

*přesnost*. Pokud ani ta pro dané účely výpočtové praxe nestačí, umožňují některé speciální programy použít aritmetiku s volitelnou přesností (např. ve FORTRANu je taková aritmetika obsažena v knihovně programů FMLIB) [9].

V souvislosti s různými typy číselných zobrazení na tomto místě připomeňme to, co jsme již uvedli v předmluvě tohoto textu. V létě 1996 způsobila chyba programu destrukci rakety Evropské kosmické agentury Ariane 5 v ceně zhruba jedné miliardy dolarů. Raketa byla na své první cestě a její desetiletý vývoj stál kolem 7 miliard dolarů. Třicet sekund po vzletu (37 sekund po zažehnutí hlavních motorů) se program pokusil převést údaj o horizontální rychlosti rakety z dvojnásobné přesnosti na krátké (16bitové) celé číslo. Číselný údaj byl však pro tento formát příliš velký (větší než 32767). Počítačový program ohlásil neplatnou operaci a řídicí systém provedl samodestrukci rakety [10].

## 4.5 Apollo 11 a počítače

K epochálním úspěchům lidského intelektu patří cesta člověka na Měsíc a zpět, ke které došlo v červenci 1969. Mise znamenala mj. podstatné využití tehdejší úrovně počítačů, ve kterých byly poprvé využity integrované obvody [16]. Z pohledu programování bylo nové např. také přiřazování priorit při provádění jednotlivých počítačových operací či úkonů [16]. To znamenalo, že v dané chvíli byly přednostně provedeny důležité úkony a teprve poté následovaly úkony méně důležité. Podobně pracuje i lidský mozek, který řídí zdravý organismus podle priorit tak, že v případě ohrožení jsou „v provozu“ jen

ty nejdůležitější orgány a jejich funkce. Úroveň výpočetní techniky na konci 60. let minulého století je prakticky nesrovnatelná s úrovní výpočetní techniky a počítačů současnosti. Ať si člověk zvolí libovolný parametr pro srovnání, vždy o několik řádů zvítězí současná výpočetní či digitální technika. Ať už jde o kapacitu paměti, výpočetní výkon (počet proveditelných numerických operací v tzv. *pohyblivé řádové čárce* za sekundu), fyzickou velikost zařízení, uživatelskou přívětivost apod. Je to jako srovnávat středověký luk a šíp se současnými palebnými zbraněmi s veškerou jejich digitální či zaměřovací technikou. Přesto ale tehdejší počítače, které byly použity v rámci misí Apollo, jsou s dnešními běžnými počítači srovnatelné nejméně v jednom mimořádně důležitém parametru – ve spolehlivosti. Bezpečnost a životy astronautů byly klíčovým prvkem při plánování, návrhu a technické realizaci tehdejších misí [16]. Spolehlivost všech součástí mise se tedy stala pečlivě sledovaným faktorem, kterému se tehdy vše podřizovalo [16].

Od okamžiku startu na Zemi až do okamžiku úspěšného přistání posádky v Tichém oceánu trvala mise Apollo 11 celkem 8 dní, 3 hodiny, 18 minut a 35 sekund – okolo 36 minut déle, než bylo plánováno [28]. Celý let byl rozdělen na několik fází, přičemž každou fázi pečlivě monitoroval a řídil počítač podle předem naprogramovaných výpočtů, instrukcí a povelů. V soustavě, která odstartovala ze Země, byly čtyři počítačové „stanice“. Jeden počítač měl na starost start nosné rakety Saturn V a její navigaci během úvodní fáze letu (počítač byl umístěn v horní části posledního třetího stupně nosné rakety a po oddělení modulů, které dále pokračovaly k cestě na Měsíc, tento stupeň pokračoval „nazdařbůh“ volně do vesmíru) [14]. Druhý počítač (označovaný jako AGC z angl. Apollo

Guidance Computer) byl umístěn v řídicím modulu a měl primárně na starost obě meziplanetární fáze letu, pohyb na orbitě Měsíce a přistání na povrchu Země [16], [14]. Třetí počítač (až na programy stejný, jako byl počítač v řídicím modulu) byl umístěn v lunárním modulu a měl na starost přistání dvoučlenné posádky na Měsíci a její návrat z povrchu Měsíce zpět do řídicího a servisního modulu, oblétaavajícího Měsíc [14]. Poslední čtvrtý počítač (označovaný jako AGS z angl. Abort Guidance System), konstrukčně jiného provedení než předchozí počítače, byl umístěn také v lunárním modulu, posádce lunárního modulu poskytoval záložní navigační a jiná data a hrál roli záložního systému, který v případě selhání hlavního počítače v lunárním modulu měl za úkol dostat dvoučlennou posádku zpět k řídicímu a servisnímu modulu na orbitě Měsíce [16], [14]. Právě pro tento účel nemusel být zmíněný záložní „autopilot záchrany“ při misích Apollo nikdy použit, přesto ale záložní systém lunárního modulu použit byl – např. při záchraně posádky dramatické mise Apollo 13 při její cestě zpět na Zemi.

Mimo počítačů v nosné raketě a v modulech byl celý let ještě pečlivě monitorován a „řízen“ ze Země. Z přijímaných telemetrických dat mise a z neustálého pozemního zaměřování polohy a určování rychlosti výkonné počítače na Zemi propočítávaly řadu aktuálních údajů, které byly následně vysílány zpět astronautům nebo přímo do modulárních počítačů AGC. Ze Země poskytnuté aktuální údaje o času, poloze či rychlosti tak astronauti mohli fyzicky zadat do modulárního počítače prostřednictvím jednoduché a nevelké klávesnicové jednotky, jejíž součástí byl i stejně strohý a nevelký displej (tzv. DSKY z angl. Display and Keyboard Unit; v případě záložního sys-