

Pavel Bartoň

## Testování ATM prvků v telekomunikační síti Českých drah

klíčová slova: *technologie ATM, datová síť Českých drah, místní počítačová síť (LAN), rozlehlá datová síť (WAN), technologie SDH, pobočkové telefonní ústředny*

### *Účel provádění testů ATM prvků u Českých drah*

S rozvojem síťových aplikací dochází v současnosti i u Českých drah k prudkému nárůstu požadavků na propustnost datových sítí a jejich integraci se sítěmi hlasovými. Vzhledem k tomu, že u ČD již existuje privátní datová síť WAN postavená na standardech X.25, Frame Relay a TCP/IP a privátní telefonní síť hlavních a pobočkových ústředen, přistoupila ČD-DDC, Správa železničních telekomunikací Praha (dále SŽT) jakožto provozovatel těchto sítí k ověřování možnosti postupného přechodu na integrovanou telekomunikační síť založenou na technologii ATM. Cílem těchto testů bylo stanovit strategii pro nasazování ATM a integraci hlasových a datových služeb a stanovení kritérií pro výběr páteřních a přístupových prepínačů s ohledem na jejich technické parametry, cenové relace a v neposlední řadě na jejich kompatibilitu se stávajícími komponentami sítě WAN a přístupových sítí LAN.

### *Popis současného stavu telekomunikačních sítí u Českých drah*

Síť WAN, jak již bylo uvedeno, je postavena na protokolech Frame Relay a X.25 (prepínače řady AXS60xx a AXS3xxx od firmy Ascom) a TCP/IP (routery řady 75xx a 4700 od firmy Cisco). Páteřní spoje jsou z velké části provozovány na 3. vrstvě modelu OSI jako prepínaná síť Frame Relay a X.25. Tyto dvě sítě jsou spolu propojeny a vytvářejí takto heterogenní přenosové prostředí.

Do této sítě jsou připojeny samostatné počítače i lokální počítačové sítě (LAN).

**Samostatné počítače** jsou připojeny protokoly X.3 (na PAD X.3/X.28) a PPP (na asynchronní porty routerů Cisco 25xx). Ve výjimečných případech jsou některé specializované počítače připojeny protokolem X.25.

---

**Ing. Pavel Bartoň**, nar. 1964. Absolvent VŠSE Plzeň, obor technická kybernetika. Působil ve Výzkumném ústavu železničním, od r. 1995 v ČD-DDC, Správě železničních telekomunikací v oboru rozvoje datových sítí.

**Sítě LAN** jsou u ČD vybudované především na základě kombinace klasického sdíleného a přepínaného Ethernetu, v lokalitách s většími požadavky na propustnost sítě LAN je použita kombinace technologií klasického Ethernetu a 100VG AnyLAN. Ve větších budovách s více organizačními jednotkami je v páteřních trasách sítí LAN použita technologie Fast Ethernet s protokolem ISL (Inter Switch Link protokol) pro možnost tvorby virtuálních sítí LAN (VLAN). Tyto sítě LAN jsou připojovány na Ethernet či Fast Ethernet porty routerů Cisco.

**Telefonní síť** se skládá většinou z analogových hlavních a pobočkových ústředen. V současné době ale i zde dochází k digitalizaci. Postupně jsou nasazovány digitální pobočkové ústředny HiCom 300 od firmy Siemens, TTC-2000 od firmy Tesla Telekomunikace s.r.o., ústředny od firmy Philips a v malém počtu i jiné.

Telefonní a datová síť nejsou spolu propojeny (vyjma provozu některých komutovaných spojů), obě sítě však využívají shodnou telekomunikační infrastrukturu.

Správa IP sítě WAN a některých sítí LAN se odehrává pomocí HP OpenView na platformě HP UX a WIN NT.

### ***Výběr zúčastněných firem, zadání testovacích kritérií.***

Během června a července 1997 byly provedeny úvodní pohovory se zúčastněnými firmami a byla stanovena kritéria testů. Testy byly otevřenou záležitostí pro všechny výrobce ATM prvků, konkrétnější jednání byla vedena s firmami Cisco Systems (zastoupení v ČR Cisco Systems, s.r.o.), Fore Systems (zastoupení v ČR Core Computer s.r.o.), Xylan (zastoupení v ČR Unient Communications, a.s.) a 3Com (zastoupení v ČR 3Com Praha, s.r.o.). Jednání s firmou 3Com nedospěla ke konkrétním výsledkům, firma Xylan sdělila, že náklady na materiální zajištění testů (doprava, clo, zákaznický servis) by byly příliš vysoké, a proto nabídla testovací kapacity v pobočce v Holandsku.

Pro testování byla z důvodu existence potřebných prvků telekomunikačních sítí vybrána lokalita Plzeň.

Pro vytvoření konektivity na stávající routery a LAN přepínače Cisco a na pobočkové ústředny Hicom firmy Siemens a TTC-2000, které jsou v této části sítě ČD již nasazeny, byly zapůjčeny od firem Alef Nula, a.s. a Siemens komunikační systémy s.r.o. potřebné moduly a aktivní prvky. Firma VÚMS Datacom zapůjčila optické přenosové prostředky RAD AMC-101.

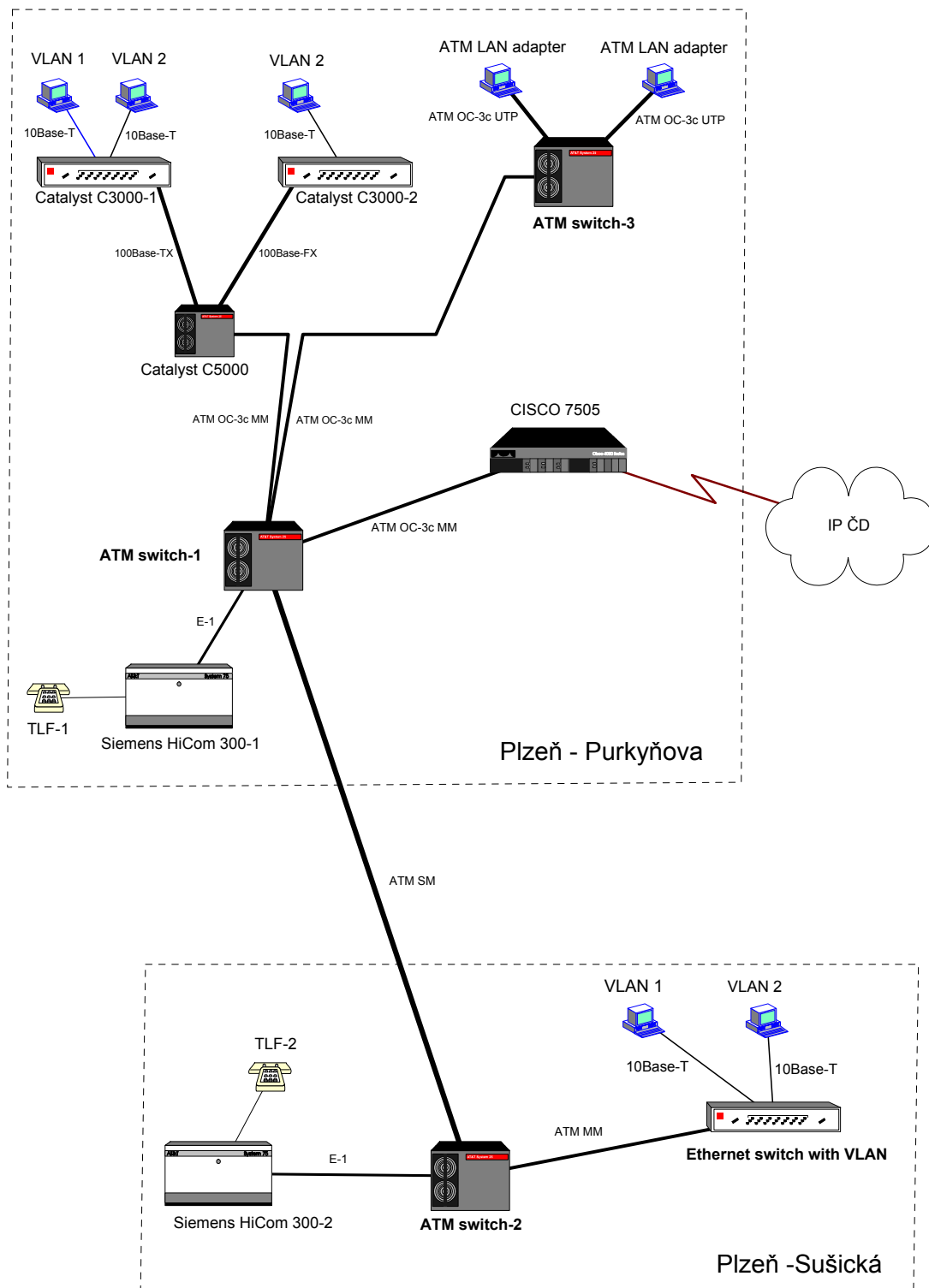
Testování bylo zahájeno 15.9.1997 a bylo rozloženo do několika etap s využitím již provozovaných prvků v lokalitách Plzeň - zesilovací stanice, Plzeň - hlavní nádraží, žst. Nepomuk, Strakonice - zesilovací stanice.

Pro testy byla podle potřeby uvolňována 4 vlákna na optickém kabelu na trase Plzeň - zesilovací stanice - Strakonice.

Vzhledem k potřebné minimalizaci HW rekonfigurací byly stanoveny následující etapy:

**1. etapa** - testy pouze v lokalitě Plzeň. Síť byla zapojena podle obrázku 1 a byly provedeny následující testy:

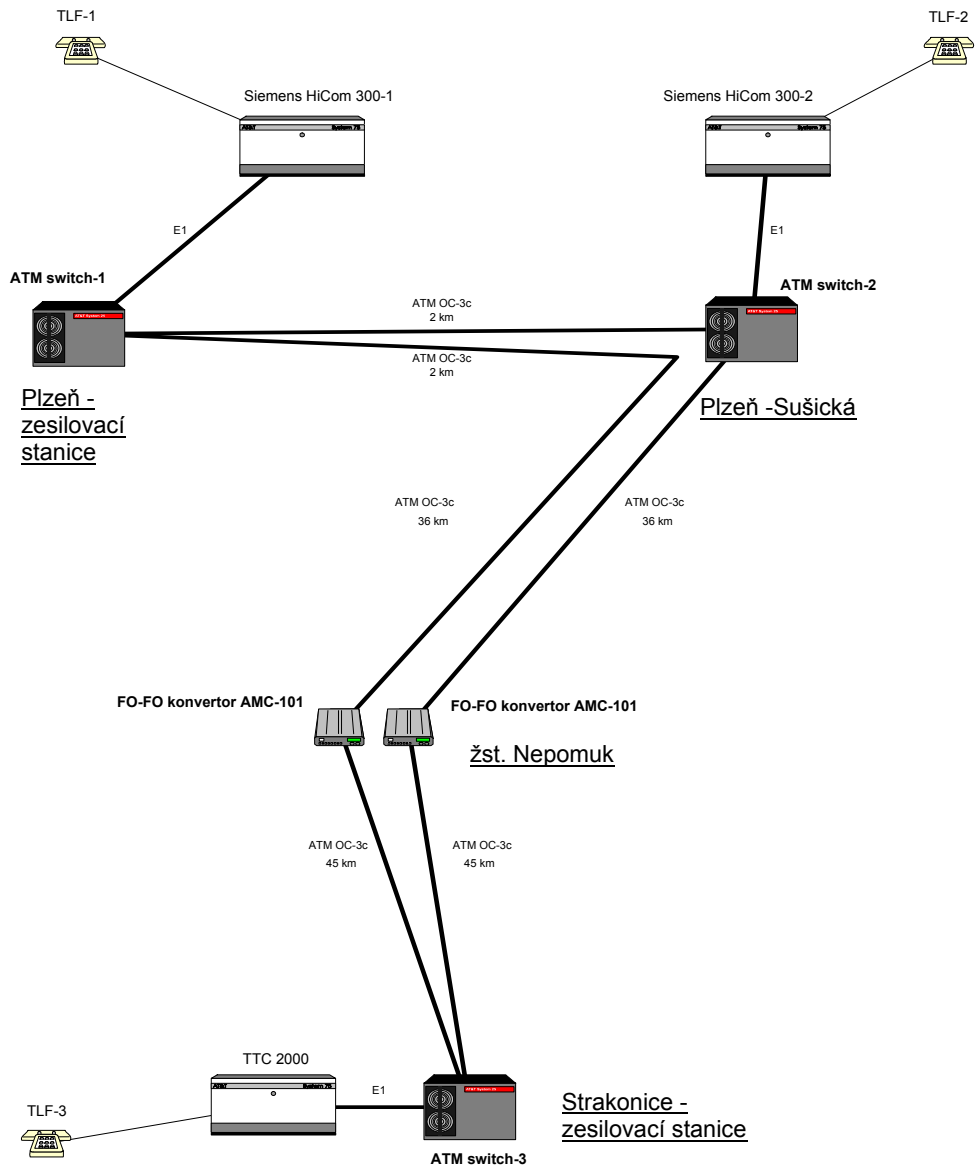
- testy kompatibility ATM přepínačů (switch) se stávajícími zařízeními ( routery Cisco, TLF ústřednami Siemens a přepínači Cisco)
- testy VLAN přes ATM síť
- testy telefonní komunikace přes ATM síť ( pro tyto testy bylo generováno zatížení ATM sítě pomocí datové komunikace mezi ATM LAN adaptéry po pevně zbudované cestě: ATM LAN adapter-1, ATM switch-3, ATM switch-1, ATM switch-2-port1, patch cord, ATM switch-2-port2, ATM switch-1, ATM switch-3, ATM LAN adapter-2
- ověření rozsahu podpory jednotlivých prvků pro RMON pod OpenView for Windows NT.



obrázek č.1. Zapojení pro 1. etapu testů

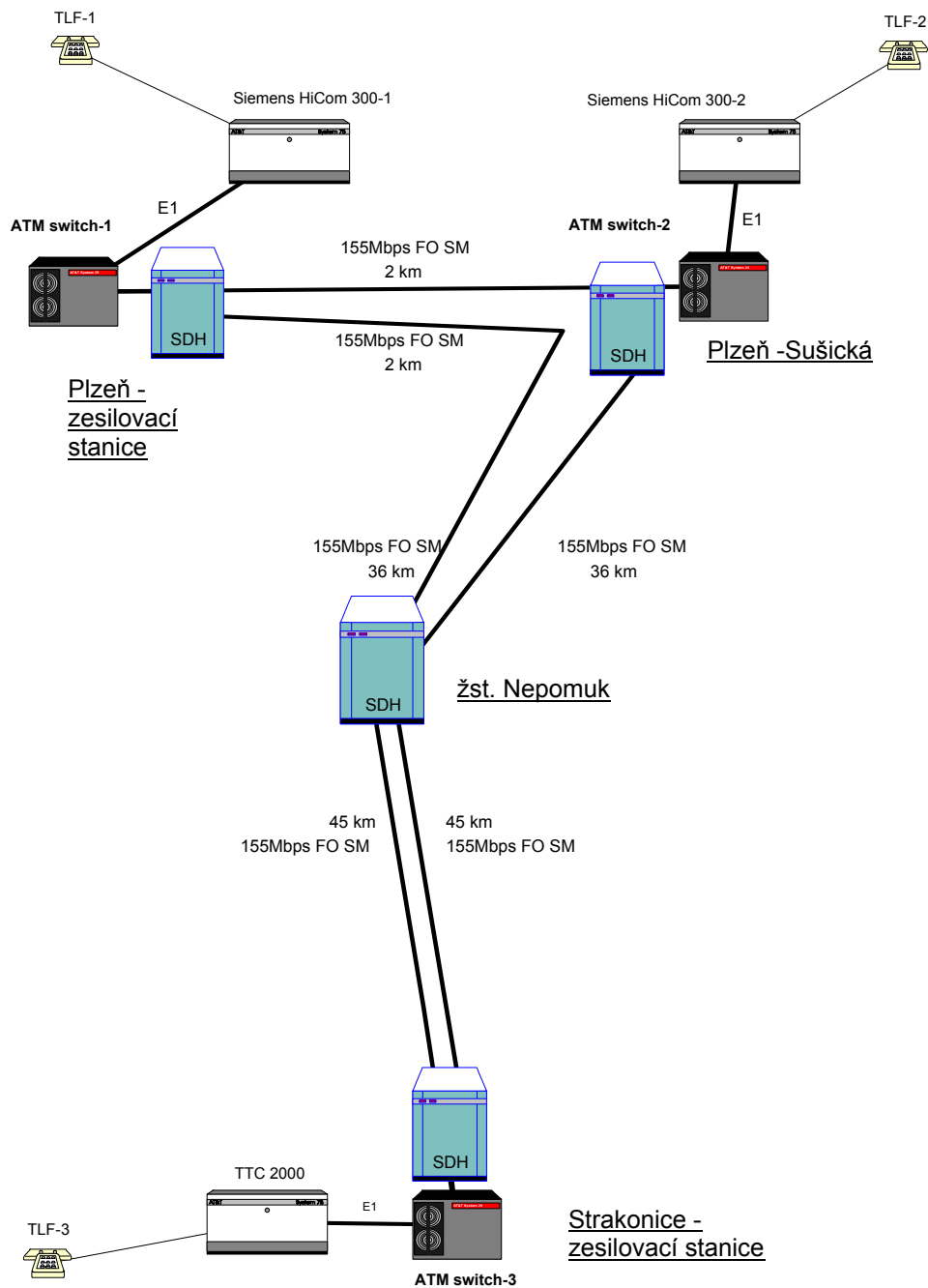
2. etapa - testy rozšířeny o lokalitu Strakonice podle obrázku 2 a byly provedeny testy:

- testy kompatibility s tlf ústřednou TTC-2000
- test přeměrování komunikace při přerušení linky



obrázek č.2 Zapojení pro 2. etapu testů

**3. etapa** - testy SDH podle obrázku 3 tak, že ATM přepínače nebyly propojeny přímo, ale přes SDH prvky.



ob

obrázek č.3 Zapojení pro 3. etapu testů

### **Specifikace optické trasy:**

<b>Trasa</b>	<b>délka</b>	<b>naměřený útlum</b>
Plzeň ZS – Nepomuk:	37,4 km	14,7 dB
Nepomuk – Horažďovice:	25,1 km	9,3 dB
Horažďovice – Strakonice:	18,1 km	7,0 dB

2. etapa předpokládala nasazení ATM přepínačů pouze v Plzni a ve Strakonících. Jelikož útlum celkové trasy činil 31 dB, nebylo možné tuto vzdálenost překlenout bez nějaké formy retranslace. Pro toto byly vybrány modulární opakovače AMC-101 od firmy RAD. Vzhledem k nízkým útlumům na trase Nepomuk – Horažďovice – Strakonice byly opakovače umístěny pouze v Nepomuku.

### **Popis testovaných prvků**

#### **ATM switch Lightstream 1010, výrobce Cisco**

##### *Architektura přepínače:*

Neblokující přepínací sběrnice se sdílenou pamětí a celkovou propustností 5 Gbps. Sdílené ATM buffery (vyrovnávací paměti) o velikosti 65536 ATM buněk (53 Bytů). Pětislotové šasi s nosičem ventilátorů a redundantními zdroji sdílejícími zátěž. Podpora autentifikace přístupů systémem TACACS+.

#### **ATM switch Fore Runner ASX-1000, výrobce Fore Systems Inc.**

##### *Architektura přepínače:*

Neblokující přepínač s vnitřní sběrnicí na bázi časového dělení (TDM) s přenosovou rychlostí až 10 Gbps. Vzhledem k neblokující architektuře jsou buffery umístěny až na výstupních portech. Architektura je označována jako "Distributed Shared Memory". Šasi šetnáctislotové s nosičem ventilátorů a redundantními zdroji sdílejícími zátěž. Podpora autentifikace přístupů systémem TACACS+.

#### **ATM switch Fore Runner ASX-200BX, výrobce Fore Systems Inc.**

##### *Architektura přepínače:*

Funkčně shodný přepínač jako **Fore Runner ASX-1000** s nižším výkonem. Vnitřní sběrnice na bázi TDM s přenosovou rychlostí 2,5 Gbps. Šasi čtyřslotové s nosičem ventilátorů a redundantními zdroji sdílejícími zátěž. Podpora autentifikace přístupů systémem TACACS+.

#### **Workgroup switch Catalyst 5000, výrobce Cisco**

##### *Architektura přepínače:*

Mediově nezávislá architektura, integrované přepínání rámců a buněk s podporou všech LAN a ATM přepínaných technologií prostřednictvím široké škály Ethernet, Fast Ethernet, FDDI, Token Ring a ATM switch modulů, plná podpora síťového operačního systému Cisco IOS (směrování). Přepínací sběrnice s třemi úrovněmi priority, bridgovací tabulka pro 16.000 MAC adres. Architektura Netflow switching kombinuje jednoduchost a rychlost přepínání na 2. vrstvě OSI modelu s inteligencí a rozšiřovatelností směrování na 3. vrstvě. Neblokující sběrnice o propustnosti 1.2 Gbps (respektive 3.6 Gbps u Catalystu 5500 a výhledově u Catalystu 5000). Obsahuje funkce LES (LAN Emulation Server), LECS (LAN Emulation Configuration Server) a BUS (Broadcast and Unknown Server) pro podporu tvorby emulovaných LAN. Podpora autentifikace přístupů systémem TACACS+.

### **Workgroup switch ES-3810, výrobce Fore Systems Inc.**

#### *Architektura přepínače:*

Distribuovaná store-and-forward architektura. Propustnost 1.08 Gbps. Latence (doba průchodu packetu switchem) 50  $\mu$ s ATM-Ethernet, 61 $\mu$ s Ethernet-Ethernet. Bez funkcí LES,BUS,LECS.

### **Workgroup switch PH-8000, výrobce Fore Systems Inc.**

#### *Architektura přepínače:*

Distributed shared memory switching (store and forward). Podpora routingu IP, IPX, AppleTalk; protokoly RIP, OSPF. Propustnost až 3,2 Gbps. Latence <100  $\mu$ s ATM-Ethernet. Funkce LES a BUS.

## ***Výsledky testů ATM přepínačů***

### **1. etapa**

- testy kompatibility přepínačů ATM se stávajícími prvky  
Kompatibilita na úrovni standardů prokázána u všech testovaných zařízení
- testy přístupových workgroup switchů na VLAN přes ATM síť  
Plná funkčnost prokázána u všech testovaných zařízení. Maximální počet VLAN:

Cisco	Catalyst5000	1000
	Fore ES-3810	16
	Fore PH-8000	32
- testy telefonní komunikace přes ATM síť  
Kompatibilita na úrovni standardů pro ISDN pobočkové ústředny u Hicom-300 prokázána.
- Ověření rozsahu podpory jednotlivých prvků pro RMON a HP Open View  
Managovatelnost je u prvků Fore i Cisco řešena firemním softwarem, který je spustitelný jako samostatná aplikace pod operačním systémem HP-UX nebo WIN NT nebo jako aplikace zaintegrovatelná do HP OpenView. V případě FORE není k dispozici modul do HP OpenView pro WIN-NT.  
Pro přepínače ATM doposud nebyl stanoven standard pro dálkový dohled, a proto se testy omezily pouze na přístupové workgroup switche, které podporují pouze vybrané SNMP MIB II / RMON skupiny.

### **2. etapa**

- testy kompatibility s telefonní ústřednou TTC-2000  
TTC-2000 v době testů nepodporovala Q-signalizaci. Podpora byla pouze pro K-signalizaci pro starší typy ústředen.
- testy přesměrování komunikace při ztrátě linky  
Funkčnost prokázána u všech testovaných zařízení.

Z důvodu nedostupnosti generátoru ATM buněk a ATM analyzátoru nebylo možné provést testy prvků při plném zatížení. Tyto testy provedly "Evropské síťové laboratoře" v Paříži ve



spolupráci s časopisem Data Communication, kde byly publikovány v červenci 1997 v labtestu "Mix-and-Match ATM" a jsou dostupné na adrese:  
[http://www.data.com/Lab\\_Tests/mix.html](http://www.data.com/Lab_Tests/mix.html).

Obecně lze říci, že obě firmy, které se zúčastnily testů splňují standardy stanovené ATM fórem, a navíc nabízejí svoje privátní doplňkové služby.

### 3. etapa

- testy SDH

Za účelem otestování systému SDH v reálných podmínkách provozu ČD bylo nasazeno zařízení ISM 2000 firmy LUCENT Technologies. Toto zařízení bylo instalováno v komunikačních uzlech ČD Plzeň-Škroupova, Plzeň-Sušická, Nepomuk a Strakonice.

Konfigurace zařízení byla navržena s linkovými výstupy 622 Mbps s optickým rozhraním. Desky TGU, PPC a PSF byly zdvojeny. Strana příspěvkových toků byla vystrojena deskami 2 Mbps s redundantní deskou a deskami 155/140 Mbps čisté kanály. Toky 2 Mbps byly provozovány s impedancí 120 Ohmů, toky 155 Mbps byly provozovány s elektrickým rozhraním s impedancí 75 Ohmů.

Kanály 155 Mbps byly využity pro provoz zařízení ATM v samostatných relacích Plzeň Škroupova-Plzeň Sušická a Plzeň Škroupova-Strakonice. ATM zařízení disponovalo optickým výstupem, proto byly použity opticko-elektrické konvertory AMC 101 firmy RAD. Před nasazením zařízení ATM byl ověřen bezchybný provoz transportní části sítě analyzátozem STM1 EST-2100. Reálný provoz datové komunikace přes zařízení SDH a ATM byl ověřen pracovníky SŽT a byl sledován bezchybným.

Za účelem vzájemného propojení telefonních ústředen byly zřízeny toky 2 Mbps v relaci Plzeň Škroupova-Plzeň Sušická a Plzeň Škroupova-Strakonice. K přímému nasazení provozu ústředen na připravené toky nedošlo, jejich bezchybná funkce byla ověřena analyzátozem rámce PFA 35.

Dne 21.11.1997 bylo provedeno seznámení s technickými parametry zařízení SDH ISM-2000 s následným praktickým předvedením kruhové ochrany provozovaných toků a ochrany HW zdvojením desek. Provoz byl simulován z analyzátozů STM1 EST-2100 a PFA35.

**Závěrem zkušebního provozu lze konstatovat, že zařízení ISM2000 lze v podmínkách ČD použít.**

### ***Zhodnocení výsledků testů***

Testy prokázaly použitelnost technologie ATM v prostředí telekomunikační sítě ČD a možnost jejího nasazení na některé kabelové trasy už i v současné době. V testovací lokalitě Plzeň bylo vybudováno prostředí pro provádění dalších testů. V návaznosti na testy ATM budou v průběhu roku probíhat testy ISDN prvků a dalších telekomunikačních prostředků.

S ohledem na správu ATM přepínačů a na firemní doplňkové služby považujeme za vhodnější nasazování ATM prvků do sítě ČD od jednoho Ověřitelce. V průběhu testování se však neprojevil žádný problém, který by zabraňoval koexistenci prvků firem Cisco a Fore systems v telekomunikační síti Českých drah.

Výsledky porovnávacích testů provedených SŽT budou k dispozici na adresách <http://www.szt.cdmail.cz> pro přístup z IP sítě ČD a <http://www.cdmail.cz>, kde bude část informací zrcadlena pro přístup z veřejného Internetu.

Závěrem České dráhy děkují všem zúčastněným firmám za bezúplatné zapůjčení potřebných komponent a za technickou podporu, bez nichž by nebylo možné tyto testy vůbec zrealizovat.

Plzeň, únor 1998

Lektoroval: Ing. Arnošt Dudek  
ČD-DDC, O-14