou funkci?*

ATIYAH: Myslím, že v malé míře ano. Pokládám za dobrou věc, že Fieldsovy medaile nejsou totéž co Nobelovy ceny. Nobelovy ceny těžce deformují vědu, obzvláště fyziku. Prestiž, která doprovází Nobelovy ceny, a rozruch, který se kolem nich dělá, a také způsob, jakým si univerzity kupují laureáty – to vše je strašně narázovité. Rozdíl mezi člověkem, který cenu dostal, a tím, který ji nedostal, vznikne asi tak, jako když se háže mincí – je to velmi umělé rozlišování. Přesto však když vy dostanete Nobelovu cenu a já ne, potom vy budete mít dvojnásobný plat a vaše univerzita vám postaví velkou laboratoř; myslím, že je to velmi škodlivé.

Ale v matematice nemají Fieldsovy medaile vůbec žádný vliv, proto nemohou mít ani žádný záporný vliv. Dávají se mladým lidem a jsou míněny jako forma povzbuzení pro ně a pro celý matematický svět.

Já sám jsem byl povzbuzen, když jsem dostal Fieldsovu medaili. Zvýšilo to mou sebedůvěru a pracovní morálku. Nevím, zdali by se bylo něco změnilo, kdybych byl medaili nedostal, ale určitě to, že jsem ji dostal právě v tom období, mě povzbudilo a probudilo ve mně nadšení. Takže si myslím, že v tomto smyslu to může pomoci.

Zjistil jsem, že v některých zemích má tato medaile velkou prestiž – například v Japonsku. V Japonsku se na udělení Fieldsovy medaile dívají stejně jako na udělení Nobelovy ceny. Takže když přijedu do Japonska a jsem představován ve společnosti, připadám si jako nobelista. Ale u nás si toho nikdo ani nevšimne.

MINIO: *Udělal jste zkušenost, že se s matematikou jako takovými zachází v různých zemích různě?*

ATIYAH: Matematika může skutečně mít v různých zemích poněkud odlišný význam. Obzvláště rozdělení na matematiku, aplikovanou matematiku a fyziku je u nás zcela odlišné; ve většině ostatních zemí je čistá matematika mnohem více oddělená. To má pravděpodobně celkový vliv na to, co si lidé myslí o matematicích; u nás je lidé neztotožňují tak úzce s čistými matematiky, jako to dělají v Americe, kde matematik znamená čistého matematika.

Na druhé straně si myslím, že ve Francii mají matematici již tradičně lepší postavení. Je to proto, že ve Francii existuje tradice, která si více cení filozofie, literatury a umění – a matematika patří do této skupiny. Zatímco v naší zemi se těmto věcem nikdy nepřikládalo mnoho váhy. V Německu měli profesori tradičně také lepší postavení, i když se to teď rychle mění. Myslím, že jsou zde zřejmé národní rozdíly v tom, jak se lidé dívají na matematiku nebo na univerzity. Ale to se mění – rozdíly mezi různými kulturami se smazávají.

MINIO: *Mám několik otázek ke stylu vaší práce. Například, jakého druhu představ používáte?*

ATIYAH: Nevím, zdali budu umět odpovědět. Myslím, že někdy používám vizuálních obrazů, jakýchsi schematických diagramů. Ale nevím, zdali jsou to skutečné obrazy nebo jen pouhé symboly. Myslím, že je to velmi těžká otázka, která spíše souvisí s celkovou psychologií určitého člověka než s matematikou.

MINIO: *Mou otázku je třeba chápat tak, že se snažím rozlišit geometrickou intuici a algebraickou manipulaci.*

ATIYAH: Ano, v tom jsou rozdíly. Mám podezření, že tato dichotomie má skutečný základ v našem mozku. Pracuji s věcmi, které jsou spíše geometrické, ale nejsem

typ člověka, jako je Thurston, který tímto způsobem vidí komplikovanou vícerozměrnou geometrii. Moje geometrie je poněkud formálnější. Ale nejsem také algebraik – manipulace se symboly mě nijak neláká. Asi nejsem dost extrémní případ, jaký by se hodil psychologům; jsem typem obvyčejného člověka uprostřed.

Kdybyste se zeptal Thurstona, asi by vám řekl, že vidí ve své mysli komplikované obrázky a pak už mu jen stačí přenést je na papír a důkaz je hotov. Zeptejte se Thompsona, jak si představuje grupu; nevím, co na to odpoví. Jsou zde rozdíly. Je to složitá otázka, ale jsou v ní tři čtvrtiny psychologie a jen jedna čtvrtina matematiky.

MINIO: *Jak důležitá je pro vaši práci paměť?*

ATIYAH: Zmínil jsem se již, že když mi bylo patnáct, byl jsem velmi nadšený pro chemii. Celý rok jsem se zabýval chemií a pak jsem to vzdal z jednoduchého důvodu, že v chemii se musíte naučit nazpaměť velké množství faktů. V anorganické chemii jsem používal tlusté knihy a musel jsem se prostě naučit, že z různých chemických složek a různými postupy dostaneme různé substance. Přítomnost struktury, která by vám pomohla si tyto věci zapamatovat, byla zanedbatelná. Organická chemie byla o něco lepší. Ve srovnání s tím nepotřebujete v matematice prakticky žádnou paměť. Nepotřebujete se učit nazpaměť fakta; všechno, co potřebujete, spočívá v pochopení, jak věci spolu souvisejí. Proto si myslím, že matematické ve skutečnosti nepotřebují ten druh paměti, jaký musí mít přírodovědci nebo studenti medicíny.

Paměť je v matematice důležitá jinak. Budu o něčem přemýšlet a najednou mně napadne, že to souvisí s něčím, o čem jsem

slyšel minulý týden nebo minulý měsíc, když jsem s kýmisi hovořil. Mnoho z mé práce se uskutečnilo tímto způsobem. Obcházím lidi jako nákupčí, hovořím s nimi, zachycuji jejich myšlenky, které pochopím jen napůl, a uložím si je v zadní zásuvce své paměti; zakládám si takto jakousi obrovskou kartotéku útržků matematiky sebranou ze všech oblastí, které mne zajímají. Myslím si tedy, že paměť hraje v matematice jistou roli, ale je to jiný druh paměti, než se používá v jiných oborech.

MINIO: *Když pracujete, víte, že nějaký výsledek je správný, i když pro něj nemáte důkaz?*

ATIYAH: Než zodpovím tuto otázku, měl bych nejprve poukázat na to, že nepracuji tím způsobem, abych řešil problémy. Když mě zajímá nějaká věc, pak se jí prostě snažím porozumět; přemýšlím o ní a snažím se jí proniknout čím dál tím hlouběji. Když už věci rozumím, potom vím, co je dobře a co není dobře.

Může se ovšem také stát, že vaše chápání problému bylo chybné, že jste si jen mysleli, že věci rozumíte, ale nakonec se ukáže, že jste neměli pravdu. Řečeno širěji, jestliže již skutečně cítíte, že jste něčemu porozuměli a máte-li dostatek zkušeností s tímto typem otázek na základě množství příkladů a souvislostí s jinými záležitostmi, potom dostanete určitý cit pro to, co se děje a co by mělo platit. A otázka potom zní: jak to máte vlastně dokázat? To může trvat dlouhou dobu.

Například věta o indexu byla nejprve zformulována a věděli jsme, že by měla platit. Ale trvalo to několik let, než jsme našli důkaz. Bylo to částečně tím, že se zde uplatnily různé techniky a musel jsem se naučit některé nové věci pro nalezení důkazu, v tomto případě několika důkazů. Nevěnuji příliš mnoho pozornosti důleži-

tosti důkazů. Myslím, že důležitější je něčemu porozumět.

MINIO: *V čem je pak význam důkazu?*

ATIYAH: Důkaz je důležitý jako kontrola vašeho porozumění. Mohu si myslet, že něco chápu, ale důkaz je zkouškou toho, že jsem opravdu pochopil; to je vše. Je to poslední stadium celé operace, konečná kontrola, ale není to vůbec věc základní.

Vzpomínám si na jednu větu, kterou jsem dokázal a přesto jsem ve skutečnosti stále neviděl, proč vlastně platí. Znepokojovalo mne to po celá léta. Týkalo se to vztahu mezi K -teorií a reprezentacemi konečných grup. K důkazu věty jsem musel rozložit grupu na řešitelné grupy a cyklické grupy; byla zde spousta indukčních kroků a různých triků. Aby důkaz fungoval, musela vycházet každá jednotlivost – museli jste mít tak říkajíc pozoruhodné štěstí. Zaráželo mě, že to všechno funguje a stále jsem přemýšlel o tom, že kdyby byl některý článek tohoto řetězce praskl, kdyby byl v argumentaci jediný kaz, celá věc by se byla zhroutila. Protože jsem výsledku nerozuměl, nemusel třeba vůbec platit. Stále mne to znepokojovalo, až o pět nebo šest let později jsem pochopil, proč je věta správná. Potom jsem získal zcela jiný důkaz tak, že jsem přešel od konečných grup ke kompaktním grupám. Pomocí zcela odlišného postupu se jasně prokázalo, proč výsledek musí být správný.

MINIO: *Vidíte nějaký způsob, jak tento druh porozumění předat někomu dalšímu bez důkazů?*

ATIYAH: V ideálním případě, jestliže se snažíte jiným sdělit matematiku, měl byste se jim také snažit sdělit porozumění. Je poměrně snadné tak učinit v konverzaci. Když spolupracuji s kolegy, vyměňujeme si myšlenky na této úrovni porozumění –

chápeme věci a přidržujeme se intuice.

Když přednáším, vždycky se snažím sdělit podstatný obsah tématu. Když dojde na psaní článků nebo knih, pak je to ovšem mnohem obtížnější. Nemám sklon k psaní knih. V článcích se snažím ze všech sil o stručné vylíčení výsledku a o napsání úvodu, ve kterém jsou shrnuty myšlenky. Ale protože v článku se od vás očekává důkaz, musíte jej sepsat také.

Většina knih v dnešní době má sklon k přílišné formálnosti, dává příliš mnoho, pokud jde o formální dokazování, a zdaleka ne dost, pokud jde o motivaci a myšlenky. Samozřejmě, že je obtížné dávat motivaci a myšlenky.

Existují některé výjimky. Myslím, že Rusové tvoří výjimku. Myslím, že ruská tradice v matematice byla méně poplatná formalismu a strukturnímu přístupu než západní tradice, která se vyvíjela pod vlivem francouzské matematiky. Francouzská matematika dominovala a vedla k velmi formální škole. Myslím, že je velká škoda, že většina knih je napsána tímto přehnaně abstraktním způsobem a nesnaží se dávat porozumění.

Ale předávat porozumění je těžké, protože to je něco, co získáte dlouhodobou prací na určitém problému. Studujete jej možná po celá léta, máte pro něj cit a jste jim prostoupeni do morku kostí. To nemůžete jen tak sdělit někomu jinému. Pokud jste studovali nějaký problém pět let, můžete být s to prezentovat jej takovým způsobem, aby někdo jiný se mohl dostat na vaši současnou úroveň v kratším čase, než to trvalo vám, ale pokud ti druzí se sami nepotýkali s tímto problémem a neviděli všechny jeho nástrahy, potom mu ve skutečnosti neporozuměli.

MINIO: *Odkud dostáváte podněty pro to, co budete právě teď dělat? Posadíte se snad*

a řeknete si: „Dobrá, teď si dáme dvě hodinky matematiky“?

·ATIYAH: Myslím, že když aktivně pracujete v matematickém výzkumu, potom je matematika stále s vámi. Když přemýšlím o problémech, pak jsou stále zde. Když ráno vstanu a holím se, přemýšlím o matematice. Když snídám, stále ještě přemýšlím o matematických problémech. Když řídím auto, stále ještě myslím na problémy. Vždy s různým stupněm koncentrace. Někdy se ptám, zdali to má smysl přemýšlet o matematice během jiné činnosti, zdali to skutečně pomůže. Vždyť vlastně jenom lině převracíte myšlenky v hlavě.

Jsou situace, kdy se ráno posadíte a na něco se s velkým úsilím soustředíte. Tento druh pronikavé koncentrace je velmi obtížné udržet po delší dobu a není vždy příliš úspěšný. Někdy problém rozřešíte pozorným myšlenkovým postupem. Ale skutečně zajímavé myšlenky se objevují v okamžicích, když máte záblesk inspirace. Ty jsou svou povahou spíše náhodné; mohou se objevit zrovna během příležitostné konverzace. S někým budete hovořit, on něco řekne a vy si pomyslíte „dobrý bože, ano, to je to, co potřebuji... to vysvětluje, o čem jsem přemýšlel minulý týden“. Dáte si dvě věci dohromady, sloučíte je a vznikne z toho něco nového. Dát si dvě věci dohromady jako ve skládačce je v jistém smyslu náhodné. Ale musíte tyto věci neustále převracet v hlavě, abyste maximalizoval možnost náhodné interakce. Domnívám se, že Poincaré řekl jednou něco podobného. Je to druh pravděpodobnostního efektu: myšlenky krouží kolem dokola ve vaší mysli a plodné interakce vznikají z náhodné příznivé mutace. Dovednost záleží v maximalizaci takového stupně náhodnosti, takže zvýšíte šance na plodné setkání dvou myšlenek.

Podle mne, čím více se stýkám s různými typy lidí a čím více přemýšlím o různých částech matematiky, tím větší mám šanci dovědět se od někoho novou myšlenku, která naváže na něco, co znám z dřívějšíka.

Například věta o indexu byla zčásti věcí náhody. Singer a já jsme náhodou pracovali v Oxfordu na problémech souvisejících s Riemannovou-Rochovou větou a vyplývajících z Hirzebruchových prací. Delší dobu jsme si s tím hráli a stále jsme hledali jistou formuli pro Diracův operátor. A potom tudy projížděl Smale a s ním jsme si promluvili. Řekl nám, že právě včera četl jednu Gel'fandovu práci o indexu operátorů z obecného hlediska a poznamenal, že by to mohlo mít nějakou souvislost s naší prací. Zjistil jsem, že práce je velmi obtížná na pochopení, ale že obsahuje obecnou formulaci problému, zatímco my jsme se zabývali důležitým speciálním případem. Tak jsme si uvědomili, že to, co děláme, je nutno zobecnit a to vedlo k našemu výsledku. Ale byl to projíždějící Smale, který nás uvedl na správnou cestu.

Jiným příkladem je moje práce o instancích. Také zde sehrála svou roli náhoda. Věděl jsem, že Roger Penrose a jeho skupina pracuje na geometrických aspektech ve fyzice a jeden z nich, Richard Ward, dělal některé pěkné věci. Právě se chystal na svůj seminář a já jsem si řekl: „Mám tam jít nebo ne, nebude to nuda? Dobrá, zkusím to.“ A tak jsem šel na seminář. Výklad byl velmi průzračný, chápal jsem, oč běží, a odcházel jsem se slovy „propána, to je opravdu dobré“. Strávil jsem tři dny usilovným přemýšlením a nakonec mi došlo, oč jde, a jak to souvisí s algebraickou geometrií. Od té chvíle to všechno začalo. Mohlo se klidně stát, že bych býval nešel na ten seminář a obor by se byl nepohnul z místa. Propast mezi matematikou a fyzikou byla velmi široká; pochybuji, že

by k přejímání myšlenek mezi oběma obory došlo tak rychle. Ovšem můžete také chodit dlouhou dobu na semináře a nic vás nenapadne.

MINIO: *Máte ve zvláštní oblibě nějakou větu nebo problém?*

ATIYAH: To není tak důležitá otázka, protože ve skutečnosti nevěřím v matematické věty jen pro ně samotné. Věřím v matematiku jako druh jsoucná; věta je vždy jen zastávka na cestě. Zním spoustu hezkých perliček, hezkých faktů, hezkých věcí, ale nepřikládám jim jednotlivě příliš mnoho významu. Myslím, že stejně je to s problémy.

Nerad bych vzbudil dojem, že pokládám matematiku za pouhou abstraktní teorii bez těla. Teorie je zajímavá, protože řeší spoustu speciálních problémů a dává je do správné souvislosti; umožňuje vám, abyste porozuměl všem naráz. Dosti často se vytvoří teorie, protože někdo vyřešil velmi těžký problém a jiní se snaží pochopit, co se vlastně děje, tím se vytvoří určitá nadstavba. Mělká teorie, která v sobě nezahrnuje žádné obtížné problémy, je zcela neužitečná.

MINIO: *Co si myslíte o klasifikaci konečných jednoduchých grup?*

ATIYAH: Moje pocity jsou trochu smíšené. Především, k důkazu je potřeba tolik tiskových stran; zdá se mi, že současný stupeň porozumění musí být velmi malý, jestliže to je jediná cesta k výsledku. Doufejme, že tomu všemu porozumíme v budoucnu mnohem lépe. Možná, že se mýlím, ale věřím, že takový stupeň porozumění můžeme očekávat od lidí, kteří se na grupy dívají spíše extrovertně než introvertně.

V přírodě se grupy vyskytují jako věci, které hýbou jinými věcmi: jde o transformace nebo permutace. V abstraktní verzi

uvažujete o grupě jako o vnitřní struktuře s násobením – to je velmi introvertní pohled. Jestliže se omezíte pouze na tento introvertní pohled, budete mít velmi omezený arzenál prostředků. Ale jakmile uvažujete o grupě prostřednictvím toho, jak se projevuje ve vnějším světě, potom vám přijde na pomoc celý tento vnější svět. A potom dojdete nebo byste měli dojít k mnohem silnějšímu porozumění. Moje myšlenka, můj sen je, aby někdo dokázal tyto hluboké věty o grupách s použitím faktu, že každá grupa se vyskytuje v přirozeném kontextu jako grupa transformací a z toho že by se její struktura měla jevit průhlednou.

Také si nejsem zcela jist, jak důležitý je celý tento výsledek. Někteří lidé řeknou, že v matematice je nejdůležitější stanovit systém axiomů. Tím jsou vymezeny objekty – grupy, prostory. Úkolem je pak klasifikovat všechny takové objekty. Myslim, že to není správné hledisko. Cílem je pochopit povahu těchto věcí a použít je; klasifikace vám prostě jen naznačí rozsah, v jakém teorie platí.

Například klasifikace [jednoduchých] Lieových grup je poněkud zvláštní. Je tu známý seznam rozdělující grupy na klasické a výjimečné. Ale pro většinu praktických účelů se používají jen klasické grupy. Výjimečné Lieovy grupy jsou zde jen na to, aby se ukázalo, že teorie je o něco rozsáhlejší; velice zřídka se někde objeví. A teorie Lieových grup by se příliš nezměnila, i kdyby jejich klasifikace byla nesrovnatelně komplikovanější, i kdyby zde bylo nekonečněkrát více takových výjimečných grup.

Proto se domnívám, že v matematice na tom tak příliš nezáleží, zdali víme, že existují různé druhy jednoduchých grup. Je to hezké z intelektuálního hlediska, ale nepřikládám tomu fundamentální význam.

MINIO: *Ale kdyby se našel jiný způsob klasifikace, z nějakého extrovertního hlediska, potom by to mělo větší dosah?*

ATIYAH: Potom by to mělo dosah v tom smyslu, že by to lidem ukázalo, že se věci dají odvodit také jiným způsobem. Ale nemyslím, že by zmíněný výsledek měl základní důležitost; nedá se to srovnávat například s teorií reprezentací grup.

Klasifikační přístup se může hodně přehnat. Může se stát dočasně ohniskem ukazujícím na pěkné problémy a kladoucím výzvy. Ale pokud vyžaduje příliš mnoho úsilí, vzbuzuje to podezření, že by se možná daly najít lepší způsoby. Najít lepší způsob může být zajímavé samo o sobě a ukáže se zde, jak se realizují nové myšlenky a nové postupy. Díváte se na výsledek, vypadá pěkně, nalezl jste dlouhý a komplikovaný důkaz; je v tom výzva, aby se našel lepší způsob důkazu. Jeho hledání může být přínosem, ale tento přínos pramení spíš z nových myšlenek než z faktu, že se našel nový důkaz.

George Mackey mi jednou řekl něco, o čem si myslím, že je to velmi pravdivé. V daném matematickém oboru často nejsou tak důležité výsledky, které jsou technicky nejnáročnější a nejhůře se dokazují. Často jsou důležitější elementárnější fakta, protože to jsou součásti, které mají nejširší souvislosti s jinými disciplínami a jinými oblastmi výzkumu a mají největší dosah.

V teorii grup jsou mnohé věci, které jsou nesmírně důležité a vyskytují se všude, ve všech druzích matematiky. Jsou to většinou elementárnější záležitosti: základní myšlenky o grupách, o homomorfismech, o reprezentacích. Obecné rysy, obecné postupy – to jsou věci, které jsou skutečně důležité.

Totéž platí v analýze. Existují velmi

jemné finty, s jejichž pomocí se dokazuje, za jakých přesných podmínek může konvergovat Fourierova řada; jsou technicky náročné a velmi zajímavé. Ale pro všechny ostatní matematiky, kteří používají Fourierovu analýzu, nejsou příliš důležité. Specialisté v oboru se samozřejmě zamilují do těžkých technických problémů, kdežto matematikové jako celek takové věci sice obdivují, ale nepoužívají.

MINIO: *Kterého matematika nejvíce obdivujete?*

ATYIAH: Myslím, že na to je snadná odpověď. Člověk, kterého nejvíce obdivuji je Hermann Weyl. Ve většině oborů, ve kterých jsem pracoval, on sám vykonal hlubokou a průkopnickou práci – s výjimkou topologie, která přišla až po něm. Ale zajímal se o teorii grup, teorii reprezentací, diferenciální rovnice, spektrální vlastnosti diferenciálních rovnic, diferenciální geometrii, teoretickou fyziku; téměř všechno, co jsem udělal, bylo víceméně vytvořeno v jeho duchu. A plně souhlasím

s jeho koncepcí matematiky a s jeho názorem na to, které věci v matematice jsou zajímavé.

Slyšel jsem ho mluvit na mezinárodním kongresu v Amsterdamu. Předával tehdy Fieldsovy medaile Serremu a Kodairovi. Potom jsem odešel do Ústavu v Princetону, ale on zůstal v Curychu, kde také zemřel. Nikdy jsem ho v Princetonu nepotkal, viděl jsem ho jen jednou v životě. Nebyl to tedy osobní kontakt, pro který jsem ho začal obdivovat.

Po mnoho let, kdykoliv přejdu k jiné tematické, nacházím muže za scénou a mohu si být téměř jist, že je to Hermann Weyl. Cítím, že moje těžiště je ve stejném místě jako jeho. Hilbert byl více algebraikem; myslím, že neměl stejnou geometrickou představitelstvem. Von Neumann byl více analytikem a pracoval více v aplikacích. Myslím, že Hermann Weyl je zcela jasně tím člověkem, se kterým se nejvíce ztotožňuji, ať již jde o matematickou filozofii nebo o matematické zájmy.

vyučování

VÝUKA MATEMATICE
V INŽENÝRSKÉM STUDIU V BELGII

Milan Novotný, Plzeň

Úvod

Vzdělávání vysokoškolských studentů technických oborů v Belgii má na rozdíl od našeho vzdělávání dvě formy. Jednak je to vzdělávání budoucích inženýrů

na univerzitách (ingénieurs civils) a jednak vzdělávání budoucích inženýrů na vysokých technických školách (ingénieurs techniciens). První forma inženýrského studia je svou povahou formě inženýrského studia u nás bližší, a proto se článek zaměřuje výhradně na tuto formu studia.

Studium technických oborů s různými zaměřenými zabezpečují na šesti belgických univerzitách – dvou v Bruselu, dvou v Lovani, v Lutychu a Gentu – fakulty