

P. g. Jaroslav U h l í k, VÚHU
Josef L e i t m a n n, VÚHU

Směry vývoje kapesních kalkulátorů nového typu a jejich praktické využití

Poslední desetiletí se vyznačuje zrychlujícím se tempem vývoje a užití kapesních kalkulátorů. Jedná se zejména o přejímání některých schopností, které byly donedávna doménou stolních neb středních počítačů (schopnost programování, rychlost výpočtů, magnetický záznam, tiskárna s mikroprocesorem a soubor aplikačních programů a podprogramů atd.).

Tento kvantitativní a kvalitativní krok se promítá v novém výpočetním prostředí, kapesním programovatelném kalkulátoru, který je označován jako "hard held" a respektuje kvantitativní i kvalitativní krok nové generace kalkulátorů.

Tento typ kalkulátorů pracuje s velkou kapacitou programovatelných kroků či registrů logickým postupem tak, že jednotlivé početní příklady lze zobecňovat a naopak pro řešení problémů z různých oborů aplikované vědy lze použít zobecněné schéma řešení - tzv. algoritmus řešení. Např. : algoritmus pro převod praveúhlých souřadnic na polární, který je zabudován skoro ve všech kvalitnějších kalkulátorech lze využít za zabudováním do širšího programu i pro vyčlenění váhových podílů ve statistice, lze jím počítat plochy při geodetických úlohách, a lze jej použít jako podprogram pro některé vzorce v tepelné fyzice a v gravimetrických úlohách geofyziky.

Tímto postupem lze přistoupit k řešení takových problémů, na které není při běžné práci čas nebo tam, kde běžnému praktikovi schází potřebné znalosti matematického aparátu. Těžiště nároků na duševní podíl prováděných úkonů se přesouvá do kvalitativně vyšší duševní sféry, a proto lze právem po-

važovat tento typ počítače jako průlom do sféry výkonev vyšších počítačů, tj. např. mikropočítačů a stolních počítačů.

Zde je těžiště aplikace ručních programovatelných počítačů. Naskýtá se přirozeně otázka, nač vyvíjet tento způsob řešení matematických úloh, když jsou k dispozici velké počítače se suitou vysekoškolsky vzdělaných specialistů programátorů a operátorů, kteří dokáží vyřešit libovolný matematický či organizační problém (v širším slova smyslu) značně rychleji a přesněji, než kterýkoliv ruční počítač, byť i vybavený technikou popsanou dále v textu.

Aplikační sféra kalkulátorů typu "hard held" vyplňuje vlastně mezeru ve službách výpočtové techniky. Tam, kde je nutno splnit požadavek pohotovosti výsledků, požadavek okamžitého ověřování naměřených hodnot, požadavek na soustavné sledování některých spojitých či nespojitých jevů spojených s ukládáním naměřených hodnot pro okamžité či pozdější zpracování a to v laboratorních či terénních podmínkách nebo při zpracování jednoduchých statistických neb početních manipulací v polních či provozně obtížných podmínkách bez možnosti napojení na výpočetní centrum, tam všude úspěšně zastupuje kalkulátor "hard held" dřívější počítačovou techniku. Nelze samozřejmě zanedbat i nízké náklady, možnost vytvoření individuální databanky a jednoduchou komunikaci mezi počítačem a obsluhou počítače.

V poslední době přistupuje i výhoda zápisu dat (vstup a výstup dat jednoduchým přídatným terminálem) do paměťového centra oproti předchozí generaci programovatelných kalkulátorů značně rozšířeném. Jako příklad se uvádí : Představitel předchozí generace programovatelných kalkulátorů např. typ TI 57 Texas Instruments má 70 programovatelných kroků. Poslední typ programovatelných kalkulátorů typu "hard held" - - HP 41 CV může mít teoreticky takových programovatelných kroků kolem 2.500 - 3.500. Tím přistupuje i další role tohoto typu programových kalkulátorů - slouží jako pohotový paměť-

řový terminál pro archivaci dat.

Navíc lze nyní příkazy podávat alfanumericky s určitým nízkým stupněm korespondence mezi kalkulátorem a operátorem (jazyk BASIC), což bylo dříve doménou jenom větších počítačů.

Pro nestrannost se musí dodat, že dosud není ruční kalkulátor vhodný pro přísun velkého počtu dat, protože není vybaven dostatečně velkou operační pamětí a nebude patrně nikdy vhodný pro zpracovávání mnohoprvkového experimentálního materiálu, pro provádění složitých výpočtů proměnných parametrů a hlavně tam, kde se předpokládá rychlý, grafický, či jinak registrovaný výstup hodnot. Zde bude trvalá doména velkých počítačů. Rovněž tak rychlostí výpočetních operací nemůže být nikdy kalkulátor typu "hard held" většinu počítači konkurentem.

Jinou otázkou je pohotovost výpočetního systému. Je samozřejmé, že dílčí ověřovací výpočty s okamžitou platností pro další použití - např. řešení úkolů postupným přibližováním-iterací neb optimalizace úloh neb jenom prosté ověřování dílčích návrhů, např. ekonomické úlohy při sestavování dílčích výrobních plánů, vhodnost konstrukce navrhované strojní součásti, výhodné parametry v empirickém vzorci, náhrada nomogramů popřípadě rychlé zpracování naměřených hodnot s případných jejich uchováním na krátký čas před závěrečnou dokumentací je zcela v možnostech kalkulátorů typu "hard held" a je ekonomicky na místě dát přednost této aplikaci než před dodatečným zpracováním počítači s drahým strojovým časem, nemluvě o omezené kapacitě velkých počítačů právě pro tyto typy úloh. Všechny shora popisované úlohy by totiž vyžadovaly určitý operační čas pro zpracování na velkém počítači a s přičtením nezbytného, i když kratšího strojového času by neúměrně stouply náklady na uvedené zpracování.

Zde je proto nutno rozlišovat rychlost vlastního výpočtu a rychlost, vlastně pohotovost dodání potřebných dat. Pohotovost, byť i v omezeném rozsahu výpočtů je hlavní výhodou ručních kalkulačů typu "hard held".

Mnoho výpočtů geodetických, geofyzikálních, geologických, hydrogeologických, těžebních, ekonomických, statistických a kontrolních, je již nyní prováděno přímo v terénu či provozu jenom díky uvedenému typu kalkulačů. Nezanedbatelným faktorem je i nezávislost tohoto typu kalkulačů na síťovém zdroji proudu. Všechny kalkulačy poslední generace jsou napájeny z maloobjemových baterií většinou jednorázového použití bez dobíjení s dlouhodobou kapacitou.

A opět nutno poznamenat, že řešení matematických problémů jednorázového charakteru, neb řešení složitých víceparametrických úloh na počítači typu "hard held" je ztrátou času. Výpočty jsou nejen pomalé, ale velké počítače mají zabudovány velký počet podprogramů přímo v počítači. Sestavení programu-algoritmu řešení úlohy je pak pro školeného programátora otázkou krátkého času.

Příklad : Fourierova analýza frekvenčních závislostí na ručních počítačích se značnými časovými nároky, je vlastně součástí jednoho trvale zabudovaného podprogramu ve větším počítači středního typu.

Jednou z největších výhod malých kalkulačů typu "hard held" je jejich snadná obsluha a rovněž jejich zaškolovací pohotovost. Toto nelze podceňovat. Má-li se tento výpočetní prostředek stát masovým, musí obsluhu zvládnout každý krátce zaškolený technik v minimálním čase a při minimálních nárocích na jeho hlavní produktivní čas. I když náročnost obsluhy malých počítačů stoupá úměrně k jejich novým možnostem, stále je zaškolení primitivně jednoduché oproti obsluze třeba jenom stolních počítačů. Obsáhnout metodiku obsluhy kalkulačů typu "hard held" postupem od prostého počítání přes

aplikaci složitých vzorců, až k "složitému" programování lze provést metodou "za pochodu" a není k tomu potřeba ani znalost složitějšího matematického aparátu. Zejména u novějších typů popisovaných kalkulátorů např. u typů Sharp s automatickým prováděním úkonů se důsledně dodržuje zásada "opiš co vidíš" na alfanumerické displeji, s veškerou matematickou symbolikou jakou běžně disponujeme.

Rovněž není nutno znát, jak již bylo poznamenáno, alespoň prozatím některý z programovacích jazyků. Pro úplnost je však nutno dodat, že dosavadní vývoj naznačuje brzkou aplikaci některého jednoduchého programovacího jazyku. Např. u počítačky Hewlett Packard HP 41-C, je již zaveden kódový systém - jakýsi primitivní Basic systém. Jazyk Basic zavádí i firma Sharp (PC 1211) zatím v omezeném rozsahu. Předpokládá se rovněž zavedení jazyku APL (připravovaný typ Texas Instruments) a jiné.

Lze však oprávněně předpokládat, že zavedením obsluhy přídatných modulů, které převádí různé mody, kody neb jazyky se obsluha ještě dále zjednoduší. Viz příklad: modul převádějící systém AOS na RPN pro kalkulátory TI 58/59.

Na předchozích řádcích chválená jednoduchost algoritmizace u ručních počítaček nezůstane trvalou vlastností. Zvýšená pohotovost při vlastním programování bude vykoupena nutností nového přístupu k nové matematické logice. Dnešní matematický aparát (tedy matematický aparát dnešní generace techniků) je pro obsluhu nové techniky typu "hard held" zastaralý a nevhodný. Ovšem čekat s novými typy kalkulátorů na novou vyškolenou mladou generaci není samozřejmě řešením. Řešení je v osvojení si alespoň základů počítačové logiky. Pro tento účel se již připravují podprogramy pro kalkulátory, které budou mít výukový charakter, zcela ve smyslu koedukačního postupu: Potřeba programovatelných kalkulaček byla vyvolána existencí předchozího typu kalkulaček, které pouze urychlovaly jednoduché výpočty. Následující typy vyřadily tabulační a

nomografické postupy (např. logaritmické, úhlové a jiné tabulky). Existence kalkulátorů typu "hard held" vyvolá potřebu kalkulátorů, jež by nahradily dnes užívané stolní kalkulátory a mikrokalkulátory, samozřejmě na vyšším principu - zachováním portability a pohotovosti spojené s jednoduchou obsluhou jako u předchozí generace ručních kalkulátorů.

Tento koedukační princip se týká samozřejmě i softwarové části počítačové techniky včetně pomocných zařízení (paměť, sběrnice, tiskárna atd.). Představíme-li si křivky závislosti rozvoje a složitosti techniky použití kalkulátorů pak někde v horní části této vzestupné křivky leží bod "užitelnosti", závislý na potřebách a kvalitách (odborných a metematických) uživatele této techniky a v závislosti na tomto bodu je cíl - zvýšená kvalifikace a tím i produktivita práce uživatele této techniky.

Kromě rozdělení kalkulátorů ve smyslu tabulky na příloze č. 1, dělí se podle vnitřní algoritmizační logiky hlavně na AOS logiku a RPN logiku. Logika AOS obsahuje algoritmus převážně užívaný u jednodušší výpočetní techniky založený na principu řešení matematických formulí podle priority závorek. Příklady se řeší vlastně tak, jak jsou postupně psány a je věcí kalkulátoru roztrždit jednotlivé fáze výpočtu podle priority operací a závorek. Tento systém vychází vstříc mechanizaci výpočtu bez zatěžování řešitele základními matematickými zákony. Postačí pouze respektovat pořadí závorek. Tento postup je vyřešen natolik, že postačí i pro algoritmus složitých příkladů a velký počet závorek. U nejnovějších typů kalkulátorů (TI 58/59) existuje 12 a 16 ukončených závorek.

RPN logika (Reversní Polská Notace) vychází z algoritmizace výpočtů upravených pro potřeby velkých počítačů s více manipulačními registry (u HP např. registry X, Y, Z, T a alfa). Formule se řeší postupně tak, že opět dle prioritního zákona matematických operací se výpočtou nejdříve jednodušší -

- základní vztahy (počínaje $+a$, $-a$) a poté nadřazené (ax , $a:$,) dále exponenty atd.

V praxi není rozdíl v obtížnosti toho či onoho postupu. Po kratším zaučení nečiní potíží ani střídání obou systémů. A stále platí, že nejobtížnější a nejdůležitější úlohou je sestavení správného a nejkratšího algoritmu řešení matematické úlohy, nezávisle na systému AOS či RPN. Kromě toho jak již bylo řečeno, existují moduly zajišťující převod AOS na RPN (autorům článku není známo zda již existuje modul s opačným převodem RPN na AOS).

Rozdíl obou systémů AOS a RPN tkví spíše v rychlosti výpočtu a v délce programů. AOS technika je rychlejší RPN logika má kratší programy oproti logice AOS. Celkový efekt je však nevýznamný.

Programování :

Hlavní výhoda programovatelných kalkulátorů je již udána v jejich názvu. Programování je opakování jednou již vyřešené posloupnosti ztláčování kláves při řešení ekvivalentní neb podobné úlohy s různými parametrickými vstupy. Na tomto místě si lze představit univerzální, nesmírně přesný nomogram. Výhoda programování vynikne při řešení tzv. podobnosti úloh. Stručně lze tento pojem definovat tak, že k úlohám podobného typu lze použít již vypočteného postupu - algoritmu, kde lze obměnit buď vstupní veličiny a konstanty neb část postupu-algoritmu zcela jiným algoritmem-podprogramem. Vlastní programování je po sestavení algoritmu řešení jenom mechanickým postupem podle následujících fází :

- A - Počátek programu označený jako LBL s udáním a označením číslem, znakem, kódem neb kombinací čísel a znaků neb názvem (v případě alfanumerické displeje)
- B - Pokračováním po LBL je soustava řídicích pokynů (většinou automatizovaných, ale i ručních) jako je krokování programu, vpřed SST, zpět BST vkládání hodnot-proměnných, nulování atd.

- B1 - vstupy dat, zastavení STOP neb R/S, vkládání PROMPT atd.
- B2 - algoritmy řízení postupů operací - automatické krokování, navázání podprogramů - XEQ, VIEW atd.
- C - Algoritmy operací
 - C1 - podprogramy, ukládání a vyjímání z paměti XEQ STO, R CL, ST + STx atd. Ukázka je na příloze č. 4.
 - C2 - programová přerušování STOP, R/S ROUND/STOP, PAUSE, AVIEW, ARCL atd.
 - C3 - Větvení programů podle logiky řešení. Tj. návrat k počátku řešení není-li řešení v limitě požadavku atp. GO TO, Vlajky
 - C4 - Opakování části programů - smyčky uzavřené, smyčky otevřené, volání podprogramů atd. Ukázka je na příloze č. 2 a 3.
 - C5 - Cyklické operace / kde proměnná nabývá různých hodnot, zpravidla lineárně přibývajících neb ubývajících podle typu smyčky DsZ, DSG, ISG atp.
 - C6 - Podmínky a podmíněné skoky. Tj. změna programu jen je-li splněna určitá logická podmínka př.: $X = Y?$, $X = 0?$, $X = t?$ neb nerovnost dále X je větší než Y a opačně. Příklad je na příloze č. 3.
 - C7 - Nepřímé operace - nepřímá uložení a vyvolání uložených dat nepřímé ovládání funkcí, procedur, skoků - též nepřímé adresování. Tento algoritmus je jeden z nejdůležitějších a typický pro kalkulátory typu "hard held". Příklad je na příloze č. 5 a 6.
- D - Algoritmy řešení úloh - optimální řešení jednotlivých programů a podprogramů s ohledem na rychlost a nejmenší počet řádek. Tento proces je automatický a probíhá nezávisle na manipulátorovi.
- E - Ladění programu je opět buď automatické nepodléhající manipulátorovi neb ovládané manipulátorem při zavádění logických postupů. Např. pokyn kalkulátoru k zavedení podprogramu jen v tom případě, když je vyřešen hlavní pod-

program. Lze např. doplnit pokynem k smazání nyní již zbytečných pamětí, k smazání nyní již zbytečných logických příkazů apod. Lze doplnit příkazy k zavedení nových výpočetních prvků dosud v záloze.

Příklad pokynů: START, XEQ--, GTO--, FS?-- FS,C?.. atd.

F - Výstupy dat na displej neb do rychlotiskárny:

F1 - během programu, aniž se program zastaví. Klávesou PAU, PSE lze docílit libovolně dlouhou přestávku. Se zastavením programu pro případné vložení dalších hodnot PROMPT, STOP atd.

F2 - V závěru programu - ukončením STOP, R/S neb END je hodnota ukázána na displeji neb v rychlotiskárně a program se definitivně zastaví.

F3 - Výstup na displeji - bez přerušování programu, většinou pro informaci, že hodnota je ukládána do paměti neb sběrače, hodnot.

F4 - Výstup do magnetické paměti na magnetický štítek neb pásku. (Většinou speciálními příkazy kalkulátoru bez zásahu manipulátora).

F5 - Výstup jen na registrační zařízení - rychlotiskárnu, zapisovač souřadnic neb časový koordinatograf.

Tento postup je obecně platný pro všechny známé typy kalkulátorů typu "hard held".

Praktické příklady výpočtů na ručních kalkulátorech - typ Hewlett Packard HP 41-C (platí v současné době za nejprogresivnější typ kalkulátoru typu "hard held").

1. - Příklad na výpočet specifického elektrického odporu vertikální elektrické sondy VES přímo v terénu.-----

Příklad ilustruje užití trvalé paměti se zásobou datových registrů a nepřímé adresování za použití podprogramu se smyčkou (viz přílohu č. 4 a 6).

Při určování specifického elektrického odporu pod povrchem země (vertikální elektrické sondování - VES) je měřen proud vhá-

něný do země a napětí na potenciálních elektrodách úměrné prostředí a geometrickému uspořádání elektrod (proudových i potenciálních) dle vzorce:

$$\rho = K \frac{dU}{I} \dots\dots\dots/1/$$

Geometrické uspořádání elektrod se periodicky mění (zvětšuje) tak, aby bylo postupně docilováno stále větší hloubky dosahu uspořádání. Geometrické uspořádání je tudíž po každé jiné a tím i hodnota uspořádání elektrod K. Počet hodnot K (v uvedeném případě 50) je dán počtem měřených bodů potřebných k dosažení určité hloubky.

Požadavek na postup výpočtu : (viz příloha č. 5 a 6) Po volbě programu (PRP GEOEL 06) se na displeji objeví označení programu (GEOEL 06) a symbol měření (V E S). Tiskárna vytiskne označení programu a číslo sondy. Při dalším programování se zadají hodnoty smyčky - velikost smyčky, krok a minimální hodnota (1,050 00). Uvede se nepřímá adresa (RCL IND 00), což zajistí úspora kroků (výpočet se nemusí 50x stereotypně opakovat). Nepřímé adresování vybírá jednotlivé hodnoty K. Krok 09 až 11 slouží právě k prohlédnutí nové hodnoty K. Poté se na displeji objeví výzva k zadání první naměřené hodnoty (I = ?) a druhé naměřené hodnoty (dU = ?). Po provedení výpočtu dle vzorce (1), krok 15 - 18, se výsledek objeví na displeji (viz krok 19 - 25) při výstupu na tiskárně ve dvojnásobně zvětšené verzi (SF, CF12). Po vymizení hodnoty konstanty z displeje (PSE), objeví se další výstup hodnoty I a dU a postup se opakuje. Tiskárna tiskne postupně všechny hodnoty specifického elektrického odporu (kroky 20 - 23). Další výstupy I a dU se zajistí smyčkou ISG 00 na nepřímé adrese 00. Výpočet spec. odporu se opět označí návěštím programu, posune na počátek řešení krokem GTO a vše se opakuje do vyčerpání hodnot K a ukončením programu END.

2. - Příklad interpolace naměřených hodnot do tvaru nejpravděpodobnější křivky a určení její rovnice. Interpolace metodou Lagrangeho.

Literatura : Angot: Užité matematika str. 707 - 710

Lagrangeho vzorec:

$$P/x/ = \sum_{i=0}^m b_i \frac{\prod_{s=0, s \neq i}^n \frac{x-a_s}{a_i-a_s}}{\prod_{s=0, s \neq i}^n \frac{a_i-a_s}{a_i-a_s}} \dots\dots/2/$$

$$P/x/ = B_0 + B_1 (x-a_0) + B_2 (x-a_0) \cdot (x-a_1) + \dots + B_n (x-a_0) \cdot (x-a_1) \dots (x-a_{n-1})$$

$$Q/x/ = \frac{P(x)-b_0}{x-a_0} = B_1 + B_2 (x-a_1) \dots\dots\dots + B_n (x-a_{n-1})$$

$$R/x/ = \frac{Q(x) - Q(a_1)}{x - a_1} = B_2 + B_3 (x - a_2) + \dots\dots + B_n (x-a_{n-1})$$

$$S/x/ = \frac{R(x) - R(a_1)}{x - a_2} = B_3 + \dots\dots\dots + B_n (x - a_{n-1})$$

Praktické řešení : $a_i, b_i = \text{zadání}$

$$a_0, b_0 = B_0$$

$$a_1, b_1 \quad \frac{b_1 - b_0}{a_1 - a_0} = Q_1 = B_1$$

$$a_2, b_2 \quad \frac{b_2 - b_0}{a_2 - a_0} = Q_2 \quad \frac{Q_2 - Q_1}{a_2 - a_1} = R_2 = B_2$$

a_3, b_3 postup dtto, postupně B_3, B_4 podle stupně řešení

$$\text{Výsledná rovnice: } Px = B_n x^n + \dots + B_4 x^4 + B_3 x^3 + B_2 x^2 + B_1 x^1 + B_0 x^0$$

$$\text{Výsledky pro } B_4 x^4 = , B_3 x^3 = , B_2 x^2 = , B_1 x^1 = , B_0 =$$

= takže $Px = X_4x + X_3x + X_2x + X_1x + X_0Q$ je výsledná rovnice křivky

Algoritmus výpočtu: příloha 7 a 8.

- Krok 01 - 10 ... označení řešení - INTERPOLACE TYPU LAGRANGE
- 11 - 38 ... vstupy $a_0 - a_4$, $b_0 - b_4$ = souřadnice x,y naměřených bodů
- 47 ... podprogram 03 se smyčkami 00, 07, 08, 03 pro výpočet koeficientů prvního stupně (viz výpočet)
- 54 ... nepřímé adresování pro zkrácení datových pamětí
- 68 - 64 ... ukládání do mezipamětí
- 65 ... podprogram 04, smyčky dtto jako u podprogramu 03 pro výpočet koeficientů druhého a dalšího stupně řešení
- 66
- 67 ... nepřímé adresování, dtto jako u podpr. 03
- 72
- 99 - 255 ... ukládání do mezipamětí a střádání hodnot $Q_0 - Q_4$; $P_0 - P_4$; $R_0 - R_4$ a hodnot $B_0 - B_4$
- 256 - 296 ... skládání hodnot $X_4^4 - X_0^0$ - viz výsledné řešení s výstupy hodnot
- 287 - 304 ... podprogramy 01, 02, 05, 06 pro pomocné výpočty koeficientů

Kontrolní výstup vypočtených hodnot rovnice na příloze č. 8.

Témata vhodná pro řešení na ručních kalkulatorech

Úvodem je nutno poznamenat, že dosud nejsou až na výjimky kalkulatory typu "hard held" vybaveny vstupy mimo klaviaturu. Sběrnice dat je připravována pro TI 58 Texass Instruments a pro SHARP 2002. Tento nedostatek, ostatně pouze do-

časný, zatím omezuje použití ručních kalkulátorů jako prostředku pro sběr dat.

I. - Výpočty v terénu - geolog, geodet, kartograf, geofyzik, hydrogeolog, pedolog atd.

II. - Výpočty a sběr dat v provozu - dispečer, kontrolor, statistik, vedoucí provozu, manipulant, normovač

III.- Statistická zjištění - základní statistika pro dvě i více proměnných střední hodnota, standardní odchylka, kovariance, korelační koeficienty atd. Regrese lineární, exponenciální, logaritmická, mocninová, vícenásobná, lineární, polynomická, parabolická, kubická atd. t-statistiky, hodnoty χ^2 , Spearmanův korelační koeficient, analýza rozptylu atd.

IV. - Řešení analytických výrazů - tabelace funkce (klasické i empirické). Stanovení přesnosti a dosahu funkcí či vzorů.

V. - Matematické operace - Řešení průběhu funkcí, základní úlohy numerické matematiky / determinanty, víceparametrické rovnice, rovnice až o 16 neznámých, Fourierova harmonická analýza, řešení polynomů Legendrovým, Newtonovým, Fa-
djevovým aj. postupem. Výpočet numerického integrálu, výpočet matic a vektorů atd.

VI. - Řešení provozních úloh - paměťové strádání s automatickým vyčleňováním důležitých pozorovacích neb havarijních prvků pro dispečinky, kontrolní stanoviště jako příprava pro automatizaci provozu. Zde jsou užívány specializované kalkulátory s trvalou pamětí, která se neztrácí ani po vypnutí kalkulátoru. Navíc bývá kalkulátor vybavován sběrníci dat.

VII. - Lineární programování v praxi s časovým postupným určením včetně optické či akustické signalizace. Akustické signalizace je již běžná pro každý kalkulátor typu "hard held".

VIII.- Speciální úkoly - překladatelské kalkulátory, indikační kalkulátory pro chemické či radionuklidové provozy, kalkulátory pro organizování porad včetně vedených po pojítcích, kalkulátory her včetně šachových a kalkulátory pro výuku matematické logiky a programování.

Výčtem aplikací na kalkulátorech typu "hard held" není samozřejmě vyčerpán obor témat. V kombinaci s čidly neb přídatnými zařízeními lze využít kalkulátory jako pojítka, přesný časový signál, selektor signálů, automatický hlídač, chůvu, atd.

Závěrem článku nutno nastínit další vývoj tohoto typu kalkulátorů, který je teprve před vyvrcholením rozvoje.

Při zachování malých rozměrů a portability, nezávislosti na zdroji energie a jednoduchosti obsluhy se předpokládá mnohonásobení užití pro různé účely. Prostou extrapolací již dosud vyvinutých či vyvíjených podsystémů se předpokládá následující další vývoj této počítačové techniky :

- a - existence číselných a analogočíselných převodníků jako prostředku pro sběr dat zabudovaných v aparatuře neb jako přídatné zařízení
- b - existence komerčních převodníků akustických signálů (povelů a příkazů) a syntetizátorů řeči miniaturizovaných natolik, aby byly kompaktní se základem. Nutno připomenout, že syntetizátory řeči, již byly aplikovány u stolních počítačů.
- c - aplikace bublinkové paměti (již užita u komerčních stolních počítačů) Předpokládá se mnohonásobení kapacity paměti (až 30 x) oproti dosavadním typům.

- d - využití bloků paměti RAM a ROM (RAM - volně programovatelné, ROM s nahanými programy). Ve větším měřítku již aplikováno u HP 41C a CV.
- e - kalkulátor jako překladatel cizích jazyků se zásobou slov a gramatickým převaděčem - frázovač. Vyvinut již firmou SHARP.
- f - kalkulátor jako forma naučného slovníku se stálým přívodem slovní zásoby a s třidičem slov. Totéž jako specializované odborné příručky s heslovitým uspořádáním termínů.

V uvedeném výčtu jsou předvedeny již existující, nebo vyvíjené varianty. Navíc lze předpokládat využívání jednotné banky programů a dat, řízení centrálním počítačem apod. Pro informaci - banka programů pro TI 58/59 je již budována na KU MFF Praha.

Smyslem článku je upozornění na nutnost ovládnutí této relativně levné a masové pomůcky nutné pro náročné úkoly v příštích letech pětiletky.

Literatura :

1. M. Špalek - Kalkulátory - Amat. Rádio A2/81
2. J. Mrázek - TI 58 a TI 59 Nová koncepce - Amat. Radio AR 12/78
3. I. Křikava - Novinky z vývoje osobních kalkulátorů ATOM 3/81
4. - Owners Handbook HP 41-C - 1979

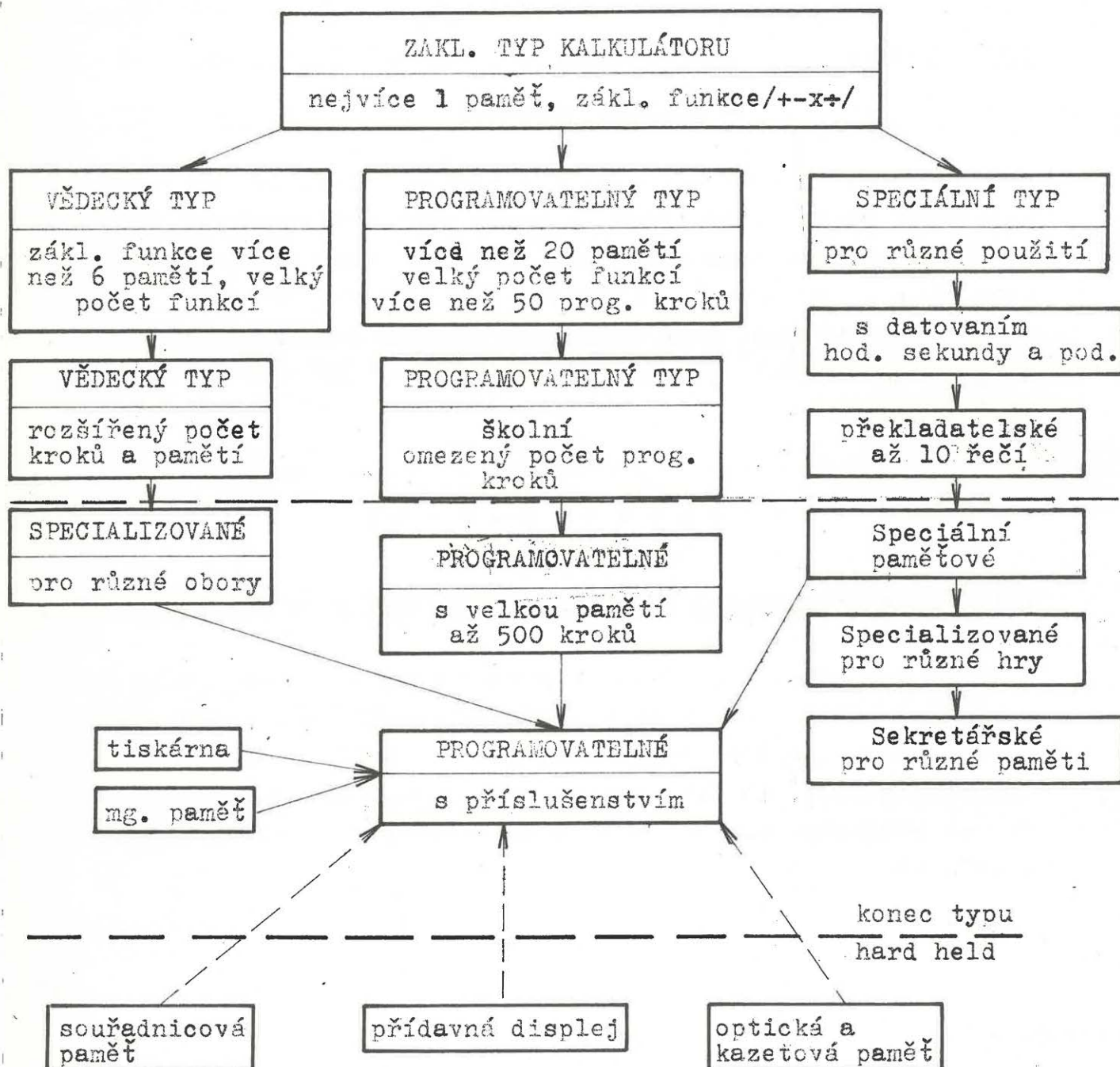
S h r n u t í

Směry vývoje kapesních kalkulátorů nového typu a jejich praktické využití

V článku je ukázán význam nové generace ručních kalkulátorů, označených jako "hard held" pro dnešní výpočetní tech-

Příloha č. 1

Rozdělení a vývoj kapesních
kalkulátorů (hard held)



Příloha č. 2

Užití smyček — opakovaný výpočet s konstantním přírůstkem nebo úbytkem proměnné

Algoritmus:

vloženo do programu: buď 100 10 5 (smyčka +)
nebo 10 100 5 (smyčka -)

Počátek programu : X1 = 10 přibývá X po 5-ti do hodnoty 100

Konec smyčky : X20 = 100 stav 100;100;0

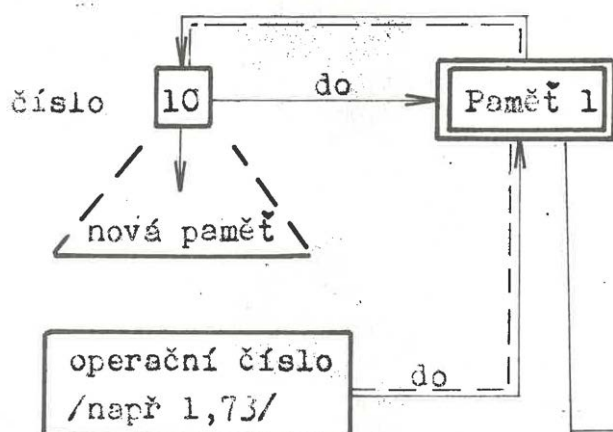
nebo

Počátek programu : X1 = 100 ubývá X po 5-ti do 0

Konec smyčky : X20 = 10 stav 10;10;0

(X1.....X20 $\Rightarrow$ 20 proměnných od X1 do X20)

Neřímé adresování:

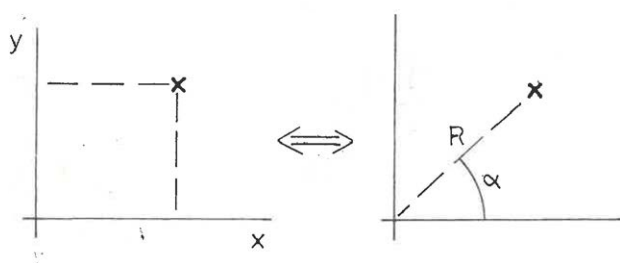


Výhody: postačí měnit číslo

10 na příklad smyčkou (viz. předchozí příklad) a lze různá čísla plynule a automaticky ukládat či vybírat z různých pamětí prostřednictvím paměti nepřímé

Užití převodů polárních souřadnic na pravouhlé a naopak:

Lze využít pro výpočet Pythagorovy věty nebo pro výpočet $\sin$; $\cos$; $\tan$;



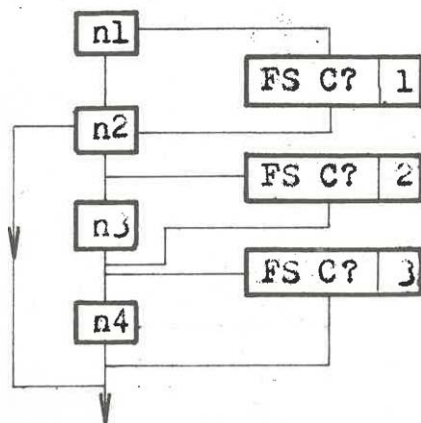
Příloha č. 3

Užití vypínačů: kde zapnutím vlajek (přepínačů) do polohy "ano"; "ne" lze programovat výpočet.

Pr:

Algoritmus: Řešit rovnici:

$$y = 10 n_1 + 4 n_2 + 12 n_4 + 6 n_8 + \dots$$

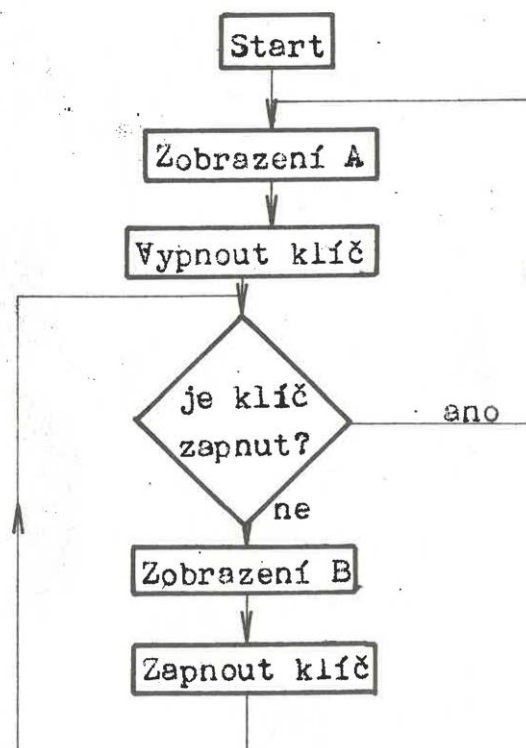


$n_1; n_2; n_3; n_4; n_5; n_6; \dots$

cejchovat vypínače zda jsou zapnuté nebo vypnuté a zavedením konstant a pamětí řešit rovnici.

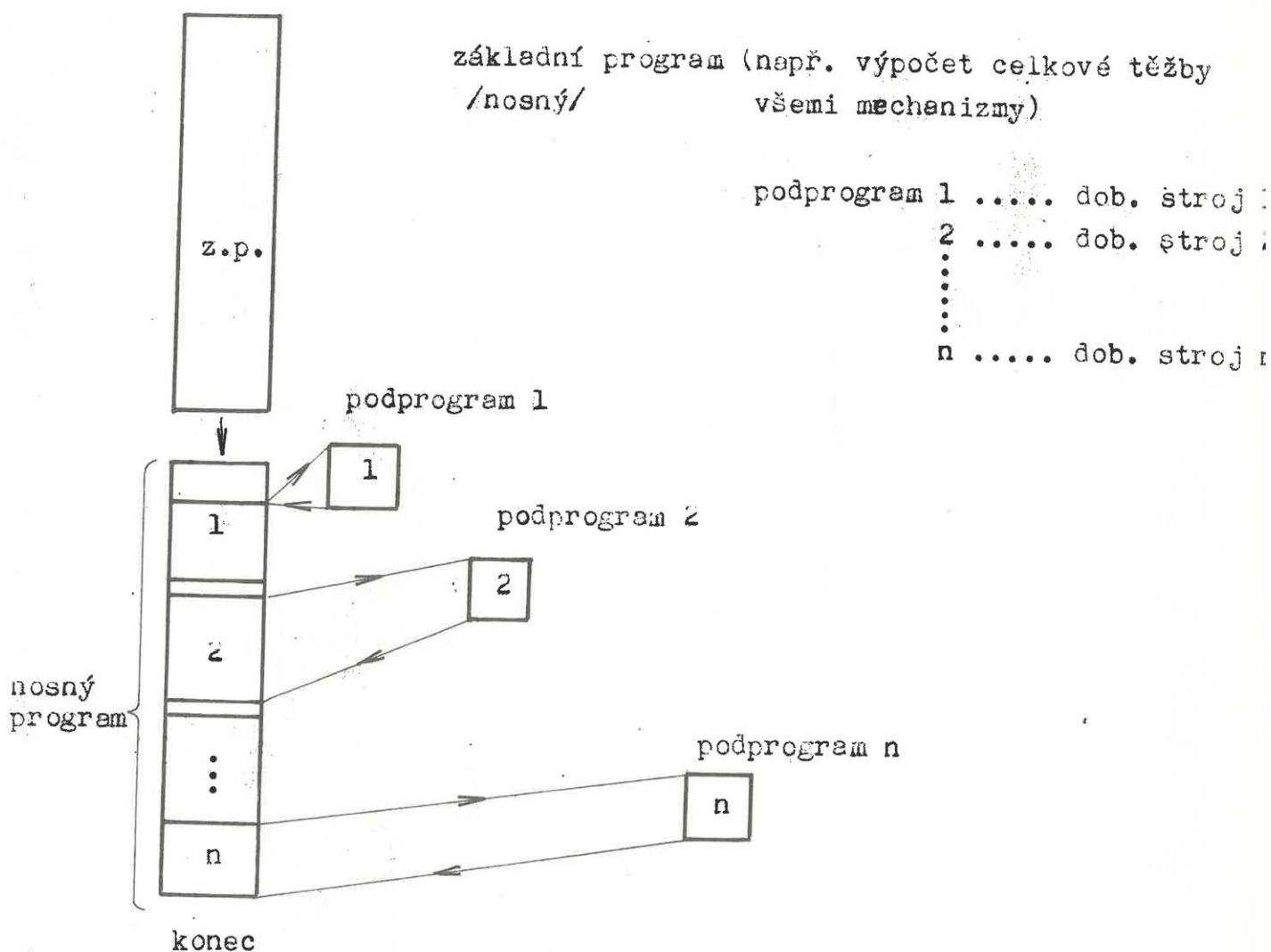
Zajištění cyklů ve výpočtu:

Algoritmus: nekonečný cyklus vhodný pro výpočet sestupných nebo vzestupných řad. Nebo pro prostou signalizaci v různých časových intervalech.



Příloha č. 4

Procedura - podprogram



O zařazení podprogramů lze rozhodnout klíčem (smyčkou), nepřímým adresováním atd. (viz předchozí příklady)

Příloha č. 5

Příklad na program (HP 41C) pro výpočet specifického el. odporu:

$$\varrho = K \frac{\Delta U}{I}, \text{ kde } \Delta U \text{ a } I \text{ jsou proměnné vstupní hodnoty}$$

K ... konstanta různá pro každou dvojici ΔU a I
proměnných vstupních hodnot.

Využije se smyčky a nepřímého adresování (viz předchozí příklady).

Program

vysvětlivky

PRP "GEOEL 02"	_____	název programu
01 Lbl GEOEL 02	_____	vlastní program
02 VLS	_____	označení měření
03 AVIEW	}	prohlédnutí na displeji
04 PSE		
05 1,0500	}	zadání hodnot smyčky
06 STO 00		
07 Lbl 01	_____	podprogram. (smyčka)
08 RCL IND 00	_____	nepřímá adresa
09 "K" =	}	prohlédnutí hodnoty K na displeji /kontrola/
10 ARCL X		
11 AVIEW		
12 PSE		
13 "I" = ?	}	zadání dvojice vstupních hodnot
14 PROMPT		
15 /		
16 "dU" = ?		
17 PROMPT	}	operace dvojice vstupních hodnot (vydělení) a konstanty K (vynásobení)
18 x		
19 SF 12	}	algoritmus (podprogram) pro výpis vyřešené hodnoty v tiskárně i na displeji (v tiskárně záznam 2x zvětšený)
20 "R" =		
21 ARCL X		
22 AVIEW		
23 PSE		
24 PSE		
25 CF 12	}	smyčka pro opakování výpočtu další dvojice
26 ISG 00		
27 GTO 01	}	konec výpočtu po vyčerpání hodnot K
28 END		

Příloha č. 6.

<u>Vlastní program</u>		<u>Provedení výpočet</u>	
CLX	I=?	FIX 1	
PRP "GEOELO2"	87,0 RUN	XEQ "GEOELO2"	
01+LBL "GEOELO2"	dU=?	V E S	
02 "V E S"	430,0 RUN	K=6,3	
03 AVIEW	R = 135,9	I=?	
04 PSE	K=49,3	dU=?	
05 1,050	I=?	R = 252,7	
06 STO 00	87,0 RUN	K=11,8	
07+LBL 01	dU=?	I=?	
08 RCL IND 00	178,0 RUN	dU=?	
09 "K="	R = 100,9	R = 185,3	
10 ARCL X	K=77,7	K=27,5	
11 AVIEW	I=?		
12 PSE	89,0 RUN		
13 "I=?"	dU=?		
14 PROMPT	100,0 RUN		
15 /	R = 87,3		
16 "dU=?"	K=112,0		
17 PROMPT	I=?		
18 *	87,0 RUN		
19 SF 12	dU=?		
20 "R="	62,4 RUN		
21 ARCL X	R = 80,3		
22 AVIEW	K=176,0		
23 PSE	I=?		
24 PSE	87,0 RUN		
25 CF 12	dU=?		
26 ISG 00	34,5 RUN		
27 GT0 01	R = 69,8		
28 END	K=31,4		
	I=?		
	79,0 RUN		
	dU=?		
	267,0 RUN		
	R = 106,1		
	S T O P		
	Výpis z datových re-		
	gistrů		
	PRREG		
	R00= 8,05		
	R01= 6,28		
	R02= 11,78		
	R03= 27,58		
	R04= 49,30		
	R05= 77,70		
	R06= 112,0		
	R07= 176,0		
	R08= 31,40		
	R09= 41,50		
	R10= 225,0		
	R11= 315,0		
	R12= 58,80		
	R13= 86,50		
	R14= 119,0		
	R15= 178,0		
	R16= 247,0		
	R17= 328,0		
	R18= 99,00		
	R19= 130,0		
	R20= 421,0		
	R21= 560,0		
	R22= 176,0		
	R23= 245,0		
	R24= 323,0		
	R25= 412,0		
	R26= 512,0		
	R27= 239,0		
	R28= 354,0		
	R29= 742,0		
	R30= 1.005,0		
	R31= 490,0		
	R32= 648,0		
	R33= 825,0		
	R34= 1.010,0		
	R35= 475,0		
	R36= 705,0		
	R37= 1.480,0		
	R38= 2.330,0		
	R39= 1.130,0		
	R40= 2.005,0		
	R41= 3.225,0		
	R42= 4.660,0		
	R43= 1.256,0		
	R44= 1.770,0		
	R45= 6.350,0		
	R46= 8.320,0		
	R47= 2.360,0		
	R48= 3.020,0		
	CLX		
	PRP "MAT 04"		
	01+LBL "MAT 04"		
	02 "INTERPOLACE"		
	03 AVIEW		
	04 PSE		
	05 "TYPV"		
	06 AVIEW		
	07 PSE		
	08 "LAGRANGE"		
	09 AVIEW		
	10 PSE		
	11 "a/0=?"		
	12 PROMPT		
	13 STO 06		
	14 "a/1=?"		
	15 PROMPT		
	16 STO 01		
	17 "a/2=?"		
	18 PROMPT		
	19 STO 02		
	20 "a/3=?"		
	21 PROMPT		
	22 STO 03		
	23 "a/4=?"		
	24 PROMPT		
	25 STO 04		
	26 "b/0=?"		
	27 PROMPT		
	28 STO 05		
	29 "b/1=?"		
	30 PROMPT		
	31 STO 11		
	32 "b/2=?"		
	33 PROMPT		
	34 STO 12		
	35 "b/3=?"		
	36 PROMPT		
	37 STO 13		
	38 "b/4=?"		
	39 PROMPT		
	40 STO 14		
	41 11,014		
	42 STO 00		
	43 1,004		
	44 STO 07		
	45 15,018		
	46 STO 08		
	47+LBL 03		
	48 RCL IND 00		

Příloha č. 7

49 INT	102 RCL 15	155 *	208 *	262 PSE
50 XEQ 01	103 STO 04	156 RCL 01	209 ST+ 07	263 RCL 08
51 RCL IND 07	104 RCL 06	157 *	210 RCL 18	264 "X13="
52 INT	105 *	158 RCL 06	211 RCL 01	265 ARCL X
53 XEQ 02	106 ST - 00	159 *	212 *	266 AVIEW
54 STO IND 08	107 RCL 19	160 ST-00	213 RCL 03	267 PSE
55 ISG 00	108 STO 07	161 RCL 18	214 *	268 PSE
56 ISG 07	109 RCL 06	162 STO 09	215 ST+ 07	269 RCL 07
57 ISG 08	110 *	163 RCL 06	216 RCL 18	270 "X12="
58 XEQ 03	111 ST-04	164 *	217 RCL 06	271 ARCL X
59 16,018	112 RCL 19	165 STO 08	218 *	272 AVIEW
60 STO 00	113 RCL 01	166 RCL 18	219 RCL 01	273 PSE
61 2,004	114 *	167 RCL 01	220 *	274 PSE
62 STO 07	115 ST- 04	168 *	221 RCL 03	275 RCL 04
63 19,021	116 RCL 19	169 ST- 08	222 *	276 "X11="
64 STO 09	117 RCL 06	170 RCL 18	223 ST	277 ARCL X
65+LBL 04	118 *	171 RCL 06	224 RCL 18	278 AVIEW
66 RCL IND 00	119 RCL 01	172 *	225 RCL 02	279 PSE
67 INT	120 *	173 RCL 01	226 *	280 PSE
68 XEQ 05	121 ST+ 00	174 *	227 RCL 03	281 RCL 00
69 RCL IND 07	122 RCL 16	175 ST+ 07	228 *	282 "X10="
70 INT	123 STO 08	176 RCL 18	229 ST+ 07	283 ARCL X
71 XEQ 06	124 RCL 06	177 RCL 02	230 RCL 18	284 AVIEW
72 STO IND 09	125 *	178 *	231 RCL 06	285 PSE
73 ISG 00	126 ST- 07	179 ST-08	232 *	286 PSE
74 ISG 07	127 RCL 16	180 RCL 18	233 RCL 02	287+LBL 01
75 ISG 09	128 RCL 01	181 RCL 06	234 *	288 RCL 05
76 XEQ 04	129 *	182 *	235 RCL 03	289 -
77 RCL 20	130 ST- 07	183 RCL 02	236 *	290 RTN
78 RCL 19	131 RCL 16	184 *	237 ST-04	291+LBL 02
79 -	132 RCL 06	185 ST+ 07	238 RCL 18	292 RCL 06
80 RCL 03	133 *	186 RCL 18	239 RCL 01	293 -
81 RCL 02	134 RCL 01	187 RCL 01	240 *	294 /
82 -	135 *	188 *	241 RCL 02	295 RTN
83 /	136 ST+ 04	189 RCL 02	242 *	296+LBL 05
84 STO 16	137 RCL 16	190 *	243 RCL 03	297 RCL 15
85 RCL 21	138 RCL 02	191 ST+ 07	244 *	298 -
86 RCL 19	139 *	192 RCL 18	245 ST- 04	299 RTN
87 -	140 ST- 07	193 RCL 06	246 RCL 18	300+LBL 06
88 RCL 04	141 RCL 16	194 *	247 RCL 06	301 RCL 01
89 RCL 02	142 RCL 06	195 RCL 01	248 *	302 -
90 -	143 *	196 *	249 RCL 01	303 /
91 /	144 RCL 02	197 RCL 02	250 *	304 RTN
92 STO 17	145 *	198 *	251 RCL 02	305 END
93 RCL 16	146 SR+ 04	199 ST- 04	252 *	
94 -	147 RCL 16	200 RCL 18	253 RCL 03	
95 RCL 04	148 RCL 02	201 RCL 03	254 *	
96 RCL 03	149 *	202 *	255 ST+ 00	
97 -	150 RCL 01	203 ST- 08	256 BEEP	
98 /	151 *	204 RCL 18	257 RCL 09	
99 STO 18	152 ST+ 04	205 RCL 06	258 "X14="	
100 RCL 05	153 RCL 16	206 *	259 ARCL X	
101 STO 00	154 RCL 02	207 RCL 03	260 AVIEW	
			261 PSE	

Příloha č. 8

XEQ "MAT 04"

INTERPOLACE
TYP
LAGRANGE
a/0=?

	23,00	RUN
a/1=?		
	25,00	RUN
a/2=?		
	29,00	RUN
a/3=?		
	33,00	RUN
a/4=?		
	41,00	RUN
b/0=?		
	11,00	RUN
b/1=?		
	15,00	RUN
b/2=?		
	19,00	RUN
b/3=?		
	20,00	RUN
b/4=?		
	36,00	RUN

X14=1,95E-3
X13=-0,13
X12=8,55
X11=-145,35
X10=896,01

RUN