



**České vysoké učení technické v Praze
Výpočetní centrum**

**Vybudování počítačové sítě vysokých škol
vysokých škol,
zapojené do Internetu.**

Závěrečná zpráva
k účelovému projektu v rámci programu
"Informatizace ve vzdělávání"
Fondu dynamického rozvoje vysokých škol
MŠMT ČR

- Praha, únor 1993 -

O B S A H	str.
1. ÚVOD	1
2. AKADEMICKÉ POČÍTAČOVÉ SÍTĚ V ČESKÉ REPUBLICE	3
2.1 Počítačová síť EUNET v České republice	4
2.2 Počítačová síť EARN v České republice	5
2.3 Počítačová síť INTERNET v České republice	6
3. POČÍTAČOVÉ SÍTĚ VYSOKÝCH ŠKOL - CESNET	7
3.1 Návrh technického řešení sítě	7
3.1.1 Komunikační protokoly sítě	7
3.1.2 Topologie sítě	8
3.1.3 Kapacity datových okruhů	8
4. VÝBĚROVÉ ŘÍZENÍ NA OKRUHY A ZAŘÍZENÍ	9
4.1 Popis sítě CESNET a jejího typického uzlu	11
4.1.1 Multiprotokolové routery	14
4.1.2 Datové okruhy	15
4.1.3 Pracovní stanice	17
4.1.4 Řízení provozu sítě CESNET	18
4.1.5 Terminálové servery	19
4.1.6 Záložní napájecí zdroje	20
5. ORGANIZAČNÍ ASPEKTY	21
5.1 Síťová organizace	21
5.2 Pravidla užívání sítě CESNET	21
5.3 Pracovní skupiny CESNET	22
6. MEZINÁRODNÍ SPOLUPRÁCE	24
7. SOUČASNÝ STAV REALIZACE SÍTĚ	25
8. ZÁVĚR	26

S E Z N A M P Ř Í L O H

- A Návrh projektu " Vybudování počítačové sítě vysokých škol "
- B Upravený časový harmonogram projektu
- C Upravené ekonomické požadavky projektu
- D Graf rozvoje sítě EARN v ČSFR
- E Výběrové řízení - specifikace
- F Topologie sítě CESNET
- G Vnitřní struktura sítě CESNET
- H Vyúčtování projektu
- I Plánované a skutečně pořízené prostředky
- J Seznam prostředků pořízených v rámci projektu
- K Typický uzel sítě CESNET
- L Uspořádání centrálního uzlu na ČVUT
- M Návrh pravidel užívání sítě CESNET - verze 2
- N Návrh pravidel užívání sítě CESNET - verze 3

1. ÚVOD

V současné době žijeme v období "informační revoluce". Pokrok ve většině lidských aktivit v současnosti závisí na možnosti rychlého přístupu k nejnovějším informacím. To se týká především vědy a vzdělávání, ale také zdravotnictví, průmyslu, bankovnictví atd. Velmi perspektivním a efektivním prostředkem pro přístup a výměnu informací jsou počítačové sítě. Výstavba národních infrastruktur počítačových sítí je tak významná, jako byla v minulosti elektrifikace a výstavba železniční a silniční sítě.

Zapojení vysokých škol do počítačových sítí je významným krokem vpřed v šíření odborných znalostí a informací. Můžeme to shrnout zhruba do následujících bodů:

- 1) Dostupnost knihoven světových univerzit a institucí. Lze používat informaci z jejich ohromného knižního fondu.
- 2) Vyhledávání informací v celé řadě počítačových databází nejrůznějších oborů lidské činnosti (např. práva, jazykovědy, lékařství, chemie, umění, atd.).
- 3) Možnost získání programového vybavení pro nejrůznější vědní a technické aplikace.
- 4) Účast v diskusních mezinárodních klubech na nejrůznější tématiku (počínaje např. ekologií a konče například národnostní problematikou).
- 5) Možnost bezprostřední výměny vědeckých a odborných poznatků mezi odborníky. (Posíláním elektronické pošty i rozsáhlých odborných zpráv).
- 6) Pořádání odborných konferencí na bázi počítačových sítí.
- 7) Možnost počítání rozsáhlých úloh na vzdálených počítačích v rámci společných vědeckovýzkumných projektů.

- 8) Možnost zjednodušení administrativy přechodem na elektronickou poštu.
- 9) Spojení více menších počítačů do počítačových svazků, vytváření víceprocesorových komplexů.
- 10) Možnost propagace nejrůznějších setkání, seminářů, konferencí, workshopů apod. Nabídka stáží, výměnných odborných pobytů, nabídky stipendií apod.

2. AKADEMICKÉ POČÍTAČOVÉ SÍTĚ V ČESKÉ REPUBLICE

Pracovníci vysokých škol v ČSFR mají v současnosti přístup do tří hlavních rozlehlých počítačových sítí: EARN/BITNET, EUnet a Internet.

Počítačová síť EUnet (European Unix Network) zahájila provoz jako první v ČSFR ~~v květnu 1990~~. V současnosti pracuje v ČR asi 15 uzelů sítě EUnet, a to na vysokých školách, v ústavech ČSAV, na komerčních pracovištích a vládních úřadech (počítačové firmy, ČSAD, Ministerstvo pro hospodářský rozvoj ČR, Česká národní rada atd.). Uživatelům umožňuje přenos elektronické pošty.

Počítačová síť EARN oficiálně zahájila činnost v ČSFR v říjnu 1990 zřízením československého národního uzlu CSEARN ve VUT Praha. V současnosti jsou uzly sítě EARN na 11 pracovištích v ČR. Síť EARN poskytuje tři základní služby (elektronická pošta, přenos souborů a interaktivních zpráv); na nich jsou založeny elektronické konference (i v reálném čase), distribuce souborů, adresáře uživatelů, databázové služby atd. Podrobnější informace o počtu uživatelů EARNu a o jejich aktivitě jsou uvedeny v Příloze D.

Počítačová síť Internet oficiálně zahájila činnost v ČSFR dne 13. února 1992 na uzlových počítačích ve VUT Praha. Služby sítě Internet (elektronická pošta, přenos souborů, "remote login", adresáře uživatelů, elektronické konference, distribuce souborů, elektronické časopisy, knihovny, databáze) spolu se službami ostatních důležitých počítačových sítí zpřístupňuje našim uživatelům akademická a vědeckotechnická počítačová síť CESNET. Její hlavní součástí je rychlý páteřní spoj Praha - Brno, na který jsou připojena nejvýznamnější akademická a výzkumná pracoviště v devíti městech České republiky. Síť CESNET je podrobně popsána v následujících kapitolách.

2.1. Počítačová síť EUnet v České republice

VŠCHT Praha sloužila v roce 1992 jako uzel sítě EUnet pro Českou republiku (a vyjimečně některé slovenské koncové stanice). Jako uzlový počítač se využívá PC486 s operačním systémem Unix. Tento uzel též funguje jako spoolový prostor druhé úrovně pro většinu škol připojených k Internetu (MX záznamy druhé nebo nižší úrovně).

V roce 1992 bylo na uzel sítě EUnet na VŠCHT připojeno celkem 13 vysokých škol:

Vysoká škola báňská, Ostrava

Vysoká škola chemicko-technologická, Praha

Ústav informatiky ve vzdělávání, Praha

Karlova universita, Praha

UK, Fakulta lékařská, Hradec Králové

Západočeská universita, Plzeň

UK, Pedagogická fakulta, České Budějovice

CVUT, Fakulta elektrotechnická, Praha

Vysoká škola chemicko-technologická, Pardubice

Vysoká škola dopravní, Žilina

Universita Jana Evangelisty Purkyně, Brno

Vysoká škola ekonomická, Praha

UK, Fakulta sociálních věcí, Praha

Řada z těchto vysokých škol byla v průběhu roku 1992 připojena přímo na Internet, ale EUnet si ponechávají jako záložní připojení.

Pro zabezpečení poskytovaných služeb bylo nezbytné posilit uzlový počítač zejména s ohledem na průchodnost (výkonnější CPU, operační paměť), diskovou kapacitu a možnosti zálohování (DAT). Vzhledem k vysokému počtu připojovaných účastníků bylo též nezbytné zvýšit počet telefonních linek obsluhovaných uzlem.

Užitečnost zálohování připojení škol se několikrát v posledním období potvrdila a asi by bylo rozumné v této politice pokračovat.

Využití přidělených prostředků je podrobně uvedeno ve vyúčtování projektu.

2.2. Počítačová síť EARN v České republice

V roce 1992 pracovalo v ČSFR celkem 12 uzlů EARNu, z toho jeden ve SR a jedenáct v ČR:

CSBBYS51 - ÚAK, Banská Bystrica
CSBRMU11 - Masarykova Universita, Brno
CSEARN - československý národní uzel, ČVUT Praha
CSPGAS11 - ÚTIA, ČSAV Praha
CSPGCE11 - Fakulta stavební, ČVUT Praha
CSPGCS11 - ÚPV, ČSAV Praha
CSPGEU11 - Vysoká škola ekonomická, Praha
CSPGFU11 - Fysikální ústav, ČSAV Praha
CSPGIG11 - Geofysikální ústav, ČSAV Praha
CSPGUK11 - Karlova universita, Praha
CSPUNI12 - IBM 3090, ČVUT Praha
CSPUNI13 - VC ČVUT, Praha

Výpočetní středisko ČVUT od roku 1990 zajišťuje provoz československého národního uzlu CSEARN a mezinárodního datového spoje Praha - Linz, který je hlavním prostředkem spojení akademických sítí v ČR a v okolním světě. Od zahájení provozu prošel tento uzel i datový spoj několika změnami, jejichž cílem bylo zajistit spolehlivý a bezporuchový provoz: československý národní uzel CSEARN je zřízen na výkonnějším počítači a přenosová rychlosť mezinárodního spoje byla zvýšena z 19,2 kbit/s na 64 kbit/s.

Uzel CSEARN a další uzel CSPUNI12 v témže výpočetním středisku začaly v průběhu minulého roku poskytovat nové služby uživatelům: šlo nejen o služby pro podstatně rozšířený okruh uživatelů (nejen ze sítě EARN, ale i sítě Internet), ale i o kvalitativní rozšíření poskytovaných služeb (nové elektronické konference, centrální distribuce News na uzlu CSPUNI12).

Aby bylo možno zvládnout tyto zvýšené nároky na uzel CSEARN, bylo třeba rozšířit jeho diskovou paměť a obstarat nové programové vybavení. Podrobný popis těchto položek je uveden v Příloze G.

2.3. Počítačová síť Internet v České republice

Počítačová síť Internet, kterou lze právem označit za nejdůležitější a nejvíce rozšířenou akademickou a vědeckovýzkumnou síť světa, je v současnosti zpřístupněma pro akademické a vědecké pracovníky České republiky prostřednictvím počítačové sítě CESNET. Na ni se připojují jednotlivá pracoviště na vysokých školách, v ústavech Akademie věd ČR apod., a také metropolitní sítě těchto institucí. (Za předstupeň metropolitní sítě lze označit např. pražskou akademickou síť PAS.)

Počítačová síť CESNET je podrobně popsána v následujících kapitolách.

3. POČÍTAČOVÉ SÍTĚ VYSOKÝCH ŠKOL – CESNET

Chybějící infrastruktura pro distribuci služeb počítačových sítí (Internet, EARN, EUnet, atd.) vedla ke vzniku iniciativy nazvané FESNET (Federal Educational and Scientific Network), která řešila vybudování federální páteřní sítě spojující nejvýznamnější akademická centra v ČSFR - Praha, Brno, Bratislava - linkou 64 kbitů/s. Další etapou projektu FESNET bylo postupné připojení všech vysokých škol pevnými okruhy s přenosovou kapacitou 9,6 - 19,2 kbitů/s. Vzhledem k politickým změnám, které proběhly v našem státě, a také v návaznosti na založení sdružení SANET (Slovak Academic Network), byl změněn název projektu. Pro budovanou počítačovou síť, kterou budou v budoucnosti využívat také výzkumné ústavy České akademie věd a další vědeckovýzkumné instituce, byl přijat název CESNET (Czech Educational and Scientific Network).

3.1. Návrh technického řešení sítě

Základní technickou strukturu sítě CESNET vytvořila "Technická skupina", která zahájila práci 3. dubna 1992 a řešila současně technickou část Pražské akademické sítě – PAS. Základem technické skupiny byli pracovníci pražských vysokých škol (ČVUT, VŠCHT, VŠE, UK), kteří si na jednání postupně zvali zástupce jednotlivých vysokých škol zapojených do projektu. Technická skupina se scházela ve 14-denních intervalech; výsledkem její práce je technická specifikace zadání výběrového řízení na dostavbu zařízení a okruhů pro CESNET a PAS (Příloha E).

3.1.1 Komunikační protokoly sítě

Základním požadavkem na síť CESNET bylo vytvoření heterogenního prostředí, které umožní integrovat výpočetní

a komunikační techniku různých výrobců. Jednou z možností je vycházet z obecné normy ISO 7498 Open System Interconnection (OSI), což je referenční model propojení otevřených systémů.

Při integraci lokálních počítačových sítí (LAN) a rozlehlých počítačových sítích (WAN) se ale ve světě stále více prosazuje soubor protokolů TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), který se stal v dané oblasti de facto standardem a je základním protokolem celosvětové počítačové sítě Internet.

Již v zadání projektu bylo stanoveno, že základním protokolem sítě CESNET bude IP. V požadavcích při výběrovém řízení na routery byla požadována také podpora protokolů AppleTalk, DECnet, IPX, X.25, routovacích protokolů EGP, BGP, RIP a OSPF a protokolu pro management sítě SNMP. CISCO routery, které byly k realizaci sítě CESNET zvoleny, tyto požadavky splňují.

3.1.2. Topologie sítě

Pro síť CESNET byla zvolena hvězdicová topologie s hlavními uzly v Praze a Brně (Příloha F). Z ekonomických důvodů nebyly realizovány redundantní datové okruhy, jejichž realizace je plánována v dalších etapách rozvoje sítě CESNET.

3.1.3. Kapacity datových okruhů

K exaktnímu stanovení kapacit datových okruhů nebylo dostatek podkladů. Kapacity datových okruhů byly stanoveny na základě odhadu toků dat mezi jednotlivými uzly sítě, ale především na základě technické realizovatelnosti jednotlivých okruhů a ekonomických možností projektu. Požadavky na datové okruhy pro CESNET a PAS jsou uvedeny v materiálu pro výběrové řízení (Příloha E).

4. VÝBĚROVÉ ŘÍZENÍ NA OKRUHY A ZAŘÍZENÍ

Na základě výsledků práce technické skupiny byly vypracovány podklady pro veřejné výběrové řízení na dodávku zařízení a okruhů. Inzeráty oznamující zahájení veřejného řízení, které bylo na základě dohody s řešiteli projektu Pražské akademické sítě (PAS) koncipováno jako společné výběrové řízení pro CESNET a PAS, byly zveřejněny v deníku MF Dnes, Hospodářských novinách a v Computer Worldu. Konzultace pro firmy, které měly zájem se výběrového řízení zúčastnit, se konala dne 17. 7. 1992 (asi 40 účastníků). Uzávěrka výběrového řízení byla stanovena na 3.8.1992. Do výběrového řízení zaslalo přihlášku 30 firem. První zasedání výběrové komise, na kterém byly ustaveny pracovní skupiny pro jednotlivé kategorie výběrového řízení, se konalo 5.8.1992. Byly zřízeny pracovní skupiny pro tyto obory:

- datové okruhy (včetně baseband měničů a modemů)
- routery, pracovní stanice, protokol konvertor
- záložní napájení zdroje

Další zasedání se konalo 10.8., kde bylo rozhodnuto o firmách, které v jednotlivých kategoriích postupují do dalšího kola.

Po jednání se zástupci firem, které postoupily do dalšího kola, bylo na schůzce konané dne 2.9.1992 rozhodnuto následovně:

- datové okruhy Praha-Brno	64 kbit/s
Praha-Liberec	19,2 kbit/s
Praha- Plzeň	19,2 kbit/s
Brno-Ostrava	19,2 kbit/s

budou realizovány prostřednictvím sítě INMS firmy IBM. Na realizaci připojek mezi uživateli a sítí IBM budou využity metalické okruhy osazené baseband měniči NOKIA.

- další okruhy Praha-České Budějovice 19,2 kbit/s
Praha-Hradec Králové 19,2 kbit/s
Praha-Pardubice 19,2 kbit/s
Brno-Olomouc 19,2 kbit/s

budou realizovány pomocí analogových okruhů telefonního typu (pronajatých od MTTU) osazených moduly CODEX MOTOROLA 3266 FAST.

- pro realizaci Pražské akademické sítě budou použity metalické telefonní okruhy a měniče JAVELIN firmy CASE
- multiprotokolové routery a konvertor protokolů byly vybrány od firmy CISCO SYSTEMS
- pracovní stanice vybrány od firmy SUN
- dodavatel záložních napájecích zdrojů (UPS) - firma SYSCAE (UPS Micro FERRUPS od firmy BEST).

Později bylo rozhodnuto o dodavatelích terminálových serverů, pracovních stanic pro management sítě na jednotlivých školách, programového vybavení pro management sítě, transceiverů a modemů pro komutované okruhy.

Veškeré zápis y z jednání komise pro výběr okruhů a zařízení byly rozesílány elektronickou poštou a jsou k dispozici u řešitelů projektu.

Strategie realizovat počítačovou síť jako celek se ukázalo z ekonomického hlediska jako velmi výhodná. Díky velkému rozsahu dodávky měli dodavatelé výpočetní a komunikační a výpočetní techniky o projekt velký zájem. Firmy díky velké konkurenci nabídly pro realizaci sítě nejnovější produkty za velmi výhodných ekonomických podmínek. Výběrové komisi se díky centrálně koncipovaným nákupům podařilo za přidělené prostředky (Příloha H)

nakoupit významně více zařízení, než se původně plánovalo (Příloha I). Tato zařízení jsou nezbytně nutná k zajištění efektivního provozu sítě a bylo by nutné je pořídit v dalších etapách.

Technické a programové prostředky pořízené z prostředků projektu (Příloha J) budou využívány všemi školami zapojenými do projektu. Do seznamu zařízení, která byla pořízena na realisaci sítě CESNET, byla zahrnuta i zařízení nakoupená centrálně, ale hrazená z prostředků participujících škol (viz vyúčtování projektu).

4.1. Popis sítě CESNET a jejího typického uzlu

Síť CESNET je multiprotokolová počítačová síť pro vědeckovýzkumné a akademické instituce v České republice. V první fázi, která se popisuje v této zprávě, má přibližně hvězdicovou strukturu a devět hlavních uzlů. Jejimi nejdůležitějšími centry je uzel v Praze (Výpočetní centrum ČVUT) a v Brně (Masarykova universita). Na pražský uzel jsou připojeny ostatní uzly v Čechách, na brněnský uzel jsou připojeny moravské uzly. (Přílohy F, H)

Jako základní přenosový protokol sítě byl zvolen soubor protokolů TCP/IP. Síť však bude moci v případě potřeby přenášet i protokoly DECNET, IPX, X.25 a další. Pro sledování provozu sítě se používá protokol SNMP.

Síť CESNET je v každém svém uzlovém bodě ukončena svým routerem, na který se připojuje metropolitní síť nebo jednotlivá pracoviště vysokých škol a vědeckovýzkumných ústavů. Další zařízení již budou spravována pracovníky příslušných uzlů. Aby však byla zaručena jistá minimální úroveň služeb, která síť CESNET v daném místě poskytuje, bylo z prostředků CESNETu pro každé pracoviště zakoupeno ještě následující zařízení a vybavení:

- Pracovní stanice SUN SPARCstation IPC pro monitorování provozu sítě CESNET i připojených místních sítí
- program pro Network Management: PSI SNMP pro SUN IPC
- terminálový server pro přístup do Internetu po komutovaných telefonních linkách
- několik modemů k terminálovému serveru
- zálohovaný napájecí zdroj UPS pro zajištění spolehlivého provozu nejdůležitějších prvků sítě (router, Name Server, modemy, popř. terminálový server) a pro ochranu před krátkodobými výpadky elektrického napájení

Toto vybavení by mělo kromě svých zřejmých předností přinést i následující dlouhodobý užitek:

- Možnost sdílení statistických dat
- možnost sdílení zkušenosti
- snížení telekomunikačních poplatků pro uživatele z pracovišť blízkých, ale dosud ještě nepřipojených k CESNETu (jejich pracovníci nejčastěji telefonovali na uzel CSEARN do VC ČVUT).

Topologie pražského uzlu sítě CESNET je uvedena v Příloze K. Schema vybavení typického uzlu sítě CESNET je znázorněno v Příloze J.

Většina uzelů CESNETu je vybavena routerem CISCO MGS s alespoň jedním portem AUI (pro připojení místní sítě) a s alespoň jedním seriovým portem pro připojení k nejbližšímu uzlu páteře CESNETu, popř. pro spojení s dalšími objekty nebo jinými institucemi ve městě a okolí. Routery firmy CISCO jsou všeobecně uznávány a v akademických sítích jsou nejrozšířenější; routery MGS mají dostatečný výkon a lze je rozšiřovat natolik, že by měly po dostatečně dlouhou dobu pro tento účel zcela vyhovovat.

Pracovní stanice SUN SPARCstation IPC (v základní konfiguraci, ale s rozšířenou pamětí RAM a s barevným monitorem) by měly sloužit zejména k monitorování provozu připojených místních sítí i sítě CESNET, k získávání provozních statistik, hlášení o chybách atd. Jejich význam pro sledování provozu na místních sítích se ovšem projeví jen v případě, že použitá zařízení v těchto sítích budou podporovat protokol SNMP.

Terminálové servery 500-CS firmy CISCO podporují komunikační protokoly Telnet, TN3270, rlogin i LAT, takže by měly umožnit snadný přístup ke všem běžným typům počítačů v našich sítích. Mají jeden port AUI a obvykle 8 seriových portů pro připojení modemu nebo místních terminálů. Ke každému terminálovému serveru byl zakoupen plný počet interfaceových kabelů, ale pro nedostatek finančních prostředků a volných telefonních linek na školách jen omezený počet modemů (typicky 2-4; několik dalších modemů bude ještě rozděleno podle toho, jak se školám podaří zajistit další komutované telefonní linky). Příkon terminálového serveru i modemu je poměrně malý, takže lze předpokládat, že bude možné je napájet ze zdroje UPS přesto, že se s jejich nákupem v době specifikace zdrojů UPS nepočítalo.

Na terminálový server se budou vzdálení uživatelé připojovat prostřednictvím modemu Courier V.32 bis firmy U.S. Robotics, které umožňují plně duplexní přenos po dvoudrátovém vedení v souladu s doporučenými CCITT přenosovou rychlostí až 14,4 kbit/s (a ovšem i běžnými nižšími rychlostmi). Jde o modemy na světové úrovni, které by měly nárokům uživatelů ještě dlouhá léta vyhovovat.

I napájecí zdroje MICRO FERRUPS firmy BEST, které ve výběrovém řízení zvítězily, jsou všeobecně uznávány za velmi kvalitní a spolehlivé. Jejich ferroresonanční transformátory filtroují napěťové špičky a jiné poruchy přicházející po

elektrické sítí; jejich akumulátory by měly překlenout výpadky napájení v délce zhruba přes 8 minut; pokud bude výpadek delší, programové vybavení CHECKUPS, které poběží na chráněné pracovní stanici, má zajistit regulérní uzavření systému a vypnutí zdroje ještě před úplným vybitím akumulátorů. Pověření pracovníci budou moci rozhodnout, zda se má zdroj po obnovení dodávky proudu sám zapnout, nebo zda to bude vyžadovat ruční zásah.

4.1.1. Multiprotokolové routery

Nejdůležitější položkou výběrového řízení sítě CESNET byly multiprotokolové routery. Jejich konfigurace byla dána topologií CESNETu, množstvím a velikostí akademických institucí v blízkém okolí příslušného uzlu, možností dalšího rozšíření a samozřejmě i finančními náklady. Výběrová komise vybrala pro projekt CESNET routery americké firmy CISCO s těmito základními parametry:

Router AGS+/3:

Procesor Motorola 68020 (30 MHz), 4 MB RAM
Max. počet desek rozhrani: 7 (nebo 5 s CSC)
max. počet portů: RS-232, V.35, X.21, G.703 ... 28
 Ethernet ... 14 (nebo 24 s CSC)
 Token Ring ... 16
 FDDI ... 4
Software: routing, bridging, packet switching, ...
Protokoly: TCP/IP, IPX, AppleTalk, VINES, DECNET,
 CLNS, XNS, ...
Routovací protokoly: RIP, IGRP, BGP, EGP, OSPF, ...

Router MGS/3:

Procesor Motorola 68020 (30 MHz), 4 MB RAM
Max. počet desek rozhrani: 3
max. počet portů: RS-232, V.35, X.21, G.703 ... 10
 Ethernet ... 6
 Token Ring ... 6

Software: routing, bridging, packet switching, ...

Protokoly: TCP/IP, IPX, AppleTalk, VINES, DECNET,
CLNS, XNS, ...

Routovací protokoly: RIP, IGRP, BGP, EGP, OSPF, ...

Do ČVUT byl zakoupen v souladu s požadavky výběrového řízení i konvertor protokolů firmy CISCO, který má uživatelům CESNETu umožnit přístup do sítě IXI/EMPB.

4.1.2. Datové okruhy

Propojení jednotlivých uzlů sítě CESNet bylo realizováno měniči firmy NOKIA a modemy firmy MOTOROLA. Pro komutované spoje v lokalitách uzlů byly vybrány modemy firmy U.S. Robotics.

Při řešení jednotlivých úseků sítě bylo nutné vzít v úvahu vzdálenost a kvalitu okruhů pronajatých od spojových organizací. Pro spojení do Plzně, Brna, Liberce, Ostravy byla využita existující síť firmy IBM poskytující kvalitní digitální okruhy, pro spojení Praha - Linz byla pronajata digitální trasa od SPT Telecom, pro spoje do Hradce Králové, Pardubic, Českých Budějovic a Olomouce byly pronajaty meziměstské okruhy.

Místní okruhy:

Měniče NOKIA pracují v základním pásmu (baseband) a jsou určeny pro kratší spoje na vlastním nebo pronajatém pevném dvou- nebo čtyřdrátovém okruhu. Byly použity pro spojení uzlu sítě IBM s uzlem sítě CESNet. Vzhledem ke vzdálenostem byly vybrány pro spojení v Praze dvoudrátové typy IEE64K, které umožňují synchronní provoz do 64kbit/s i asynchronní provoz do 19,2 kb/s. Pro spojení do portu sítě IBM připojeného do Brna byl použit typ BB-160 2W, v Brně pak BB-

160 (čtyřdrát). Tyto měniče jsou schopny pracovat pouze v synchronním režimu rychlostí od 32kbit/s do 160kbit/s. V Plzni, Liberci, Ostravě a Brně byly pro připojení uzlů sítě IBM použity typy SB64K, které na čtyřdrátovém okruhu poskytují synchronní provoz do 64 kbit/s nebo asynchronní provoz do 19,2kbit/s. Všechny tyto měniče jsou provozovány s rozhraním V.35. Dosahy jednotlivých typů: IEE64K: 8km, SB64K: 8-12km, BB1602W: 6-8km, BB160: 5-10km.

Meziměstské okruhy:

Spoje Brno-Olomouc, Praha-Pardubice, Praha-České Budějovice a Praha-Hradec Králové jsou osazeny modemy MOTOROLA 3266 FAST s rozhraním V.24. Tyto modemy jsou schopny adaptivně měnit rychlosť podle kvality linky v rozsahu od 300 bit/s do 24 kbit/sec. Pracují v synchronním i asynchronním režimu na dvou- nebo čtyřdrátových okruzích, případně na komutovaném okruhu. Po lince jsou kompatibilní s protokoly V.32, V32bis, V.22bis, 212, 103, V21 a C.Fast. V síti CESNet pracují synchronně s adaptivními rychlostmi.

Mezinárodní okruh:

Okruh Praha-Linz je ukončen v MTTÚ Praha, odkud je měnič NOKIA BB512 prodloužen do VC ČVUT. Tyto měniče umožňují provozovat na čtyřdrátovém okruhu synchronní přenos 64 kbit/s až 512kbit/s na vzdálenosti 6,5 až 12 km. Měnič v MTTÚ je ukončen rozhraním G703 pro vstup do digitálního multiplexeru.

Komutované spoje:

Komutované vstupy do sítě jsou osazeny modemy U.S. Robotics Courier V.32bis, které jsou kompatibilní s protokolem Hayes a pracují s rychlostmi 300 bit/s až 14,4 kbit/s a protokoly V.32, V.32bis, V.23, V.22, V.22bis, V.21 a s opravnými a kompresními protokoly MNP4, MNP5, V.42 a V.42bis. Modemy umožňují adaptivní řízení rychlosti a synchronní i asynchronní provoz po telefonní síti.

4.1.3. Pracovní stanice

Fro hlavní nameserver zóny .CS je určena pracovní stanice SUN SPARCstation IPX v konfiguraci:

24.6 SPECmarks, 28.5 MIPS
40 MHZ SPARC processor, 64 kb cache
32 MB RAM, 424 MB HD, SCSI, Ethernet
2 serial, 1 audio I/O port, SunOS
OpenWindows, 17" monochrom monitor

Pro management sítě CESNET byla zakoupena pracovní stanice SUN SPARCstation IPX v následující konfiguraci:

24.6 SPECmarks, 28.5 MIPS
40 MHZ SPARC processor, 64 kb cache
32 MB RAM, 424 MB HD, SCSI, Ethernet
1.3 GB Desktop Storage Module
2 serial, 1 audio I/O port, SunOS
OpenWindows, 19" color monitor Trinitron
SunOS licence for 20 users

Každý uzel CESNETU bude vybaven pracovní stanici SUN SPARCstation IPC v konfiguraci:

15.8 MIPS, 1.7 MFLOPS, 25 MHz SPARC processor
24 MB RAM, 207 MB HD, SCSI, Ethernet, disketová jednotka 1.44 MB, 2 serial RS 232, 1 audio port
1 volná SBus pozice, 16" color monitor Sony Universal Country Kit (klávesnice, myš, mikrofon)

4.1.4. Řízení provozu sítě CESNET

Pro sledování a řízení provozu sítě CESNET bylo původně zamýšleno jediné pracoviště v Praze; pro ně byla zakoupena pracovní stanice SUN IPX s barevným monitorem (viz příslušná kapitola této zprávy). Z výběrového řízení na Network Management Software vyšel vítězně program americké firmy Performance Systems International "PSI SNMP version 4.1", a to díky svým dobrým vlastnostem a relativně nízké ceně. Současně se díky vhodnému rozdělení finančních prostředků CESNETu podařilo obstarat licenci pro tento program v celkovém počtu devíti kusů (tedy pro každý uzel páteřní sítě jednou), což by mělo vést k podstatně zvýšené spolehlivosti CESNETu na mimopražských uzlech.

Program PSI SNMP verze 4.1 podporuje protokol SNMP (RFC 1157) - Management Information Base versi 2. Dodává se ve zdrojové versi slučitelné s většinou běžných Unixových systémů; umožňuje průběžné sledování sítě, významných událostí v síti, generování statistických zpráv podle požadavků uživatelů atd. Jednorázová licence platí pro každý z devíti hlavních uzelů (či spíše "campusů") CESNETu; existuje možnost koupit novější verzi za sníženou cenu.

Pro potřeby CESNETu bylo dodáno celkem 9 sad dokumentace a 3 magnetopáskové kasety SUN 1/4" (dodavatel nebyl schopen v krátké době zajistit plný počet kaset a čekání na další kasety by pravděpodobně způsobilo zdržení dodávky do roku 1993, takže by odběratel musel platit i daň z přidané hodnoty). Program PSI SNMP bude instalován na stanicích SUN ještě před jejich distribucí uživatelům; v případě potřeby jim bude zaslán i prostřednictvím sítě CESNET nebo obyčejnou poštou.

Dokumentace programu PSI SNMP již byla rozdělena na všech 9 uzlů páteřní sítě CESNETU.

4.1.5. Terminálové servery

Součástí původní specifikace zařízení pro síť CESNET byl i terminálový server pro pražský uzel sítě, který by umožnil přístup celé řadě uživatelů, jejichž pracoviště nebudou v dohledné době k síti připojena, popř. který by jim umožnil i práci z domova, která je ve vyspělých zemích běžná.

Původně měl být zakoupen jen jediný terminálový server pro celou Českou republiku; vhodným rozdělením finančních prostředků se však podařilo zajistit terminálové servery (a příslušné modemy) pro všechny hlavní uzly sítě CESNET, což by mělo podstatně usnadnit a zlevnit přístup do CESNETu pro uživatele z celé České republiky.

Terminálové servery CISCO mají tyto základní parametry:

Procesor: Motorola 68331 (16 MHz), 2 MB RAM

Počet seriových portů (RS-232, RS-423): 8 (model 508-CS)
16 (model 516-CS)

- Funkce:
- terminálový server (pevné i komutované spoje)
 - dial-up IP router
 - podpora protokolů Telnet, rlogin, TN3270, LAT, XRemote, X.25, SLIP, CSLIP

Pozn.: Terminálové servery dosud nebyly dodány; v USA stále ještě probíhá licenční řízení.

4.1.6. Záložní napájecí zdroje

Pro zajištění spolehlivého provozu nejdůležitějších uzel počítačové sítě CESNET byly do výběrového řízení projektu zahrnuty i záložní napájecí zdroje (Uninterruptible Power Supplies - UPS). Výběrová komise zvolila jako nejlepší zdroje UPS MICRO-FERRUPS firmy BEST, které mají následující parametry:

QME 850 VA: nom. zátěž 850 VA, účinnost 85%
doba zálohování 11 minut (plná zátěž)
28 minut (poloviční zátěž)

QME 1.15 kVA: nom. zátěž 1150 VA, účinnost 88%
doba zálohování 12 minut (plná zátěž)
29 minut (poloviční zátěž)

QME 1.4 kVA: nom. zátěž 1400 VA, účinnost 88%
doba zálohování 14 minut (plná zátěž)
37 minut (poloviční zátěž)

QME 2.1 kVA: nom. zátěž 2100 VA, účinnost 90%
doba zálohování 9 minut (plná zátěž)
25 minut (poloviční zátěž)

Ke každému záložnímu zdroji BEST byl zakoupen program CHECKUPS, který průběžně monitoruje stav elektrické sítě i záložního zdroje a v případě potřeby sám zavře operační systém UNIX a vypne zdroj.

5. ORGANIZAČNÍ ASPEKTY

5.1 Sítová organizace

Součástí řešení projektu byly také práce související s přípravou založení sítové organizace, která umožní dalším vysokým školám i jiným akademickým institucím výrazněji se podílet na koncepci rozvoje, řízení, provozu a využívání počítačových sítí v České republice. Sítová organizace bude také oprávněným partnerem RARE (Réseaux Associés pour la Recherche Europeénne) a zastupovat Českou republiku i v dalších mezinárodních sítových organizacích. Z prostředků projektu bylo také hrazeno vypracování materiálů "Statut Českého fondu akademických sítí" a "Zakládací listina CESNET s.s r.o.". Citované materiály byly projednány na schůzce koordinačního výboru CESNET dne 9.2.1993 s ředitelem VC ČVUT Doc. Oherou, který označil financování sítové organizace podle navrženého modelu za neprůchodné a navrhl založit sítovou organizaci ve formě občanského sdružení (analogicky s modelem SANET). Doporučuje zabývat se otázkou dalšího postupu při zakládání sítové organizace v rámci závěrečného řízení.

5.2 Pravidla užívání sítě CESNET

Koordinační rada projektu CESNET také řešila otázku oprávněnosti přístupu a další aspekty související s užíváním akademických počítačových sítí. Na základě zásad, které byly vypracovány pracovníky VŠCHT pro potřeby jejich školy, byl vypracován návrh "Pravidel užívání sítě CESNET" (Příloha N). Pracovníci ČVUT navrhli stručnější verzi (Příloha M). Tato pravidla budou po připomínkovém řízení a odsouhlasení koordinační radou závazná pro jednotlivé vysoké školy i jiné připojené instituce.

5.3 Pracovní skupiny CESNET

Vzhledem k narůstajícímu objemu práce, kterou bylo třeba vykonat, aby mohl CESNET začít poskytovat základní sítové služby, bylo rozhodnuto ustavit pracovní skupiny. Obecným úkolem každé skupiny je rozpracovávat další plán postupu při budování příslušné služby, ujasnit její nároky na zdroje a event. způsoby jejich zabezpečení, zvolit reálná a vhodná technická a organizační řešení a vypracovat pravidla fungování příslušné služby. Byly zřízeny následující pracovní skupiny :

Skupina pro řízení a provoz sítě (NOC)

Skupina pro sítovou informační službu (NIC)

Skupina pro elektronickou poštu (MAIL)

Skupina pro NEWS a archivní služby

Skupina pro ochranu a bezpečnost sítě (CERT)

Skupiny začaly pracovat v roce 1992, ale pro dosažení výraznějších výsledků je zapotřebí materiálního a mzdového zabezpečení. Pro zajištění materiálového a mzdového zabezpečení pracovních skupin a alespoň nezbytného minimálního rozvoje sítě CESNET koordinační rada projektu CESNET navrhla podat přihlášky rozvojových projektů, které pokryvají nejdůležitější oblasti provozu a rozvoje sítě CESNET. Jedná se o následující přihlášky projektu (v závorce je uvedena škola, která bude nositelem projektu):

Rozšíření topologie sítě CESNET (ČVUT)

Implementace národního prostředí v základních a vyšších službách CESNETu (ČVUT)

Založení a provoz NIC (VŠCHT)

Adresářové sluby CESNETu (VŠE)

Výchova správců a uživatelů sítě CESNET (ČVUT)

Komplexní zajištění služeb E-mail a distribuce News (ČVUT)

Vytvoření a rozvoj distribuovaného národního elektronického archivu dokumentace a programového vybavení (VŠE).

6. MEZINÁRODNÍ SPOLUPRÁCE

Základní koncepce FESNETu a později CESNETu byly presentovány na řadě mezinárodních konferencí s velmi pozitivním ohlasem. Koncepce CESNETu byla konsultována s předními světovými odborníky, kteří podpořili koncepci budování multiprotokolové sítě se základním protokolem IP.

Velmi úzká spolupráce při realizaci CESNETu byla s pracovníky university Jana Keplera v Linci a s Vídeňskou universitou. Rakouská vláda podporuje rozvoj akademických sítí v České republice i finančně (hradí rakouský podíl mezinárodního okruhu 64 kbit/s).

Další zemí, která intenzivně podporuje síťování u nás, je Francie. V rámci projektu Copernicus několik pracovníků absolvovalo stáž ve výzkumném ústavu INRIA, kde se podílelo na vývoji komunikačního programového vybavení. V projektu Copernicus je zahrnuta také instalace tří kusů přepojovačů X.25, které budou zaintegrovány do struktury sítě CESNET. Tyto přepojovače s několika síťovými kartami nám poskytne francouzská strana zdarma.

Praha se také stává místem setkání odborníků z oblasti počítačových sítí. V lednu tohoto roku se konalo na ČVUT v Praze zasedání RIPE, kterého se účastnilo téměř sto Internetových odborníků z celé Evropy i zámoří. Organizace i technické zabezpečení (včetně přenosu zvuku ze zasedání po síti) bylo velmi kladně hodnoceno.

Díky velmi progresivnímu vývoji akademických počítačových sítí v naší zemi bylo rozhodnuto, že první společná evropská a celosvětová konference o počítačových sítích INET/JENC 94 se bude konat v červnu 1994 v Praze. Očekává se 1000 - 1500 účastníků ze všech kontinentů.

7. SOUČASNÝ STAV REALIZACE SÍTĚ

Díky aktivnímu přístupu pracovníků většiny participujících škol se dařilo stanovený harmonogram pro realizaci projektu až na mírné odchylinky dodržovat. Některé dílčí úkoly se podařilo splnit před plánovaným termínem (mezinárodní datový okruh Praha - Linec 64 kbit/s byl zprovozněn v září 1992 - plán listopad 1992, experimentální provoz páteřní sítě Praha - Brno 64 kbit/s byl díky spolupráci s INRIA a aktivitě pracovníků MU Brno zahájen v listopadu - plán prosinec 1992).

V souvislosti s rozpadem ČSFR došlo ke zpoždění při udělování amerických exportních licencí, které měly za následek opožděnou dodávku routerů a terminal serverů. Skluz dodávky do roku 1993 měl také velmi negativní dopad na ekonomiku projektu (nutnost úhrady daně z přidané hodnoty).

Po dodávce, nastavení a instalaci routerů se velmi rychle realizovalo připojení jednotlivých měst:

- 20.2. 1993 Liberec
- 11.2. 1993 České Budějovice
- 15.2. 1993 Olomouc
- 19.2. 1993 Pardubice

Realizace napojení Plzně je plánováno na 24.2. 1993. Pokud se podaří zprovoznit datový okruh Brno - Ostarva a instalovat router v Hradci Králové, budou do konce února připojeny na CESNET všechny školy zapojené do projektu.

DNS je provozován na VŠCHT od začátku roku 1992 a jeho převod na pracovní stanici SUN nakoupenou z prostředků projektu je plánováno v březnu 1993.

8. ZÁVĚR

Vybudování základů technické infrastruktury je pouze prvním krokem k zabezpečení rozvoje nejperspektivnějších informačních technologií na našich vysokých školách. V dalších etapách rozvoje sítě je třeba vybudovat kvalitní informační služby tak, aby se síť stala přirozeným nástrojem práce akademických a vědeckých pracovišť České republiky.

Síť dosud využíval relativně malý počet uživatelů. Jednak chyběla technická infrastruktura, ale dalším důvodem byla nedostatečná informovanost o možnosti využívat síť. Proto je v nejbližším období třeba seznámit co nejširší počet pracovníků a studentů vysokých škol s informatickými službami poskytovanými prostřednictvím počítačových sítí a naučit je tyto služby využívat. V rozvinutých zemích využívají počítačové sítě nejenom uživatelé z oblasti počítačových věd a příbuzných technických oborů, ale také lékaři, filosofové, právnici, jazykovědci, hudebnici, atd., zkrátka nejširší akademická komunita.

Pro zajištění informovanosti o aktivitách, které probíhají v naší republice v oblasti akademických počítačových sítí, navrhoji uspořádat v průběhu dubna slavnostní zahájení provozu sítě CESNET, na které by byli také pozváni představitelé MŠMT ČR, přední zahraniční odborníci a zástupci sdělovacích prostředků.

Závěrem bych chtěl poděkovat všem, kteří se na realizaci projektu podíleli - všem členům koordinační rady CESNET a PAS za jejich iniciativní a vysoce profesionální přistup k řešení problémů. Dále všem kolegům z řešitelského týmu Výpočetního centra ČVUT za obětavou a časově velmi náročnou práci. V neposlední řadě děkuji vedení ČVUT a Výpočetního centra ČVUT za podporu po celou dobu realizace projektu.