

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

P. J. Hilton; Egbert Brieskorn; M. Nagaraj; K. Padmavally
Diskuse

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 19 (1974), No. 4, 211--217

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138500>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1974

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>

„skonštruovať“ súbor kovove vodivých lineárnych molekulárnych reťazcov, jednak výber vhodných a dosť tenkých dielektrických medzivrstiev je obtiažny — hoci v poslednej dobe sa tu dosiahli určité úspechy.

Ďalšou možnosťou by bola supravodivosť kovového vodíka, ktorý by mal byť tuhou látkou pri veľmi vysokých tlakoch. Jeho kritická teplota by mala byť blízka izbovej teplote.

Výskum v tejto oblasti čaká nesporne na nejaký „objav“, ktorý by zvýšil šance pre obširnu aplikáciu supravodičov. Totiž, iba zvýšenie kritických parametrov, hlavne kritickej teploty prinajmenšom na vodíkové teploty, by znamenal zásadné zlepšenie šancí technického využitia supravodičov v rôznych aplikáciách, ako elektrické stroje, pulzné magnety, magnetické nadnášanie vlakov, prenos energie supravodivými káblami, popr. ďalšie. V spomínaných oblastiach síce výskum pokračuje, a zdá sa, že niektoré použitia — napriek značnej náročnosti metód — budú v budúcnosti nevyhnutné. Myslím hlavne na veľké elektrické stroje a prenos veľkých výkonov do centier veľkomiest.

Napriek pomerne obťažnej ceste k aplikácii supravodičov sa možno nádejať, že budúcnosť bude pre využitie supravodičov trochu štedrejšia a to podnieti výskum supravodivosti k ďalším — hlavne netradičným použitiam v praxi.

diskuse

Následující korespondence vybraná z periodika The Mathematical Intelligencer) ukazuje, jak významní matematikové Západu i někteří odborníci tzv. třetího světa reagují, každý po svém, na počínající krizi vědy (a nejen vědy) v rozvinutých kapitalistických zemích. Zaujímají k tomu různá stanoviska, od reálné kritiky zaměřené na společenský systém nebo do vlastních řad až po sebevěrný černý humor, jaký by patrně ocenil i proslulý Franz Kafka.*

Redakce se pochopitelně s řadou těchto názorů neztotožňuje (například s koncepcemi poplatnými filosofii „nulového růstu“, která je dnes módní zejména v USA). Rozhodně se však domníváme, že naši čtenáři by měli tyto řádky číst, zejména ti, kteří budou spolurozhodovat o dalších perspektivách naší, českoslo-

*) The Yellow Press, Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York, No. 1—5 (1972 až 73). Permission granted.

venské vědy. Činíme však jednu výjimku: lidé slabších nervů necht' raději obrátit list a pro uklidnění sáhnout po některém z již vyzkoušených klasických hororů.

Redakce PMFA

P. J. Hilton, Seattle, USA)*

(Nulový populační růst)

Všichni jsme seznámeni se situací na trhu práce doktorů filosofie**) ve Spojených státech a může se ukázat, že ačkoliv v jiných zemích není situace ještě tak tísnivá, je zde stejný trend. Prostě produkujeme více matematiků, než může společnost plně zaměstnat. Stačí se jen podívat na články D. ANDERSONA, G. YOUNGA a ostatních v časopisech American Mathematical

*) P. J. Hilton, Battelle Science Research Center, 4000 N.E. 41st Street, Seattle, WA 98105, USA.

**) V originále Ph. D. — titul v USA na úrovni našeho CSc.

Monthly a Notices of the American Mathematical Society, aby člověk poznal, jak je situace vážná. Když o tomto problému uvažujeme, je rozumné rozlišovat krátkodobé a dlouhodobé řešení; pravděpodobně většina těch, kteří se o problém zajímali, se více zabývala krátkodobým řešením, tj. způsobem, jak zlepšit situaci v bezprostřední budoucnosti. Je to přirozené, protože my matematici jsme lidumilové a velmi štědrě se staráme o studenty nejvyšších ročníků, když už je za pět minut dvanáct. Nicméně může být rozumné přemýšlet také o dlouhodobých řešeních, a protože všechny úvahy o tomto aspektu problému jsou předběžné, jsou zřejmě vhodné pro publikaci typu Matematického zpravodaje, kde se matematická obec může radit o důležitých otázkách týkajících se jí jako celku. Dále, když uvažujeme o možnostech dlouhodobého řešení, je také přirozené spojit otázku nadprodukce matematiků s příbuznou otázkou nadprodukce matematiky. Všichni souhlasíme s tím, že se píše a publikuje příliš mnoho prací. Měníme se ve společenství pisatelů, kteří nechtou, protože na to prostě nemají čas. Je děsivé pomyslet, že strávíme-li denně 18 hodin čtením nových matematických prací, zůstane nám toho na konci dne podstatně více ke čtení, než na jeho začátku.

Ve Spojených státech v současné době produkuje 12 000 matematiků ročně 1000 nových matematiků. Relativní přírůstek nových matematiků proto podstatně převyšuje relativní přírůstek dětí; navíc matematici nepřipravují vždy jen jednoho studenta, ale mohou učit a obvykle učí ještě několik dalších, kdežto těhotná žena nemůže být znovu otěhotněna. Z těchto a dalších úvah je vidět, že návrh zavést pro matematiky NPR (nulový populační růst) je velmi revoluční. Avšak z dlouhodobého

hlediska může být správné, abychom jednoduše odmítli produkovat více matematiků, než je zapotřebí k doplnění našich řad.

Podobně můžeme aplikovat princip NPR na samotnou matematiku. Neboť stejně jako může být řečeno, že kuře je zařízení, pomocí něhož jedno vejce vyprodukuje další vejce, je rozumné definovat matematika jako zařízení, v němž se z věty získává nová věta. Je tedy jasné, že bychom v této souvislosti měli uvažovat o systému dobrovolné sterilizace. Jakou formou by se to mělo stát? Zřejmě by mělo být matematikům doporučeno, aby nepublikovali, tj. aby dělali něco jiného.

To navrhovalo již mnoho lidí, avšak dosud jsme nenalezli úspěšný systém přesvědčování, ani systém kritérií, při jejichž splnění bychom k přesvědčování mohli přikročit. Možná, že bude nutné uvažovat i o nedobrovolné „sterilizaci“.

Někdo může namítnout, že jestliže se vezme v úvahu dostatečně dlouhé období biologického koloběhu, bude rovnováha matematiků udržena. V dlouhodobém měřítku matematici kromě těch nejspokojnějších prostě vyhynou na nedostatek vegetace, kterou se živí, a tak se problém vyřeší sám. Povzbuzující pro takový pohled na věc by mohlo být studium biologických cyklů ve velkých národních parcích v Africe. Např. v Tsavo National Park sloni zpustošují vegetaci. Spasou všechny listy ze stromů a pak vyvrátí z kořenů i samotné stromy. Výsledkem je snížení zásob potravy, a tak začínají hynout i sloni a jejich populace se zmenšuje. A sloní populace se scvrkne tak, že může vyrůst nová vegetace. Tento proces je však beznadějně pomalý a nelze se na něj ve skutečnosti spoléhat. Proto jsou sloni, samozřejmě pod přísnou kontrolou, občas vybijeni; je to nutné. Nadto je jejich maso

dobré k jídlu.*) Střízlivá úvaha nám říká, že asi nenajdeme stejně dobrý účel, k němuž bychom mohli využít mrtvé matematiky budoucnosti.

*E. Brieskorn, Göttingen, NSR**)*

Rád bych připojil několik kritických a doplňujících poznámek k zábavným pozorováním P. Hiltona o NPR v matematice.

První, co se v takovéto diskusi musí udělat, je definovat, co se nadprodukcí matematiků, resp. matematiky, rozumí. Předpokládám, že Hilton míní, že některé kapitalistické země – a snad i některé jiné – produkuje příliš mnoho matematiky, o níž se domnívá, že je pochybného významu. Snad se také domnívá, že je příliš mnoho matematických prací, které přinášejí malý nebo vůbec žádný užitek společnosti. Tato dvě tvrzení neznamenaají nezbytně totéž. Co se týče produkce matematiků, jsou značné rozdíly mezi jednotlivými státy. Například v západním Německu je produkce učitelů matematiky nebezpečně nízká a výchova matematiků zběhlých ve vyučování matematice prakticky neexistuje. Konečně nesmíme přehlédnout, že je zcela rozdílná situace ve „vysoce vyvinutých“ a v „málo vyvinutých“ zemích. Co je nadprodukcí v jedněch, může být podprodukcí v druhých. Dále musíme mít na paměti, že společensky spíše neužitečná matematika rozvinutých zemí má sklon vázat na sebe část již tak nedostačující matematické pracovní síly v rozvojových zemích.

Příčina matematické nadprodukce není

*) KONRAD MESSESCHMIDT: *Einführung in die Elephantentheorie*, Springer-Verlag 1972.

***) E. Brieskorn, Mathematisches Institut der Universität, 3400 Göttingen, Bunsenstr. 3–5, NSR.

ani tak v nadměrné plodnosti matematiků jako spíše v okolnostech, za nichž produkuje. Proto jejich plodnost nebude snížena individuálními skutky dobré vůle, jako je rozhodnutí se k zdrženlivosti (v manželském styku), ale pouze ve změně těchto okolností. Taková opatření, o jakých Hilton uvažuje ve své poněkud cynické metafoře o dobrovolné sterilizaci, se mi nezdají být zcela slučitelná s lidumilným stanoviskem, na které se staví, ani za předpokladu, že ti, kteří takový program akcí obhajují, by byli připraveni se mu sami podrobit. Jestliže Hilton – jako většina z nás – neví, jak změnit okolnosti, které vedou k nadprodukcí v jeho vlastní zemi, ale stále cítí, že by chtěl „dělat něco jiného“, mohl by se snad vypravit do nějaké rozvojové země a nějakou dobu pomáhat při výchově matematiků zde tak naléhavě potřebných. V tom případě by ovšem musel být ochoten učit takovou matematiku, která by mohla být nějak užitečná.

P. J. Hilton

Jsem potěšen, že mé poznámky o NPR podnítily dr. Brieskorna k seriózní diskusi o problémech nadprodukce matematiků na stránkách Matematického zpravodaje. Rád bych k této diskusi ještě přispěl.

Jistěže vím, že situace ve vysoce vyvinutých a v málo rozvinutých zemích je velmi rozdílná, jak řekl dr. Brieskorn, a že mladí iniciativní matematikové mají znamenitou příležitost jít pracovat do málo vyvinutých zemí a pomoci jim v jejich úsilí směrem k ekonomickému a vědeckému pokroku. Sám jsem se zúčastnil takového podniku, když jsem dvě po sobě následující léta pracoval s africkými matematiky na novém učebním programu pro nově vznikající státy v Africe. Také jsem se snažil pře-

mluvit mladé matematiky, aby přijali zaměstnání v cizině, kde je jejich služeb mnohem více zapotřebí, ale dosud jsem od mladých amerických matematiků nedostal příliš ochotnou odpověď na takovýto návrh. Myslím, že důvod je v jejich obavách, aby po svém návratu do Spojených států nebyli v nevýhodě, až budou pak hledat akademické zaměstnání.

Musím se rozejít s Brieskornovým vyjádřením o „společensky poněkud neužitečné matematice“. Nesdílím tuto představu. Podle mé zkušenosti to, co je požadováno, aby byl matematik společensky užitečný, je jeho správný poměr k aplikacím jeho matematického oboru na významné mimomatematické problémy. Tento přístup mu může být vštípen během jeho studií a nemá ve skutečnosti nic společného se speciálním matematickým oborem, o který se během studií zajímal. Také uznávám, že je velmi potřebné mít opravdu dobré vyučování matematice na každém stupni výchovného procesu. Nevěřím, že by výchova učitelů matematiky na našich vysokých školách vyžadovala nějaké zvláštní postupy. Naopak si myslím, že již z principu věci nejlepší matematické jsou také nejlepšími učiteli matematiky. Jestliže tento princip v nějakém zvláštním případě selže, bude to zejména proto, že mladý matematik dosti nedoceníl ten speciální aspekt svých učenických let, který spočívá v učení se sdělovat své poznatky. Je úplně jasné, že k tomu, aby mladí matematické mohli hrát významnou společenskou úlohu, musí si velká část z nich vypěstovat chuť k aplikacím matematiky a příslušnou kvalifikaci. Myslím, že získávání těchto vlastností má velmi málo společného se stylem tradičních kursů z aplikované matematiky. Domnívám se, že se student musí spíše naučit metodice aplikování matematiky, základním principům tvorby

matematických modelů a technikám, jak závěry získané z modelů vztáhnout k modelované skutečnosti. Rád bych toto téma rozvíjel dále, ale dám přednost tomu, abych se nejdříve dozvěděl, jaké jsou názory ostatních lidí na tento v současnosti neobyčejně naléhavý problém.

*M. Nagaraj, Bangalore, Indie**

Dopisy dr. Brieskorna (viz MZ č. 2) a dr. Hiltona (viz MZ čísla 1 a 3) učinily středem pozornosti některé důležité otázky matematického vzdělávání a (dostí náhodného) dnešního rozdělení matematiky na čistou a aplikovanou.

Pocházím z málo vyvinuté země. Tak zvaná společensky užitečná matematika, která se provozuje v naší zemi, není vůbec žádná matematika. Může totiž být (s mnohem lepšími výsledky) pěstována inženýry nebo vědci, kteří znají základy matematiky. Většina řešených problémů nemá fyzikální smysl nebo jde o zobecňování dříve získaných výsledků na situace, které možná nemají v žádné souvislosti význam. Zainteresoovaný specialista, ať už je to inženýr zabývající se magneto-visko-elasto-plastickými prostředky (trik je v přidávání přípon a předpon, které postupně specializují tenzor okamžité energie prostředí) nebo atomový fyzik zabývající se o zkrocení plazmy, je mnohem způsobilější získat významné výsledky než osoba, která o sobě tvrdí, že je zvláštním druhem matematika a fušuje do těchto problémů. Co je tedy hlavním úkolem matematika v rozvojové zemi? Myslím, že to není ani tak práce na problémech jiných oborů jako spíše snaha zpřístupnit nejlepší matematické metody odborníkům z jiných

*) M. Nagaraj, P. O. Box 5034, G. P. P., Bangalore, 560001 Indie.

oborů. Takto přinese málo vyvinuté společnosti vždy užitek. Základní úkol matematika v rozvojové zemi je tedy trojí:

(1) povznést úroveň matematiky na takovou, jaké bylo dosaženo v pokročilých (nebo rozvinutých) zemích;

(2) pomoci při tvorbě programu vyučování matematice na všech stupních výchovy a výuky tak, aby nejlepší matematická technika byla dána k dispozici těm, kteří ji chtějí použít;

(3) učit matematiky, tj. lidi, jejichž základní zájem je matematika, aby byli schopni účinně vzít tento trojnásobný úkol za svůj.

Vzhledem k této (prozatímní) definici úlohy matematika není skutečně možno tvrdit, že existuje taková dichotomie jako čistá a aplikovaná matematika nebo užitečná a neužitečná matematika.

*Ms. K. Padmavally, Khadakvasla, Indie**

K diskusi o „nadprodukcí matematiků atd.“ která byla otištěna v Matematickém Zpravodaji: protože pisatelé pocházejí z technicky rozvinutých zemí (napsáno před vyjitím 4. čísla MZ, pozn. red.), chtěl bych upozornit v následujících poznámkách na stav věci v Indii.

Současný obraz je neobyčejně zasmušilý — věšticí snad mnohem více, než si většina z nás umí představit. Za starých zlatých časů králové ochraňovali umění a vědy jako věc prestiže. Legenda o „devíti drahokamech“ na dvoře krále Vikramadityi, v níž vystupují odborníci devíti různých disciplín, je dobře známa. Umění a vědy byly ochraňovány pro ně samé — tak jako drahokam je chráněn pro svou

hodnotu; nikdo by tehdy ani nesnil o tom, aby se ptal po jejich užitečnosti pro společnost. Ovšem to byly časy hojnosti a prosperity a pravděpodobně populační tlak na zemi byl mnohem menší. Dnes se věci úplně změnily. Bohužel se nezdá, že by si zodpovědní činitelé uvědomovali, že žádné zbožné přání nemůže otočit kolo dějin nazpět. Daňový poplatník, který nyní platí účty za klidně si žijící samosprávné organizace jako jsou university, techniky apod., zatímco sám je tísněn růstem cen, nemůže být kárán za otázku: Jaký užitek mi to všechno přinese? Nadnesené fráze slibující možné zisky v budoucnosti nikomu neimponují v době, kdy heslem mas se stává „dejte nám dnes náš denní chléb“.

Bok po boku roste nezaměstnanost mezi vzdělanci a z toho plynoucí frustrace mezi studenty (a jsem si jist, že i mezi bystřejšími učiteli; přinejmenším jeden profesor matematiky se mi v dopise svěřil, že ho tento problém skličuje).

Nic nám nepomůže oplakávat dny zašlé slávy, kdy učitel byl předmětem zbožňování, protože tenkrát ti, kteří učili, uměli si poradit i v životě. Nyní jde o to, jak dlouho vydrží efekt, jehož příčina již přestala existovat. Studenti si rychle uvědomují, že vzdělání je nikam nepřivede — že osobní přednosti jsou v neváznosti a zaměstnání se dá zajistit jen na základě doporučení mocných. Jsou případy, že učitelská místa jsou vydražována. Kdo by potom bral ohled na učitele? Můžeme se divit, že studenti se dávají na politiku, když jen ta se zdá být jediným oborem, v němž kdokoliv může dosáhnout úspěchu čistou vytrvalostí a tvrdou prací? Již nyní musí učitelé často čelit ponížování ze strany studentských politiků. Snad hostující zahraniční profesori nejsou vystaveni situaci v celé její ošklivosti a jsou uchráněni nevhodných projevů „pohostinnosti“.

* Ms. K. Padmavally, Central Water and Power Research Station, Khadakvasla, Indie.

Je zde potom jiný lék než učinit vzdělání (alespoň pro dnešek) čistě utilitářským? V pokročilých zemích přiměřeně prosperujících se dá najít určité zdůvodnění (jako je národní prestiž) pro existenci oddělení starajících se o všechna možná odvětví některého oboru. V málo rozvinuté zemi (jako je přinejmenším dnešní Indie) se to zdá být nejjistější cestou k tomu, aby vědci sdíleli osud L. Pasteura. Nebylo by v těchto zemích moudré postarat se o to, aby nikdo neopustil vysokou školu, aniž by vyřešil některý praktický (rutinní – nikoliv příliš složitý) problém pro společnost, tj. pro průmysl, obchod, stavebnictví, strojnictví, zemědělství apod.? Dnešní čerstvě promovani matematikové (dokonce doktoři filosofie) slyší říkat své nastávající zaměstnavatele (s nehlubším pohrdáním): „Nemáte žádnou zkušenost s praktickými problémy.“ Dokonce i když najdou zaměstnání (neučitelské), zdá se že nadřizení mají občas sklony držet nováčky zkrátka a nepřipustit jakoukoliv jejich iniciativu. (To všechno může být nepochybně též proto, že nadřizení činitelé se musí starat o svá vlastní protekční dítky.) Nepostrádáme případy lidí, kteří získali doktorát z tzv. aplikované matematiky na některém z našich technických učilišť, přijali místo v ústavu inženýrského zaměření (tj. zabývajícím se praktickými projekty) a úplně ztratili kontakt s hlavním proudem. Byli neschopni jakkoliv přispět k praktickým úkolům. Výše navrhovaný postup by okamžitě odstranil frustraci studentů i absolventů a rovněž by odstranil pohrdavý postoj společnosti vůči vzdělávacím institucím. Nebylo by kromě toho záhodno, abychom měli učitele, kteří se dokáží držet stranou vyučování jako profese? Lidé pracující pro průmysl atd. mohou, formou rotace kádrů nebo částečného úvazku, pracovat jako učitelé. To by

mohlo získat učitelům zpět část respektu, který ztratili.

To všechno by vyžadovalo spolupráci odpovědných činitelů, vládních míst, průmyslu a universit. Bohužel se zdá, že žádný z nich není ochoten něco podniknout kromě příležitostných projevů na nejasné téma „Jak přiblížit vzdělání potřebám praxe“ atd. Asi před sedmi lety jsem se zúčastnil (indického) kongresu o aplikované matematice a mechanice. Konal se pod záštitou hlavně vysokých škol technických. Obrovská většina referátů z oboru hydrodynamiky byla o laminárním proudění. Protože jsem osobně znal přemíru problémů praktické hydrauliky, které se rodí v institucích zabývajících se inženýrskými projekty (kde špičkoví odborníci mají příliš málo času proniknout hlouběji do řady velmi zajímavých problémů a někdy mají sklon se jich jen povrchně dotknout), zeptal jsem se příležitostně jednoho z účastníků na užitečnost tohoto zaměření: „Proč by se část úsilí vynakládáno tímto směrem nemohla věnovat studiu turbulentního proudění a praktičtějším otázkám hydrauliky?“ Okamžitá odpověď zněla: „Protože *tamto* najde aplikace v chemickém inženýrství“. Později mi kdosi řekl, že je zvykem zachytit se jakéhokoliv tématu, které může vést k doktorátu.

Zdá se mi nanejvýš nepříznivé, že některá pracoviště jsou přímo zaplavena praktickými problémy, zatímco na jiných se takové problémy vůbec nevyskytují (a tedy z praktického, každodenního hlediska jde o skrytou nezaměstnanost). Přece však ještě smutnějším se mi jeví lhostejnost kompetentních odborníků – včetně skvělých, vysoce kvalifikovaných profesorů, kteří stojí v čele kateder. Lidé, kteří jsou u moci, dělají patrony různým konferencím, slavnostně je zahajují a čtou

okázalé projevy o důležitosti matematiky pro rozvoj národa; a profesorům takovéto poklepání na rameno stačí ke spokojenosti. Je pochybné, zdali dokonce náměty hostujících zahraničních expertů budou mít jiný efekt než jmenování nějaké komise, která po několika letech předloží zprávu, která potom bude pečlivě založena do archívu. Ano, všechno, co se dá k tomu říci, je: „Koho chtějí bohové zničit, toho nejprve raní slepotou“.

Účelem celého mého psaní je upozornit ty experty z pokročilých zemí, kteří snad cítí, že mohou hodně pomoci rozvojovým zemím: jakkoli obdivuji jejich odhodlání k službě, nemohu je nevarovat, že pokud by k nám přijeli, je zde stále rostoucí riziko, že budou kamenováni lahve od sodovky (pokud je nepotká něco ještě mnohem horšího).

Přeložili Vít Bělič a Oldřich Kowalski

vyučování

K modernizaci vyučovacích metod

Vlastimil Švec, Brno

Modernizaci vyučování matematice rozumíme přestavbu cílů a obsahu výuky a využívání progresivních vyučovacích metod a prostředků. Hodně pozornosti se věnuje modernizaci obsahu vyučování na školách všech stupňů, méně se jí dostává modernizaci vyučovacích metod a prostředků. Červencové zasedání ÚV KSČ (1973) k aktuálním otázkám výchovy mládeže a školské politiky oprávněně zdůraznilo mimo jiné nutnost přechodu od verbálních vyučovacích metod k progresivním metodám aktivizujícím žáky. Tento

požadavek je zvláště aktuální pro matematiku, jejíž vyučování má vést žáky k samostatné práci a logickému myšlení. Mezi progresivní vyučovací metody může patřit dobře připravené programované a problémové vyučování.

Programovaným vyučováním rozumíme metodu, kterou lze řídit osvojování vědomostí a dovedností žáky, zejména s použitím operativní zpětné vazby a s respektováním individuálních zvláštností učících se osob ([1]). Hlavním prostředkem programované výuky je didaktický program, který řídí učební činnost žáků ([2]). Programováním matematického učiva chápeme posloupnost operací, které musí pedagogický programátor (autor programu) realizovat, aby vytvořil kvalitní program.*) Jsou to operace:

1. výběr matematického učiva k zprogramování,
2. vymezení výchovně vzdělávacích cílů programu,
3. rozčlenění učiva na malé učební jednotky (matematické pojmy, definice, věty, vztahy apod.),
4. seřazení učebních jednotek do logického sledu tak, jak budou následovat v didaktickém programu,
5. výběr vhodných příkladů k ilustraci, popř. procvičení pojmů, definic, vět, vztahů apod. (resp. k jejich aplikaci),
6. sestavení dílců programu jako jeho stavebních jednotek,
7. začlenění příkladů do struktury dílců programu.

Upozorňujeme na to, že univerzální algoritmus pro tvorbu programu v literatuře nenalezneme. K programování se nejlépe hodí učivo s pevnou logickou stavbou,

*) Nutno rozlišovat od zažitých pojmů „matematický program“ (pro počítač) a „matematický programátor“. Pedagogické programování se tedy liší od programování matematického.