

Katedra softwarového inženýrství,
Matematicko-fyzikální fakulta,
Univerzita Karlova, Praha



Lekce 8: POTS, ISDN, xDSL

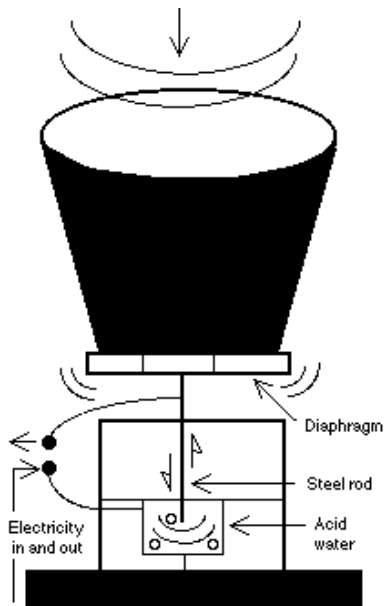
J. Peterka, 2011

POTS (Plain Old Telephone System)

- historie telefonní sítě:

- první telefonní hovor:

- 10. března, 1876, Boston, Massachusetts
 - A.G. Bell k Thomasi Watsonovi:
 - "Mr. Watson, come here, I want you!"



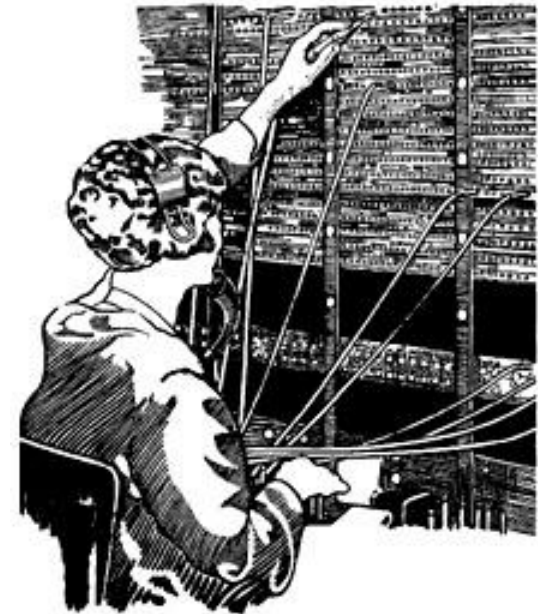
Alexander Graham Bell
1847 to 1922



- *Tento "telefon" má příliš mnoho nedostatků, než aby mohl být někdy použit jako prostředek mezilidské komunikace. Pro nás nemá absolutně žádnou cenu*
 - interní memo Western Union, 1876

POTS

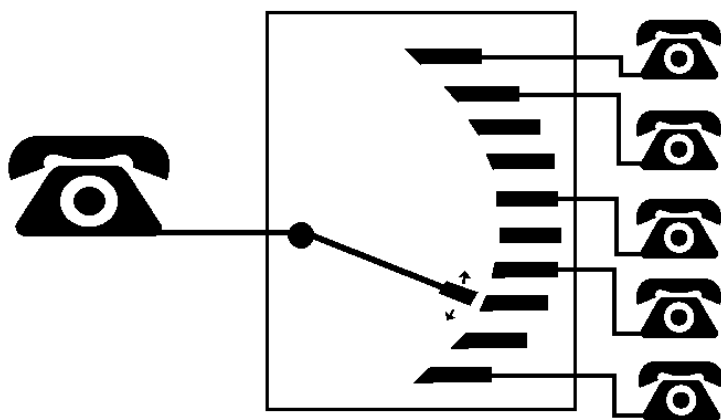
- 21. února 1878:
 - první telefonní seznam
 - jediný list papíru, 50 jmen
- 1878:
 - prezident Rutheford B. Hayes instaluje telefon v Bílém domě
 - první hovor k A.G. Bellovi
 - "... mluvte pomaleji ..."
 - zaveden dvoudílní "butterstamp" telefon
- 1878:
 - první telefonní ústředna
 - s ručním přepojováním hovoru operátorkou



Cord switchboard

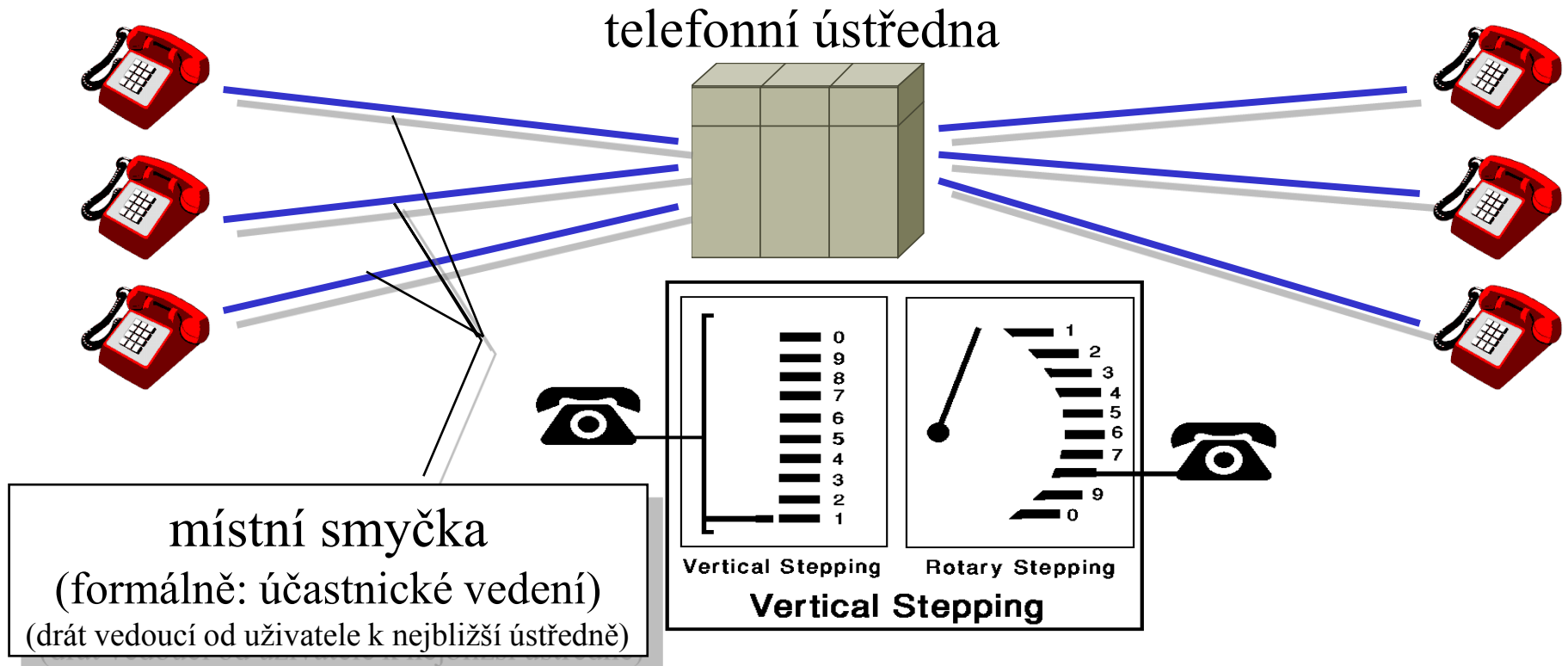
POTS

- 1891:
 - první automatická telefonní ústředna typu "Strowger"
 - autor: Almon B. Strowger z Kansas City, USA
 - pracovala "step-by-step" – krokový přepínač se postupně přepínal na jednotlivé kontakty a tím vznikalo spojení
 - záleželo na tom, jak dlouho se nechalo krokovat
- pulsní volba:
 - původní Strowgerovy ústředny vyžadovaly poměrně komplikované generování řídicího signálu pro posun krokového přepínače
 - později z toho vznikla pulsní volba:
 - volající telefon má rotační číselník a ten svým pohybem generuje impulsy
 - impulsy určují pohyb krokového přepínače
- elektromechanické ústředny
 - ústředny fungující na principu Strowgerova přepínání se používaly celé 20. století
 - jen poněkud zdokonalené



dnes se používá také (resp. spíše) tzv. tónová volba: každá číslice je vyjádřena tónem jiné výšky. Vytáčení každé číslice trvá stejně dlouho (a je kratší)

POTS – komutace

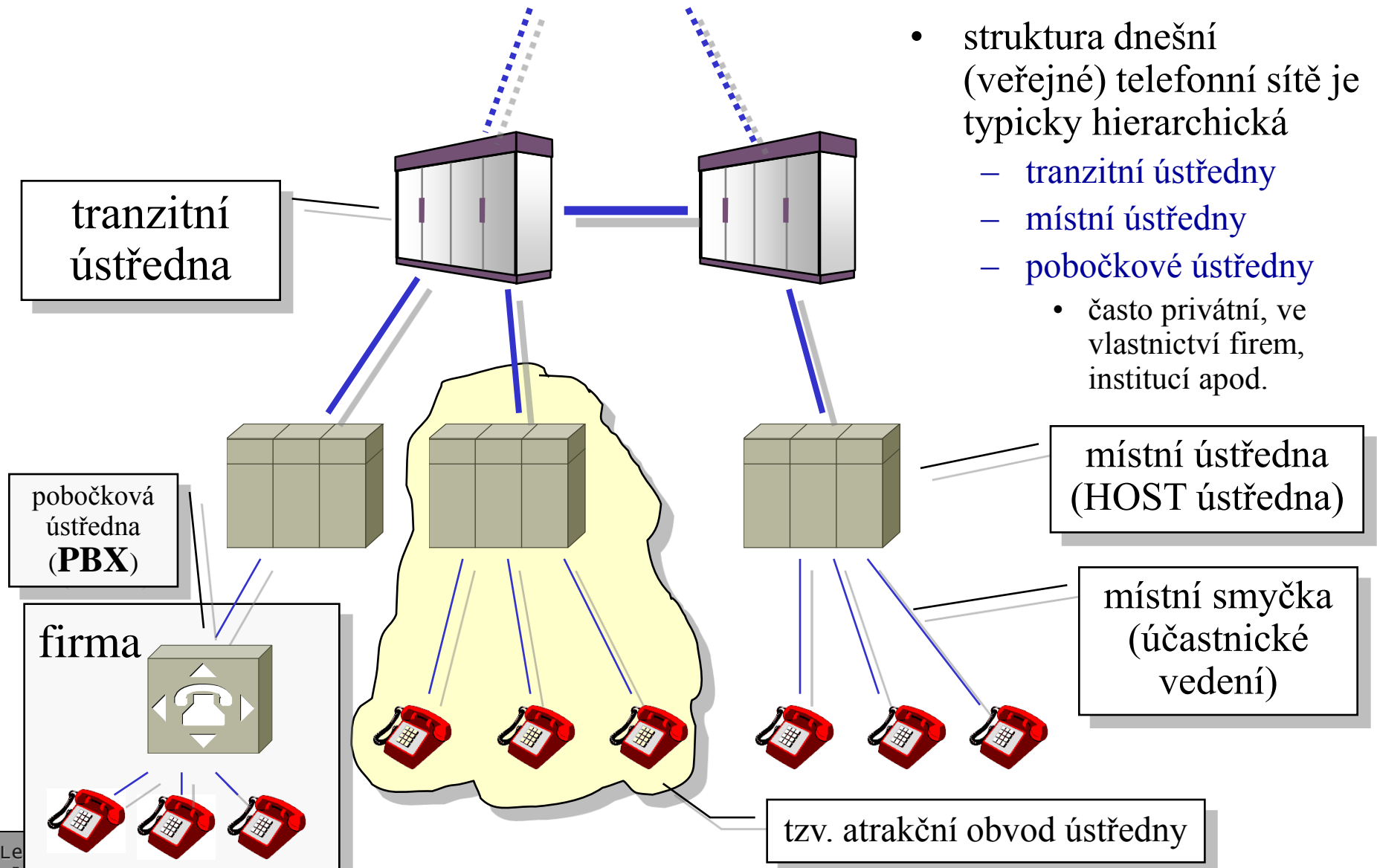


- přepojováním na ústředně docházelo ke galvanickému spojení místních smyček
 - k tzv. **komutaci** (přepojování)
 - a tím ke vzniku souvislé (vodivé) přenosové cesty mezi komunikujícími stranami
- = **přepojování okruhů (circuit switching)**

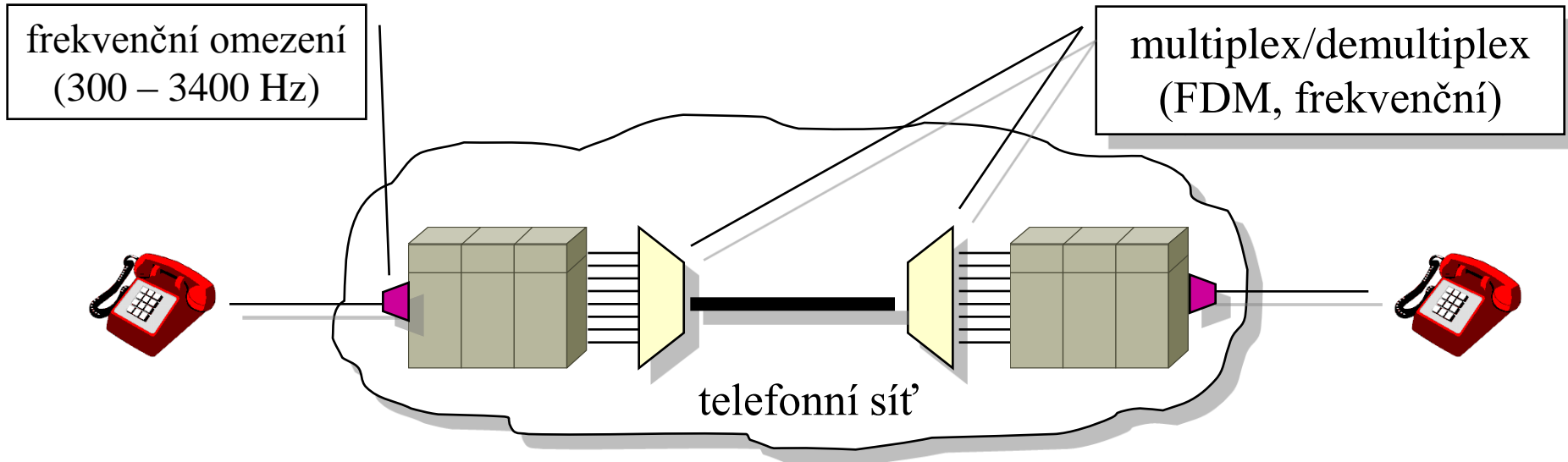
dnes se realizuje elektronicky, ne mechanicky

POTS

dnešní struktura sítě

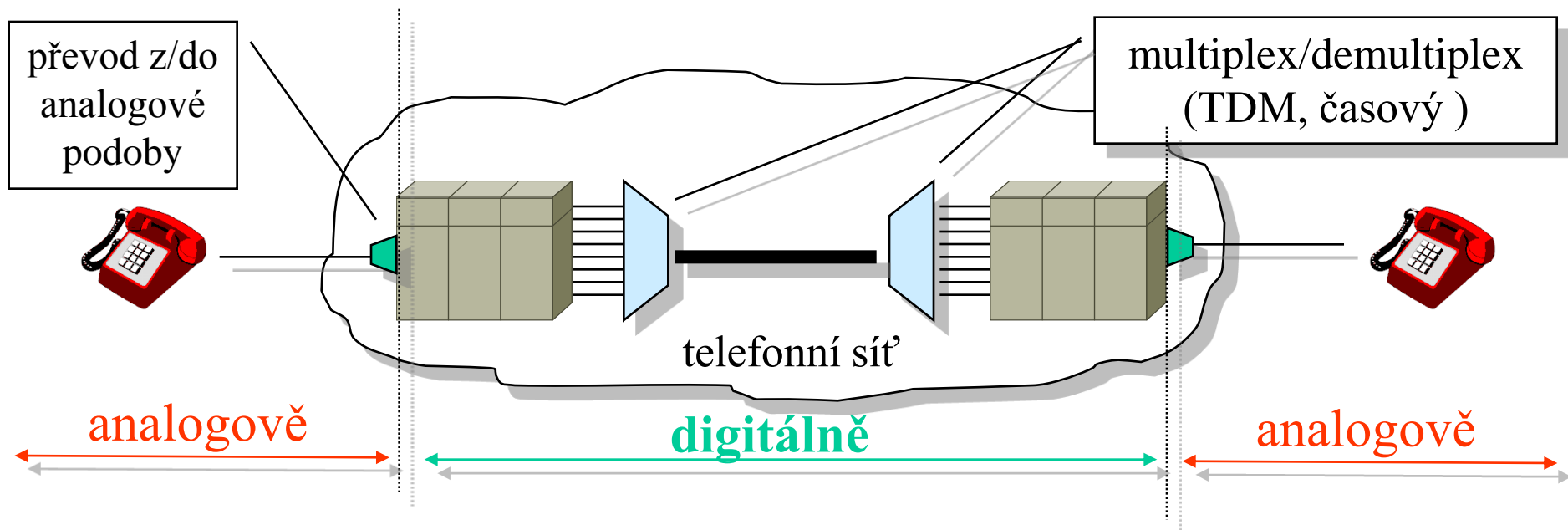


fungování (analogové) telefonní sítě



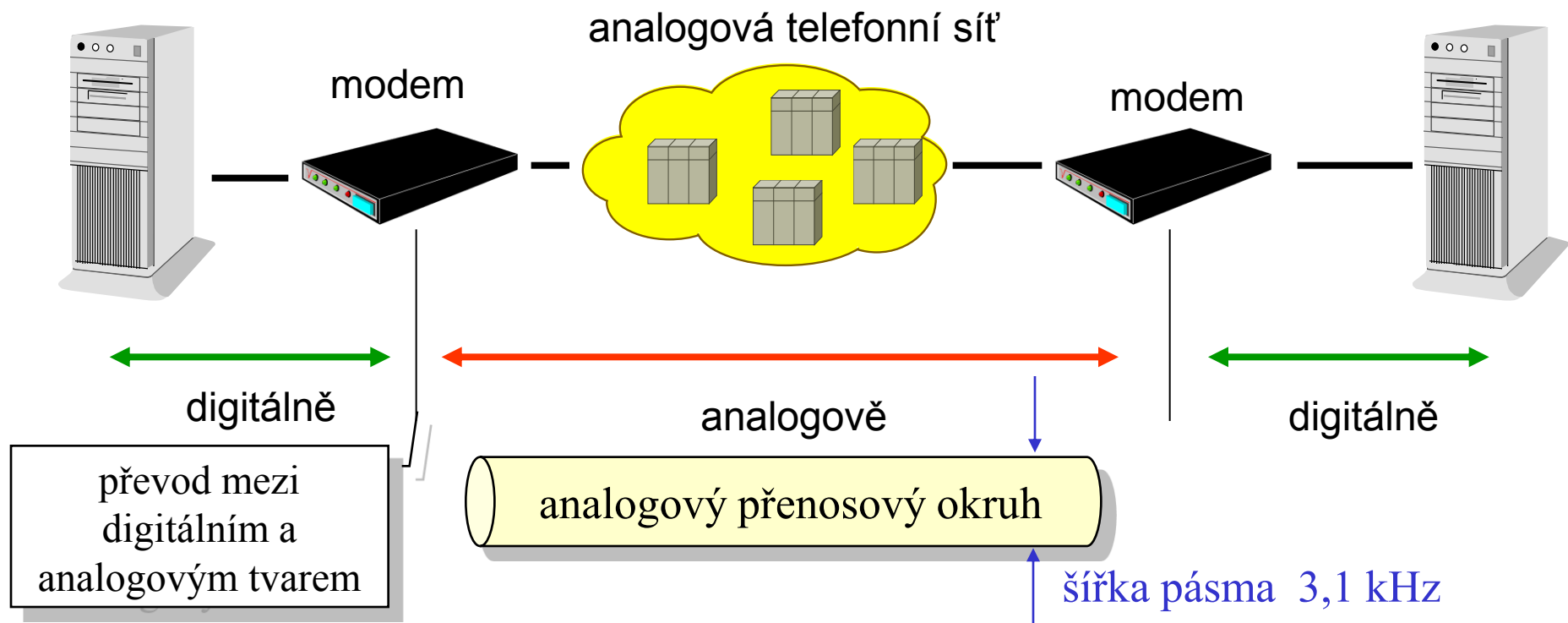
- ústředny jsou vzájemně propojeny přenosovými cestami, které přenáší více hovorů současně
 - analogová telefonní síť: jednotlivé hovory jsou "skládány" do jedné přenosové cesty pomocí techniky **frekvenčního multiplexu**
 - čím užší je frekvenční pásmo jednotlivého hovoru, tím více hovorů se vejde na existující vzájemné propojení ústředen
 - proto je snaha omezit frekvenční pásmo hovorů
 - toto omezení je realizováno na vstupu do ústředny
 - důsledky: je omezena i dosažitelná přenosová rychlost při přenosu dat po (komutované) telefonní síti

digitální telefonní síť



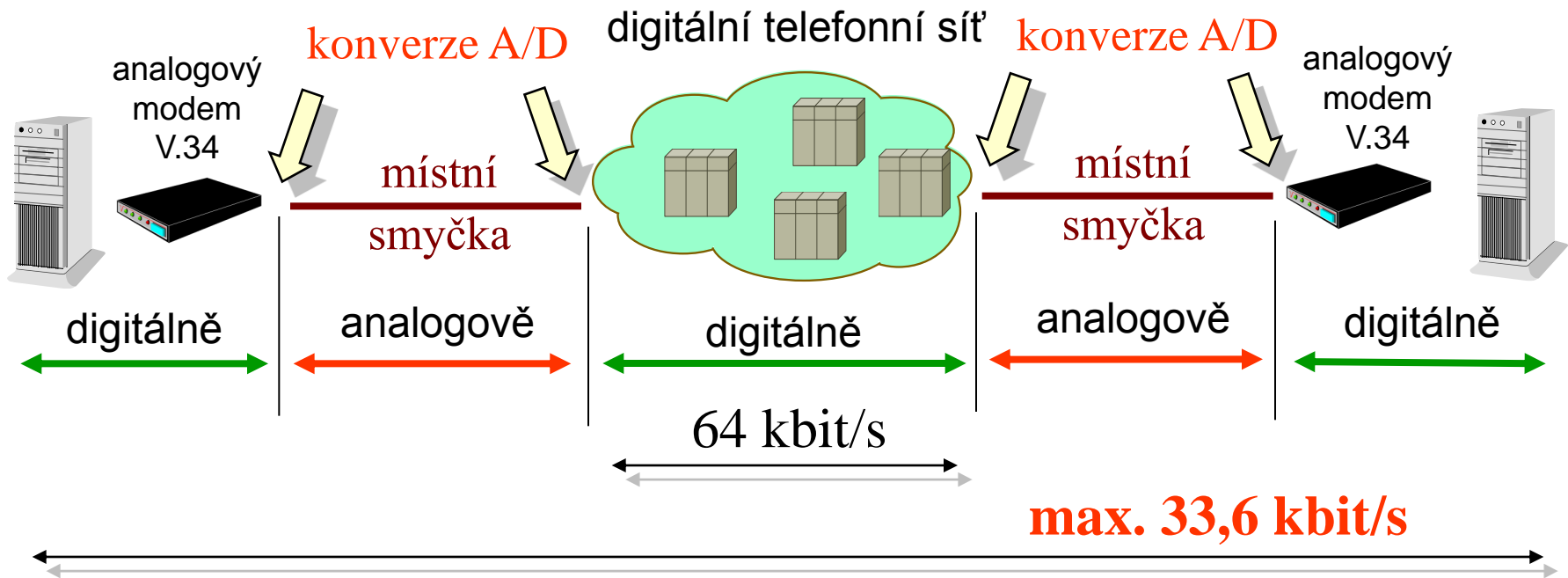
- telefonní ústředny fungují plně digitálně
 - uvnitř (přepojování je digitální)
 - mezi sebou (hovory v digitálním tvaru se "slučují" pomocí technik časového multiplexu, případně statistického multiplexu)
- místní smyčky fungují stále analogově
 - telefonní přístroje jsou (stále stejně) analogové
 - přenos se odehrává v analogovém tvaru
 - k převodu z/do digitálního tvaru dochází na vstupu do ústředny

přenos dat v analogové tel. síti



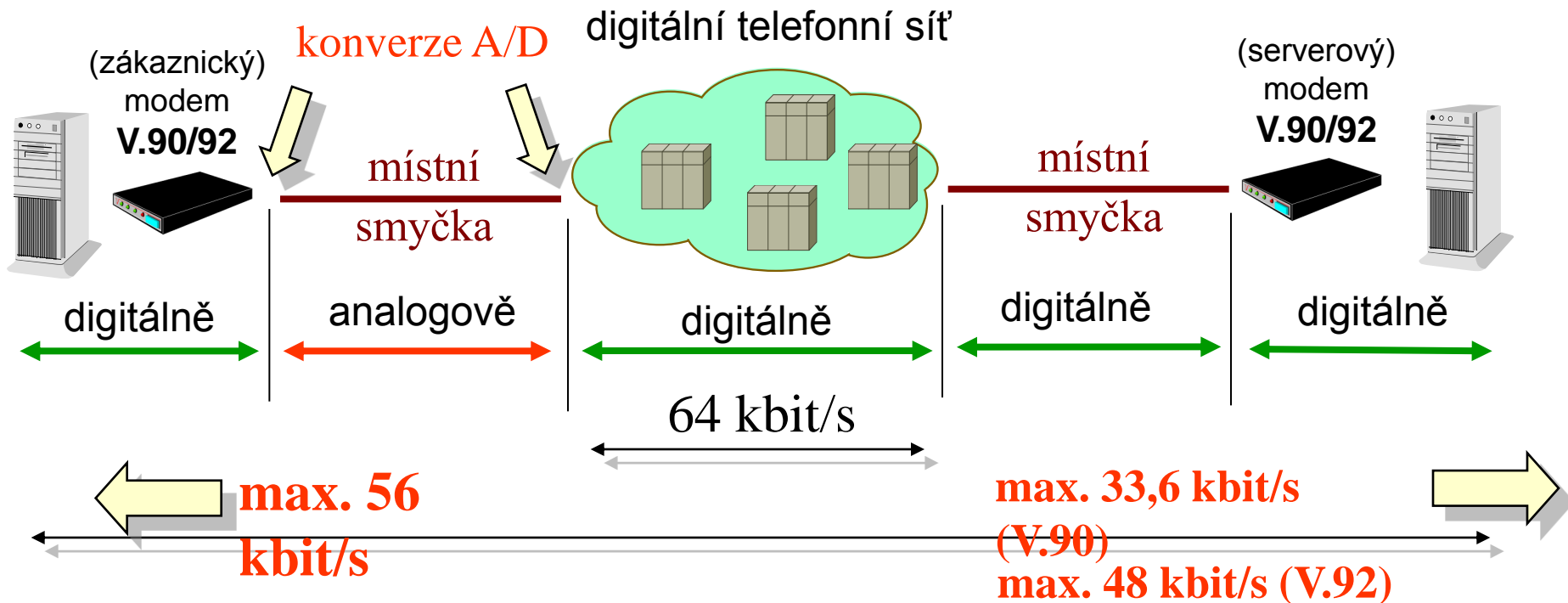
- telefonní síť se chová jako čistě analogový přenosový kanál
- konverze z/do digitální podoby je zajišťována mimo telefonní síť
 - modemy, které patří komunikujícím stranám
 - na nich také závisí max. dosahovaná rychlost (**do horní hranice 33,6 kbit/s !!!!!**)
 - telefonní síť nepozoruje rozdíl mezi hlasovým hovorem a přenosem dat
 - důsledek: vytáčené (dial-up) připojení k Internetu je hlasová služba, nikoli datová

(analogový) přenos dat v digitální tel. síti



- telefonní síť se interně chová jako čistě digitální přenosový kanál
 - ale "externě" stále jako analogový kanál
 - příslušnou konverzi zajišťuje sám, na vstupech do sítě (do ústředny)
 - pro datové přenosy je to velmi omezující (interně se využívá 64 kbit/s, externě max. 33,6 kbit/s)
 - kvůli časté konverzi

("digitální") přenos dat v digitální tel. síti



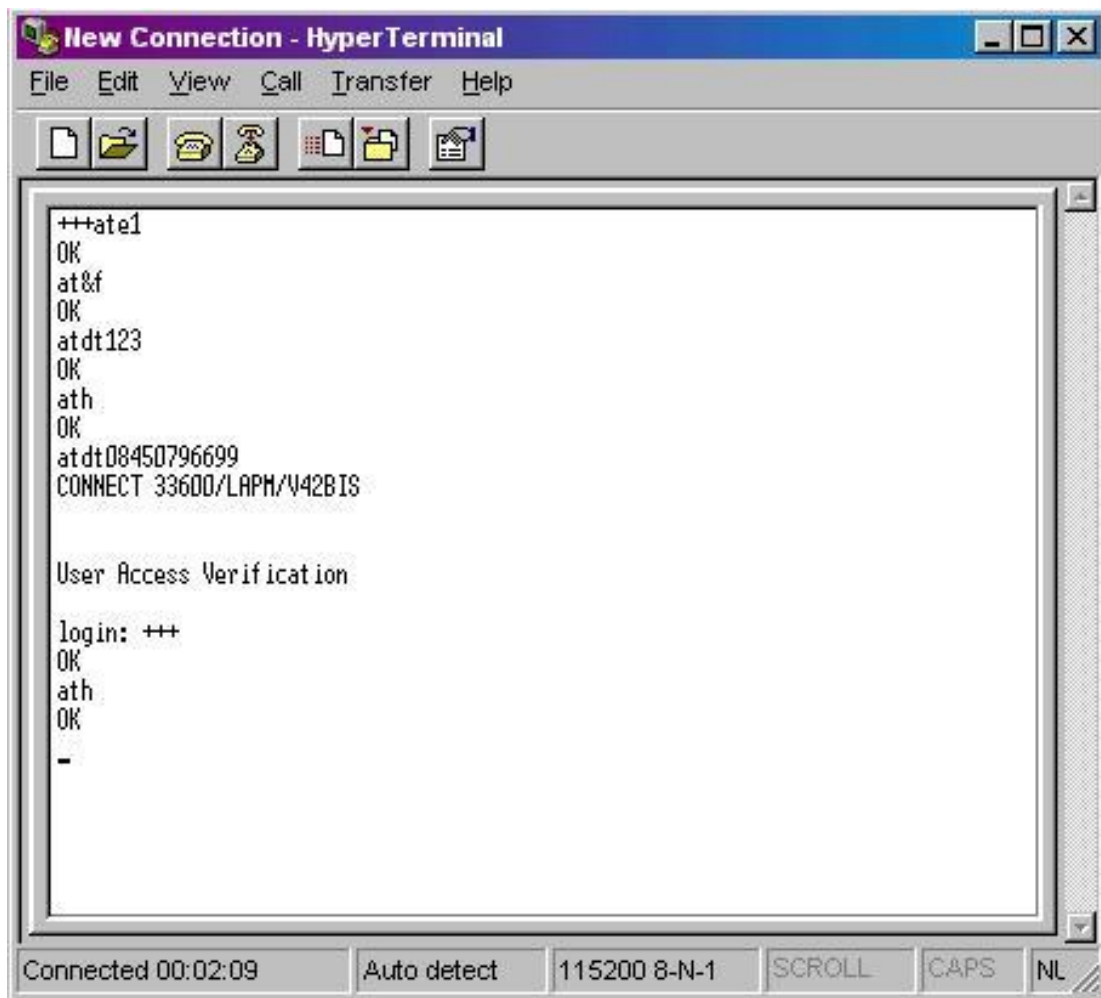
- odstraněním jedné "sady" konverzí lze dosáhnout vyšší přenosové rychlosti
 - stále ještě ne 64 kbit/s
 - asymetricky: 56 kbit/s směrem uživateli
 - v opačném směru méně: 33,6 kbit/s u standardu V.90, 48 kbit/s u standardu V.92

telefonní modemy

- připomenutí:
 - přenosový kanál veřejné telefonní sítě má uměle omezenou šířku přenosového pásma - na 3,1 kHz
 - dle Shannona: lze na tom dosáhnout max. cca 30 kbit/s
- existují modemy pro 33,6 kbit/s
 - které využívají „o něco širší“ přenosové pásmo
 - dokáží „vyždímat“ maximum z analogově fungující sítě
- existují modemy pro 56 kbit/s
 - fungují sice analogově, ale jen „proti“ digitálním ústřednám
- dnes jsou běžné modemy standardu V.90 pro 56 kbit/s
- možná provedení:
 - externí
 - připojují se přes vnější rozhraní počítače
 - sériové, paralelní, USB, PCMCIA (PC Card)
 - interní
 - vytváří si vlastní port
- způsob ovládání modemů:
 - příkazy jsou textového (znakového) charakteru
 - tzv. AT jazyk (ATtention)
 - pochází od modemů Hayes
 - existují dva režimy:
 - příkazový:
 - modem interpretuje data od počítače jako příkazy, nepropouští je dál
 - datový
 - modem je „průchozí“, neinterpretuje data

příklady AT příkazů

- AT&F
 - vrátí modem do původního nastavení (factory defaults)
- AT\$0=1
 - modem bude odpovídat na volání
- AT&V
 - zobrazí (vypíše) aktuální nastavení
- AT&W0
 - zapíše aktuální stav do profilu č. 0
- ATX3
 - při volání nečeká na vyzváněcí tón
- ATD\$0,12345678 vytočení tel. čísla, pomocí pulzní volby



```
+++ate1
OK
at&f
OK
atdt123
OK
ath
OK
atdt08450796699
CONNECT 33600/LAPM/V42BIS

User Access Verification

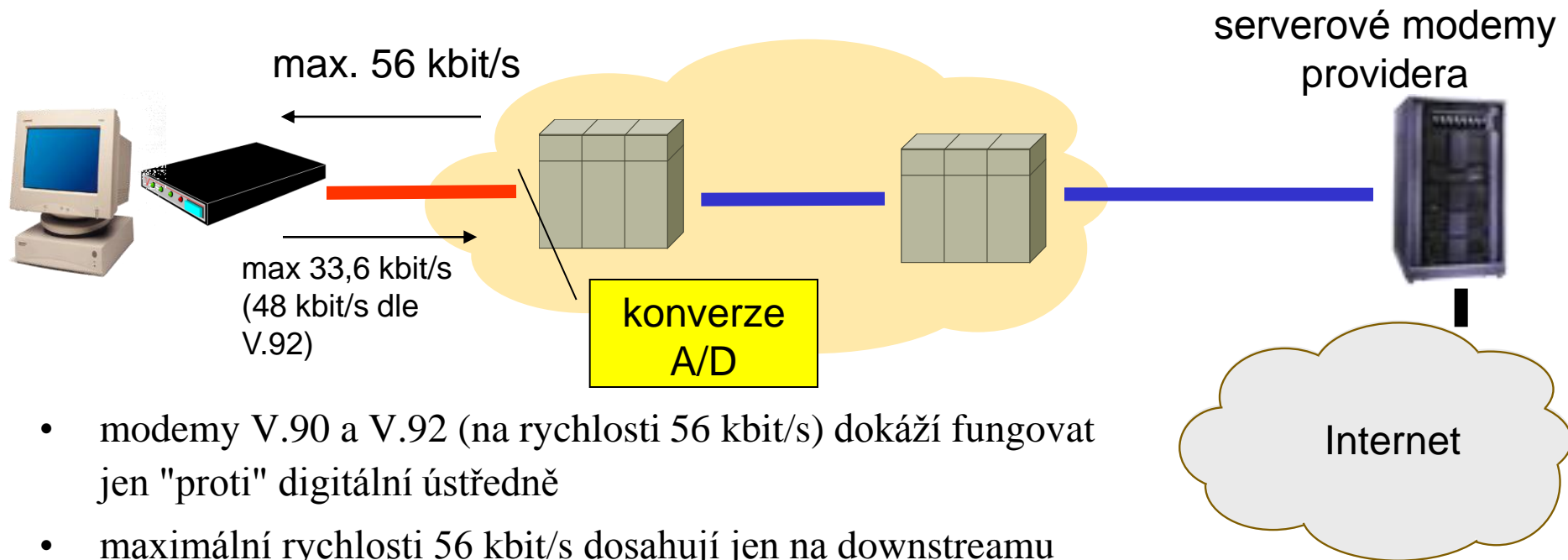
login: +++
OK
ath
OK
-
```

Connected 00:02:09 Auto detect 115200 8-N-1 SCROLL CAPS NL

vlastnosti a standardy modemů

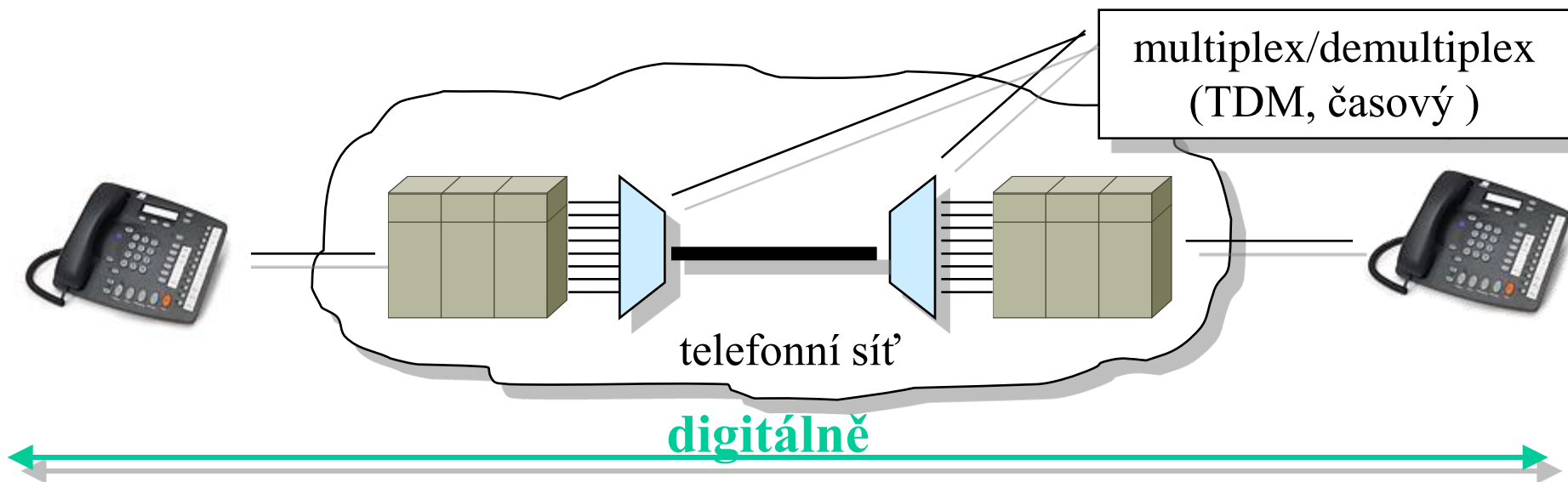
- jsou programovatelné
 - pomocí příkazů AT jazyka
 - lze jim nastavit mnoho parametrů
 - mají profily:
 - různé sady nastavení parametrů
 - lze mezi nimi volit (přepínat)
- mohou mít (mají) zabudované mechanismy pro on-line
 - kompresi dat
 - korekci chyb
- dokáží se přizpůsobovat
 - sobě navzájem
 - rychlejší modem se dokáže spojit s pomalejším modemem a fungovat nižší rychlostí
 - kvalitě linky
 - při velkém výskytu poruch modem přejde na nižší rychlost, v opačném případě může i zrychlit
- standardy modemů:
 - V.34:
 - analogová linka, 28,8 kbit/s až 33,6 kbit/s
 - V.90:
 - digitální linka, až 56 kbit/s k uživateli
 - 33,6 kbit/s od uživatele
 - V.92: digitální linka
 - až 56 kbit/s k uživateli
 - až 48 kbit/s od uživatele
 - quick connect (rychlé navázání spojení s protějším modemem)
- komprese:
 - MNP 5
 - až 2:1
 - V.42 bis
 - až 4:1
 - V.44
 - až 8:1
 - optimalizováno pro Internet a brouzdání
 - používá se společně s V.9

fungování modemů V.90 a V.92



- modemy V.90 a V.92 (na rychlosti 56 kbit/s) dokáží fungovat jen "proti" digitální ústředně
- maximální rychlosti 56 kbit/s dosahují jen na downstreamu (směrem k uživateli)
 - opačným směrem jen 33,6 kbit/s (resp. 48 kbit/s u V.92)
- zvýšení rychlosti na 56 kbit/s je možné díky odstranění jedné A/D konverze (na straně providera)
 - důsledek: modemy nejsou "symetrické", liší se "serverové" a "klientské"

představa ISDN sítě



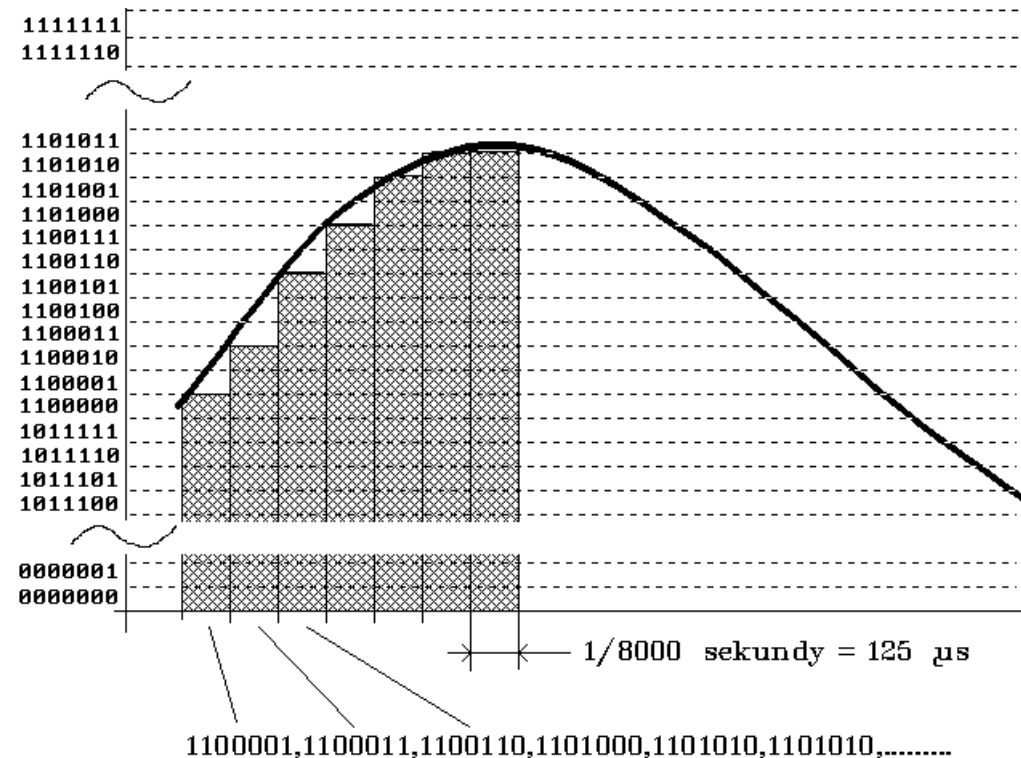
- digitální způsob fungování telefonní sítě se prodlouží až ke koncovým účastníkům
 - telefonní ústředny fungují plně digitálně
 - uvnitř i mezi sebou
 - **místní smyčky fungují digitálně !!!**
 - na konci místní smyčky musí být zařízení komunikující digitálně
 - např. ISDN telefon

sítě ISDN (Integrated Services Digital Network)

- představa:
 - když všechno bude fungovat digitálně, bude možné připojit k síti i další zařízení komunikující digitálně
 - např. počítače, terminály apod.
- proč ISDN?
 - když bude všechno fungovat digitálně, je možné přidat (integrovat) další služby, k základnímu telefonování
 - odsud: **digitální síť s integrovanými službami**
 - koncepce pochází z roku **1984**
- představa „dalších“ služeb:
 - různá přesměrování hovorů, průběžné zobrazování údajů o tarifech, identifikace volajícího, bohatší předvolby,
 - datové přenosy na principu přepojování okruhů i přepojování paketů
 - různé informační služby
- původní představa spojů:
 - ISDN bude jednotnou (a jedinou) komunikační infrastrukturou, i pro potřeby „světa počítačových sítí“

připomenutí: PCM, Pulse Coded Modulation

- jak digitalizovat lidský hlas?
 - dle Nyquista: je třeba vzorkovat průběh signálu snímaného mikrofonom 8000x za sekundu, tj. 1x za 125 mikosekund
 - pokud se vezme šířka pásma 4 kHz
 - pro HI-FI kvalitu by to muselo být 44 000x za sekundu
 - technika PCM: velikost každého vzorku se vyjádří pomocí 8 bitů
 - je to v zásadě PAM, pulsně amplitudová modulace



- 8000 vzorků za sekundu, každý o 8 bitech = **64 000 bitů za sekundu**
 - k přenosu je zapotřebí přenosová rychlost 64 kbit/s (64000 bps)
- digitální telefonní sítě předpokládají právě tento způsob digitalizace hlasu
 - **pro každý jednotlivý hovor "rezervují" 64 kbit/s !!!!**

kanály a přípojky ISDN

- ISDN počítá (hlavně) s existencí kanálů á 64 kbit/s, označovaných jako B (Bearer)
 - při nejjednodušší digitalizaci (technikou PCM) 1 hovorový kanál (300 až 3400 HZ) „spotřebuje“ 64 kbit/s!
- účastnické přípojky jsou řešeny jako kombinace kanálů B a dalších (služebních) kanálů
 - A-analogový kanál 4 kHz
 - B-digitální datový kanál 64 kbit/s
 - C-digitální kanál 8 nebo 16 kbit/s
 - D-digitální kanál 16 kbit/s nebo 64 kbit/s pro signalizaci
- nejsou přípustné libovolné kombinace, pouze 3 předdefinované
 - Basic Rate ($2xB+1xD$)
 - Primary Rate ($23xB+1xD$)
 - Hybrid: $1xA + 1xC$

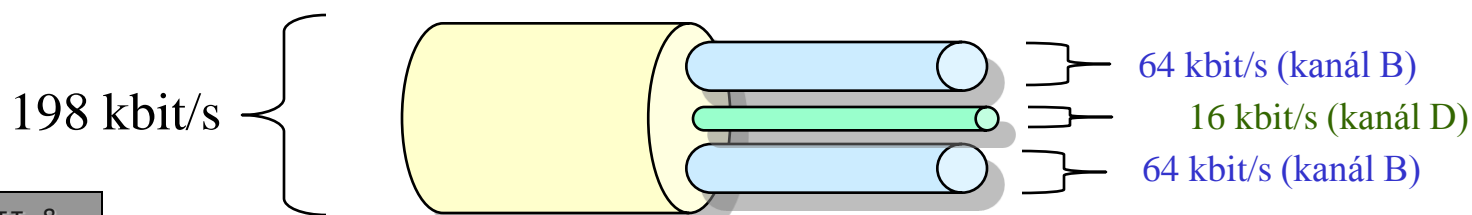


má odlišnou skladbu

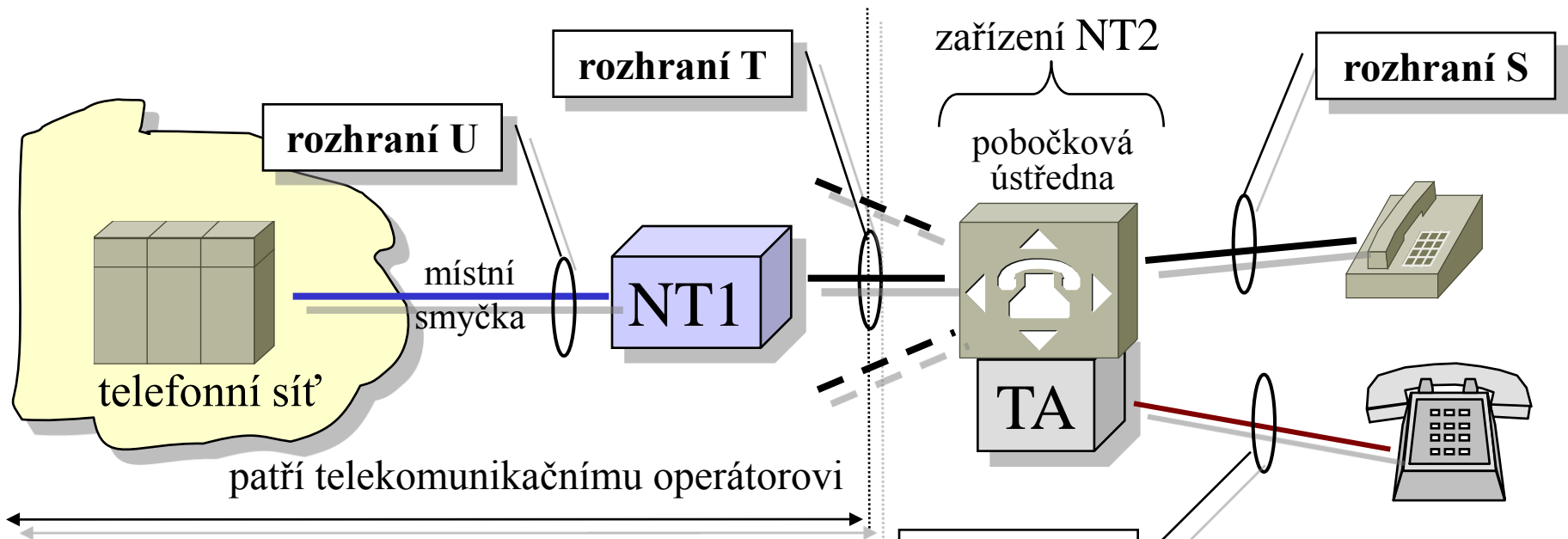
Primary Rate

přípojka ISDN Basic Rate (euroISDN2)

- Basic Rate
 - přípojka určená pro domácnosti
 - obsahuje: 2B + D
 - 2x datový kanál 64 kbit/s (kanál B),
 - 1x služební kanál 16 kbit/s pro signalizaci (kanál D)
 - „spotřeba“ přenosové kapacity je 198 kbit/s
 - včetně režie na oddělení kanálů
 - předpokládá se, že je možné využít stávající účastnické přípojky (místní smyčky)!!!
 - ISDN linka vzniká nejčastěji přeměnou stávající (pevné) analogové linky na ISDN linku
- poskytuje:
 - možnost připojit k jedné přípojce více zařízení
 - max. 8
 - např. telefonů, faxů, počítačů, terminálů, videokamer, alarmů apod.
 - komunikovat současně mohou 2 zařízení
 - např. 2 telefony, telefon a fax, telefon a počítač apod.
 - jedna ISDN přípojka může mít přiřazeno více telefonních čísel
 - pro různá zařízení

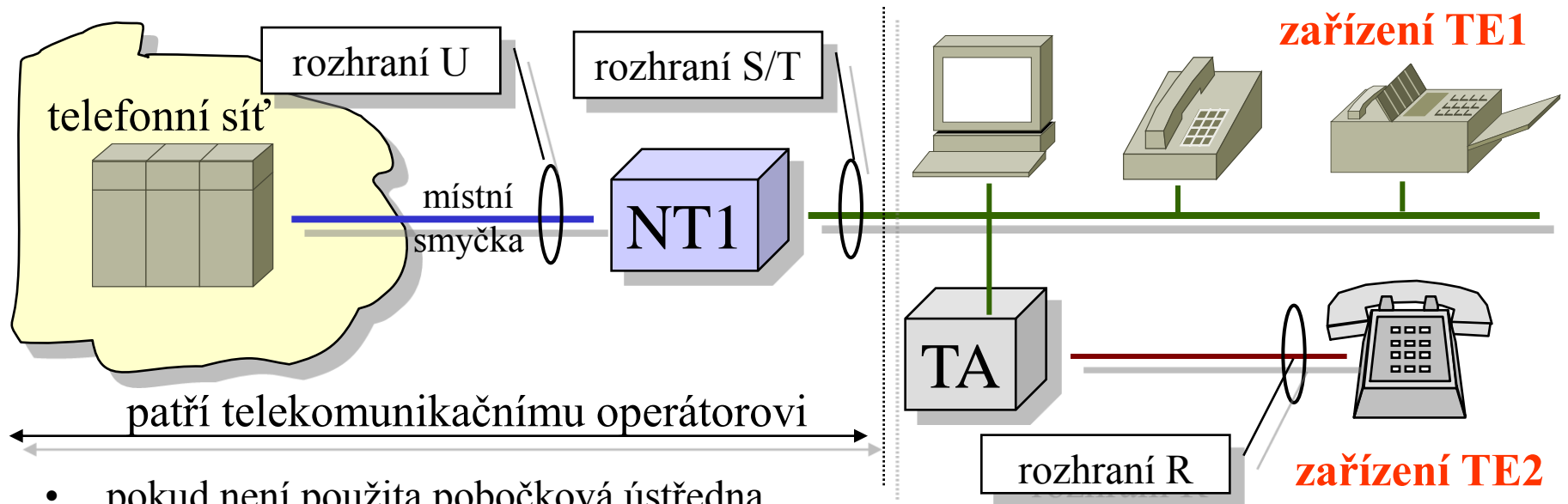


rozhraní ISDN BRI, varianta s PBX (D)



- rozhraní U:
 - "to, co čouhá ze zdi" (konektor RJ-45), 1 pár vodičů
- NT1 (Network Terminal)
 - analogie "ISDN modemu"
- rozhraní T:
 - mezi NT1 a NT2 (pobočkovou ústřednou PBX)
- rozhraní S:
 - rozhraní k digitálním telefonním přístrojům
 - shodné s rozhraním T
- zařízení která nepodporují ISDN (resp. rozhraní S) se musí připojit přes tzv. **terminálový adaptér (TA)**
 - vytváří **rozhraní R**
 - rozhraní k analogové telefonní síti (POTS)

rozhraní ISDN BRI, varianta B (bez PBX)



- pokud není použita pobočková ústředna
 - výstup NT1 tvoří rozhraní S/T
 - jde vlastně o sběrnici, na kterou se připojují jednotlivé přístroje
 - 2 páry (4 vodiče),
 - 1 pár pro každý směr komunikace
 - lze připojit až 8 zařízení, která přímo (nativně) podporují ISDN a tuto sběrnici
- **MSN - Multiple Subscriber Number - vícenásobné číslo**
 - každé zařízení dostává vlastní telefonní číslo

- zařízení která nepodporují ISDN (resp. rozhraní S/T) se musí připojit přes tzv. terminálový adaptér (TA)
 - vytváří **rozhraní R**
 - rozhraní k analogové telefonní síti (POTS)

takováto zařízení se souhrnně označují jako zařízení TE1 (Terminal Equipment 1)

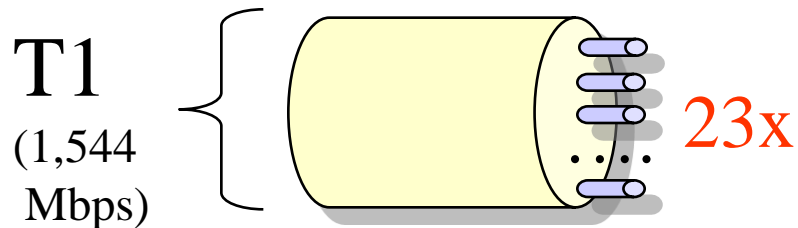
výhody a nevýhody přípojky ISDN BRI (euroISDN2)

- z hlediska telefonování
 - je k dispozici více funkcí než u analogové linky
 - např.:
 - identifikace volajícího
 - jako v mobilních sítích GSM
 - přesměrování, konference, atd.
- z hlediska datových komunikací:
 - vyšší rychlost garantovaného charakteru
 - skutečných 64 kbit/s k protistraně
 - velmi rychlé navazování spojení
 - trvá cca 2 sekundy, oproti 30-60 sec. u analogového přenosu
 - existence 2 kanálů s možností slučování
 - tzv. channel bundling
 - lze využít např. pro připojení k Internetu rychlostí 128 kbit/s (2x 64 kbit/s)
- princip zpoplatnění:
 - stejný jako u analogové (pevné) linky:
 - jednorázový poplatek za zavedení ISDN linky
 - fixní měsíční paušál
 - průběžné hovorné !!! samostatně za každý B kanál !!!!
- ceny závisí na nabídce cenových programů
- příklad (Český Telecom, 05/2005):
 - měsíční paušál 708 Kč
 - hovorné (prakticky) stejné jako u analogových linek
 - !!! pro každý B kanál !!!
 - nevýhoda: zpoplatňování po velkých časových intervalech
 - jako u analogové linky
 - nemá smysl využít rychlého přihlašování připojovat se až na základě skutečné potřeby, a pak se zase odpojit

přípojka Primary Rate (euroISDN30)

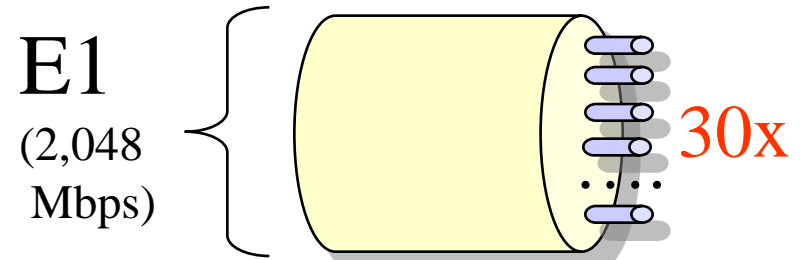
- ISDN Primary Rate

- přípojka určená pro firmy, kanceláře, providery, operátory,
- 23x64 kbit/s datové kanály, 1x kanál D 64 kbit/s pro signalizaci
- „spotřeba“ přenosové kapacity je 1,5 Mbps
 - je to šité na míry spojům T1 o kapacitě 1,5 Mbps

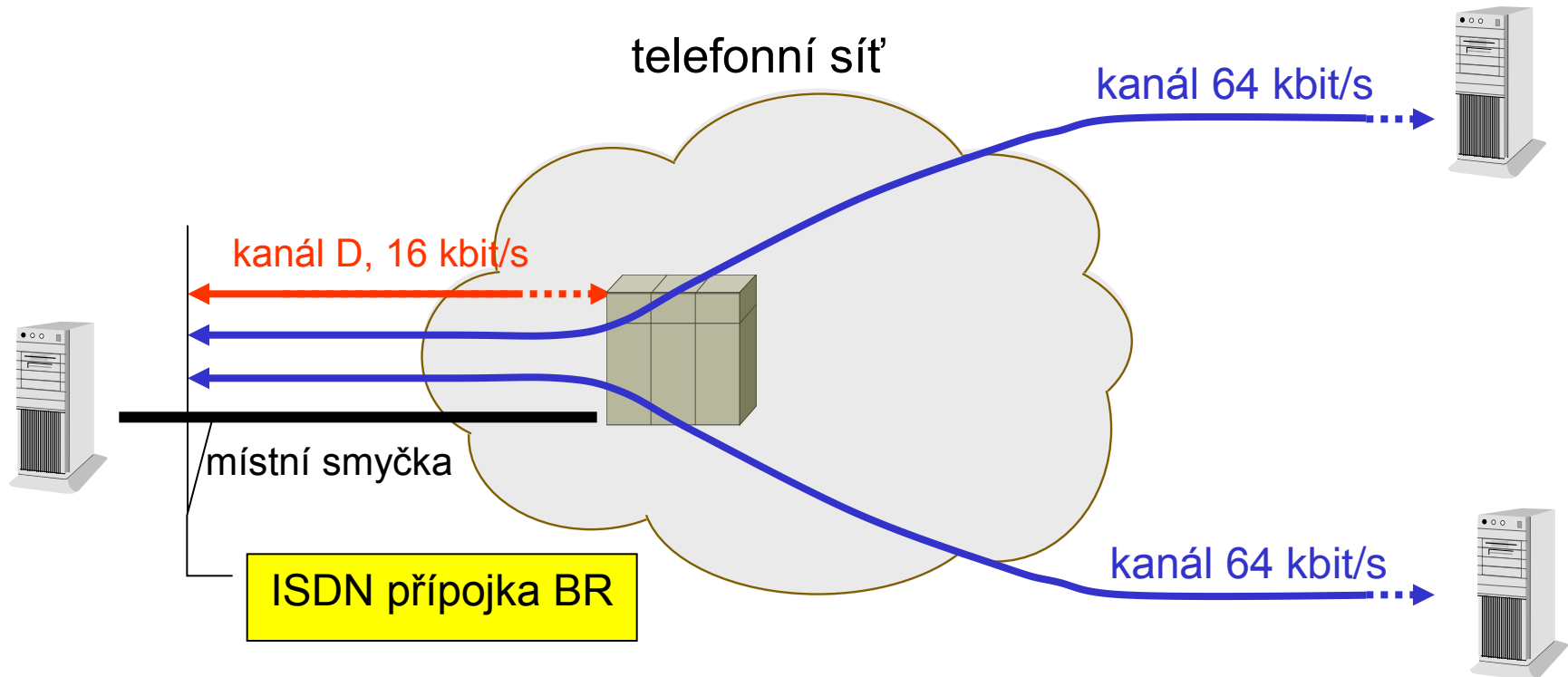


- euroISDN30

- v Evropě se používají jinak dimenzované přenosové okruhy
 - místo T1 (1,544 Mbps) se používají okruhy E1 (2,048 Mbps)
- tomu se přizpůsobuje i skladba B kanálů v přípojce Primary Rate
 - 30x B + 1x D
 - označováno jako euroISDN30

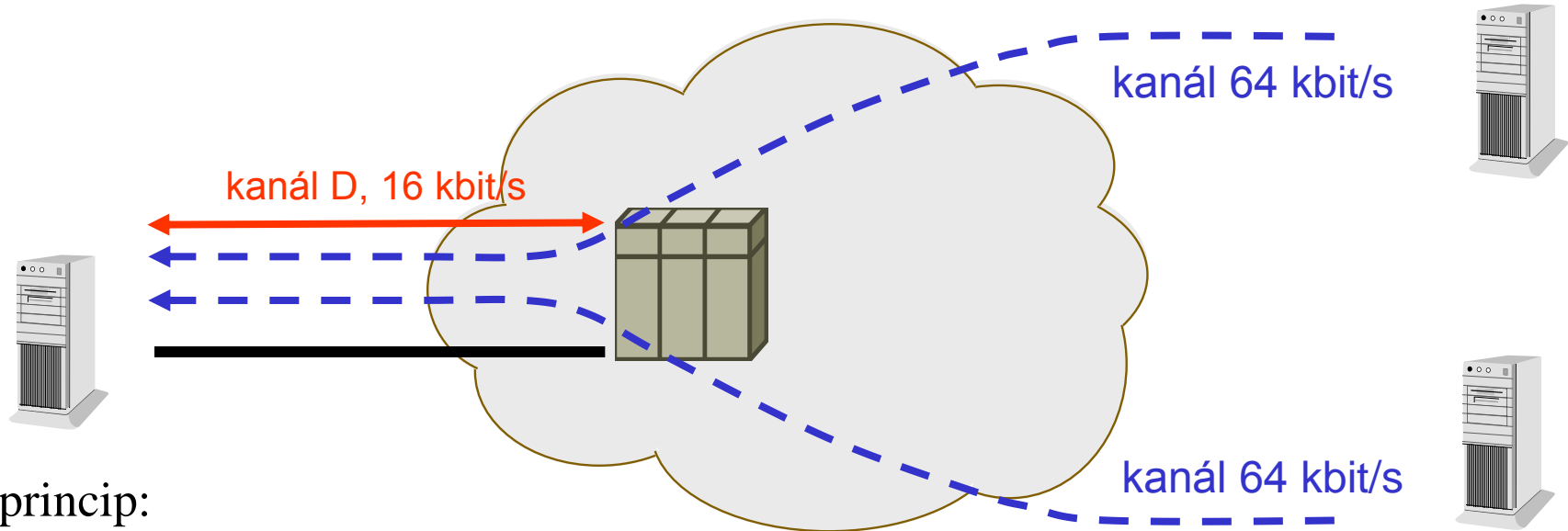


využití ISDN k datovým přenosům



- přenosy dat fakticky prochází skrze telefonní síť, po kanálech B dimenzovaných na 64 kbit/s
 - vyšších rychlostí lze dosáhnout sdružováním kanálů a rozkladem toku dat mezi ně
 - ale kapacita telefonní sítě (počet B kanálů) není dostatečná pro výrazně vyšší rychlosti

AO/DI (Always On / Dynamic ISDN)



- princip:

- AO (Always On):

- kanál D (16 kbit/s) je trvale k dispozici pro přenos dat
 - rychlostí cca 9,6 kbit/s

- DI (Dynamic ISDN):

- pokud vznikne požadavek na vyšší přenosovou kapacitu, automaticky se zřizuje spojení na jednom či obou kanálech B

- když už není potřeba větší přenosová kapacita, spojení na kanálech B je zase ukončeno

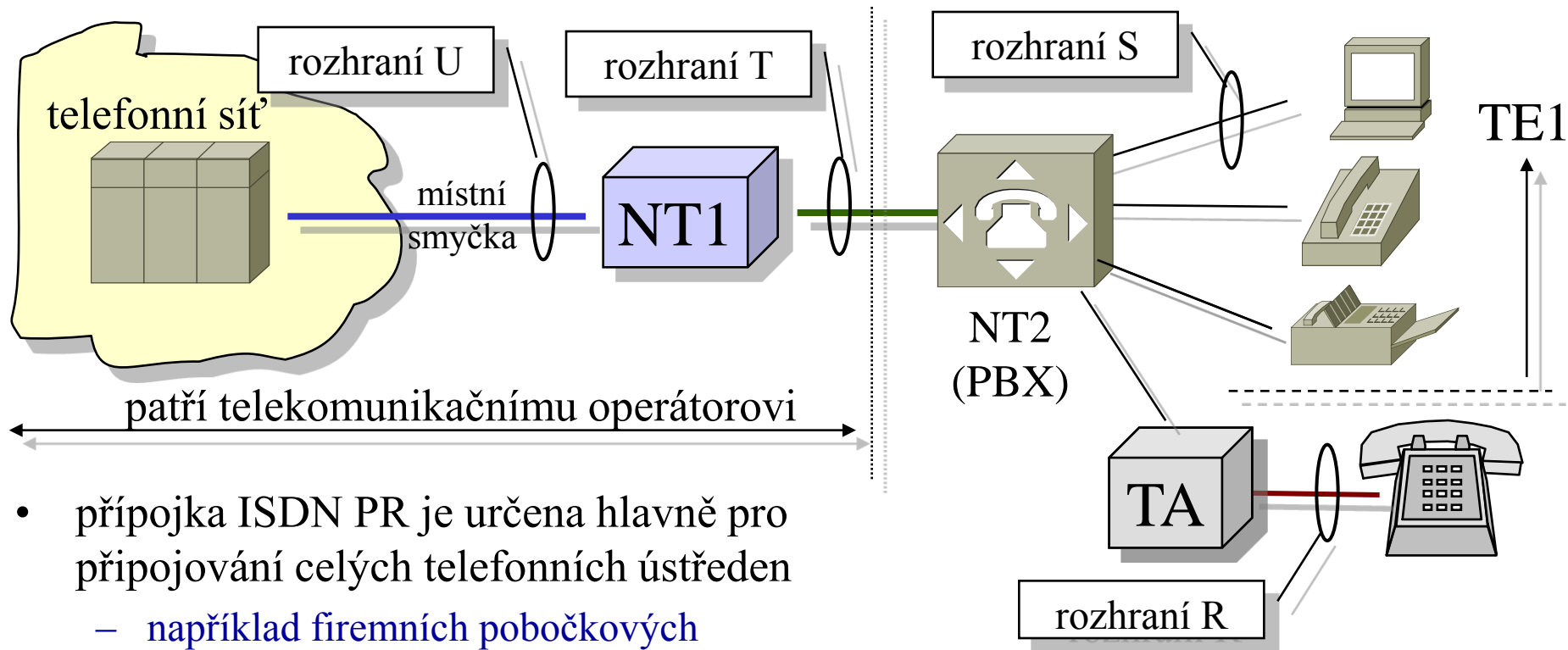
- problém:

- jak zpoplatnit používání kanálů B?

- pokud po minutách – uživatel nemá přímou kontrolu nad tím, kdy je zpoplatněn

- maximum je $2 \times 64 \text{ kbit/s} + 9,6 \text{ kbit/s}$

připojování k přípojce ISDN Primary Rate



- přípojka ISDN PR je určena hlavně pro připojování celých telefonních ústředen
 - například firemních pobočkových ústředen (PBX)
 - propojování ústředn telekomunikačních operátorů
 - připojování modemových polí u ISP apod.

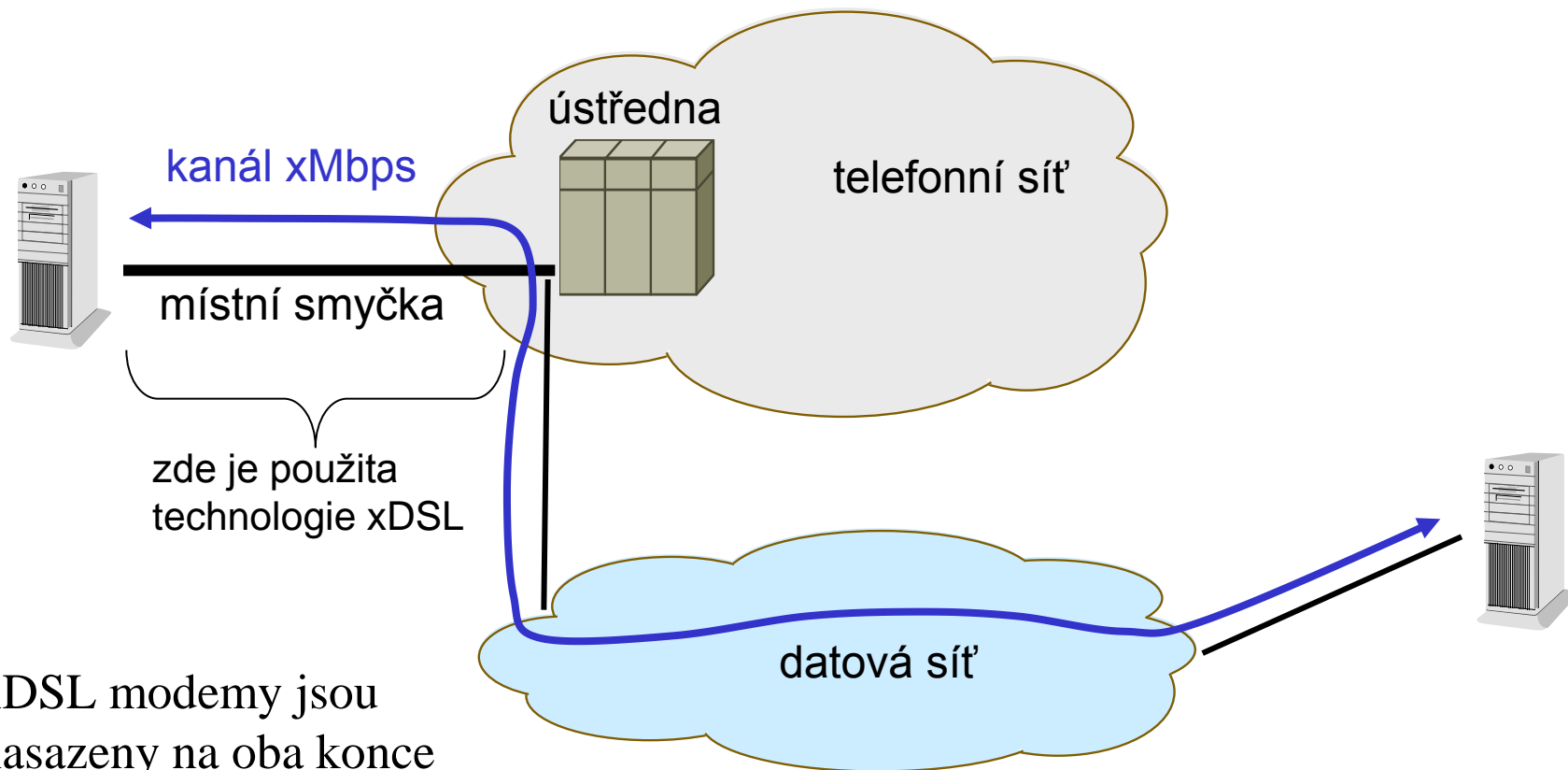
- ústředna plní roli zařízení NT2
 - zajišťuje komunikaci na linkové a síťové vrstvě
 - odděluje rozhraní a T

- původní záměr autorů:
 - nabídnout „světu počítačů“
propojení rychlostmi 64 kbit/s
 - v době vzniku myšlenky ISDN to bylo smysluplné
 - dnes spíše vtip
- později: renesance zájmu o ISDN
 - jako technologie pro individuální připojování uživatelů k Internetu
 - v ČR tomu ale brání cena ISDN u Českého Telecomu
- nová myšlenka:
 - nabídnout „širší“ spoje
 - tzv. širokopásmové ISDN
 - broadband ISDN, B-ISDN
 - už ale není možné řešit jako „napasování“ na stávající telefonní síť
 - jsou nutné nové přenosové techniky a technologie
 - jako součást B-ISDN vzniklo ATM
 - ... ale to už je pro jiné (než telefonní) sítě

další vývoj datových přenosů s využitím telefonní sítě

- je snaha maximálně využít existující místní smyčky (účastnického vedení)
 - vedoucí do domácností, kanceláří, učeben atd.
 - pozorování:
 - přenosový potenciál místních smyček je i v rámci ISDN využit jen minimálně
 - možnosti:
 - využít jen tzv. "nadhovorové pásmo"
 - pouze vyšší frekvence, nevyužívané pro přenos hlasu
 - možnost přenosu hlasu (nebo ISDN) zůstane zachována
 - využít celé frekvenční pásmo
 - nebude možné souběžně přenášet i hlas
 - technologie xDSL
 - DSL = Digital Subscriber Line
 - společný princip:
 - na oba konce účastnického vedení se umístí speciální modemy, které se snaží maximálně využít přenosové schopnosti existující přípojky
 - lze takto dosáhnout rychlostí až několika Mbps
 - varianty:
 - asymetrické / symetrické
 - podle toho, zda je rychlost v obou směrech stejná či nikoli
 - využívající celé frekvenční pásmo / jen část pásma
 - příklady:
 - **ADSL**
 - Asymmetric DSL, vyšší rychlost směrem k uživateli
 - využívá jen nadhovorové pásmo
 - **SHDSL**
 - Single pair High bit-rate DSL
 - symetrické řešení
 - využívá celé frekvenční pásmo
-

představa nasazení xDSL

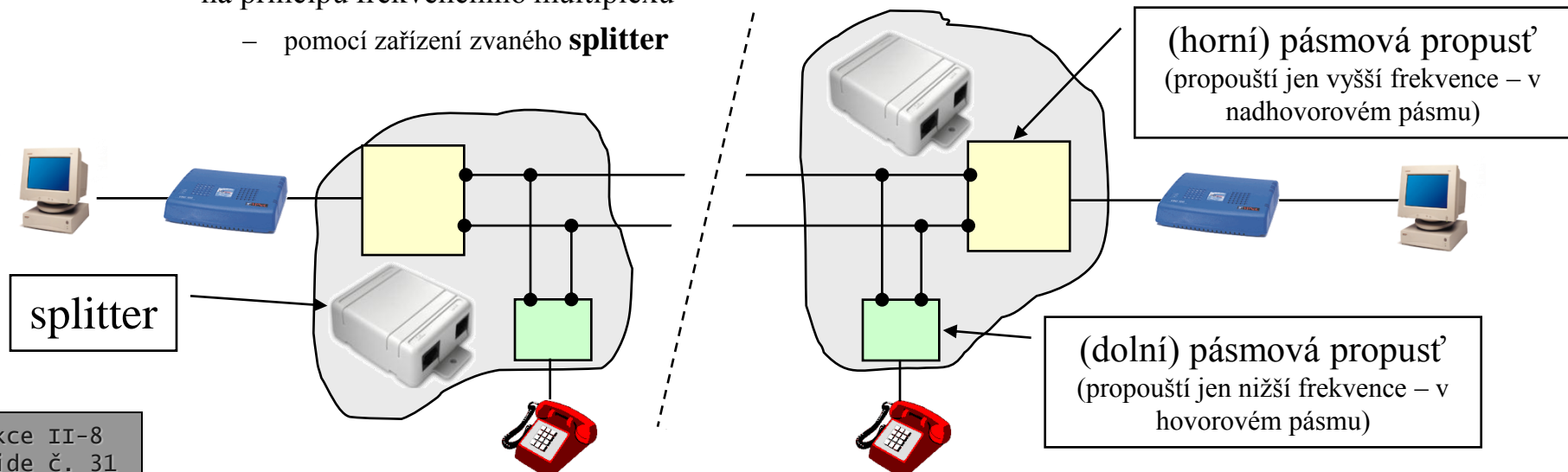


- xDSL modemy jsou nasazeny na oba konce místní smyčky
- "datový tok" musí být odkloněn před vstupem do telefonní ústředny a veden jinou cestou !!
 - telefonní síť již nemá dostatek kapacit pro vysokorychlostní přenosy !!!!!

koexistence hlas + data (na místní smyčce)

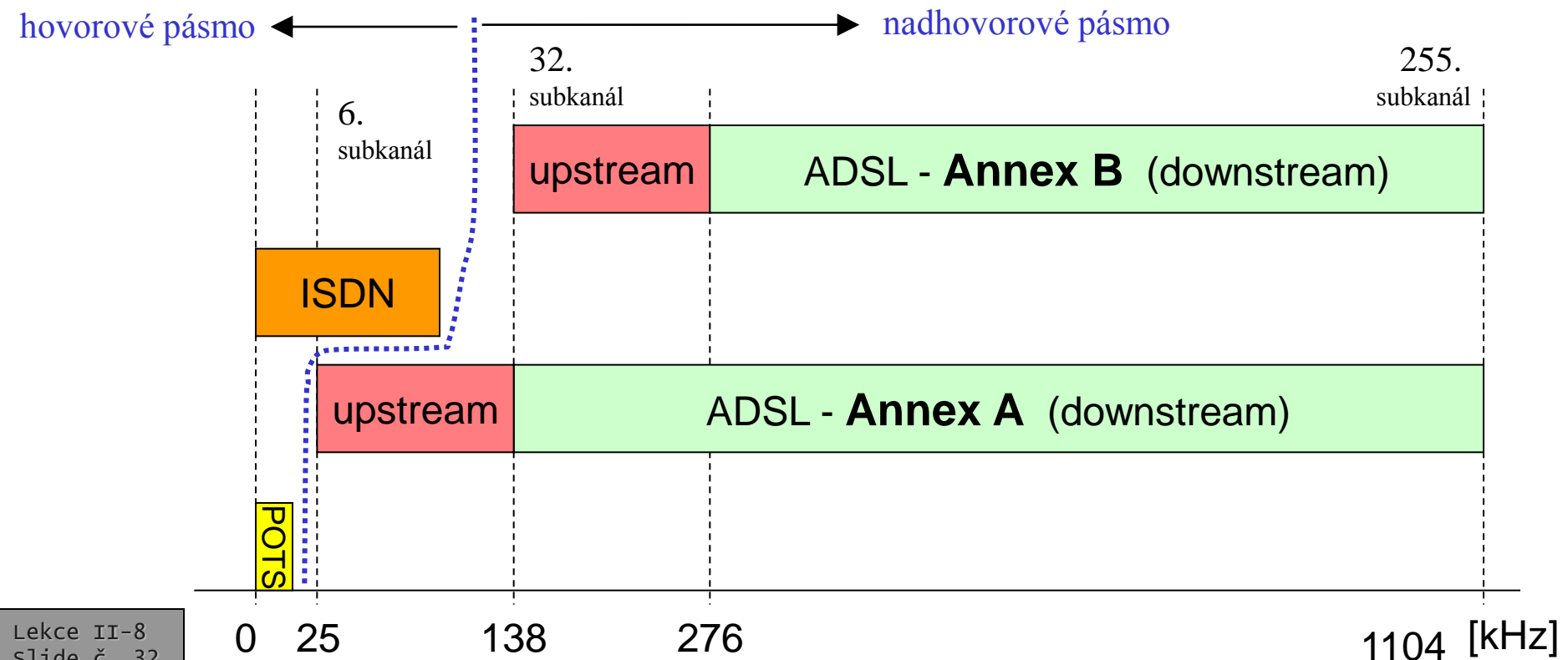
- některé z xDSL technologií využívají celé frekvenční pásmo místní smyčky (od 0 Hz výše)
 - nemohou "koexistovat" s hlasovými službami "na stejném drátě"
 - například SHDSL
- jiné využívají jen tzv. nadhovorové pásmo (pouze vyšší frekvence, nad tzv. hovorovým pásmem)
 - dokáží "koexistovat" s hlasovými službami
 - analogovými i digitálními (ISDN)
 - dokonce: hovorové a nadhovorové pásmo mohou využívat různí poskytovatelé služeb
 - zákazník odebírá hlasové služby od operátora A, a datové služby od operátora/providera B
 - musí být zajištěno vhodné oddělení hovorového a nadhovorového pásma
 - na principu frekvenčního multiplexu
 - pomocí zařízení zvaného **splitter**

například ADSL



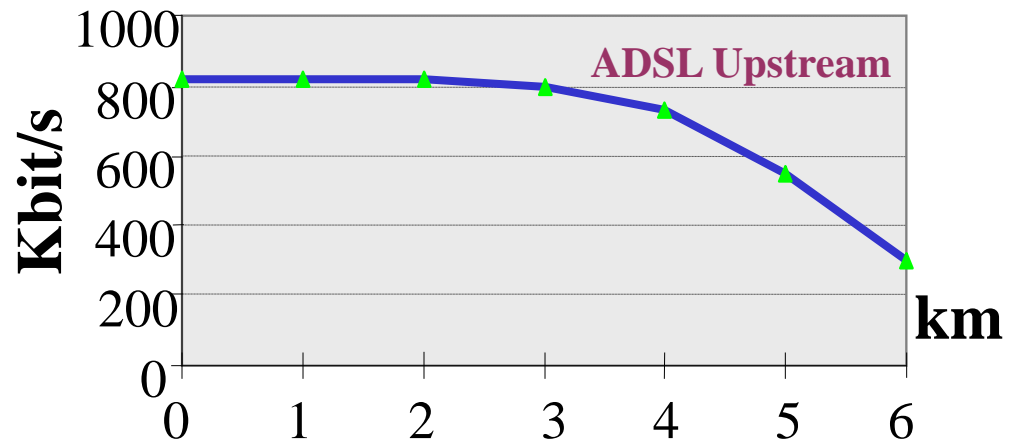
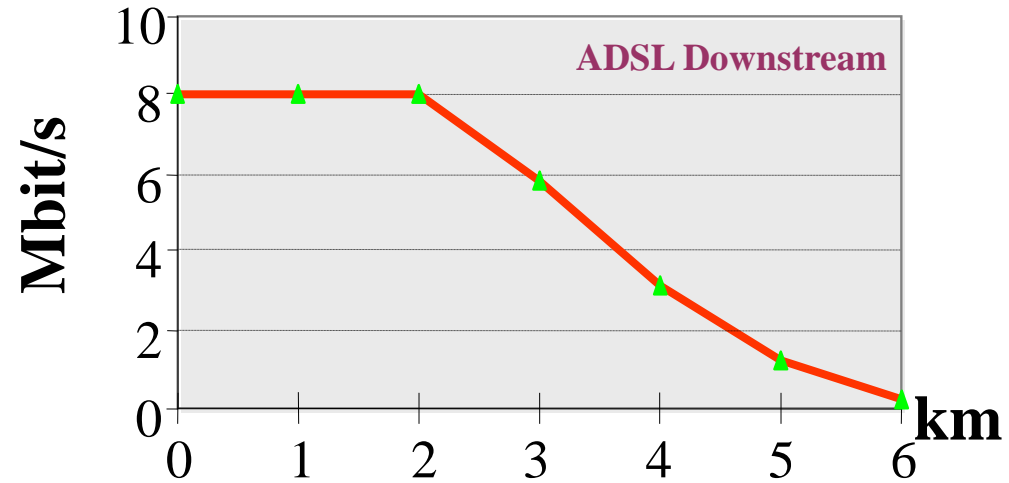
technologie ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)

- dle doporučení ITU-T G.992.1
- využívá pouze nadhovorové pásmo
 - nižší frekvence nechává ADSL volné
 - pro analogový přenos hlasu (300-3400 Hz)
 - nebo pro ISDN
- max. rychlost směrem k uživateli (downstream): 6 až 8 Mbps
- max. rychlost směrem od uživatele (upstream): 600 až 800 kbit/s
- dosah: záleží na kvalitě linky,



omezení ADSL

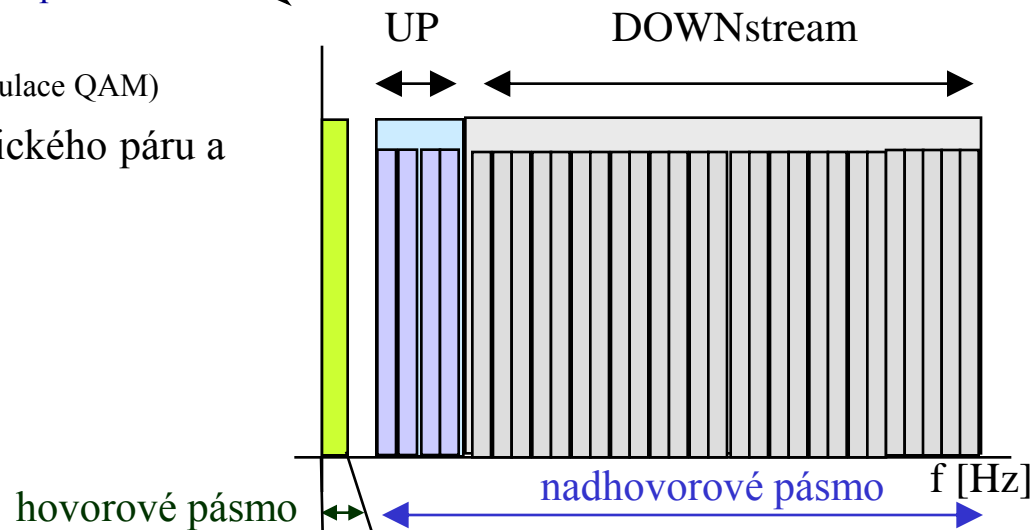
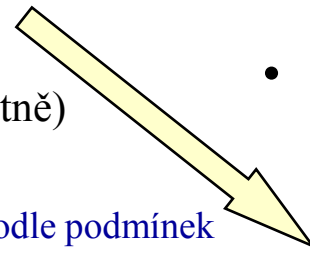
- maximální rychlost ADSL je omezena
 - max. 8 Mbps na downstreamu
 - max. 1 Mbps na upstreamu
- skutečně dosahovaná rychlost závisí také na délce místní smyčky
 - na vzdálenosti od ústředny
 - praktický dosah u Českého Telecomu
 - bez měření a výběru vhodného páru max. 3,8 km
 - s měřením a výběrem až 8,2 km (256 kbit/s)
- další omezení:
 - kvůli přeslechům
 - kvůli rušení (vysílací výkonu)



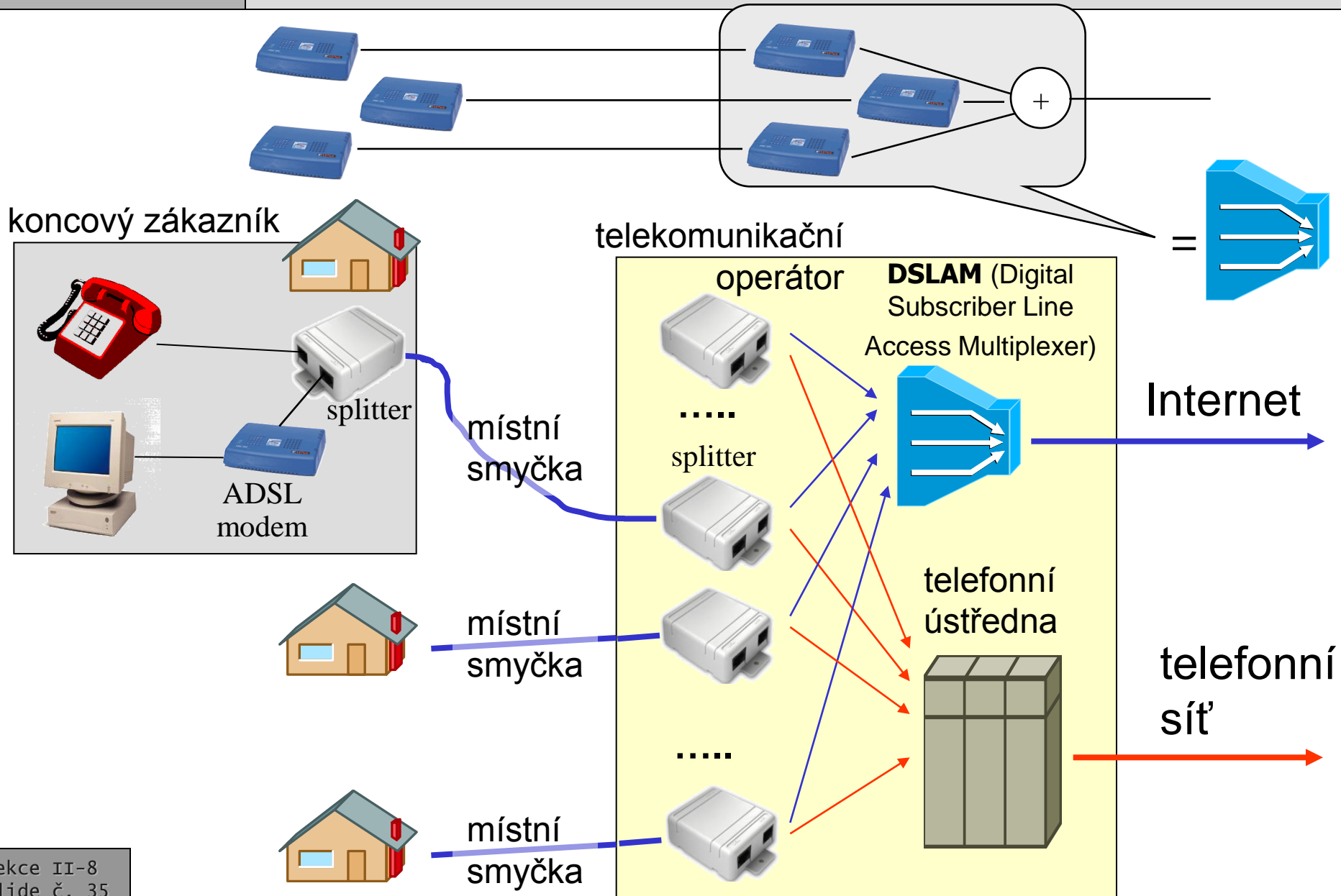
modulace v ADSL

- technika **DMT – Discrete Multi-Tone**
- využitelné frekvenční pásmo se rozdělí na určitý počet samostatných dílčích pásem
 - typicky na 256 tzv. subkanálů
 - každý o šířce 4,3125 kHz (v rozsahu 0 až 1,104 MHz)
- v každém pásmu (subkanálu) je přenášena jedna (samostatná) nosná
 - o modulační rychlosti 4 kBaudy
- na každou nosnou frekvenci jsou (samostatně) namodulována data
 - o rychlosti 6,5 až 50 kbits, která se mění podle podmínek přenosu
 - pomocí QAM (kvadrurní amplitudové modulace QAM)
- na nižších kmitočtech je menší útlum metalického páru a větší odstup signálu od šumu
 - tj. lze dosáhnout vyšší přenosovou rychlost,
 - na vyšších kmitočtech je rychlost nižší.
- jde o variantu (obdobu) techniky OFDM
 - Orthogonal Frequency Multiplexing

- technika **CAP (Carrierless amplitude/phase modulation)**
 - starší, dnes již nedoporučovaná technika modulace
 - nerozděluje dostupné pásmo na části (kanály), ale využívá ho jako celek
- technika **QAM (Quadrature Amplitude Modulation)**
 - používá (používala) se v USA

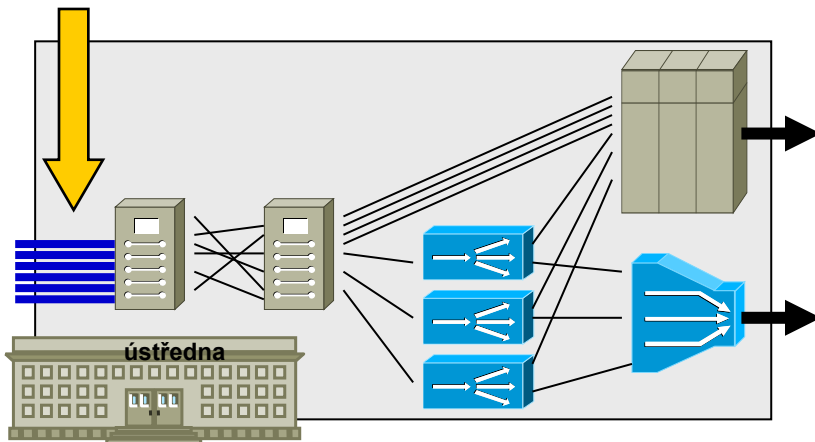


představa nasazení ADSL



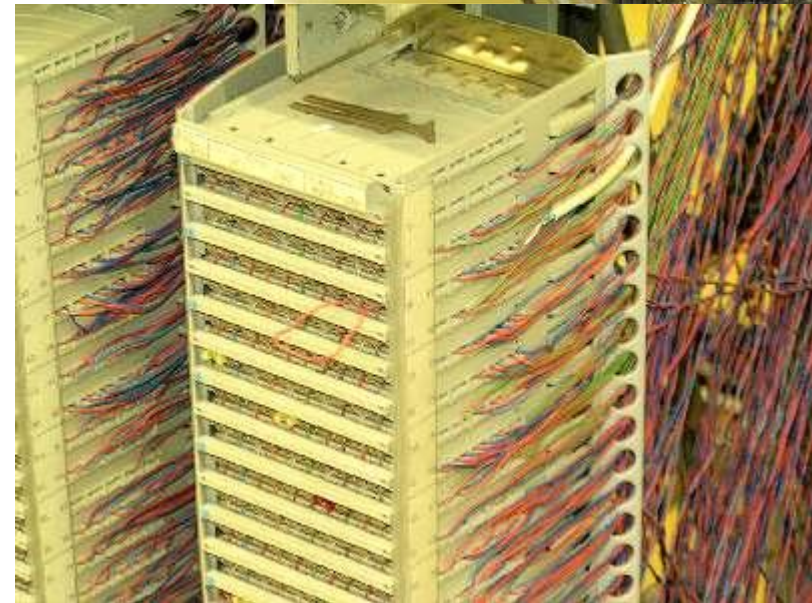
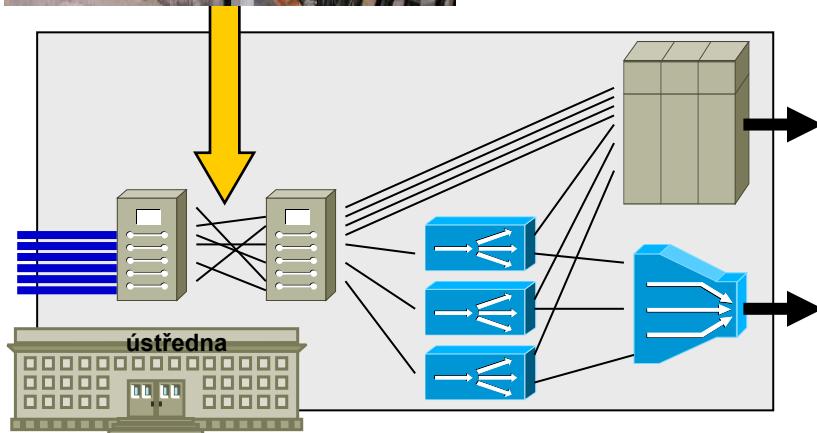
ADSL v obrazech

vyústění místních smyček do kabelovny



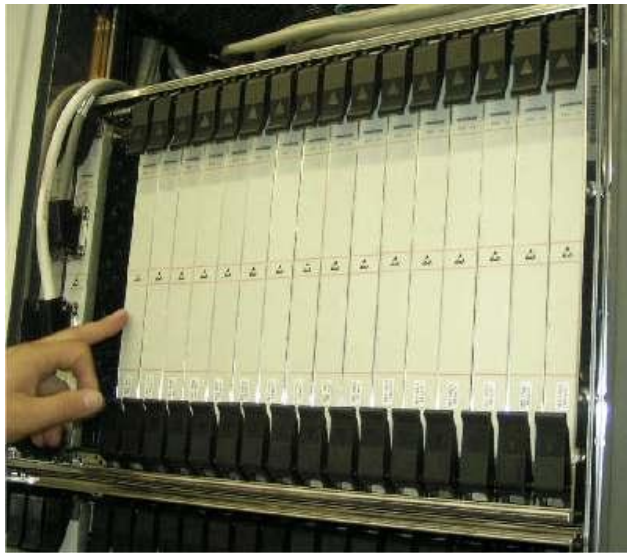
ADSL v obrazech

přepojovací pole na ústředně

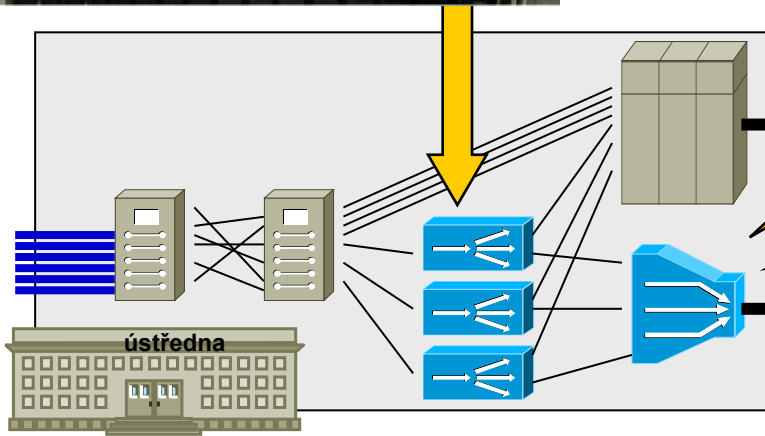
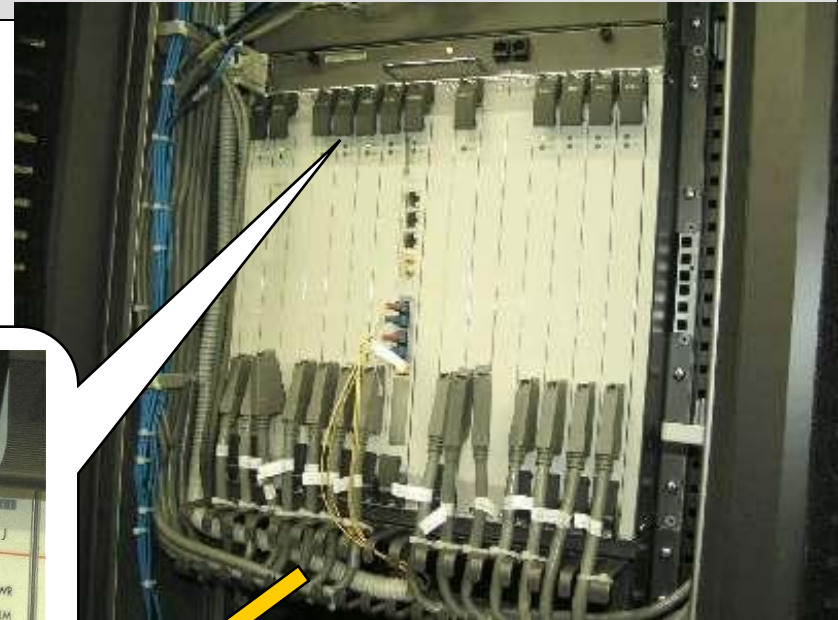
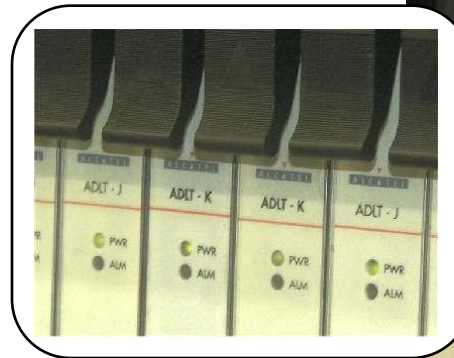


ADSL v obrazech

splittery (Alcatel)

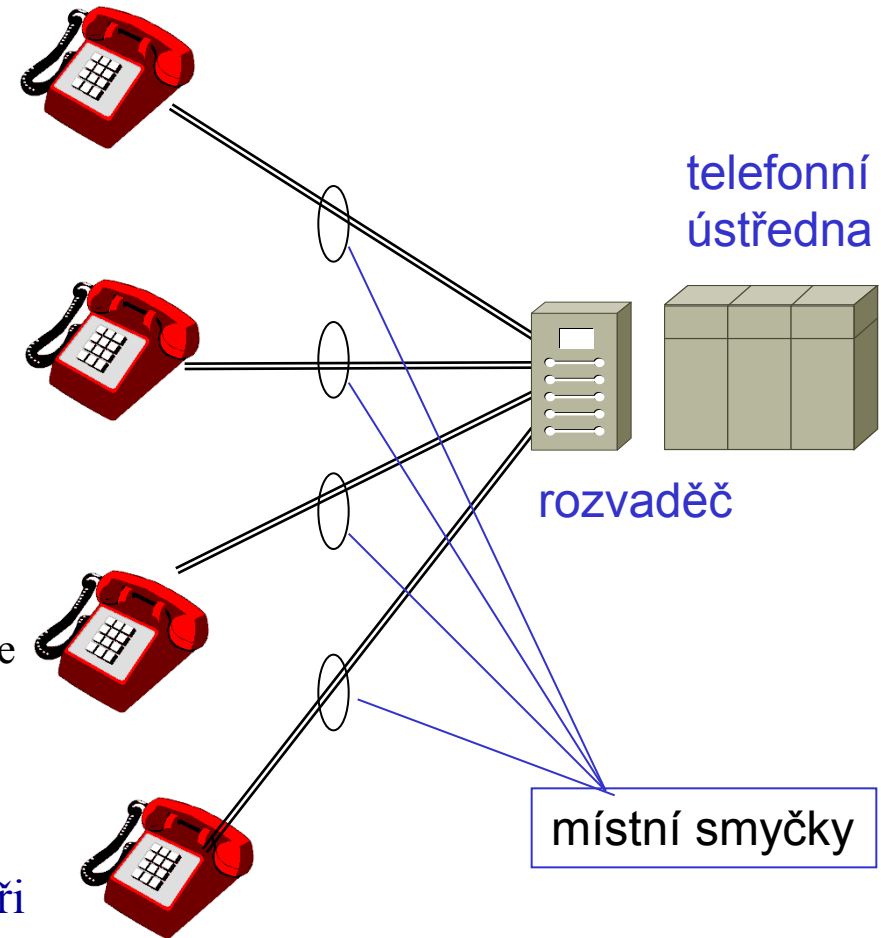


DSLAM-y



problém místních smyček

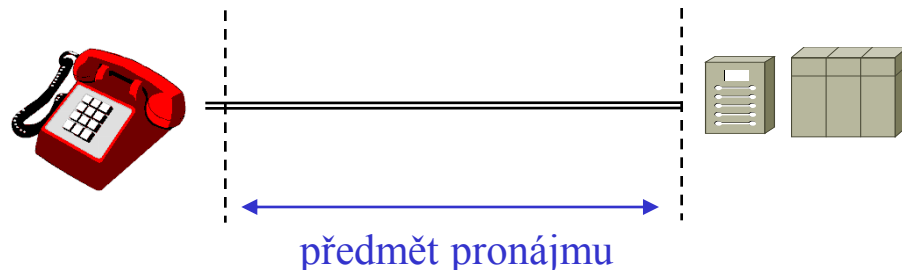
- místní smyčky (metalická vedení k zákazníkům, oficiálně: tzv. účastnická vedení) patří z historických důvodů tzv. inkumbentovi
 - dříve monopolnímu, dnes dominantnímu operátorovi
- budování nových místních smyček nemá smysl
 - je to drahé
 - je to zbytečné
 - stávající smyčky lze využít podstatně lépe než jsou využívány dnes
 - viz xDSL
- rozumným řešením je sdílení smyček
 - tak aby je mohli vyžívat i ostatní operátoři k poskytování svých služeb



technicky to není problém, je to problém ekonomický a "konkurenční"

LLU – Local Loop Unbundling

- tzv. "zpřístupnění místních smyček"
 - *ULL: Unbundling of the Local Loop*
 - *LLU: Local Loop Unbundling*



- principiální řešení problému:
 - vlastník smyček umožní jejich využití ostatním operátorům
 - za definovaných (rozumných?) ekonomických, technických a jiných podmínek
 - jde o pronájem na úrovni "holé mědi"
 - alternativní operátor si osadí vlastní ADSL modemy či jiné zařízení
- varianty:
 - **SUALL** (Shared Access to the Local Loop), SPV (Sdílený Přístup k metalickému účastnickému Vedení)
 - alternativní operátor si pronajímá pouze nadhovorové pásmo místní smyčky
 - **FUALL** (Full Access to the Local Loop), PPV (Plný Přístup k metalickému účastnickému Vedení)
 - alternativní operátor si pronajímá celou místní smyčku

LLU – Local Loop Unbundling

- výhody pro zákazníka:
 - může se svobodně rozhodnout, který operátor bude "obsluhovat" jeho linku a poskytovat mu i další služby
 - varianta PPV/FUALL:
 - uživatel platí pouze alternativnímu operátorovi, není již zákazníkem vlastníka místní smyčky (inkumbenta)
 - varianta SPV/SUALL:
 - uživatel je stále zákazníkem vlastníka místní smyčky (inkumbenta)
 - » platí mu za využití hovorového pásma (za hlasové služby),
 - vedle toho uživatel platí alternativnímu operátorovi za datové služby (v nadhovorovém pásmu)
- problém:
 - inkumbent nezpřístupní místní smyčky dobrovolně
 - čímž by napomohl své konkurenci
 - musí být použito asymetrické regulace
 - musí k tomu být přinucen
 - zákonem, verdiktem regulátora telekomunikačního trhu, ...
- situace v ČR:
 - zpřístupnění místních smyček nařízeno zákonem (č. 225/2003 Sb.)
 - dnes součást povinností inkumbenta v rámci tzv. relevantních trhů
 - ceny zpřístupnění jsou dnes regulovány
 - stanovuje ČTÚ, formou cenové regulace
 - PPV: 359 Kč měsíčně (2423 Kč zřízení)
 - SPV: 92 Kč měsíčně (2423 Kč zřízení)

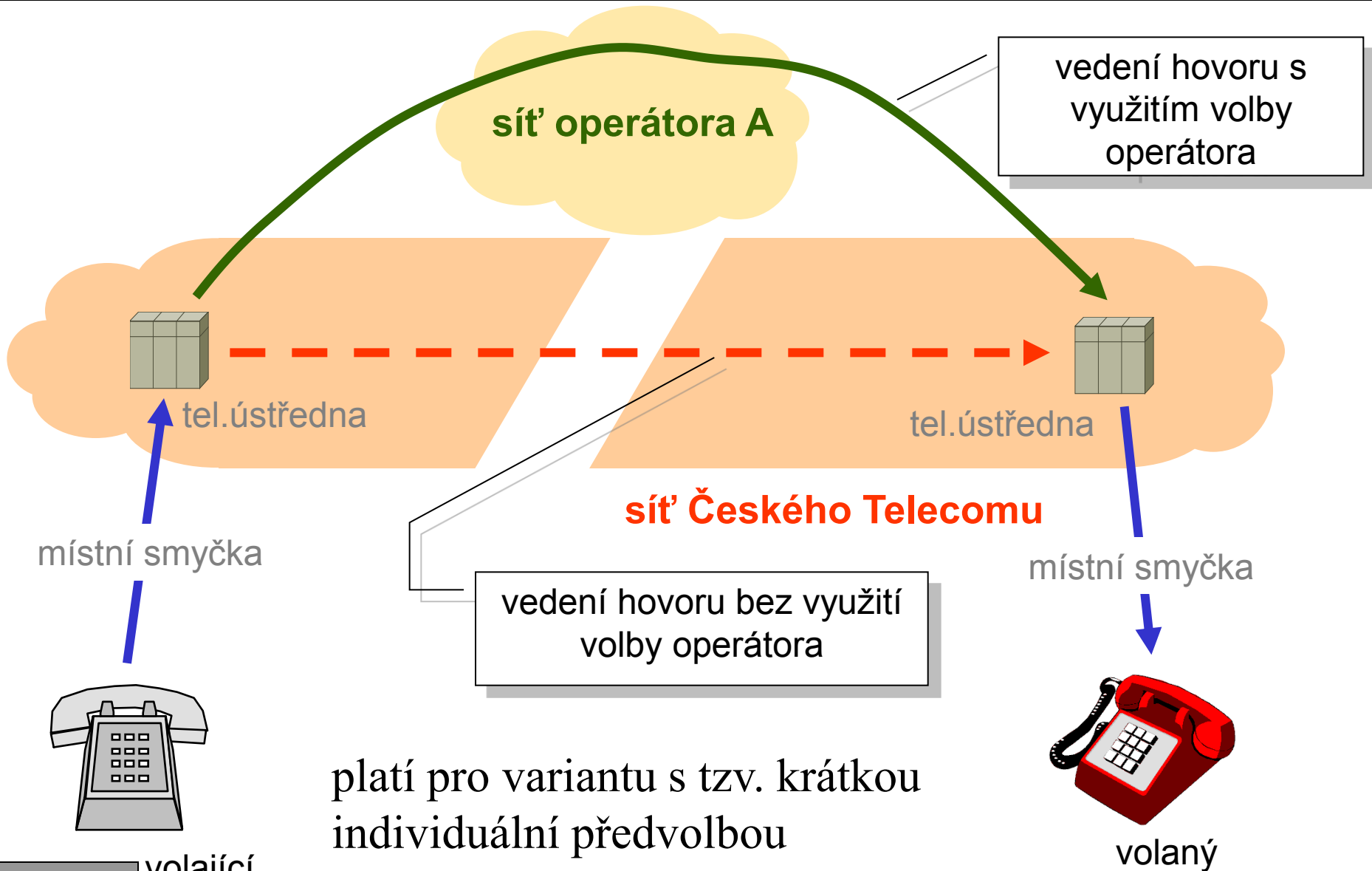
LLU vs. bitstream

- LLU (unbundling) je řešením "na úrovni mědi"
 - alternativní operátor (AO) si pronajímá "holý drát"
 - celé jeho frekvenční spektrum (PPV) nebo jeho část (SPV)
 - AO instaluje na místní smyčku svou vlastní technologii
 - xDSL modemy, DSLAM-y
 - potřebuje k tomu tzv. kolokaci
 - možnost umístit své zařízení "vedle" zařízení inkumbenta, ve vhodných prostorách
 - "ko-lokace"
 - ceny kolokace nejsou regulovány
- bitstream (bitový proud, datový proud) je řešením na úrovni fyzické vrstvy
 - technologii (např. xDSL modemy a DSLAMy) instaluje na místní smyčky (či jinou infrastrukturu) její vlastník
 - inkumbent (Český Telecom)
 - výsledkem je služba schopná přenášet proud bitů – bitstream
 - izochronní služba
 - alternativní operátor si pronajímá až službu, spočívající v přenosu bitů
 - až samotný bitstream
 - sám "staví" další služby, které využívají proud bitů

volba operátora

- "náhradní řešení" problému místních smyček
 - předpokládá, že místní smyčku i zákazníka bude nadále obsluhovat inkumbent
 - "místní část" hovoru bude vedena v režii inkumbenta
 - a ten si za to také nechá zaplatit
 - pouze "střední" část hovoru může být vedena alternativním operátorem
 - např. meziměstská část hovoru
 - pokud hovor směřuje volanému, který je připojen k síti inkumbenta, končí hovor zase v jeho síti
- představa o zpoplatnění (v ČR)
 - účastník, připojený k síti ČTc, platí měsíční paušál ČTc
 - za to, že má svou přípojku a že se o ni ČTc stará
 - hovor vedený přes jiného operátora zaplatí zákazník CELÝ tomuto operátorovi
 - ten pak přenechá část svých výnosů ČTc za tzv. originaci hovoru, a event. i za zakončení (terminaci)

volba operátora - představa



volba operátora - varianty

- CS (Carrier Selection)
 - varianta s krátkou individuální předvolbou
 - u každého hovoru musí volající vytočit krátký prefix ještě před číslem volaného
 - tím určí zvoleného operátora
 - 1010: eTel
 - 1012 Aliatel
 - 1020 Czech OnLine
 - 1022 Český Telecom
 - 1050 GlobalTel
 - 1055 Contactel
 -
 - v ČR zavedeno k 1.7.2002
 - v síti dominantního operátora pevných linek (inkumbenta)
- CPS (Carrier PreSelection)
 - varianta s pevnou (trvalou) předvolbou
 - uživatel jednou vyjádří svou volbu, veškeré hovory pak jsou směrovány podle toho, aniž by bylo nutné vytáčet nějaký prefix
 - lze ale přesto použít krátký prefix a tím jednorázově změnit přednastavenou volbu
 - v ČR zavedeno v roce 2003
 - v síti dominantního operátora pevných linek (inkumbenta)