

# Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

---

Kenneth O. May

Růst matematické literární produkce a její kvalita

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 15 (1970), No. 5, 220--229

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137843>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1970

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>

# RŮST MATEMATICKÉ LITERÁRNÍ PRODUKCE A JEJÍ KVALITA<sup>1)</sup>

KENNETH O. MAY, University of Toronto

Mnozí epistemologové — zkoumající globální trendy vývoje vědy — soudí, že ve vědě probíhá exponenciální exploze, hrozící zahltit lidstvo vědeckými informacemi.<sup>2)</sup> Rovněž produkce matematických článků a knih sleduje podobný vývoj. Jestliže před sto lety se odhadoval celkový počet všech do té doby napsaných pojednání z celé matematiky na 40 000, v dnešní době se odhaduje na téměř 430 000 titulů. K těmto číslům se došlo sledováním počtu odborných článků referovaných v matematických referativních časopisech. Roční přírůstek referátů v nich tvoří 2,5% a v současné době se objevuje více než tisíc nových referátů měsíčně.<sup>3)</sup>

To je vnější pohled na matematickou produkci. Ale co můžeme říci o kvalitě této záplavy? Kolik titulů vyjadřuje skutečně nové objevy?

Analýsa takového množství literatury je mimo možnosti jednotlivce. Přesto zde lze na malém vzorku ukázat některé charakteristické rysy vzájemných vztahů jak mezi jednotlivými tituly tak i vztahu jedné oblasti matematiky k celkovému obrazu jejích souhrnných tendencí. Za takový vzorek lze snadno vzít třeba práce zabývající se teorií determinantů.<sup>4)</sup> Již zde se ukazuje (obr. 1), že vzrůst zájmu o teorii determinantů je zpočátku rychlejší než celkový zájem o matematiku — v té době teorie determinantů váže kolem 1% veškeré produkce — na druhé straně vidíme, že po určité době zájem o tuto problematiku klesá.

## JAKÝ BYL VÝVOJ POJMU A TEORIE DETERMINANTŮ?

Někdy před dvěma tisíciletími čínští matematici zpozorovali vztahy mezi koeficienty systému lineárních rovnic a hodnotami neznámých. Schematické výrazy

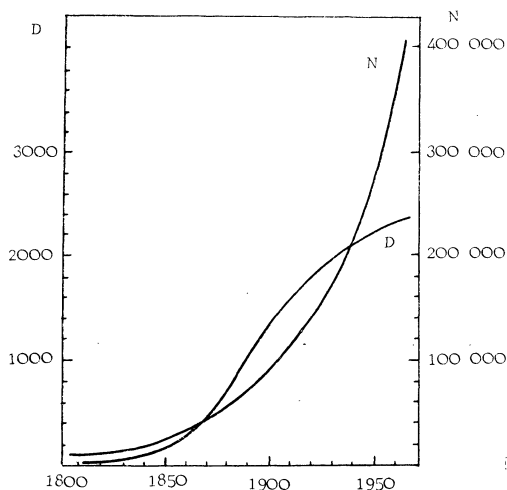
<sup>1)</sup> Se souhlasem autora uveřejňujeme zkrácený výtah ze dvou článků věnovaných kvantitativnímu zpracování matematické produkce v dlouhém časovém intervalu. Hlavní článek byl pod titulem „Growth and Quality of the Mathematical Literature“ otištěn v *ISIS*, Vol. 59 (4), Winter 1968, str. 363–371. Jemu předcházela článek „Quantitative Growth of the Mathematical Literature“ otištěný v *Science*, Vol. 154, No. 3757, str. 1672–3.

<sup>2)</sup> Pro našeho čtenáře připomeňme alespoň dnes již klasickou knihu historika matematiky D. J. DE SOLLA PRICE, *Little Science-Big Science*, N. Y. 1963, případně do češtiny přeloženou knihu: G. M. Dobrov, *Věda o vědě*, Praha 1968.

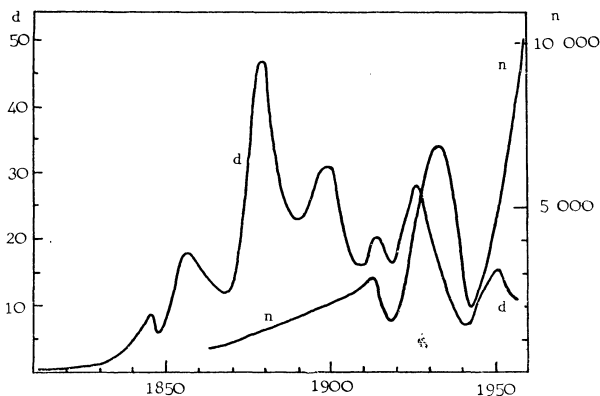
<sup>3)</sup> Srovnání citovaný autorův článek v *Science*; dostupnou českou publikací je článek: L. Nový, J. FOLTA, K otázce užití kvantitativních metod v dějinách matematiky, *Sborník pro dějiny přírodních věd a techniky* 11, Praha 1966, str. 25–55, na kterou autor rovněž upozorňuje.

<sup>4)</sup> Lze totiž využít chronologické bibliografie práce Thomas Muir, *Theory of Determinants in the Historical Order of Development*, Sv. 1–4, London 1906 až 1923, 5. sv.: *The History of Determinants 1900–1920*, London 1930, a doplnit ji údaji referativních časopisů.

opakující se při výpočtu neznámých se začaly později objevovat i v algoritmech, které pro řešení rovnic používali v 17. století Seki Kowa i Leibniz. Z 18. století jmenujme alespoň Maclaurina, který první publikoval pravidlo tradicí dlouho připisované Cramerovi.<sup>5)</sup> Teprve však od třetího desetiletí 19. století se objevuje systematické studium determinantů. Zde je třeba zdůraznit Cauchyho zásluhy a při aplikaci determinantů v analýze a geometrii i práce Jacobiho a Cayleyho.



Obr. 1. Graf součtu všech do příslušného roku referovaných titulů veškeré matematické literatury N (pravé měřítko) a publikací věnovaných determinantům (levé měřítko). Pro počáteční stav bylo užito extrapolace z tendence růstu v 2. pol. 19. stol. (Podrobněji o tom viz druhá autorova práce citovaná v pozn. 1.)



Obr. 2.

<sup>5)</sup> Srovnej C. B. BOYER, Colin Maclaurin and Cramer's Rule, *Scripta Mathematica* 1966, 27 [4], str. 377–9.

Jak probíhal vzrůst zájmu o tuto problematiku od počátku 19. století ukazují na obr. 2. roční počty oznámených prací z teorie determinantů (křivka d) opět v porovnání k tendenci ročních počtů všech matematických publikací (křivka n).<sup>6)</sup> Vidíme, že křivka prudce stoupá z méně než dvou titulů ročně až k padesáti pouze se dvěma výraznějšími přestávkami. Pak aktivita matematiků v tomto směru upadá, zatímco přírůstek všech matematických prací rok od roku roste. Během obou světových válek (počítaje v to už krizi 30. let) nepřízeň vnějších podmínek způsobila pokles a také minima obou trendů; ale pokles zájmu o determinanty přes všeobecný celkový rozmach matematiky pokračuje až do současnosti.

Přirozeně, že nás okamžitě napadá souvislost kritických bodů křivky a vnitřních či vnějších podmínek rozvoje této oblasti matematiky. Zdá se nepochybné, že v roce 1841 klasické dílo Jacobiho a Cayleyho symbolika mohly podnítit zvýšení zájmu. Odklon kolem roku 1848 mohl být způsoben rušivými momenty společenského vývoje. Znovuoživení zájmu kolem roku 1900 mohly způsobit nové myšlenky (nerovnosti, nekonečné determinanty) či nové aplikace (integrální rovnice, teorie grup) apod. Tyto souvislosti však mohou být náhodné, subjektivní, avšak je možné postoupit poněkud dále v kvalitativním ocenění též pomocí kvantitativních ukazatelů.

#### JAK SPOJIT KVANTITATIVNÍ ROZBOR S KVALITATIVNÍM?

Je bezesporné, že každou práci věnovanou teorii determinantů lze podle obsahu a doby vzniku zařadit alespoň do jedné z následujících skupin:

1. Přináší nové teoretické myšlenky či nové výsledky.
2. Aplikuje nové teoretické výsledky na jinou oblast.
3. Logicky a historicky utřídí předchozí výsledky (monografie).
4. Shrnuje látku s didaktickým cílem (učebnice apod.).
5. Vědomě či nevědomě opakuje známé výsledky (duplikát).
6. Zabývá se trivialitami.

Problém nastává při rozhodování, kam práci zařadit. Prvé tři skupiny prací mají rozhodující vliv na příslušné odvětví a jsou vysloveně určeny profesionálům, čtvrtá studentům. Zařazení prací do čtvrté a páté skupiny skýtá nejvíce obtíží, protože zde by mohlo jít o výsledky patřící do první skupiny. Většinou však nejde o plagiátorství.<sup>7)</sup> Rovněž lze těžko přisoudit práci nálepku triviality. Snad často užívané aforismy „Ještě to není na disertaci, ale na závěrečnou práci je to příliš podezřelé“ či „Snadněji se odvodí, než se nahlédne oč vůbec běží“ nebo „Ač je to problém ve

---

<sup>6)</sup> Pro urovnání křivek bylo užito pětiletých pohyblivých průměrů ročních přírůstků publikací. Tím se omezují extrémní způsoby opožděním referátu, omylem v datování apod.

<sup>7)</sup> Zde poznamenejme, že sám Muir přiznává, že mnohé jeho vlastní články napsané před jeho historickou knihou byly nevědomými duplikáty předchozích prací.

své podstatě velmi zajímavý, bude vám líto času na čtení“... přibližují tituly, které by měly být zahrnuty do této skupiny.<sup>8)</sup>

Při využití Muirova materiálu (tj. do r. 1920) lze 1707 titulů věnovaných determinantům rozčlenit do zmíněných šesti skupin, přičemž zařazujeme některé tituly do více skupin:

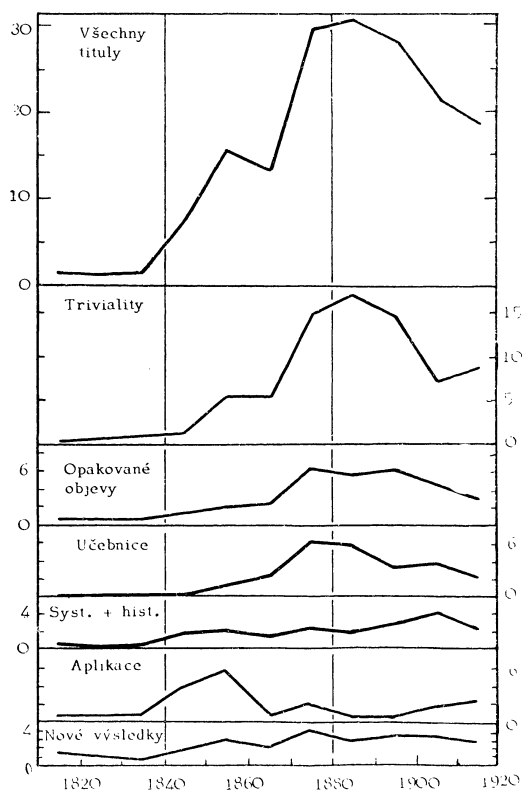
Kategorie	Počet titulů	% z celku
1. Nové ideje a výsledky	235	14
2. Aplikace	208	12
3. Systematisace a historie	199	12
4. Učebnice a výchova	266	15
5. Opakované výsledky	350	21
6. Triviality	737	43
Celkem včetně překrývajících se titulů	1995	117

Tyto výsledky asi překvapí jen toho, kdo zevrubně neprozkoumal žádný podstatný úsek literatury svého vlastního oboru. Nadto se zdá, že relativní podíl prací s novými výsledky je v tomto rozčlenění příliš vysoký, což mohlo způsobit přehlédnutí některých duplikátních výsledků i shovívavé stanovení hranice trivialit. Rovněž u aplikací úzkostlivost započítávala tituly, které mohly být možná vynechávány. Třetí a čtvrtá kategorie zahrnuje kvalitativně nejrozmanitější tituly a mnoho duplikátních výsledků.

Jestliže se však na tyto kategorie podíváme vývojově, pak se nám objeví další příčiny kolísání zájmu o tuto oblast matematiky. Jestliže si všimneme desetiletých průměrů, pak nám obrázek 3 ukazuje průměrné roční přírůstky veškeré literatury o determinantech nejprve v celku a pak v jednotlivých kategoriích. Zde se ukazuje, že nové myšlenky a výsledky jsou nejstabilnější částí, i když tvoří vlastně průměrně kolem tří titulů ročně. Aplikace dosahují svého maxima brzy po počátečním období rozvoje teorie determinantů, přičemž hlavního rozvoje dosahují mezi lety 1830 až 1860. Tabulka ukazuje, že období po roce 1860 jako by potřebovalo určité uklidnění a uspořádání dosažených výsledků, protože v té době roste pouze učebnicová literatura. Samozřejmě množství trivialit sleduje celkovou křivku zájmu o danou disciplínu a tedy tam kde dochází v jednotlivých kategoriích k zvětšení zájmu, projevuje se to i u zvětšení množství těchto jednoduchých výsledků. Podobnou tendenci odráží i růst duplikátních výsledků.

<sup>8)</sup> Autor poznamenává, že sem zahrnoval ty tituly, v nichž ani Muir ani on nenalezli žádnou myšlenku, která by později plodně zasáhla.

To, že došlo k efektivnímu rozšíření znalostí v této oblasti, signalisuje pokles počtu učebnic a spojitě vysoká úroveň počtu opakovaných výsledků a trivialit. Zároveň s narůstáním faktických výsledků nastává potřeba jejich logického a historického utřídění. Proto také v této kategorii dochází k vrcholu až před koncem století.



Obr. 3. Desetileté průměry ročních přírůstků prací z teorie determinantů rozčleněné do šesti kategorií. (Křivka vyjadřující přírůstek veškeré produkce v této oblasti není součtem ostatních vzhledem k překrývání problematiky.)

Tímto způsobem kvalitativně členěné kvantitativní údaje o počtech titulů ve vývoji teorie determinantů nám potvrzují to, co bychom očekávali při pouhém rozvážení problematiky. Zdá se však, že tyto výsledky mohou mít svou širší platnost.

Nejprve je vypracována základní teorie v úzkém vztahu k aplikacím. Její úspěchy vedou po shromáždění většího množství výsledků k řadě učebnic. Výsledky se tak dostávají mezi širší vrstvy zájemců, kteří nutně sníží obecnou kvalitu publikovaných prací. Opakované výsledky a triviality však mají zde své místo, protože myšlenky a výsledky popularisují a vytvářejí předpoklady pro jejich logické utřídění a posléze i zařazení daného předmětu do větších teoretických celků. Tím se začíná omezovat módnost oboru, který se postupně zařazuje mezi statické obory, oživované příležitostně novými výsledky a aplikacemi.



Jak se to stalo?

Výsledek (1) se objevil v málo známé učebnici a v tak zamotané symbolice, že „neměl vlivu nikde, ani v díle úspěšného objevitele, ani při rozšiřování znalosti předmětu, dokud se v roce 1884 neobjevil ve Philosophical Magazin Muirův článek o přehlédnutých objevech v teorii determinantů“. Dvakrát byl výsledek (1) znovuobjeven neznámými matematiky pro nevýznamné časopisy. Zde překvapuje, že si autoři neuvědomovali možnost použití obecnějších výsledků již dlouho dosažených, aniž by měli představu, že nová derivace speciálního případu může mít význam.<sup>11)</sup>

Výsledek (2) se objevil ve velké klasické práci,<sup>12)</sup> která byla neustále citována (ač zřejmě jen zřídka čtena) a které se často věřilo v rozporu s výsledkem (3). Jedno opakování bylo částí řetězu úvah, vedoucích k nesprávnému výsledku, který by nebyl býval publikován, kdyby autor či recensent ovládali literaturu.<sup>13)</sup>

Nový objev výsledku (3) přinesla Picquetova otázka č. 215 položená v roce 1880 v metodickém časopise *Mathématique Elementaire*.

Výsledek (4) se zrodil v dodatku ke zprávě ze zasedání londýnské matematické společnosti,<sup>14)</sup> kde ho mohou nalézt jen nejdůkladnější badatelé. Všechny čtyři duplikáty se objevily v časopisech věnovaných vyučování matematice a to od autorů, kteří, jak se ukázalo, nebyli zcela obeznámeni s vědeckou literaturou.

Podívejme se však na tabulku 4. znovu. Její druhá část ukazuje jak se jednotlivé výsledky objevují v 29 učebnicích. Kdyby šíření nových výsledků bylo rychlé a bezprostřední, musely by se nové výsledky ihned objevit i v učebnicích; zejména v tomto případě bychom to mohli očekávat, protože zde byl nový výsledek vždy elegantnější, měl širší platnost a nikdy nebyl o mnoho obtížnější než předcházející. Je pochopitelné, že prvý výsledek zde nehrál žádnou roli, dokud se před druhým výsledkem neobjevily systematické učebnice. Výsledky (2) a (3) byly okamžitě vtěleny do učebnic. Časová mezera za výsledkem (4) je asi způsobena neznámostí jeho publikace, která nebyla ani referována. Zajímavé je, že prvou učebnicí, která obsahovala tento výsledek byla Kaganova *Основание теории определителей* (Oděssa 1922), kde se objevuje v důkladně propracovaných cvičeních. Znovu se objevil až v roce 1933 v druhém vydání Muirovy učebnice „*A Treatise on the Theory of Determinants*“ a tak se teprve stal „dobře známým“. Neméně zajímavé je, že autoři učebnic setrvali na zastaralých výsledcích, přestože měli v literatuře již lepší (tituly označené křížky) a to dokonce i poté, když už se v některých učebnicích začaly objevovat

<sup>11)</sup> Jde o A. P. STARKOVA v ročence Kazaňské university (1884), který pro odvození výsledku (1) užívá Scottovy práce z r. 1880, uvádějící na jiných místech výsledky (2) a (3) z nichž (1) rychle vyplyne. Druhým byl A. COLUCCI roku 1935, který odvodil formuli pro  $n$ -tou derivaci Wronskiánu bez použití (3) či (4).

<sup>12)</sup> C. G. J. JACOBI „De formatione et proprietatibus determinantium“, *Journal für reine und angewandte Mathematik* 22, 1841, str. 285–318; přetištěno 1896 a v sebraných spisech 1884.

<sup>13)</sup> L. H. RICE, A Taylor's Expansion of Determinant, *Journal of Mathematics and Physics* 4, 1925, str. 62.

<sup>14)</sup> F. G. TEIXEIRA, Note sur la dérivation des determinants, *Proceedings of the London Mathematical Society* 14, 1880, str. 212.



zlepšené výsledky (kroužky). To ukazuje zároveň, že autoři učebnic nesledovali své nejautoritativnější předchůdce, ale opírali se jednoduše zase jen o nepříliš pečlivé učebnice. Z 227 učebnic věnovaných do roku 1920 determinantům, méně než půltuctu ukazuje, že jejich autoři pečlivě prozkoumali existující literaturu — což není příliš vysoký počet.

Všimněme si ještě těch autorů, kteří potřebovali derivaci determinantu v aplikaci (vrchní část obr. 4). Podrobným seznámením s jejich pracemi vidíme, že neužívali vždy posledního výsledku, ale pro valnou část z nich užitý prostředek plně stačil (plné body). Užití nedostatečného prostředku místo potřebného a v literatuře dostupného se objevuje pouze v sedmi z 28 případů (kroužky u nichž je připsáno, kterého výsledku se mělo použít). Z nich pět článků obsahovalo přehlížený vzorec (4), který se objevoval v učebnicích jen nepatrně a dokonce byl publikován pouze v časopisech, o nichž by se nedalo na prvý pohled předpokládat, že ho budou číst ti matematici, kteří mají zájem o aplikace. Ovšem i čtvrtý výsledek zapoměli použít šestkrát z devíti případů v nichž byl nutný.

#### CO ŘÍCI NA ZÁVĚR?

Především, že by zde nebyly na místě ukvapené závěry a zvláště generalisace jak je známe od dnešních epistemologů. Snad se podařilo naznačit, že zdánlivě klidný a plynulý růst úhrnného množství publikací jak ho ukazují křivky obr. 1, zakrývá velice podstatné změny matematické aktivity (obr. 2). Zdá se rovněž, že celkový růst počtu prací v celém oboru je výsledkem nerovnoměrného vývoje podproblémů a nakonec i prací se zcela odlišnou kvalitou, případně odlišnými cíli. Proti integrálním křivkám vědy o vědě, které se snaží budit dojem, že tendence růstu počtu publikací odpovídá růstu vědecké úrovně oboru, se ukazuje, že zřetelně nové myšlenky, výsledky, aplikace, logické uspořádání a učebnice vysoké úrovně tvoří méně než třetinu veškeré literatury a nepodléhají náhlým výkyvům. Všimneme-li si velice úzkého oboru, pak vidíme, že se rozvíjí podle plausibilního modelu v němž aplikace a teorie spolupůsobí na vytváření a rozvíjení nejcennějších výsledků, při čemž údobí shromažďování poznatků je vystřídáno jejich systematisací a postupným zařazováním do větších teorií. Konečně lze říci, že publikace nízké kvality vycházejí z okruhu pracovníků jejichž spojení, možnosti publikace a okruh čtenářů jsou téměř ostře odděleny od vlastní badatelské oblasti.

Jaká je však úloha tohoto zřejmě nutného nánosu „nových objevů“, trivialit či článků nízké úrovně? Jistě jsou symptomem aktivity v příslušné disciplíně; tato aktivity se však v mnohých z nich projevuje deformovaně což bývá mnohdy způsobováno nedokonalostí a špatnou přístupností nutných informací. V každém případě to vede k zbytečnému plýtvání vědeckou potencií.

Co lze v tomto ohledu učinit? Zřejmě je potřeba množství vědeckých studií ze speciálních oborů završovat čtivou logickou a historickou analýzou výsledků, kterou je nutno zároveň doplňovat obsáhlými bibliografiemi s anotacemi a důkladnými rejstříky. Toho však se nedosáhne dokud budoucí matematici nebudou školeni ve

vědecké technice objevu již dlouho zakořeněné v humanitních vědách. Není asi na světě univerzitní kurs, který by učil studenta matematiky soustavné práci s matematickou literaturou; většina absolventů ani neví, že existují referativní časopisy, či Poggenдорffův lexikon. Není potom divu, že časopisy dostávají zcela pravidelně články objevující objevené. Nad těmito skutečnostmi by asi bylo dobře se zamýšlet a možná, že by se ukázalo dosti ekonomické, kdyby „matematika méně zapomínala“ a tedy kdyby práce matematika nabyla také trochu na kritické a historické akribii.

## INFORMAČNÍ BROŽURA EVROPSKÉ FYZIKÁLNÍ SPOLEČNOSTI

Nedávno vydaná publikace, zpracovaná pražským regionálním sekretariátem Evropské fyzikální společnosti, obsahuje jména a adresy členů řídicích orgánů společnosti, poradních komisí a oborových sekcí, jakož i 588 individuálních členů EFS, a základní údaje o národních členských společnostech podle stavu v červenci 1969. Mezitím se již připravuje nové vydání, jež postihne změny v uplynulém roce i růst členské základny EFS.

	Počet členů	
	14. 7. 1969	1. 1. 1970
Belgická fyzikální společnost	270	230
Britský fyzikální ústav a Fyzikální společnost	13 500	14 000
Bulharská akademie věd	100	102
Jednota čs. matematiků a fyziků — Fyzikální sekce	300	380
Finská fyzikální společnost	580	604
Francouzská fyzikální společnost	2 300	2 400
Holandská fyzikální společnost	2 109	2 157
Irská královská akademie	62	64
Israelská fyzikální společnost	200	197
Italská fyzikální společnost	1 387	1 173
Jugoslávská spol. mat., fyz. a astr. — Fyzikální sekce	200	200
Maďarská fyzikální společnost Eötvös Loranda	525	525
Německá fyzikální společnost (NSR)	5 600	6 400
Norská fyzikální společnost	—	507
Portugalská fyzikální a chemická společnost	—	200
Rakouská fyzikální společnost	365	419
Rumunská fyzikální společnost	300	300
Sovětská Akademie věd — Odd. obecné fyziky a astronomie	2 000	2 000
Španělská královská společnost pro fyziku a chemii	200	200
Švédská fyzikální společnost	500	500
Švýcarská fyzikální společnost	820	860
Turecká fyzikální společnost	146	160
Skupina Ampère (mezinárodní)	375	375
Ústav Rudera Boškoviće (Záhřeb)	60	60
	<hr/> 32 000	<hr/> 34 000

Na základě soupisu v brožuře zpráv uveřejněných v Europhysics News č. 8 — 11 (1970) a materiálů pro nové vydání uvádíme přehled členských organizací EFS a počet jejich členů. Těm na příště zřejmě ještě poroste zejména v nově ustavených společnostech a skupinách (např. Fyzikální vědecké sekce JČMF a JSMF mají nyní již více než 400 členů) a při srovnávání je třeba vážit rozdílné členské kategorie.

Přidružené členství:

CERN — Evropské středisko jaderného výzkumu (Ženeva),  
 Elektronová synchrotronová laboratoř DESY (Hamburk),  
 Švédský výzkumný ústav národní obrany (Stockholm),  
 Laboratoře RCA (Zurich),  
 Danfysik A. S. (Jyllinge),  
 North Holland Publ. Co. (Amsterdam),  
 Taylor and Francis Ltd. (Londýn),  
 Atomic Energy Establ. (Harwell),  
 Culham Lab. (Abingdon),  
 Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie F. O. M. (Utrecht).

*Jan Vlachý*

## ODPOVĚĎ NA FYZIKÁLNÍ HLAVOLAM

Předpokládejme např. dva stejné kondensátory o kapacitě  $C$ , z nichž jeden je nabit na napětí  $V$ . Energie v něm shromážděná je  $\frac{1}{2}CV^2$ . Po spojení obou kondensátorů bude náboj v obou kondensátorech stejně veliký a napětí klesne na  $\frac{1}{2}V$ . Celková energie shromážděná v obou kondensátorech bude pak

$$\frac{2C}{2} \left( \frac{V}{2} \right)^2 = \frac{1}{4}CV^2.$$

Z tohoto úbytku energie je kryto také teplo vzniklé v druhém případě.

V prvním případě se energie, která zdánlivě zmizela, přenese do magnetického pole vyvolaného protékajícím proudem. Vzniknou elektrické kmity; když je energie v kondensátorech nejnižší, je proud největší a je-li celá energie v jednom nebo druhém kondensátoru, je proud nulový. Tyto oscilace jsou ovšem tlumené, protože během jejich trvání se energie vyzařuje jako elektromagnetické vlnění.