

VÁCLAV BEZVODA

GEOGRAFIE A VÝUKA PROGRAMOVÁNÍ

V. Bezvoda: *Geography and Teaching of Programming*. — Sborník ČSGS, 94, 1, p. 47—53 (1989). — The urgent need of computers in natural and social sciences will strongly influence the modification of the curricula at our universities and colleges. On the basis of an analysis of the history of application of computers at the Faculty of Natural Sciences of the Charles University, Prague and the situation in teaching mathematical programming and computer art, the paper formulates one of the most probable variants of teaching the above-mentioned subjects in geographical sciences. A special attention is paid to the role of microcomputers as the basic yet still problematic device in the computer art.

1. Úvod

Používání počítačů u nás překročilo v průběhu sedmdesátých a osmdesátých let hranice aplikací matematiky a mechanizované účetní evidence a stalo se postupně součástí většiny vědních i technických disciplín. Dnes můžeme prohlásit, že počítače jsou součástí našeho každodenního života. Uvedené skutečnosti nacházely a nacházejí svůj odraz v pedagogickém procesu, a to na všech jeho stupních. Charakteristickým rysem nově zaváděných předmětů označovaných jako programování, výpočetní technika či nověji informatika a počítačová věda, byly a jsou problémy spojené s koncepcí i s konkrétní náplní. Rozvoj počítačů po stránce technického i programového vybavení je totiž natolik dynamický, že nelze v plné šíři uplatnit běžné didaktické postupy.

K pochopení složitosti celé problematiky bude účelné ve stručnosti shrnout vývoj výuky programování u nás jakožto odrazu situace v naší výpočetní technice. Důraz přitom budeme klást především na výuku programování posluchačů vysokých škol přírodovědního typu a zejména studentů odborné geografie na přírodovědecké fakultě UK v Praze.

2. Rozvoj výpočetní techniky u nás

Nesystematické nákupy různých zařízení výpočetní techniky na začátku šedesátých let nenacházely přirozeně prakticky žádný ohlas ve školství. Kolem jednotlivých počítačů zakoupených většími podniky se však vytvářely skupiny interních i externích uživatelů, kteří se scházeli v místnosti příjmu a výdeje zakázek a vzájemně si pomáhali při zdolávání úskalí spojených s osvojováním si „umění“ programovat. Byli to lidé nejrůznějších, nejčastěji technických profesí, mezi kterými bylo pocho-

pitelně možno nalézt i vysokoškolské učitele. Je samozřejmé, že právě tito lidé stáli později u zrodu výuky programování na svých školách.

Různorodosti uživatelů odpovídala i různorodost problémů, které uživatelé řešili, neboť snad žádný počítač té doby — alespoň v počátečním stádiu svého užívání — nebyl zcela využit činností, pro kterou byl zakoupen. Kvalifikovaná obsluha a stálá poradenská služba se postupně vžily právě tak, jako dvou až třísměnný provoz. Pro potřeby řešení vědeckých a technických problémů si uživatelé vesměs sami programy sestavovali, a to v převážně většině případů v procedurově orientovaných jazycích. V případě úloh vědecko-technického charakteru to byl nejprve Algol 60, který byl postupně zatlačen pro tyto účely vhodnějším Fortranem IV. Algol však dlouho ovládal metodiku programování.

Důležitou změnu v přístrojovém vybavení představovaly sovětské počítače Minsk-2 (později s uvedeným typem kompatibilní Minsk-22). Dodávky byly zahájeny roku 1964 a celkový počet těchto zařízení k nám dovezených dosáhl prvních desítek kusů. Tehdy vznikla u nás poprvé situace příhodná k vytváření programového vybavení obecnějšího charakteru i významu. Navíc uvedené počítače neměly téměř žádné programově vybavení a uživatelé se jen těžko mohli vrátit k dávno přežitému programování ve strojovém kódu, mj. i proto, že Minsk byl tříadresový počítač a jeho efektivní programování bylo značně složité. Celkem přirozeně proto vznikla řada týmů, které potřebné základní programové vybavení více či méně systematicky budovaly. Pro rozvoj programování na přírodovědecké fakultě byl velmi důležitý tým složený z pracovníků elektrotechnické fakulty ČVUT a Institutu klinické a experimentální medicíny, který pro počítač Minsk vytvořil mj. i životaschopné verze důležitých programovacích jazyků FEL Algol, FEL Fortran. Vyrostla tak řada systémových programátorů, kteří navíc byli zčásti vysokoškolskými učiteli. Takto byly vytvořeny podmínky pro zahájení výuky programování i na školách, které vychovávaly budoucí přírodovědce, tedy i na PŘF UK. Nejprve (od roku 1968) se jednalo o postgraduální kursy pořádané katedrou užitě geofyziky, později i o výuku pro řádné studium tohoto studijního oboru, který má na PŘF UK k používání počítačů nejbližší. Studenti odborné geografie byli v tomto oboru systematicky vzděláváni o dost později, a to společně s dalšími studijními obory PŘF UK od roku 1978. Otázka náplně odpovídajícího studijního předmětu byla celkem jasná a odpovídala tehdejší výuce na technicky zaměřených vysokých školách. Vyučovala se norma Fortran IV, později jeho verze G resp. H (značení firmy IBM), přičemž se vycházelo z tehdy obvyklého „closed shop“ režimu práce počítačů. Tato etapa dosáhla svého vrcholu po stránce technické v roce 1976 instalací počítače EC 1040 ve Výpočetním centru UK. O něco později vycházejí skripta V. Bezvody a K. Segetha [2], odpovídající svojí koncepcí dosaženému stupni vývoje i tomu, že na rozvoji výuky programování na PŘF UK se prostřednictvím dr. Segetha významně podílel Matematický ústav ČSAV.

V průběhu sedmdesátých let však práce programátorů vědeckotechnických úloh doznala výrazné změny. Těch, kteří setrvali u původní programátorské práce začalo ubývat a ti, kteří v ní pokračovali, se stávali spíše profesionály (tj. vyráběli programy na zakázku). Ostatní uživatelé, jejichž počet přirozeně rostl, postupně stále více užívali hotové programy nebo častěji jejich samostatné části — podprogramy. O kvalitní a pokud

možno všestranné vybavení se starali i výrobci počítačů. Velmi starého data jsou např. soubory podprogramů sestavených pro široký okruh uživatelů z oblasti numerické matematiky a zpracování dat, jejichž typickým představitelem je SSP [4]. Později vznikaly nejrůznější specializované soubory podprogramů i vyspělejší verze vyšší formy programového vybavení — dataanalytické systémy — podrobněji viz V. Bezvoda a T. Kučera [1]. Práce běžného uživatele se měnila. Méně programoval a více získával. Tato situace se postupně promítala do výuky, odrazem čehož je i učební text V. Bezvody a K. Segetha [3].

Výuku programování v období plné platnosti dnes dobíhajících sylabů narušilo postupné zmenšování počtů hodin, které byly na předměty matematického charakteru a na programování zvláště věnovány. Proto také výuku v Praze málo ovlivnil učební text M. Konečného et al. [5]. To je neobyčejná škoda, neboť jen málo studijních oborů má po tak dlouhou dobu k dispozici texty vhodné k doplnění základní výuky programování i k zavádění počítači podporované výuky celé řady odborných předmětů.

Od začátku osmdesátých let začaly u nás oblast výpočetní techniky výrazně ovlivňovat mikropočítače. Těmto v mnohém směru nedokonalým a hlavně pak špatně programově vybaveným zařízením věnovaly zprvu všechny instituce užívající počítače jen malou pozornost; považovaly je buď za lepší kalkulačky nebo za hračky, kterými také často byly a do jisté míry jsou. Basic, jejich typický jazyk, pak byl chápán jako odrůda Fortranu dovedená k maximální možné jednoduchosti za cenu opuštění většiny jeho dobrých vlastností. Životní síla mikropočítačů související původně s jejich ohromnou schopností množit se a pronikat na stoly uživatelů je však dnes realitou, se kterou je nutno počítat ve výuce programování. Tomuto problému se budeme podrobněji věnovat, neboť kvalitní mikropočítače dneška mají s tím, co bylo řečeno, málo společného.

3. Náplň výuky programování

Výuka každého předmětu musí zachycovat nejen jeho současný stav, ale i perspektivu nejméně pěti let. To platí zejména v rychle se rozvíjejících disciplínách, tedy také ve výuce programování. Navíc je třeba pro předmět, který má v našem případě charakter společného základu, stanovit reálné cíle a citlivě jej zařadit do plánu daného studijního oboru. To se v materiálech ministerstva školství neuvedeným autorům sylabů komplexu matematických disciplín v případě odborné geografie podařilo natolik dobře, že není nutno v souvislosti s uvedeným komplexem vznášet žádnou závažnější připomínku. Něčím podobným se nemůže pochlubit žádný jiný obor odborného studia na PŘF UK.

Uvedený sylabus vychází zřejmě z toho, že v naší republice jsou a pravděpodobně ještě po nějakou dobu budou realitou dva typy zařízení výpočetní techniky zmíněné v předcházející kapitole. Na jedné straně hůře dostupná „velká“, dobře vybavená zařízení výpočetní techniky, na straně druhé „malá“ technika — mikropočítače — sice na dosah ruky, leč méně spolehlivá a poskytující pouze omezené služby. Cíl výuky je proto také dvojitý: jednak naučit studenty samostatně přímo používat dostupné zařízení výpočetní techniky při nenáročném zpracování datových souborů, jednak být schopen určit optimální formy řešení rozsáh-

lejších úloh pomocí nejvhodnějších dostupných prostředků, které současná výpočetní technika poskytuje (samozřejmě s kvalifikovanou pomocí).

Zmíněné situaci dobře odpovídá dvojstupňová výuka programování. V prvním ročníku jsou v krátkém kursu — součástí výuky matematiky — studenti seznámeni s „malým“ technickým vybavením, které budou v průběhu dalšího studia používat. Jazyk Basic, jehož výuka tvoří jádro tohoto kursu, je v současné době pro většinu studentů stále prvním programovacím jazykem, o kterém získají ucelené informace. Náplň proto zatím rozšiřovat nelze navíc i proto, že na této úrovni musí studenti získat základní návyky v práci s mikropočítačem výjimečně i ve styku s výpočetním střediskem. Nezvládnutí tohoto stupně prakticky blokuje možnost dalšího vzdělávání v oboru.

Ve druhém ročníku navazuje jednosemestrální kurs (celkem 75 hodin). Tvůrci sylabu sem zařadili především výuku jazyka Fortran IV s navazujícím standardním vyšším programovým vybavením. V závěru je věnována pozornost aplikacím ve statistice i vlastní geografii. Důraz je zde kladen jak na aktivní zvládnutí jazyka Fortran, tak na rámcové seznámení se s možnostmi použití počítačů při matematicko-statistickém zpracování dat zejména s ohledem na geografickou problematiku.

Rozsah kursu i sylabus optimálně vyjadřují současnou potřebu a nebude třeba je výrazněji modifikovat nejméně pět let. Správnost volby Fortranu souvisí s tím, že nevychováme budoucí programátory—profesionály a vychází ze dvou skutečností. V první řadě z běžně dostupných a relativně snadno zvládnutelných programovacích jazyků má jedině Fortran mohutné více než dvě desetiletí budované programové vybavení, a to standardní i speciální. Na všech větších počítačích jsou dostupné soubory fortranských podprogramů z oblasti numerické matematiky, zpracování dat i dalších. Za ostatní opět jmenujme starý, v mnohém překonaný, nicméně stále sloužící SSP [4]. Většina světových časopisů publikujících programy — v oboru geověd např. Computer and Geoscience — sice připouští i jiné jazyky, prakticky vše je však stále ve Fortranu. Druhý důvod, proč je dobré znát Fortran, souvisí s tím, že nejmodernější standardní uživatelsky orientované programové vybavení je na tento jazyk formálně orientováno. Konkrétně ten, kdo pasivně ovládá základy jazyka Fortran a umí alespoň trochu anglicky, snadno porozumí způsobu, jakým jsou připravovány práce pro dataanalytický systém BMDP — srovnaj práci V. Bezvody a T. Kučery [1]. Není přitom důležité, který jazyk či jazyky byly použity při programování vlastních výkonných modulů systému.

4. Perspektiva

Pokud jde o první ročník, pak lze předpokládat, že v blízké budoucnosti budou absolventi střední školy mnohem lépe než dosud připraveni v oblasti informatiky a výpočetní techniky. Pak ovšem bude možno výuku programování postupně zaměřovat aplikací počítačů při řešení úloh numerické matematiky, základů statistiky a zpracování dat. Tím bude příslušný oddíl plnit úkol podpory výuky matematiky počítači tak, jak to žádá modernizace výuky.

Ve druhém ročníku je situace (alespoň zdánlivě) složitější a vyža-

duje důkladnější analýzy. Vývoj vědy o počítačích dospěl do stádia, kdy se teoretici jasně oddělili od těch, kteří programují. Přitom v oblasti počítačů má teorie ve srovnání s jinými vědami zvláštní postavení. Programovací jazyky byly původně víceméně živelně koncipovány tak, aby běžní uživatelé mohli co možná nejsnadněji řešit své problémy. Teorie se do oblasti programování dostává později, postupně a často dost obtížně, neboť praktici (nazývaní někdy „opravdovými programátory“) její potřebu často necítí. Ve výuce je však nutno výsledky počítačové vědy v úvahu brát, a to i na úrovni, kterou se zde zabýváme. Proto je pro nás důležité, že v oblasti teorie vzniklo strukturované (proti nepřehlednosti, nesrozumitelnosti a vzniku syntaktických a semantických chyb relativně dobře zabezpečené) programování, které našlo svůj odraz v jazyce Pascal. Zdálo by se proto lákavé uvažovat o postupném přechodu na tento jazyk, který ostatně původně vznikl jako vzorový, pouze teoretické výuce sloužící a tedy obecně neimplementovatelný.

Proti tomu mluví hned několik skutečností. V první řadě bychom se zbavili všech výhod skýtaných Fortranem a popsaných v předcházející kapitole. Ke změnám ve zvyklostech programátorů dojde asi těžko; spíše se zdá, že má pravdu J. Nadrchal [6], když tvrdí, že: „Ze zkušeností vyplývá, že vytlačit Fortran z programování vědeckotechnických výpočtů ... se nepodaří“, což plyne nejspíše z toho, že k tomu vlastně není žádný důvod. Jazyk, který nepochybně dobře slouží při výuce budoucích programátorů, nemusí být ideální pro skutečné profesionály. Ti si „vystačí“ s jazyky, které jim dávají možnost větší volnosti. Přitom nové verze Fortranu většinu výtek pochopitelně překonaly s tím, že starší verze jazyka jsou jejich podmnožinami. Lze tedy používat starších, možná nestrukturovaných, ale zato dobře fungujících programů. Je proto přirozené respektovat tradici a používat Fortran při komunikaci mezi uživateli. Je i běžné přepisovat programy určené k publikaci či prodeji do něj.

Vše, co bylo řečeno, se však týká výuky v základních povinných kursech. Je samozřejmé, že se jako nezbytné jeví vypsání výběrové přednášky, která by vhodným způsobem usměrnila výchovu těch, kteří mají o problematiku počítačů hlubší zájem a mohou se stát poloprofesionálními či profesionálními programátory. Obsah a optimální zaměření takových kursů bude nutno teprve najít. Starší učitelé možná nepoužijí Pascal prostě proto, že jejich první programovací jazyk, se kterým se seznámili, byl Algol 60, ze kterého Pascal vznikl, a který je z hlediska výuky ve většině aspektů s Pascalem srovnatelný. Mladí, zejména pak matematici, použijí spíše obecnějších přístupů. Základní devizou programátora není totiž detailní znalost „dokonalého“ programovacího jazyka, ale schopnost optimálně vyřešit daný problém na daném typu počítače.

Profesionál zpravidla ovládá řadu jazyků a nevhodnější z nich je pochopitelně ten, který je na daném počítači k dispozici a nejsnadněji vede k cíli. Pokud se totiž dnes objeví nový jazyk patřící do skupiny procedurově orientovaných, pak jeho zvládnutí představuje problém nejvýše několik dní. Univerzální vnitřní stavbou komplikované, problémově orientované jazyky (jako např. PL-1) se neujaly. Navíc programovací jazyk se objeví zpravidla spolu s novým počítačem, a to bývá spojeno s celkově velkými časovými nároky na personál i uživatele.

K problému zavádění Pascalu do škol našeho typu je třeba učinit ještě dvě poznámky. První se týká jeho vztahu k jazyku Basic. Je třeba

si uvědomit, že strukturované programování vzniklo především jako reakce na špatné programátorské návyky, vytvářející se (hlavně u dětí) spontánním a nemírným programováním v Basicu bez toho, že by byl kladen důraz na kvalitu produktu. Ne nadarmo se říká, že ten, kdo dobře programuje v Basicu, se řádně programovat již nikdy naučit nemůže. Tento problém u většiny jiných jazyků nevzniká a nejprostší by bylo nebrat při výuce na vysoké škole Basic v úvahu. To však není zatím možné zejména tam, kde se běžně používají mikropočítače naší výroby.

S řešením tohoto problému souvisí druhá poznámka. Je nutno respektovat to, že Basic je „branou“ programovacích jazyků a převážná většina zájemců o programování se nejprve seznámí s ním. Je však nutno dbát na to, aby byl používán pouze při řešení jednoduchých úloh a po dobu co nejkratší. To ovšem přirozeně vytváří nutnost vybavit i nejprostší mikropočítače dalším „kulturnějším“ jazykem a zajistit jeho výuku. Jazyk Pascal se zdá být z tohoto hlediska velmi nadějný — minimálně v našich podmínkách. Existuje např. jeho dobře fungující verze i pro mikropočítač IQ 151. Výuka Basicu by tak v nedaleké budoucnosti měla být omezena nejvýše na střední školy.

5. Mikropočítače a počítače „velké“

Celý článek je prostoupen důsledným dělením zařízení výpočetní techniky, která je v současné době u nás k dispozici a se kterou tedy přichází student do styku, na dvě skupiny — na mikropočítače a ty ostatní. Je třeba si uvědomit, že v současnosti dochází k pronikavým změnám v oblasti mikropočítačů. Technické vybavení takového stolního počítače, jako je IBM PC AT ve všech parametrech předstihuje to, co se často stále běžně přisuzuje „velké“ technice. Je třeba si uvědomit, že standardní problematika geografa se díky ohromnému rozvoji mikroelektroniky posunula do oblasti jednoduchých úloh. V dnešní době existují a stále se zlepšují i PC — verze dataanalytických systémů, jako BMDP PC, SPSS PC a dalších. Mikropočítače mají pro jejich provozování navíc jednu ohromnou výhodu — mohou snadno realizovat grafické výstupy a výsledky získané pomocí nich jsou tedy z hlediska uživatele přitažlivější. Provozování dataanalytických systémů by tedy zcela po právu mělo přejít na snadněji dostupné a vůči uživateli pružnější mikropočítače.

Optimisticky laděný pohled do budoucnosti zaslouží hlubší vysvětlení nejméně dvou aspektů celého jevu. V první řadě je třeba si uvědomit, že moderní mikropočítač je zařízení poskytující nesmírně různorodé služby, jejichž zvládnutí přísluší profesionálům. Uživatelé budou tedy opět odkázáni na služby systémových programátorů a mnohdy i na operátory. Z tohoto hlediska může být uživateli lhostejné, je-li za displejem mikropočítač nebo modem a telefonní šňůra.

Trochu jiná je situace s daty. Geografové (zejména ekonomičtí) budou pracovat se stále větším množstvím informací. Nejpřirozenějším způsobem, jak je získat, je napojit se na vhodnou databázi, která však bude zcela jistě obhospodařována velkým počítačem. Mikropočítač by byl zaměněn inteligentním terminálem, čímž by byly odstraněny i poslední nedostatky samostatně pracujícího mikropočítače, jako je nemožnost zpracování více prací současně a relativně chudé periférie.

Mluvíme-li o mikropočítačích jako celku, tedy ne pouze z hlediska výuky programování a počítači podporované výuky, musíme se ještě zmínit o velmi důležité variantě jejich využití ve vědě a technice, o jednoúčelových mikropočítačových systémech. Na tomto poli nekonkurují „velkým“ počítačům prostě proto, že základním atributem „velkých“ je univerzálnost. Moderní geografii již ovlivňují a hlavně v budoucnosti ovlivňovat budou takové systémy při konstrukci map, hlavně však při zpracování obrazové informace.

6. Na závěr

Autor by byl šťasten, kdyby tento článek inicioval další, které by pomohly s předstihem řešit mnohdy velmi bolestivou problematiku tvorby a inovace učebních osnov předmětů svázaných s používáním počítačů.

Literatura:

1. BEZVODA, V., KUČERA, T.: K možnostem využití dataanalytických systémů v geografii. Sborník ČSGS, 91, Praha, Academia 1986, č. 2, s. 133—139.
2. BEZVODA, V., SEGETH, K.: Programování a kybernetika I. pro posluchače geologie a geografie. Učební text PFF UK. 1. vyd. Praha, SPN 1981, 180 s.
3. BEZVODA, V., SEGETH, K.: Programování a kybernetika II. pro posluchače geologie a geografie. Učební text PFF UK. 1. vyd. Praha, SPN 1985, 270 s.
4. IBM System/360. Scientific Subroutine Package Programmer's Manual. 1. vyd. New York, IBM Corp. 1966, 460 s.
5. KONEČNÝ, M., RAIS, K., TOUŠEK, V.: Vybrané kapitoly využití výpočetní techniky v geografii. Učební text PFF UJEP Brno. 1. vyd. Praha, SPN 1984, 160 s.
6. NADARCHAL, J.: Od Olympu k umělé inteligenci. Československý časopis pro fyziku (sekce A). 37, Praha, Academia 1987, č. 1. s. 21—41.

(Pracoviště autora: katedra matematiky a informatiky přírodovědecké fakulty UK, Albertov 6, 128 43 Praha 2.)

Došlo do redakce 29. 3. 1988.

Poznámka recenzenta

V článku se projevují bohaté zkušenosti autora s výukou programování. Chybí v něm však zvýraznění cílů výuky programování v geografii. Podle mého názoru je cílem této výuky především vychovat odborníky — geografy, kteří jsou schopni algoritmovat řešení některých problémů (nezávisle na konkrétním programovacím jazyku) a kteří jsou schopni aktivně komunikovat s profesionálními programátory a matematiky ve své geografické praxi.

Václav Toušek

Odpověď autora

Poznámka je nepochybně správná, míří však spíše k problému matematizace (v širším slova smyslu) výuky geografie jako celku. Výuka samotného programování je speciální, a proto konkrétněji pojatá malá část celého učebního plánu, která si nečiní nárok na podstatnou změnu profilu absolventa. To je úkolem všech odborných přednášek ve vyšších ročnících.