

Z historie výpočetní techniky na MU.

5. Superpočítače

Luděk Matyska, ÚVT MU

V roce 1994 došlo nejen na MU, ale v rámci akademické komunity celé České republiky k dalšímu kvalitativnímu posunu ve vybavení výpočetní technikou. Vysoké školy i ústavy AV ČR přešly začátkem 90. let téměř úplně na osobní počítače, jejich výkon ovšem nestačil na řešení výpočetně náročných vědeckých problémů. Přírodovědně a technicky orientované fakulty se velmi rychle začaly snažit získat výrazně výkonnější výpočetní systémy, nejlépe pak *superpočítače*. V roce 1994 se na Fondu rozvoje vysokých škol sešla řada menších projektů požadujících investiční prostředky pro výkonnější výpočetní techniku. Fond, resp. jeho komise pro informační systémy učinila nečekaný krok – namísto schválení těchto dílčích projektů sama rozhodla o zahájení projektu s názvem „Zavádění superpočítačových technologií na vysoké školy v České republice“ a jmenovala Radu projektu i jejího předsedu, autora tohoto příspěvku. Projekt dostal k dispozici cca 30 milionů korun s cílem využít je pro nákup a zpřístupnění superpočítačů pro vysokoškolskou akademickou veřejnost České republiky.

Rada, složená především z předkladatelů původních dílčích projektů, vypsal výběrové řízení a současně diskutovala vhodnou strategii. Velmi brzy se ukázalo, že je politicky neprůchozí pořídit za svěřené prostředky pouze jediný superpočítač – diskuse o jeho umístění nekonvergovaly. „Hlad“ po této technice se projevil tím, že jednotlivé vysoké školy se jednak předháněly v nabídkách, jednak si kladly často nesplnitelné podmínky. Nabídky škol byly koncipovány jak organizačně – vytvoření oddělené péče o superpočítač, poskytnutí prostor – tak i nabízely konkrétní (mnohamilionové) finanční částky. Současně si ale kladly i podmínky. Např. do druhého kola výběrového řízení se dostaly počítače firem SGI, IBM a DEC; ČVUT přislíbilo finanční příspěvek do výše 7 milionů korun, ovšem s podmínkou, že bude vybrán počítač IBM. O péči o stroj jiného výrobce nemělo ČVUT zájem (důvodem byly zkušenosti, které ČVUT nabylo provozem počítače



Obrázek 1: Power Challenge XL

IBM 3090).

Protože Karlova univerzita nabídla podobnou částku, ale bez dodatečných podmínek, bylo jasné, že jeden z počítačů bude umístěn v Praze na UK. Situace v Brně chvíli připomínala licitaci v pokeru – tu zahájilo VUT, jehož rektor nabídl 3 miliony korun v případě, že superpočítač bude dislokována VUT. Rektor MU nabídku dorovnal, výsledkem dalších jednání pak byla shoda obou rektorů, při níž oba potvrdili své nabídky a současně rozhodli, že v Brně vzniknou dvě centra, na VUT i na MU. Výsledkem projeveného zájmu vysokých škol tak bylo, že projekt disponoval částkou o více jak 10 milionů korun vyšší, než byl původní rozpočet Fondu rozvoje.

Vítěz – firma SGI

Do finále výběrového řízení se dostaly nabídky firem IBM a SGI. V obou případech byly nabídnuty špičkové stroje, jejichž výkon několikanásobně přesahoval vše, co bylo na vysokých školách k dispozici. Vítězem se nakonec stala firma SGI, která nabídla vyšší výkon jak centrálních

strojů tak i nabízených pracovních stanic - o ty byl velký zájem jednak kvůli na tu dobu vynikající grafice, jednak pro velmi pokročilé vývojové prostředí. Jak se po rozhodnutí rady ukázalo, firma SGI vyhrála de facto díky své chybě - nabídnutá cena bylo téměř o milion korun nižší, než měla správně být. Firma však po denním váhání rozhodla nabídkovou cenu dodržet a smlouvu na dodávku tří systémů akceptovala.

Nabídnuté a následně dodané systémy patřily do třídy POWER Challenge, což byly nejvýkonnější stroje tehdy firmou nabízené. Celkem byly pořízeny tři počítače: Jeden model XL na UK Praha a dva modely L na MU a VUT v Brně. Kromě toho dodávka obsahovala jeden předřazený počítač třídy Challenge S a 12 pracovních stanic Indy. Ceníková cena vítězné nabídky byla cca 135 milionů korun.

Technické parametry

Počet procesorů, velikost paměti a disků je z dnešního pohledu triviální, v roce 1994 však srovnatelné počítače v akademickém prostředí (a ani mimo ně) neexistovaly.

Počítače POWER Challenge XL byl dodán se čtyřmi a začátkem roku 1995 rozšířen na celkem 6 procesorů. Měl 1 GB vnitřní paměti a 22 GB diskové kapacity (připomeňme si, že největším počítačem MU v téže době byl sálový počítač Hitachi s 16 MB vnitřní paměti, osobní počítače v té době měly nejvíce několik MB vnitřní paměti; kapacita běžných disků se pohybovala v desítkách, nejvýše stovkách MB). POWER Challenge na MU měl čtyři procesory, 1 GB hlavní paměti a 10 GB disků, stroj na VUT pak 2 procesory, 0,5 GB paměti a 14 GB disků. Počítače byly vybaveny procesory MIPS R8000, speciálně zaměřenými na podporu výpočtů v pohyblivé řádové čárce. Tyto 64 bitové RISC procesory měly maximální propustnost 300 milionů operací za sekundu (vzhledem k existenci operace MADD, tedy Multiply and ADD, bylo teoreticky možné dosáhnout výkonu až 450 milionů operací násobení a sčítání za sekundu). Systémy se 4 a více procesory tak měly teoretický výkon přes 1 miliardu operací za sekundu - což byl výkon o dva až tři řády vyšší než mělo dostupné vybavení vysokých škol.

Programové vybavení

Počítače pracovaly pod operačním systémem IRIX (verze systému UNIX) v plně 64 bitové verzi (na osobních počítačích jsme se k 64 bitovému prostředí dostali o více jak deset let později). Součástí dodávky bylo i rozsáhlé vývojové prostředí, které zahrnovalo velmi kvalitní překladače jazyků C, C++, Fortran a Pascal, grafické knihovny pro 2D i 3D a zejména integrované vývojové a ladící prostředí primárně pro Fortran, ale v omezené míře podporující i práci s ostatními programovacími jazyky.

Zdaleka ne všechny dostupné finanční prostředky byly využity pro nákup počítačů, operačního systému, překladačů a dalšího prostředí od firmy SGI. Netriviální část v objemu několika milionů korun byla věnována na pořízení aplikačního programového vybavení. S ohledem na zájem uživatelů (ale i složení Rady) bylo pořízeno vybavení pro technické a přírodní vědy a dále sady obecnějších nástrojů. Konkrétně byly zakoupeny licence pro programy ANSYS, Fluent, MARC/MENTAT, PAM-CRASH v oblasti technických věd (primárně mechanika tuhých těles a tektin), Gaussian, programy firmy Biosym a program SPARTAN pro oblast přírodních věd (kvantová a molekulární chemie a fyzika). Kromě toho byly pořízeny celouniverzitní licence systému Maple pro UK a MU a numerická knihovna NAG pro Fortran.

Lineární růst

K dalšímu povýšení kapacity výkonné výpočetní techniky na MU došlo v roce 1996. Mezitím se do „ligy“ univerzit vlastních výkonnou výpočetní techniky zapojily ČVUT (pořízením počítače IBM SP2 s několika desítkami procesorů), VŠB-TUO (rovněž IBM SP2, ale v mnohem menší sestavě) a ZČU (počítač AlphaServer 8400 firmy DEC). Stroje na ČVUT i ZČU byly výkonnější než systém na MU; tento handicap se podařilo srovnat v roce 1996, opět s přispěním prostředků Fondu rozvoje. V rámci přijatého projektu „Superpočítačová centra vysokých škol“ se podařilo povýšit všechny instalace zakoupené v roce 1994. Konkrétně na MU to proběhlo formou výměny menšího systému L za větší XL

a jeho osazením 12 procesory (maximální kapacita tohoto systému). Nedošlo pouze ke zvýšení procesorů, ale původní MIPS R8000 byly nahrazeny daleko modernějšími procesory MIPS R10000 (na frekvenci 195 MHz) s 1 MB vyrovnávací pamětí. Vnitřní paměť byla zvětšena na 2 GB a disková kapacita vzrostla na 40 GB (to byla v té době největší kapacita instalovaná u jednoho počítače na vysokých školách v ČR). Nové procesory měly teoretický výkon 400 milionů operací v pohyblivé řádové čárce a 200 milionů operací v pevné řádové čárce – svým agregovaným teoretickým výkonem necelých 5 miliard operací se téměř dostaly do seznamu 500 nejvýkonnějších strojů světa (na seznamu by se ocitly, pokud by byly pořízeny o půl roku dříve). Procesory R10000 byly zajímavé i z řady dalších důvodů – jako jedny z prvních implementovaly architekturu ANDES, tedy vykonávání instrukcí mimo pořadí, spekulativní výpočty cílů instrukcí skoku, atd. Přestože teoreticky měly jen o 30% vyšší výkon než předchozí procesory R8000, praktické zkušenosti ukazovaly více jak dvojnásobné zrychlení u běžných úloh.

Skoková změna

Jak je zejména v oblasti výkonné výpočetní techniky pravidlem, původně špičkový počítač se během dvou let posunul na místo silnějšího serveru. Na rok 1998 byl proto podán projekt do programu INFRA2 s cílem podpory dalšího kvalitativního růstu instalované výpočetní techniky. Projekt byl přijat a za poskytnuté finanční prostředky (s příspěvím MU a následně i MŠMT) byl opět od firmy SGI pořízen zcela nový počítač Origin 2000, vybavený celkem 32 procesory, pracujícími pod sdílenou pamětí 16 GB. Procesory byly stejné jako v dříve rozšířeném POWER Challenge XL. K dispozici bylo na 150 GB diskové kapacity, počítač byl současně vybaven vysokorychlostním síťovým rozhraním ATM (celkem 4 porty, každý pracující s přenosovou kapacitou 155 Mbps). Pořízení tohoto počítače napomohl vstup ČR do NATO. Systém byl dodán ve dvou částech, první v roce 1998, druhá až v roce 1999, protože exportní povolení na celý systém jsme získali až v dubnu 1999, měsíc po vstupu ČR do NATO.

Koncem roku 1998 jsme na MU pořídili další systém od firmy SGI, a to SGI ONYX. Tento počítač mělo pouze 8 procesorů R10000 a 8 GB vnitřní paměti, byl však vybaven dvěma špičkovými grafickými subsystemy Reality Engine². V průběhu roku 1999 jsem dokoupili propojení počítačů ONYX a Origin, takže vznikl systém s celkem 40 procesory – společně s 52 procesorových IBM SP2 na ČVUT největší výpočetní systém v akademickém prostředí v ČR.

Využití

Jak je z předchozího patrné, výkonná výpočetní technika se na MU pořizovala v rámci celorepublikových aktivit. Přesto MU vždy patřila k největším uživatelům, a to zejména v oblasti výpočetní chemie a fyziky. Výpočetní výkon Superpočítačového centra Brno (oddělení ÚVT MU, založeného v roce 1994) poskytl nezbytné zázemí pro odborný růst skupin zejména na Přírodovědecké fakultě.

Závěr

Systém Origin 2000 představoval výkonnostní vrchol superpočítačů na MU (a v podstatě i v ČR). Po roce 1999 přestaly být vypisovány programy podpory infrastruktury a v rámci ČR tak v podstatě „vyschl“ pramen významných investic do superpočítačů. Jedinou výjimkou byl program INFRA3, v jehož rámci byl v roce 2004 přijat projekt *Národního superpočítačového centra*, který však nebyl z administrativních důvodů nakonec realizován. Začátek 21. století doprovází spíše orientace na cluster, tvořené v podstatě standardními servery s procesory Intel nebo AMD. Vývoj na MU v této oblasti je však již námět pro jiný příspěvek.

Podrobnější informace o postupném nasazování výkonné výpočetní techniky na MU je možné nalézt v odkazech na konci tohoto článku.

*

O autorovi **Doc. RNDr. Luděk Matyska, CSc.** je absolventem oboru biochemie na PřF UJEP Brno. Od dob studia patřil k prvním uživatelům výpočetní techniky na MU, od roku 1989 působí na



Obrázek 2: Spojený Origin 2000 a Onyx

ÚVT, nejprve jako vědecký pracovník, po založení v příspěvku zmíněného Superpočítačového centra jako jeho vedoucí a současně zástupce ředitele. V letech 1998–2004 působil jako děkan FI MU. Od roku 1994 vedl nejvýznamnější projekty, zaměřené na instalaci a provoz výkonné výpočetní techniky pro akademické prostředí ČR. Oblasti výkonných výpočtů, počítačových sítí a distribuovaných systémů se věnuje i ve své pedagogické a odborné práci.

Literatura

- [1] Luděk Matyska. Superpočítače na vysokých školách v České republice. *Zpravodaj ÚVT MU*, V(2):1-2, November 1994.
- [2] Luděk Matyska. Superpočítače na vysokých školách v České republice? *Zpravodaj ÚVT MU*, V(1):1-2, September 1994.
- [3] Luděk Matyska. Aplikační programové vybavení superpočítačových center vŠ. *Zpravodaj ÚVT MU*, V(3):1-3, January 1995.
- [4] Luděk Matyska. Programování počítače power challenge. *Zpravodaj ÚVT MU*, VI(1):5-8, September 1995.
- [5] Luděk Matyska. Superpočítač grond.ics.muni.cz - co, kde a jak. *Zpravodaj ÚVT MU*, V(4):1-4, March 1995.
- [6] Luděk Matyska. Superpočítač grond.ics.muni.cz v novém kabátě. *Zpravodaj ÚVT MU*, VII(1):3-6, October 1996.
- [7] Luděk Matyska. Nový přírůstek superpočítačového centra při Masarykově univerzitě. *Zpravodaj ÚVT MU*, IX(1):10-11, October 1998. □