

Ing. Bohumil Buš

Státní lesy - Závod výpočetní techniky, Lesnická 39, Brno

## ZKUŠENOSTI S VYUŽÍVÁNÍM JAZYKA RPG II NA POČÍTAČÍCH JSEP

V článku jsou uvedeny několikaleté zkušenosti s jazykem RPG II, při programování rozsáhlých úloh z oblasti hromadných dat. Předností RPG II je existence syntaktické a sémantické jednoty zdrojových programů v operačních systémech MOS, DOS, OS i DOS-3, které existují u počítačů JSEP, což umožňuje snadnou přenositelnost programů s minimálními nároky na práci programátorů i strojový čas počítačů. Dle našich zkušeností na počítačích EC 1021, EC 1030 a EC 1033 lze říci, že mezi operačními systémy MOS, DOS a OS je možno převod programů v RPG II realizovat prostým převedením zdrojových textů bez úprav, s následným překladem.

V roce 1975 byla v našem resortu vytvořena koncepce jednotných integrovaných projektů pro automatizované zpracování sociálně-ekonomických informací s orientací na počítače JSEP. Vzhledem k tomu, že zpracování informací našeho odvětví bylo a je prováděno pouze z části ve vlastních výpočetních střediscích a ostatní v PVT nebo PRŘVT MZVŽ, existovala zde potřeba předávání programů do výpočetních středisek vybavovaných postupně různými typy počítačů z řady JSEP. Jednalo se o počítače EC 1021 s operačním systémem MOS, EC 1030 provozované pod operačním systémem DOS a EC 1033 se systémem OS. Z vyš-

ších jazyků vhodných pro zpracování hromadných dat přicházely v úvahu PL/1, Cobol a RPG. Poněvadž při volbě jazyka byla jednou z podmínek existence kompilátoru na všech typech počítačů JSEP od EC 1021 výše, nepřicházel do úvahy jazyk PL/1. Tím se výběr zúžil na Cobol a RPG. Naší snahou bylo orientovat se na jazyk, který by vyžadoval minimální úpravy při přenosu programů mezi různými typy počítačů s odlišnými operačními systémy. Poněvadž implementace Cobolu v MOS a DOS resp. OS je rozdílná, je zapotřebí při převodu programů např. z MOS, nahradit nepřipustné prvky u překladače Cobol v DOS, vhodnými ekvivalenty. Existuje sice společná podmnožina Cobolu, ale tím se připravujeme o některá užitečná rozšíření jazyka Cobol v MOSu, nemluvě o problémech se zajištěním důsledného užívání podmnožiny v různých organizacích, když se programy připravují např. formou kooperace.

Jelikož však koncepce autorů překladače RPG II počítala se vzájemnou převoditelností programů mezi operačními systémy MOS, DOS a OS, byla dodržena syntaktická i sémantická jednotnost pro všechny tři verze. Také u RPG II v operačním systému DOS-3, který byl vytvořen ve Výzkumném ústavu matematických strojů, pro počítače 3,5 generace, je tato jednotnost zachována a tím zajištěna přenositelnost i na řadu JSEP 2.

RPG II je problémově orientovaný jazyk, který vznikl na základě jazyka RPG (Report Program Generator) a je zaměřen na programování úloh z oblasti hromadných dat. Jazyk RPG II má oproti jiným programovacím jazykům tyto přednosti:

- zkracuje dobu nutnou k výuce programátora, neboť je snadný ke studiu,
- zkracuje dobu potřebnou k sestavení programu, neboť program se zapisuje ve zhuťné formě do specializovaných předtištěných formulářů,
- snižuje dobu nutnou k ladění programu, zásluhou vysoké au-

tomatizace programování.

Jazyk RPG II umožňuje snadno sestavit a odladit programy provádějící především tyto funkce:

- práce s různými formáty dat a jejich konverze,
- kontrola typu, pořadí a počtu vstupních vět,
- řazení souborů a párování vstupních vět,
- provádění výpočtů se vstupními daty a konstantami,
- provádění totálových souhrnů,
- vstup a výstup tabulek a vektorů a hledání v nich,
- sestavení výstupních tiskových sestav a úpravu výstupních dat (editování).

Jazyk RPG má některé specifické rysy, kterými se liší od ostatních programovacích jazyků. Jsou to:

- zvláštní způsob zápisu zdrojového programu,
- pevný základní algoritmus výkonného programu,
- použití speciálních proměnných (indikátorů).

Zdrojový program v jazyce RPG II se zapisuje do speciálních formulářů kombinovaným symbolickým a kódovaným zápisem do pevně určených sloupců. Tímto způsobem se dosahuje značné zhuštěnosti zdrojového programu, např. oproti Cobolu. Specifickým rysem jazyka RPG II, daným zaměřením na zpracování hromadných dat, je pevný základní algoritmus všech výkonných programů. Tento algoritmus (tzv. základní cyklus RPG) se neprogramuje ve zdrojovém programu, nýbrž je automaticky vytvořen překladačem RPG II. Ve velmi zjednodušené formě můžeme práci základního cyklu popsat takto: přečte se vstupní věta, provedou se výpočty se vstupními daty a konstantami, vytvoří se a vystoupí výstupní věty. Tento cyklus se cyklicky opakuje až do vyčerpání všech zpracovávaných vět.

Další specifikou jazyka RPG II je automatické zpracování totálů. Tato funkce se provádí tak, že v popisu vstupních dat se zvlášť označí vstupní pole (tzv. L-pole), na nichž se mají

sledovat změny totálových úrovní (až devíti úrovní). Jakmile se přečte vstupní věta, jež má obsah uvedených sledovaných polí odlišný od obsahu těchto polí v předcházející vstupní větě, uplatní se tzv. totálový čas. V totálovém čase se provedou výpočty a výstupy vztahující se k celé skupině, které ovšem musí programátor zapsat a označit. Pak se teprve přejde do tzv. detailního času, kde se zpracuje právě přečtená vstupní věta. Z důvodu uvedeného detailního a totálového času obsahuje základní cyklus mezi přečtením věty a výpočty (detailními) ještě totálové výpočty a totálové výstupy. Základní cyklus můžeme tedy schematicky popsat takto: přečtení věty - totálové výpočty - totálové výstupy - detailní výpočty - detailní výstupy. Protože základní cyklus je vytvářen automaticky překladačem RPG II, spočívá vlastní programování v RPG II v popsání použitých souborů, vstupních a výstupních vět a operací, které se mají s daty provést. Tento popis se provádí do formulářů, kde v záhlaví jsou předtištěny možnosti vyplnění. Tato forma zápisu usnadňuje programátorskou práci a minimalizuje poměrně rozsáhlé psaní zdrojových textů např. v Šobolu. K specifickým rysům jazyka patří dále použití indikátorů. Indikátory jsou speciální proměnné, které fungují jako programové přepínače. Mohou se nacházet v jednom ze dvou stavů - zapnutém a vypnutém. K zapínání a vypínání indikátorů dochází jednak pravidelně v rámci základního cyklu, jednak lze zapínání a vypínání některých indikátorů naprogramovat v programu. Základní cyklus RPG II nelze obejít, ale pomocí indikátorů lze větvit a modifikovat průběh výkonného programu.

Kompilátor RPG, který byl vytvořen ve VÚMS Praha, dodávaný KSNP jako součást standardního programového vybavení počítačů EC 1021 se vyvíjel a byl postupně doplňován o další funkce. RPG pro operační systém MOS v roce 1974 se od dnes distribuovaného RPG II odlišoval v těchto funkcích:

- formulář F (popis souborů); bylo nutno uvádět alespoň u jednoho souboru, příznak konce souboru. V RPG II není nutno psát příznak konce souboru u žádného vstupního souboru a provede se zpracování, jako by příznak byl u všech souborů. V současnosti je dále možno řídit výběr zpracovávaných souborů pomocí UPSI, které se zapisují do formuláře popisu souborů;
- formulář E (doplňující popis souborů); na rozdíl od prvních verzí, je dnes možno používat vektory, např. pro vytváření rekapitulací dle indexů;
- formulář I (popis vstupů); nebyla zde možnost použití splitovaných (rozštěpených) L-polí, tzn., že pro více polí nebylo možno psát shodný L-indikátor. Dále bylo podmínkou, že v případě různých typů vět, musela být L-pole popsána shodně u všech typů. RPG II již tato omezení nemá;
- formulář C (popis výpočtů); kompilátor obsahoval SR rutinu pro uzavřený podprogram v RPG, avšak nebyla zde možnost odskoku do jiné SR rutiny. Existovala i ER (end rutina), avšak tato se prováděla až po uzavření souborů, což snižovalo možnosti jejího využití. Tato omezení dnes již neexistují. Dále nebylo možno používat operací DSPLY (pro komunikaci programu s operátorem pomocí psacího stroje), EXCPT (pro vynucené výstupy mimo základní cyklus), READ (zpřístupnění načtené věty v bufferu), FORCE (možnost určení pořadí souboru, ze kterého se bude příště číst) a operace s bity (TESTB, BITON, BITOP);
- formulář O (popis výstupů); zavedení výstupních (edit) kódů představuje velmi pohodlný způsob úpravy výstupních numerických dat, zejména pro tisk. Kódy zahrnují všechny nejpoužívanější tvary vystupujících čísel v oblasti zpracování hromadných dat. Tímto se odstranilo zdĺouhavé psaní masek, kterými se musela provádět úprava polí pro výstup. Užití

edit kódů, umožňuje další zjednodušení při psaní programů a usnadnění ladění. V RPG nebyla též možnost tisku vynucených hlaviček, např. při výstupu rekapitulací z vektorů, pomocí EXCPT, při zapnutém indikátoru přetečení stránky. Teprve rozšířením o výše popsané možnosti, jazyk RPG II, splňuje všechny potřeby zpracování hromadných dat. Přitom vyšší verze kompilátorů RPG II umožňují překlad zdrojových textů z nižších verzí. Jediným omezením je, že v RPG/MOS, bylo dovoleno používat několik tabulek (formulář E) v jednom tabulkovém souboru. V případě přenosu programu z RPG do RPG II je nutno, aby každá tabulka tvořila samostatný soubor.

Pro úplnost uvádíme, že běžně dodávaný překladač RPG v operačním systému DOS resp. OS, není totožný s překladačem RPG II/MOS, DOS, OS, který byl vyvinut ve VÚMS, a který jsme ověřovali (v rámci dohody o provozním výzkumu mezi naší organizací a VÚMS Praha) při přípravě i rutinním zpracování subsystémů sociálně-ekonomických informací o rozsahu asi 90 programů. Překladače RPG dodávané s operačními systémy DOS a OS obsahují sice základní cyklus, ale neumožňují práci s vektory, znají pouze tři matchovací úrovně, ve výpočtech nejsou: begin rutina (BR), subrutina (SR) a end rutina (ER). V popisu výstupů není možno používat edit kódů, ani dalších vymožeností, které jsme uvedli výše.

Vývoj RPG II ve Výzkumném ústavu matematických strojů však nebyl ukončen, ani když uživatelé počítačů EC 1021 měli možnost užívat všech nových funkcí, které jsme uvedli. Byly hledány další cesty, směřující k vyšší automatizaci přípravy programů i odstranění poslední nevýhody jazyka, tj. neexistence funkce třídění. Výsledkem vývoje je AUTOREPORT, jako předkompilátor jazyka RPG II. Autoreport je programovací prostředek, umožňující snažší sestavení zdrojového programu v RPG II a jeho rychlejší ovladění.

Autoreport rozšiřuje možnosti RPG II o některé speciální funkce, jako je:

- automatické hlavičkování,
- automatický výstup detailů a totálů,
- sestavení zdrojového programu z částí uložených na knihovně,
- automatické zajištění setřídění (resp. výběru vět) vstupního souboru.

Autoreport sestavuje kompletní zdrojový program v jazyku RPG II a tento zdrojový program se předává překladači RPG II, případně, je-li to požadováno, je zdrojový program též děrován. Je-li použito funkce třídění, pak se generují potřebné moduly volající program SORT/MERGE.

Z hlediska zpracování, stojí v popředí zájmu, především funkce výběru vět a třídění. Při definování výběru vět, se ze souboru vybírají jen ty typy vět, které mají být dále zpracovány a uspořídá se průběh základního cyklu. I klasické RPG II sice umožňuje výběr vět, ale při každé větě dochází k průchodu základním cyklem, což zhušta při různorodosti skladby souboru nemusí být zanedbatelné z hlediska času potřebného pro zpracování. Zabudování funkce setřídění odstraňuje někdy kritizovanou nevýhodu RPG II, oproti jiným jazykům. Příkaz /COPY, který umožňuje vkopírování částí popisu vstupů (formulář I) je výhodné použít především v těch případech, kdy popisy souborů jsou shodné či podobné ve více programech. Ušetří se tím nejen psaní, ale i děrování a tím se sníží možný počet výskytu chyb. U počítačů EC 1021 máme sice možnost řešit toto skládání programů pomocí funkce COMPOS programu MAINT, avšak není tomu tak u operačních systémů DOS a OS, kde se příkaz /COPY Autoreportu dá s výhodou použít.

Skutečná automatizace programování, v pravém slova smyslu, však existuje u výstupů, kde jsou dány nebývalé možnosti, z nichž uvádíme:

- automatické rozmístění hlavičky na tiskárně;
- automatický výstup detailů nebo totálů, přičemž je možnost tisknout až 3 řádky nadpisů nad jednotlivými poli. V popisu těchto polí se neuvádí koncová pozice pole na tiskárně, ale předkompilátor si sám provede rozvrh sestavy na tiskárně;
- ve výpočtech není třeba deklarovat pole pro načítání do totálových polí, neboť toto vše automaticky generuje Autoreport dle požadavků uživatele (řídí se uvedením příslušného znaku v popisu výstupů u detailového pole);
- vygenerování zdrojového textu pro výstup totálových polí, která byla generována předkompilátorem.

Podrobné informace najde zájemce v manuálu Autoreport, který byl vydán KSNP na mikrofiších.

Při přenosu programů z MOS pod DOS, nevyžadují programy v RPG II, žádných úprav. Totéž platí i v opačném směru, tj. z DOS pod MOS. Při přechodu z MOS nebo DOS pod operační systém OS není nutné též provádět úpravy v programech, neboť uvedená symbolická zařízení v popise souborů (F-štítky) se v OS při kompilaci ignorují. Při přechodu z OS pod DOS nebo MOS je nutno pouze v popise souborů doplnit symbolická zařízení. Žádných jiných změn v programech RPG II není zapotřebí.

Při přechodu z počítače s disky 7,25 MB na 29 MB je nutno upravit v popise fyzických zařízení (F-štítek) označení disku 7,25 MB (DISK11) na 29 MB (DISK14), nebo opačně při přechodu z velkých disků na malé.

Programy mezi různými operačními systémy jsou přenositelné ve zdrojovém tvaru a to buď ve formě děrnoštítkových souborů nebo na magnetické pásce. Pro přenos na magnetické pásce z MOS (EC 1021) do OS nebo DOS "vydělujeme" zdrojové programy z knihovny pomocí programu SERVE, příkazem PUNCHS. Tím dostaneme zdrojový program ve štítkovém formátu na mag-



netickou pásku. Abychom získali tvar zdrojového textu, který nemusíme dále upravovat, (tj. bez // CATALOG jméno-programu) je třeba zadat parametr CATALOG=NO. V případě, že máme zdrojový program na knihovně pod operačním systémem DOS, užitím programu SSERV. Z knihovny s operačním systémem OS, získáme zdrojový text, užitím utility IEBGENER. S technologií získání přenositelného zdrojového programu nejsou tedy žádné problémy. Pokud jsme měli potíže při přenosu zdrojových textů na magnetických páskách, byly to problémy čistě hardwarového charakteru, a to s čitelností pásek, způsobené odlišným nastavením záznamových a čtecích hlav na magnetopáskových stojanech. Tento technický problém vždy zmizel, po nastavení čtecích hlav magnetopáskových stojanů pomocí kolmostní pásky.

Výše uvedená tvrzení o přenositelnosti programů bez úprav platí v případě, že s převodem počítáme předem a respektujeme jistá pravidla. Je např. nutno znát symbolická zařízení na počítačích mezi, kterými hodláme přenos realizovat. Při převodu z operačního systému DOS do MOS je nutno zkontrolovat, případně upravit, označení symbolických zařízení (SYSnnn), neboť maximální hodnota nnn je dána při generaci systému a obvykle u MOS bývá menší než v DOS. V MOS bývá nnn = 020 až 050, a proto z MOS pod DOS nejsou problémy v tomto směru žádné.

Při přechodu z jednoho operačního systému pod jiný, je nutno též zkontrolovat v programu označení zařízení (F-štítek), neboť pro každý operační systém je soubor zařízení odlišný.

Pro přehlednost uvádíme tato zařízení v tabulce:

MOS	DOS	OS
PRINTER	PRINTER	PRINTER
TAPE	TAPE	TAPE
READER	READER	READER
READ	READ	READ

MOS	DOS	OS
READ16	READ16	READ16
	READ01	READ01
	READ05	READ05
	READ20	READ20
	READ25	READ25
	READ40	READ40
	READ42	READ42
PUNCH	PUNCH	PUNCH
PUNCH10	PUNCH10	PUNCH10
	PUNCH14	PUNCH14
DISK11	DISK11	DISK11
DISK	DISK	DISK
	DISK14	DISK14
	DISK61	DISK61
	DISK30	DISK30
	DISK40	DISK40
CONSOLE	CONSOLE	CONSOLE
SPECIAL	SPECIAL	SPECIAL

Volba jazyka RPG II, jako nosného programovacího prostředku při zpracování hromadných dat, se ve světle několikaletých zkušeností, prokázala býti správnou, neboť aplikace programů na různých počítačích JSEP s odlišnými operačními systémy, přinesla řadu úspor a značně zkrátila dobu přípravy při přechodu pod jiný systém. Jedinou nutnou prací zůstává vypracování nových řídicích příkazů pro daný operační systém, a převod programů sestává pouze z nového překladu, případně změny několika málo údajů v popise souborů, které jsou osvětleny výše.

Případným zájemcům rádi poskytneme veškeré zkušenosti s aplikacemi tohoto jazyka, na počítačích JSEP s operačními systémy MOS, DOS a OS.