

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Jiří Mikulčák

Aktuální problém - zavedení počítačů do škol

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 29 (1984), No. 5, 287--292

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137983>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1984

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



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

vyučování

AKTUÁLNÍ PROBLÉM —
ZAVEDENÍ POČÍTAČEK DO ŠKOL

Jiří Mikulčák, Praha

Od školního roku 1982/83 je v ČSSR povoleno používat počítačky při vyučování počínaje 7. ročníkem základní školy. Všeobecné zavedení počítaček závisí na vybavení škol těmito přístroji. V obdobné situaci je školství v NDR, SSSR i v dalších státech, všude se řeší mnohé problémy spojené s touto změnou.

Univerzita Martina Luthera v Halle-Wittenbergu (NDR) iniciativně uspořádala ve dnech 3.–5. května 1983 konferenci na téma „Počítačky ve škole“. Zúčastnili se jí nejen didaktici z NDR, SSSR, MLR, PLR, ČSSR, ale i z Rakouska a NSR; v četných referátech sdělili své dosavadní zkušenosti a v diskusích si vyměnili názory na řešení některých otázek. Referáty se pochopitelně překrývaly, někdy si i odporovaly, proto nebudu komentovat každý zvlášť, ale pokusím se podat přehled vyslovených názorů.

1. Změny v cílech matematického vzdělání

Jedním z cílů matematického vzdělání je to, aby žáci získali *výpočetní dovednosti*; ty zahrnují počítání z paměti, písemně i s pomůckami, provádění odhadů, kontrol a zaokrouhlování výsledků. Snahy usnadnit výpočty se táhnou historií matematiky jako červená nit, přitom nové po-

můcky zatlačují starší do zapomnění. Tak jako dnes už lidé nedovedou počítat na línách a neznají vlašskou praktiku, tak v brzké době zapomenou na logaritmické pravítko a mechanické počítačky.

Soudí se, že používání elektronických počítaček urychlí výpočty a omezí numerické chyby, ale zároveň zdůrazní důležitost ostatních složek výpočetních dovedností (počítání z paměti při odhadech výsledků, zaokrouhlování výsledků). Na důležitosti nabudou úvahy o omezených možnostech přístrojů, o důsledcích nahrazování iracionálních čísel jejich racionálními aproximacemi apod.

Práce žáků s počítačkami nemá směřovat jen k urychlení výpočtů, ale k rozvíjení *kultury počítání* (organizace výpočtů, sestavování schémat postupu, zkracování doby výpočtů, optimální využití možností přístrojů). Složkami nových cílů vyučování matematice jsou dovednosti hledat vhodné numerické postupy při výpočtech, účelné iterační postupy místo aplikací vzorců, tvorba algoritmů pro výpočty a celkový rozvoj algoritmického myšlení.

Žáci nebudou s počítačkami pracovat jen v hodinách matematiky, ale ve všech přírodovědných a technických předmětech, dále v praktikách při vyhodnocování experimentů apod. Existuje už termín Computer-Assisted Instruction (CAI) pro výuku, při které se používají počítače. Uvažuje se proto i o tom, jaké důsledky bude mít situace, kdy všichni žáci i učitel budou mít programovatelné počítačky, kdy v kabinetech škol nebo v některých učebnách budou stolní minipočítače nebo malé počítače. Nabízí se možnost nejen simulovat fyzikální, chemické či biologické procesy, ale i vyhodnocovat výsledky vyučování matematice, popř. uplatňovat programované řízení výuky pomocí počítačů.

2. Experimenty se zaváděním počítaček

Naznačené změny cílů matematického vzdělání nelze odpovědně proklamovat bez pokusné výuky. Proto účastníci konference se zájmem vyslechli zprávy o průběhu a výsledcích experimentů v různých zemích.

V NDR zařadili do experimentu 21 pokusných a 21 kontrolních tříd. Ve škole i doma užívali žáci experimentálních tříd od 7. ročníku počítačky s algebraickou logikou a postupně se seznamovali s různými funkcemi počítačky; v 8. ročníku začali používat paměť, v 10. ročníku hodnoty funkcí. Závěry experimentu plně potvrdily, že je vhodné nasadit počítačky od 7. ročníku, jejich užívání nezhorsilo znalosti žáků z matematiky, naopak prospělo žákům, kteří dříve měli problémy s výpočty, ale nyní se mohli plně soustředit na postupy řešení. Zavedení počítaček znamená novou kvalitu ve vyučování, proto je nutné změnit některé didaktické koncepce a zpracovat vhodné didaktické materiály nejen pro učitele matematiky, ale i pro učitele jiných předmětů. Dále je nezbytné připravit na novou situaci i rodičovskou veřejnost, které je třeba zdůrazňovat, že počítačky nevyřeší všechny problémy matematického vzdělání. (G. Fanghänel)

V SSSR provádějí výzkumy v řadě republik, nejdříve snad v Estonsku, kde systematicky zkoušejí počítačky postupně v jednotlivých ročnících na 30–40 školách. (T. Romanovskis)

V NSR zkoumali využívání počítaček ve škole a doma. Zjistili, že žáci i doma až v polovině případů počítají písemně, přestože mají k dispozici počítačky. Např. písemně sčítají dvě víceciferná čísla a násobí jednociferným číslem; více sčítanců sčítají a čísla odčítají napůl písemně a napůl počítačkou, avšak násobení vícecifer-

ným činitelem a všechna dělení provádějí již na počítačkách. Když však ve škole občas přerušovali počítání na počítače a nacvičovali písemné výpočty, ukázaly se práce s počítačkou přece jen spolehlivější a rychlejší. (H. Meissner)

Ve snaze získat srovnatelné výzkumné materiály, používají didaktici v různých zemích materiály ze zahraničí a vyměňují si výsledky. Tak mohou pracovníci z NSR i z Polska uvádět zkušenosti ověřené týmiž testy; zjišťuje se například, že žáci v Lotyšsku dělají tytéž chyby jako žáci v NSR. Ve výuce využívají učitelé v NSR i Lotyšské SSR her s počítačkou, které vymýšlí prof. H. Meissner z Münsteru, zatímco doc. T. Romanovskis z Rigy dává k dispozici fyzikální hry s počítačkou.

O výsledcích dalších experimentů se zmíníme v odstavcích věnovaných speciálním problémům.

3. Numerické výpočty

Numerické výpočty jsou první a v mnoha případech dokonce jedinou oblastí, kterou ovlivní používání počítaček ve vyučování matematice. Proto se na konferenci věnovala velká pozornost právě numerickým výpočtům.

Běžné jsou obavy, že počítačky sniží rozsah počítání z paměti, že se žáci budou slepě spoléhat na správnost výsledků na displeji a nebudou výsledky kontrolovat. To by mělo nežádoucí důsledky i pro jiné předměty. Proto se všude hledají takové metodické postupy, které by nepříznivé jevy vyloučily.

V NSR zkoumali vliv počítaček na *počítání z paměti*. Žákům dávali test, v němž měli 10 sekund na výpočet každé úlohy; v předvýzkumu počítali žáci i 3×4 na počítače; po pokusném vyučování s nácvikem počítání z paměti počítali tytéž úlohy již z paměti, i když měli počítačky

i nadále k dispozici. V jiném případě uspořádali soutěž v počítání úloh typu 7×9 apod. z paměti a pomocí počítačky; žáci sami poznali, že výpočet z paměti je rychlejší. (H. Meissner)

V NDR dali žákům spočítat v 6 minutách co nejvíce ze 120 spojů typu $8 + 7$, 4.9 apod. Výsledky tříd experimentálních, ve kterých se pracovalo s počítačkou, se příliš nelišily od kontrolních. Je tedy možné dovednosti v počítání z paměti udržet.

Vyslovují se obavy, že žáci zapomenou *algoritmy písemných výpočtů*. K tomu se vztahuje řada výzkumů, které ukazují, že obavy v tomto směru jsou (zatím?) liché.

V NDR zjistili, že žáci experimentálních tříd, kteří měli během 20 minut písemně vypočítat 10 úloh typu $27,82 + 45,28$, $91,1 : 0,18$, dosáhli jen o málo slabších výsledků než žáci tříd kontrolních (L. Flade)

Také v NSR bylo zjištěno, že užívání počítaček nemělo negativní vliv na dovednosti v písemném počítání, i když se pro nácvik algoritmů písemného počítání nic ve škole záměrně nedělalo. (A. Wynands)

Se zájmem přijali účastníci konference sdělení o tom, jakými metodami zajišťoval doc. P. Květoň udržení dovednosti v písemném počítání u nás. (Viz *Matematika a fyzika ve škole*, roč. 12, 1981/82, č. 5–6.)

Kladně vyznívají i závěry experimentů, v nichž se zjišťoval vliv užívání počítaček na *výskyt numerických chyb*. Zatímco v písemných výpočtech udělalo 18% žáků numerické chyby, mezi uživateli počítaček jich byla jen 2%.

V NDR zkoumal W. Zappe výsledky užití počítaček v trigonometrii. Zjistil, že žáci pracující s tabulkami dělali mnoho chyb při určování hodnoty funkce pro

argument nepatřící do intervalu $(0^\circ; 90^\circ)$; při určování hodnoty $\cos 131,2^\circ$ měli jen 36% odpovědí správných, zatímco žáci pracující s počítačkou dosahovali 85% správných výsledků. Také aplikace sinové a kosinové věty zatížili žáci, kteří pracovali jen s tabulkami nebo s logaritmickým pravítkem, řadou numerických chyb a potřebovali na výpočet třikrát tolik času. Ukázalo se však, že ušetřený čas žáků pracujících s počítačkami se neprojevil v lepším pochopení postupů řešení.

Výsledky experimentů však ukazují, že se zatím nedaří vést žáky k provádění odhadů a kontrole výsledků. Nízkou úroveň v těchto dovednostech hlásili jak didaktici z NDR, tak z NSR.

Žáky musíme upozorňovat na to, že mohou získat rozdílné výsledky při různých postupech výpočtů; např. $2.3/3$ dává výsledek 2 při výpočtu $(2.3) : 3$, ale výpočet $(2 : 3).3$ dává na některých počítačkách buď 1,999998, nebo 2,000001. Tyto skutečnosti je třeba žákům vysvětlovat a přitom připomínat, že je nutné zaokrouhlovat získané hodnoty a výsledek výpočtu provedeného s aproximacemi čísel porovnávat s reálně možným výsledkem.

Zajímavý příspěvek k teorii výpočtů na počítače přednesl I. Lehmann z Humboldtovy univerzity v Berlíně. Vyšel z toho, že počítačka je přístroj digitální, který pracuje jen s konečným počtem možných čísel a popsal algebraickou strukturu tohoto číselného oboru.

Ukazuje se, že bude nutné změnit poměr školy k numerickým postupům; nelze je už chápat jako nepřesné metody, ale jako metody vhodné a užitečné pro praxi, protože dávají použitelné výsledky. Vždyť v mnoha případech jsou přesné metody příliš zdlouhavé nebo vůbec neproveditelné.

4. Možné změny v metodách vyučování

Počítačky jsou především nástrojem k provádění výpočtů, mohou však posloužit i při motivaci a osvojování nových poznatků matematiky. Na konferenci v Halle uvedli účastníci několik příkladů:

– Počítačky sloužily například k indukтивnímu odhalování vlastností nových pojmů; vlastnosti operací s desetinnými čísly, s kladnými a zápornými čísly objevili žáci sami tím, že s čísly prováděli na počítače různé výpočty.

– Motivací a současně návodem na indukтивní výpočty je například odhad čísla $\sqrt{1000}$ postupným vypočítáváním druhých mocnin čísel 100, 50, 30, 35, 33, 32, 31, kterým se zjistí, že $31 < \sqrt{1000} < 32$; tlačítko $\sqrt{\quad}$ ukáže výsledek přesněji.

– Při výpočtu hodnot mnohočlenu jedné proměnné se uplatní postup podle Hornerova schématu: hodnota $2x^3 + 3x^2 - 4x - 2$ se pro $x = x_0$ nejsnáze vypočte jako $[(2x_0 + 3)x_0 - 4]x_0 - 2$.

– Při úvodním výkladu funkcí se osvědčuje měnit hodnoty proměnné a sledovat, jak se přitom mění hodnoty funkce; to vede k pochopení podstaty funkcí.

– Vlastnosti goniometrických funkcí mohou žáci poznávat tak, že porovnávají hodnoty funkce kosinus se známými hodnotami funkce sinus nebo vypočítávají hodnoty funkce tangens podílem $\sin x / \cos x$ zvlášť cenné jsou přitom výsledky sledování hodnot $\operatorname{tg} x$ pro x blízké se hodnotě $\pi/2$. (W. Zappe)

– Podobně lze objasnit základní ideu Riemannova integrálu aproximováním obsahu elementárního útvaru dolními a horními součty (odhady obsahů) při různých děleních intervalu.

– Počítačky pomáhají rozvíjet algoritmické myšlení a chápat programování. V tomto směru účinně působí zápis postupu výpočtu pomocí proměnných a úvahy o tom, jak se změny výsledky při změně vstupních údajů. (W. Dörfler)

Žádoucí přechod od řešení problémů metodami statickými k metodám dynamickým se projeví tím, že např. budeme raději užívat iterační postupy při výpočtech odmocnin, že místo řešení rovnic podle vzorce naučíme žáky uplatňovat iterační postupy.

Velkou motivační cenu pro práci s počítačkou mají různé hry. Prof. H. Meissner z Münsteru předvedl mnohé hry s počítačkami, při nichž se procvičuje myšlení žáků a rozvíjí jejich cit pro čísla. Uvedu dvě z nich:

– úloha „Kterým číslem musíme násobit číslo 38, aby součin byl z intervalu $\langle 579; 590 \rangle$?“ vyžaduje odhad z paměti, který se pak kontroluje počítačkou;

– neznámý program je vložen do programovatelné počítačky, výsledek operací s jedním vloženým číslem se objevuje na displeji; úkolem je postupným dosazováním čísel zjistit, pro které číslo dává program výsledek 1.

5. V kterém ročníku a v kterých předmětech je vhodné používat počítačky?

Odpověď na uvedenou otázku byla na konferenci dána jednoznačně: – od 7. ročníku.

V NDR je v 7. ročníku uzavřen výklad přirozených čísel a nácvik operací s nimi, takže další rutinní výpočty s vícečíslicími čísly je vhodné provádět pomocí vhodného

přístroje. V NDR dosud začínali v 7. ročníku počítat pomocí logaritmického pravitka; nahrazují tedy zastaralý prostředek novým. Dlouhodobým používáním počítaček získají žáci i potřebnou jistotu ve výpočtech.

Také v SSSR vydalo ministerstvo školství v r. 1982 dokument, kterým doporučuje užívat počítačky od 7. ročníku v matematice, ve fyzice a v chemii. V nižších ročnících mohou sloužit ke kontrole výpočtů a jako pomůcka při osvojování číselných oborů. Šířeji se počítačky užívají od r. 1976 v technikumech.

V Maďarsku považují za účelné začínat s počítačkami v 6. ročníku a upozorňují na různá nebezpečí jejich předčasného užívání. Uvědomují si však, že žáci je budou doma užívat i dříve, že zákazem se věc nevyřeší; prof. Varga proto ocenil stanovisko, jež umožňuje používat počítačky i dříve ke hrám s čísly a ke kontrole písemných výpočtů.

V NSR se počítačky ve škole užívají od 8. ročníku, učitelé se však přimlouvají za dřívější zavedení.

Považuje se za samozřejmé, že se zavede užívání počítaček ve všech předmětech. Matematika připraví dovednosti ve výpočtech pomocí počítaček, vyučující ostatních předmětů jich využijí podle potřeb svých oborů. Přitom bude nutné sjednotit a seznámit všechny učitele s tím, jak sestavovat a zapisovat plán řešení, jak a kdy zapisovat jednotky veličin apod.

U. Boosmann referoval o diplomových pracích, v nichž posluchači zkoumali, ve kterých předmětech a v jaké míře lze počítačky používat. Nejbohatší užití našli ve fyzice při řešení úloh a při zpracování pozorovaných údajů; i ve fyzice jsou však témata, v nichž je málo výpočtů. Naproti tomu v chemii je podle osnov málo příležitostí k výpočtům a v biologii téměř žád-

ná. V novém pojetí vyučování chemii a biologii by práce s počítačkami umožnila vyhodnocování statistických dat a zpracování údajů získaných v experimentech.

T. Romanovskis z Rigy využívá počítačky ve fyzice a v astronomii. Seznámil účastníky s několika fyzikálními hrami (Ralley – určování potřebné průměrné rychlosti, aby závodník v rychlostní zkoušce dojel do jejího cíle v přípustném časovém rozpětí), s několika algoritmy (v kterém dni týdne jste se narodili?) i se simulacemi fyzikálních dějů pomocí počítačky (průběh ochlazování kávy).

6. Jaké počítačky?

O této otázce se na konferenci kupodivu mnoho nehovořilo; podrobněji se rozebírala jen otázka programovatelných počítaček.

Programovatelné kapesní počítačky se jeví jako pomíjivý přechodný typ; za stejnou cenu jsou již k dostání domácí mikro-počítače s mnohem většími možnostmi, takže se zdá, že na běžné výpočty budou stačit počítačky v hodinkách či v tužce a na všechny složitější výpočty se budou používat mikro-počítače. (T. Varga)

Za málo vhodné považovali někteří účastníci „programovatelné“ počítačky, které si pamatují jen vložený sled operací. Ty vedou ke špatným návykům pro programování, protože programy nemají žádnou strukturu a redukují se na detaily. (I. Kerner) V takovém případě je vhodné sestavovat programy s rozhodovacími kroky, s cykly a skoky, ale příkazy IF – THEN, ELSE, GOTO, REPEAT apod. provádět ručně. (Tento styl práce propaguje u nás sborník *Logika v kostce*, který vydala Mladá fronta.)

Programovatelné počítačky pracující v BASICu jsou podle některých míněni

málo odlišeny od předešlých; vhodnější jsou patrně počítačky, které používají PASCAL. Takové počítačky mají již význam pro rozvoj algoritmického myšlení a pro pochopení cyklů, rozvětvení a skoků v programech. (I. Kerner)

Náklady na počítačky jsou ovšem u nás a v socialistických zemích nemalé; oceníme proto zajímavý argument pro zajištění potřebných prostředků na nákup počíta-

ček, který uvedli didaktici z NDR. Podle inventářů pomůcek pro fyziku zjistili, že v každém kabinetě fyziky je pro mnohem menší počet hodin asi za 70 000 marek materiálu a v celé NDR za 413 milionů marek. Matematika poprvé v historii potřebuje nákladnější pomůcku; měla by ji dostat, má až 6 hodin týdně v každém ročníku a navíc se budou počítačky používat i v jiných předmětech.

jubilea zprávy



K SEDMDESÁTINÁM DR. ROZSÍVALA

Dne 12. února 1984 se dožil 70. narozenin dr. M. Rozsival, který po celý svůj život je úzce spjat s rozvojem fyziky u nás. Přispěl především k rozvoji elektronové mikroskopie a difrakce a vychoval pro tento obor řadu fyziků. Jako zástupce ředitele a později ředitel dřívějšího Ústavu fyziky pevných látek ČSAV má významný podíl na úspěších fyziky pevných látek v 60. a začátkem 70. let. Díky svému odbornému rozhledu a organizačním schopnostem umožnil realizovat významné vědecké projekty, jejichž výsledky jsou dodnes mezinárodně uznávané a mají význam i pro náš technický rozvoj. S touto činností pak úzce souvisí práce dr. Rozsivala v Jednotě čs. matematiků a fyziků, kde pracuje řadu let a kde v současné době zastává funkci místopředsedy.

Vědecká a vědeckoorganizační práce dr. Rozsivala byla podrobně zhodnocena u příležitosti jeho dřívějšího životního jubilea. Myslím si, že je třeba ocenit rovněž osobní vlastnosti jubilarovy a snad jeho životní jubileum je pro to nyní vhodnou příležitostí.

Dr. Rozsivala znám od r. 1950, kdy jsem se

stal jeho aspirantem. Byl tedy mým učitelem. Jako takový měl, a to nejen vůči mně, ale i vůči jiným kolegům porozumění pro osobní nebo pracovní nedostatky a taktně dovedl ukázat, jak lze tyto chyby napravit. To nejlépe ilustruje příhoda, která se stala hned v prvních měsících mé aspirantury. Tehdy jsem připravoval vzorky pro elektronovou difrakci. Ty byly tvořeny tenkou blankou z polymeru, na kterou se napařovala látka, jež se studovala. Roztok polymeru v éteru dodávala fa Trüb-Täuber z Curychu a v té době byl u nás velmi vzácný. Jednou jsem při přípravě vzorků lahvičku s touto vzácnou tekutinou rozbil. Znamenalo to okamžité přerušování experimentálních prací a já se přirozeně obával reakce svého učitele. Dr. Rozsival na mé sdělení o nehodě reagoval k mému překvapení velmi klidně: „Kdo nic nedělá, tak také nic nezkaží“. Do tří neděl jsme dostali novou zásilku polymeru a práce mohly pokračovat. A já jsem si odnesl důležité poučení pro svoji vlastní práci a pro styk se svými spolupracovníky.

Velmi sympatickým rysem dr. Rozsivala je jeho přístup k plnění úkolů, kterými je pověřen nebo ke kterým se sám přihlásí. Většinou to nebyly právě snadné funkce, uvážíme-li např. jeho činnost jako zástupce ředitele a později ředitele ústavu. Svě úkoly vždy plní s plnou svědomitostí a odpovědností a navíc s přesvědčením, že pověřeni vykonávat určitou funkci jej zavazuje pracovat ve prospěch celku a že jeho osoba je přitom až na dalším místě; o tom se stále přesvědčovali a přesvědčují jeho spolupracovníci a přátelé. Toto přesvědčení dr. Roz-