

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

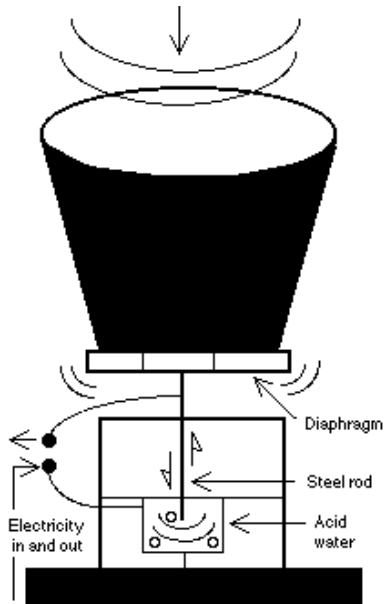


## Lekce 8: POTS, ISDN, xDSL

*J. Peterka, 2010*

# 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

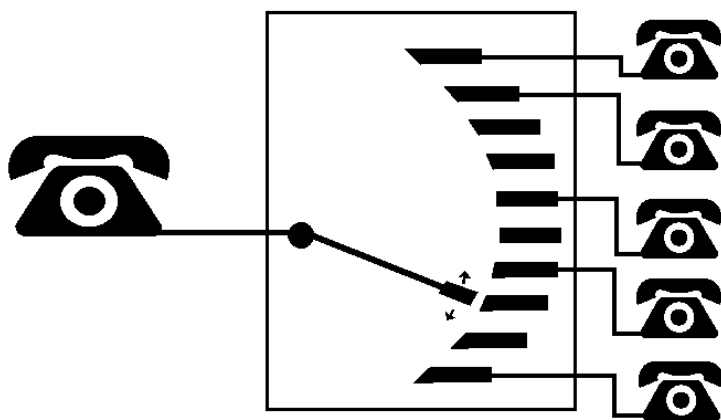
# POTS

- 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



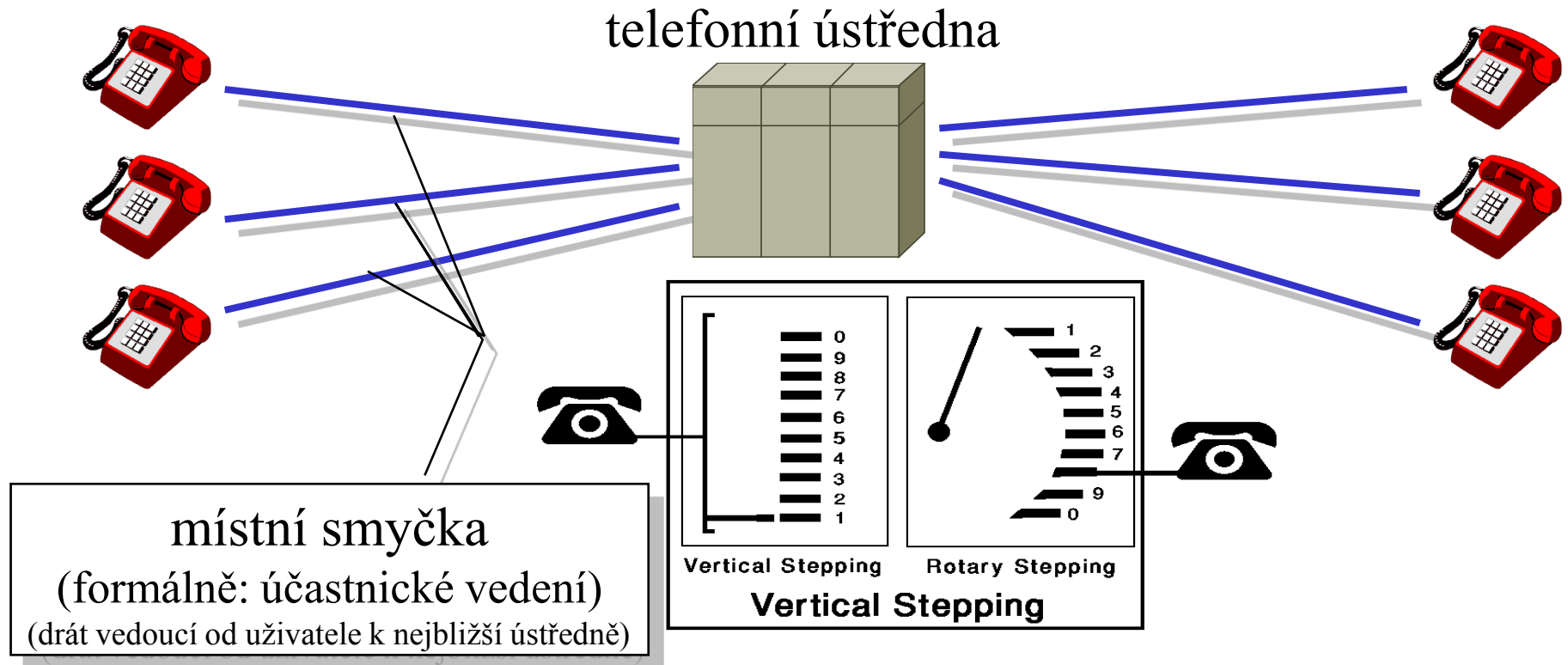
Cord switchboard

- 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

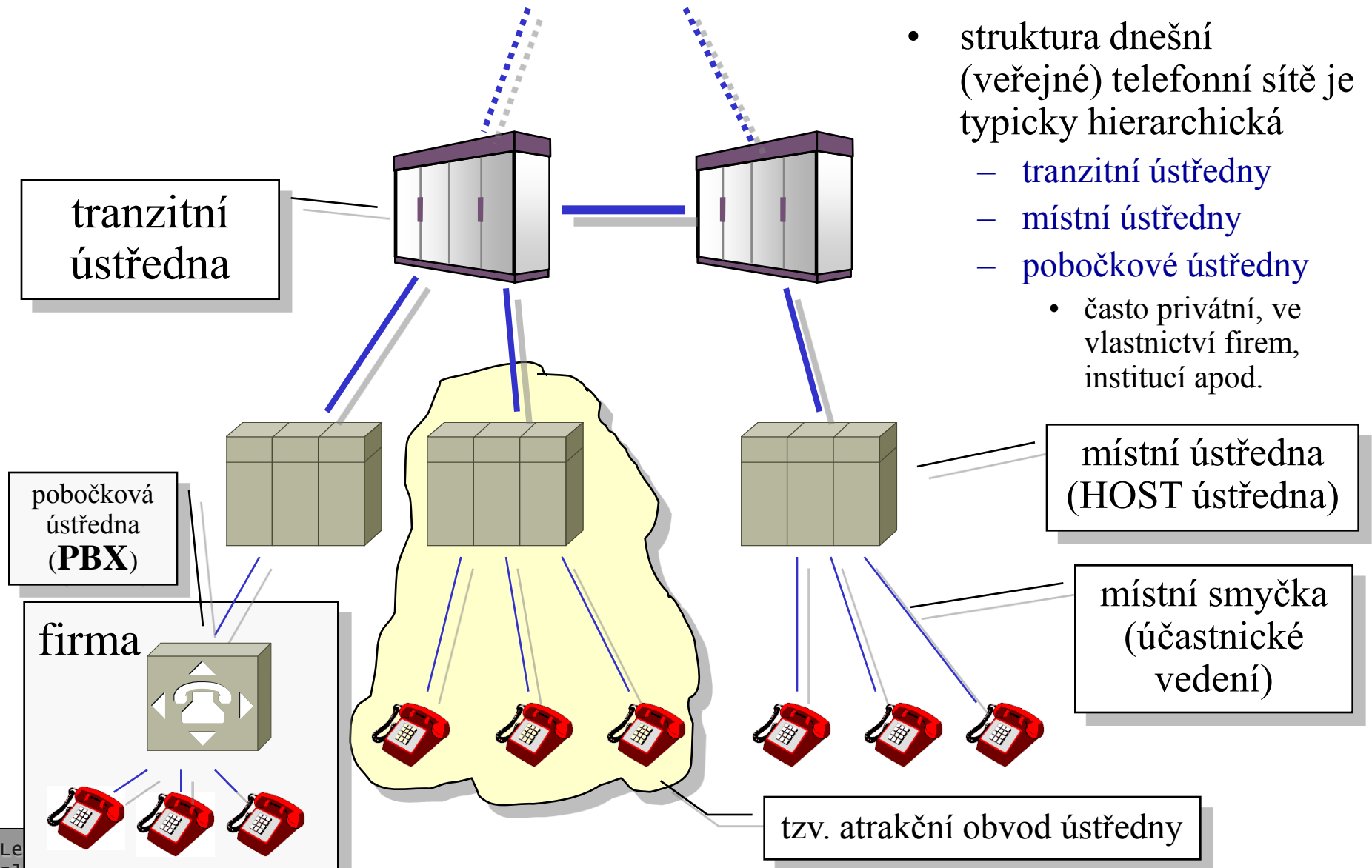


- přepojováním na ústředně docházelo ke galvanickému spojení místních smyček
  - k tzv. **komutaci** (přepojování)
  - a tím ke vzniku souvislé (vodivé) přenosové cesty mezi komunikujícími stranami
- = **přepojování okruhů (circuit switching)**

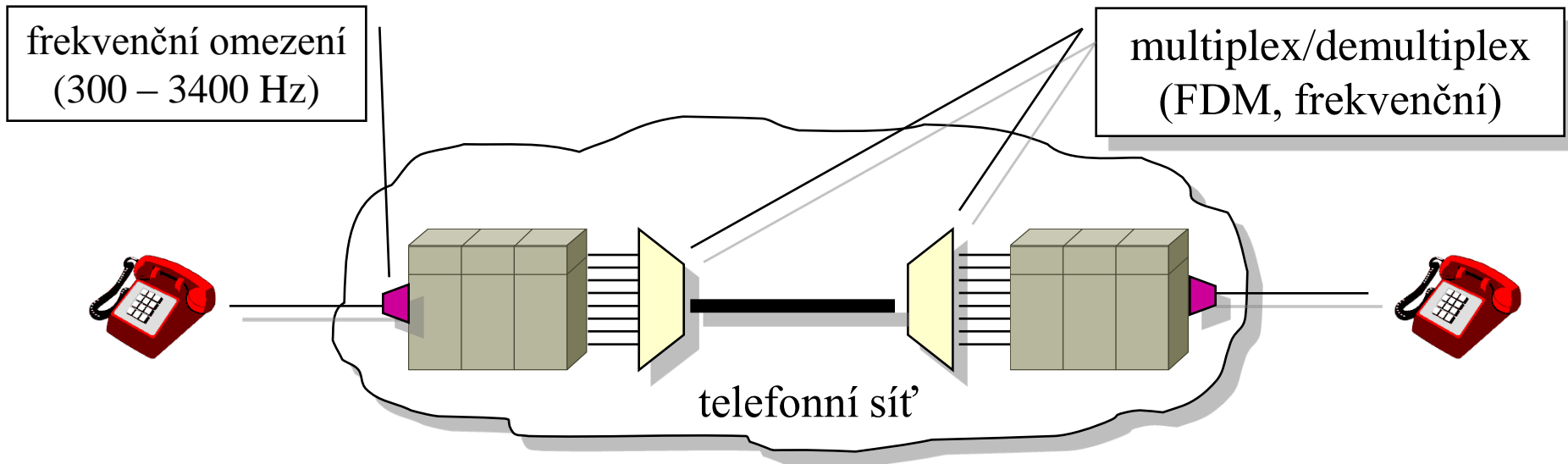
dnes se realizuje elektronicky, ne mechanicky

# POTS

## dnešní struktura sítě



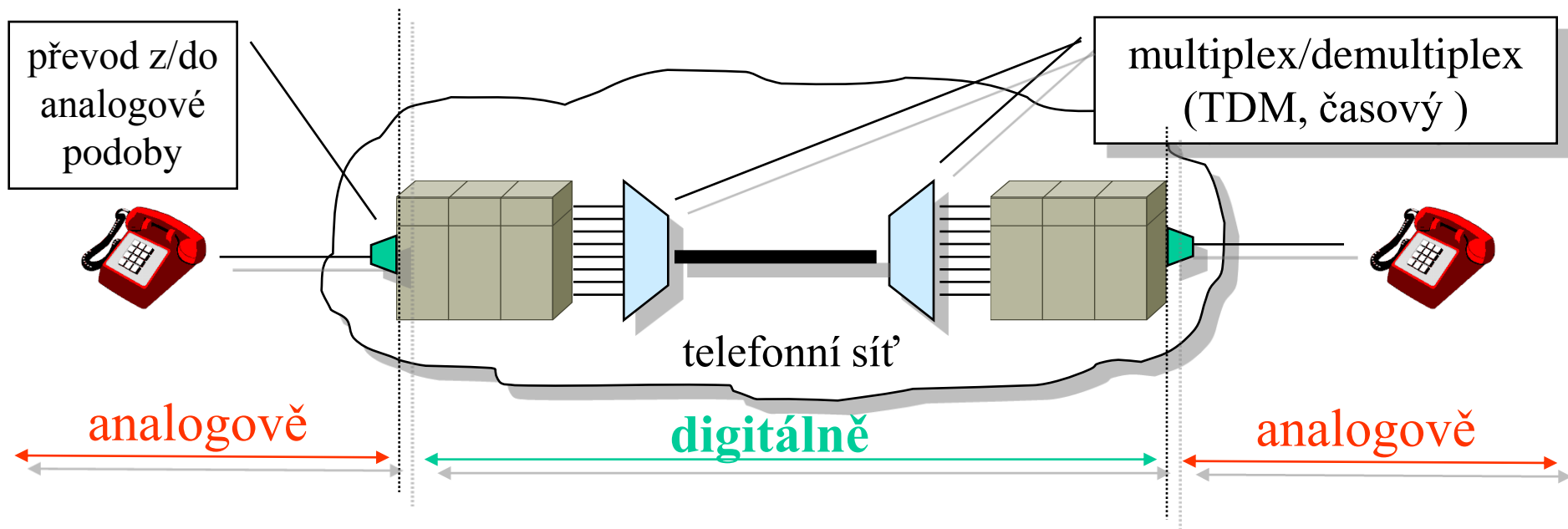
# fungování (analogové) telefonní sítě



- 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



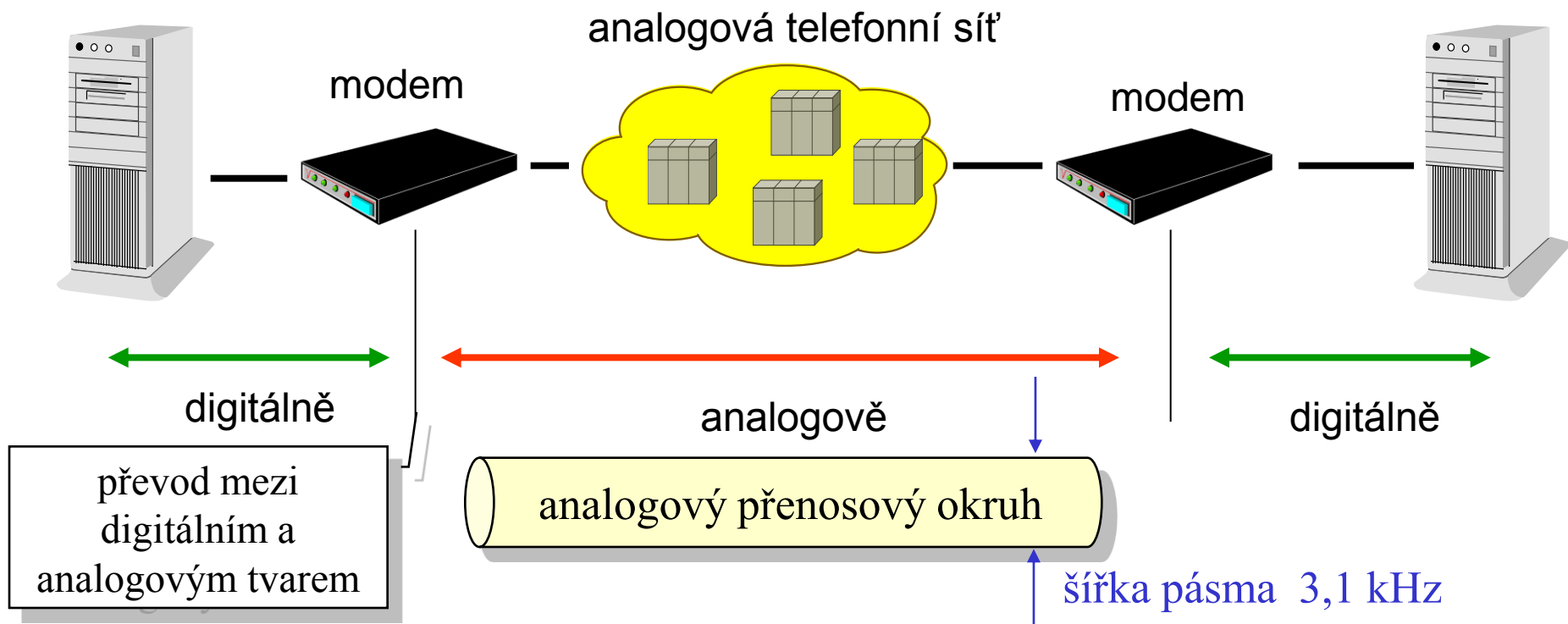
# digitální telefonní síť



- 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

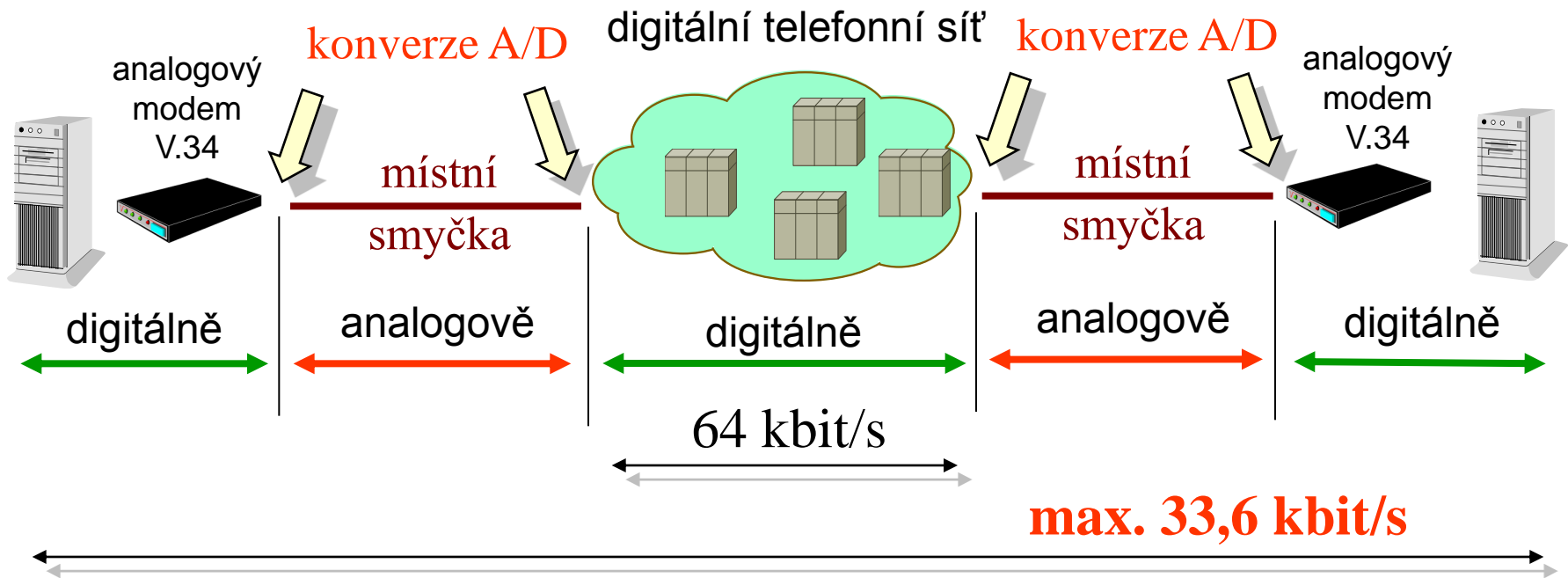


# přenos dat v analogové tel. síti



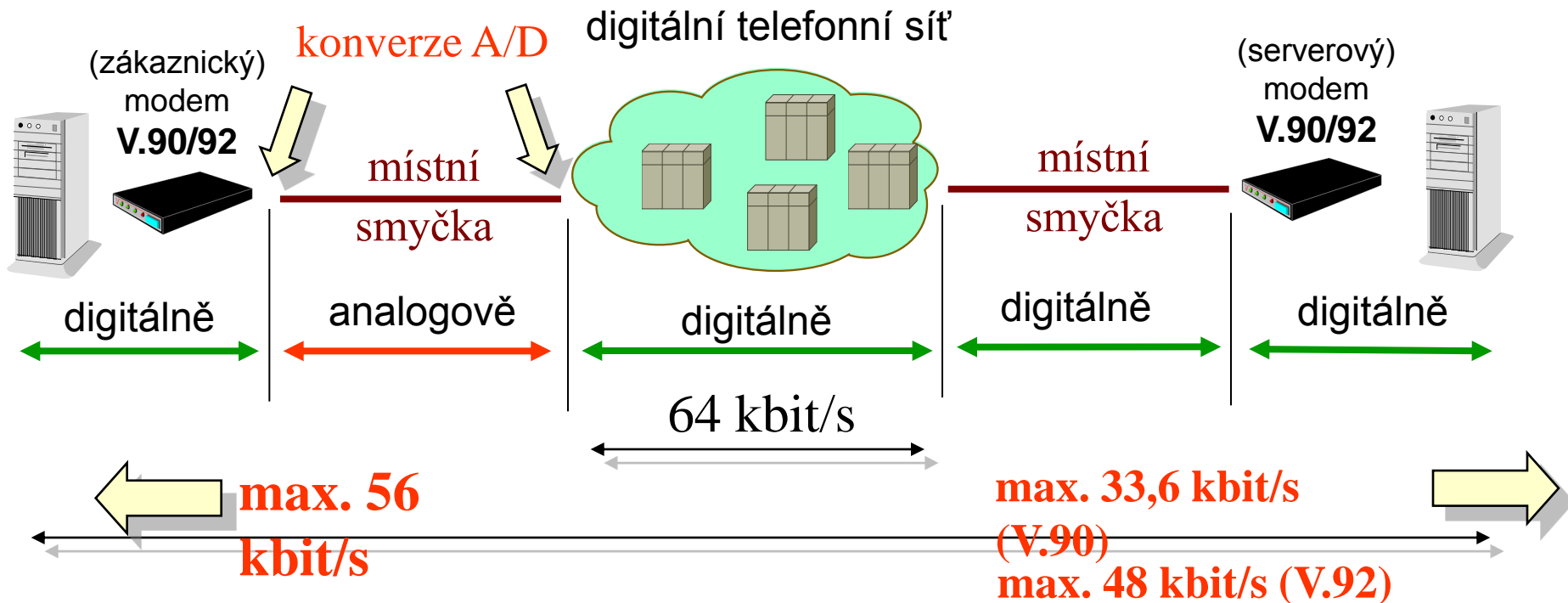
- telefonní síť se chová jako čistě analogový přenosový kanál
- konverze z/do digitální podoby je zajišťována mimo telefonní síť
  - modemy, které patří komunikujícím stranám
    - na nich také závisí max. dosahovaná rychlost (**do horní hranice 33,6 kbit/s !!!!!**)
  - telefonní síť nepozoruje rozdíl 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



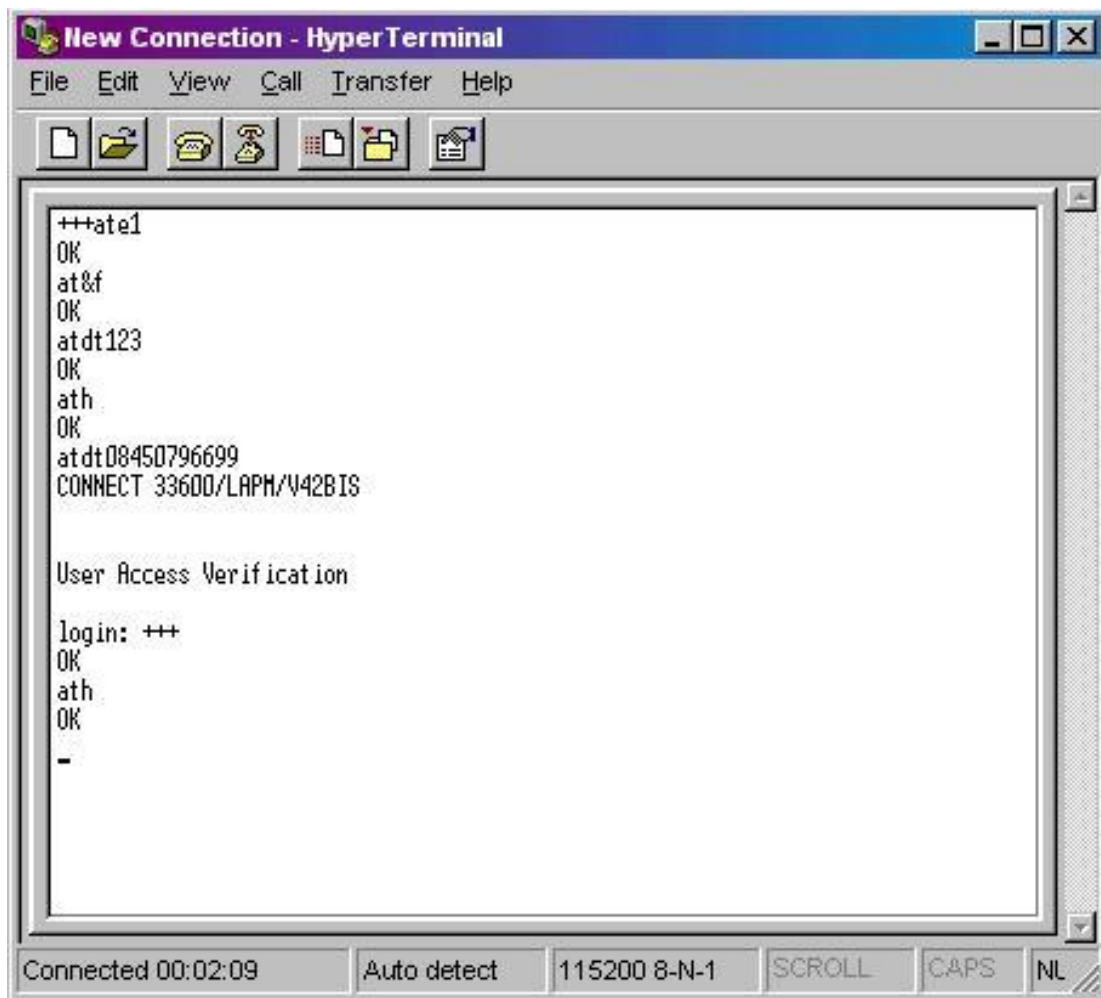
- odstraněním jedné "sady" konverzí lze dosáhnout vyšší přenosové rychlosti
  - stále ještě ne 64 kbit/s
  - asymetricky: 56 kbit/s směrem uživateli
    - v opačném směru méně: 33,6 kbit/s u standardu V.90, 48 kbit/s u standardu V.92

# 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

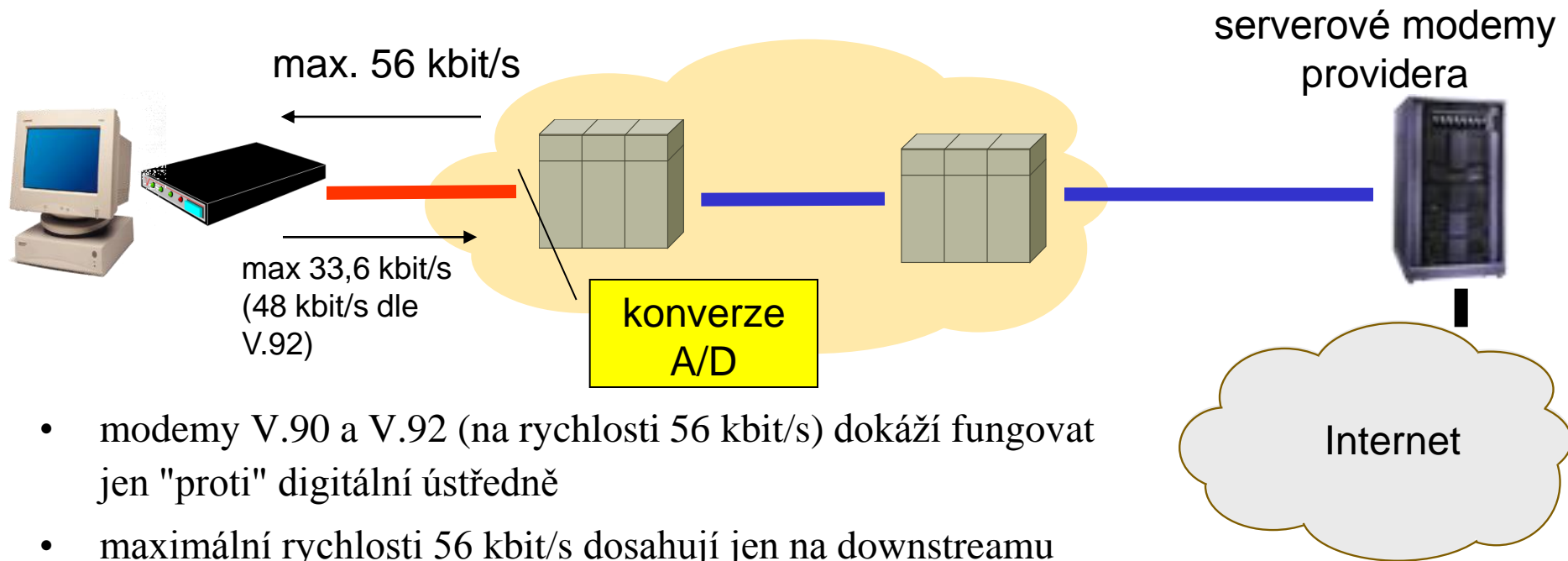
User Access Verification

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

# 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

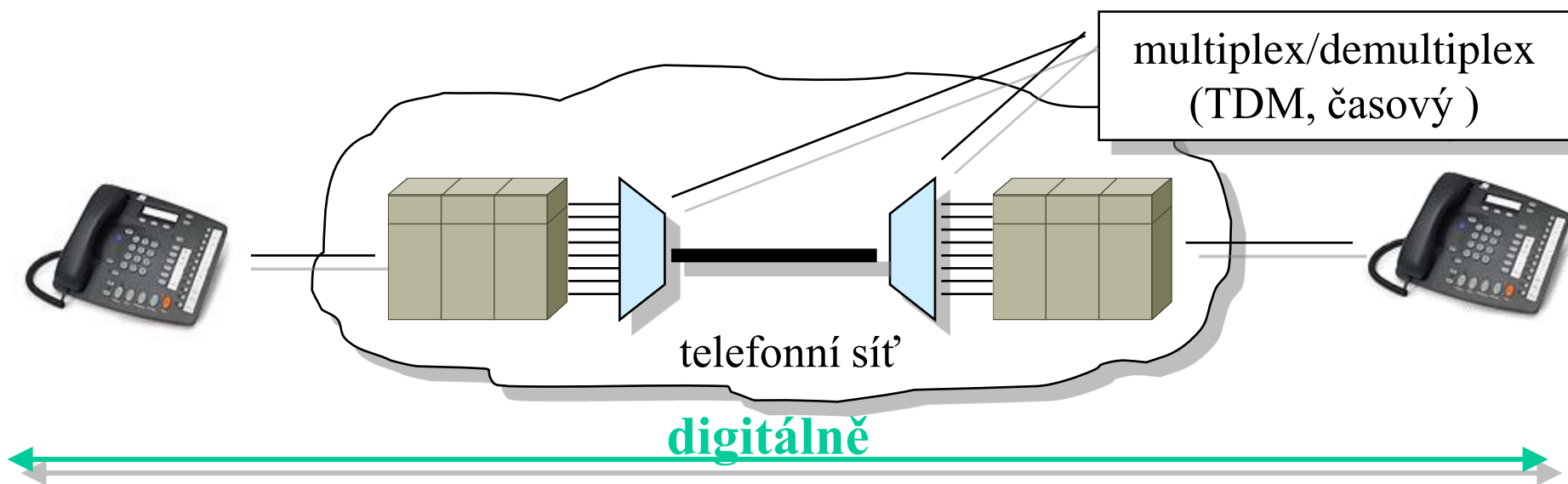
# fungování modemů V.90 a V.92



- 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



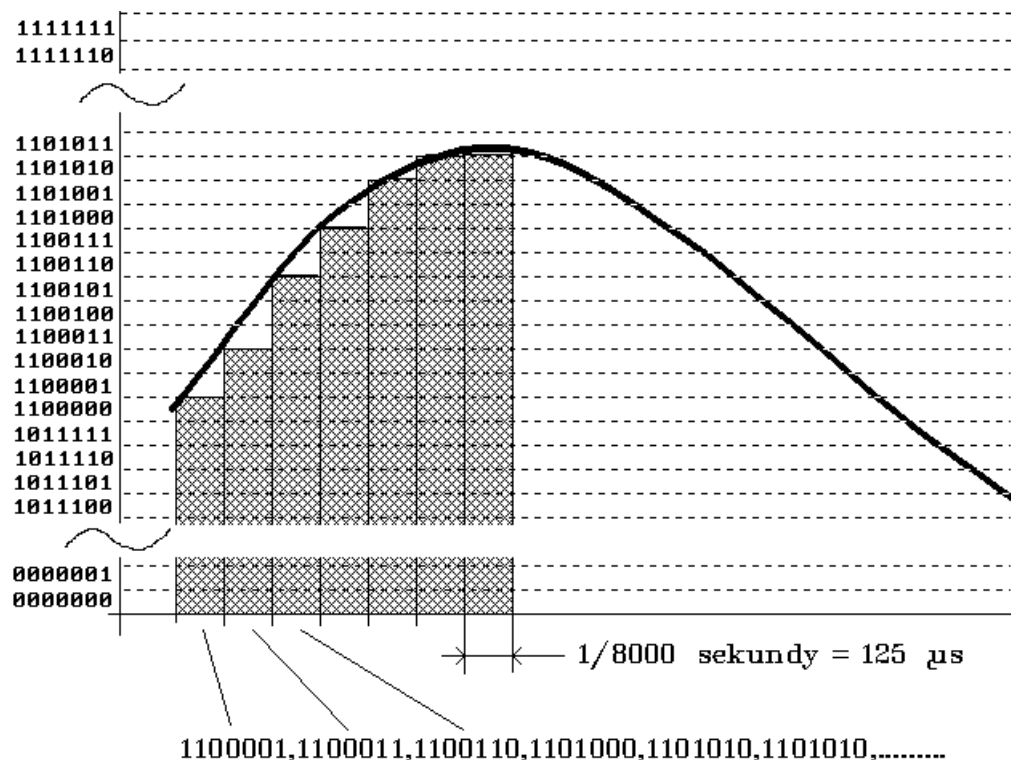
- digitální způsob fungování telefonní sítě se prodlouží až ke koncovým účastníkům
  - telefonní ústředny fungují plně digitálně
    - uvnitř i mezi sebou
  - **místní smyčky fungují digitálně !!!**
    - na konci místní smyčky musí být zařízení komunikující digitálně
      - např. ISDN telefon

# 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:  $1xA + 1xC$

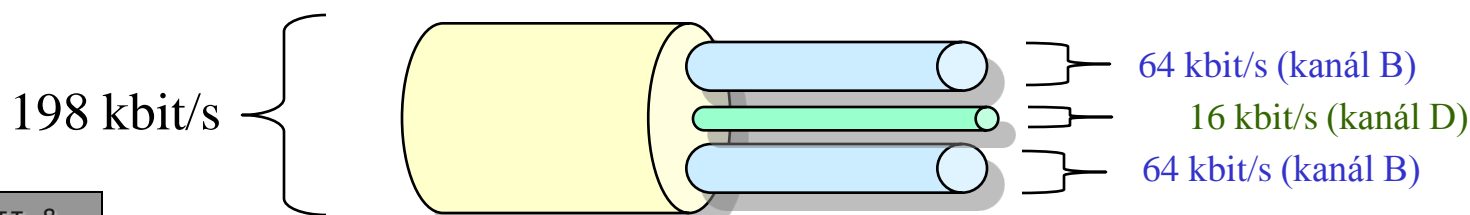


má odlišnou skladbu

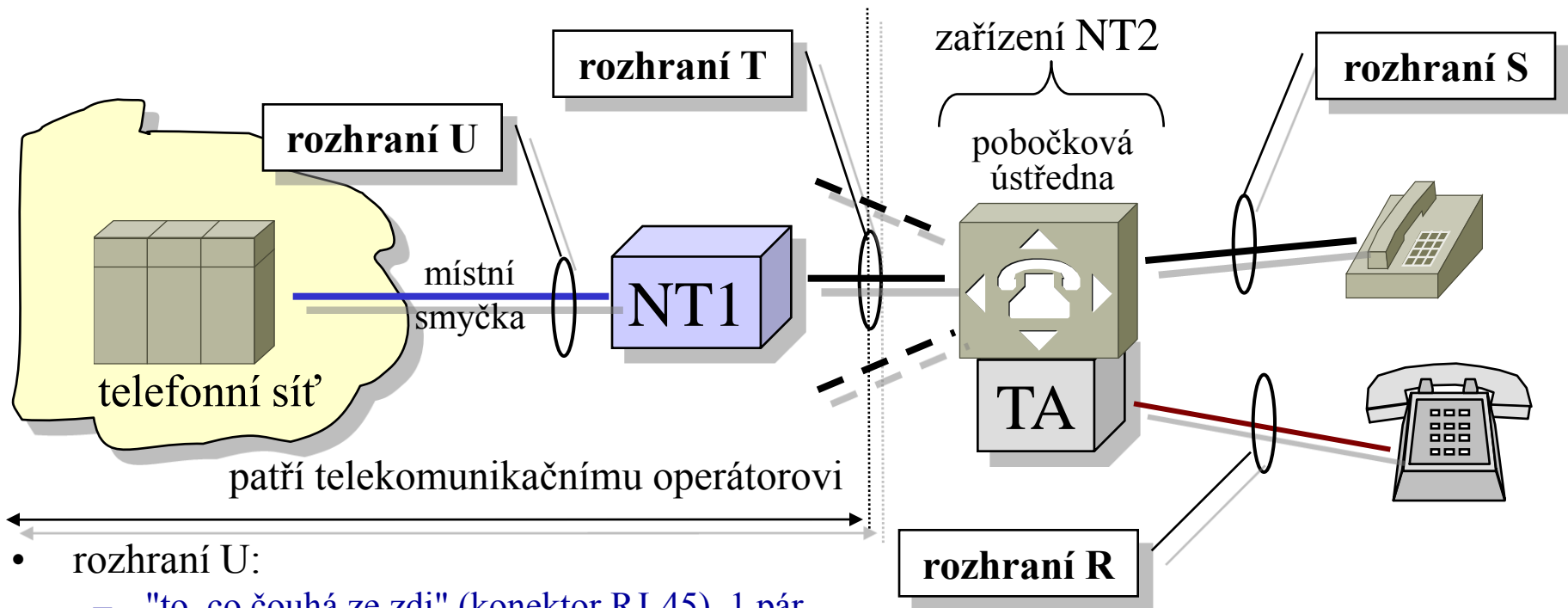
Primary Rate

# 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



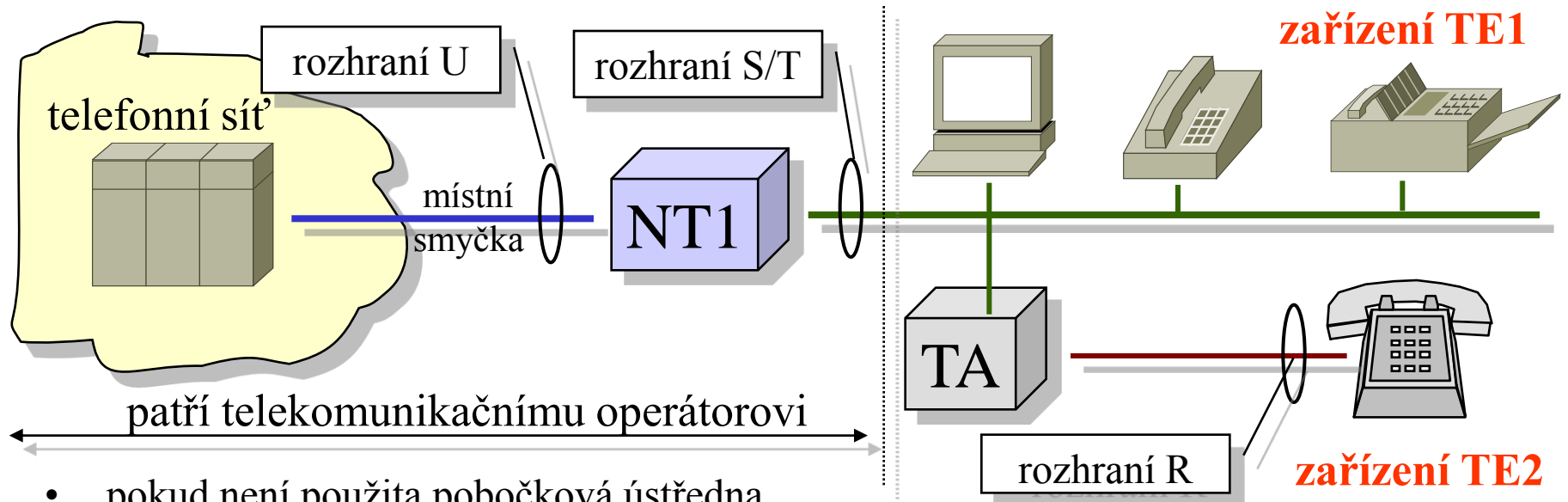
# rozhraní ISDN BRI, varianta s PBX (D)



patří telekomunikačnímu operátorovi

- 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

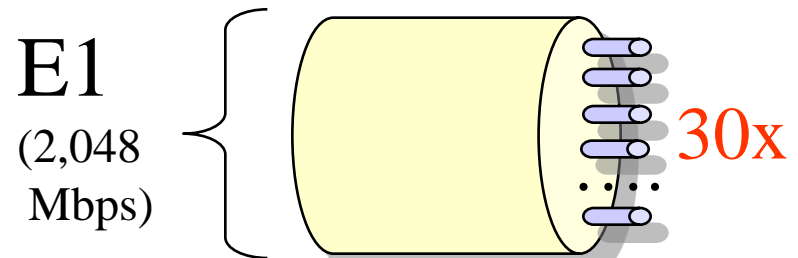
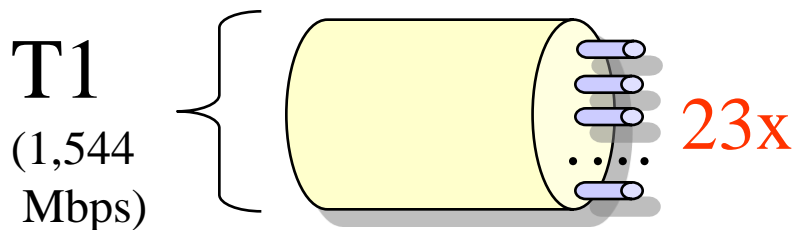
# přípojka Primary Rate (euroISDN30)

- ISDN Primary Rate

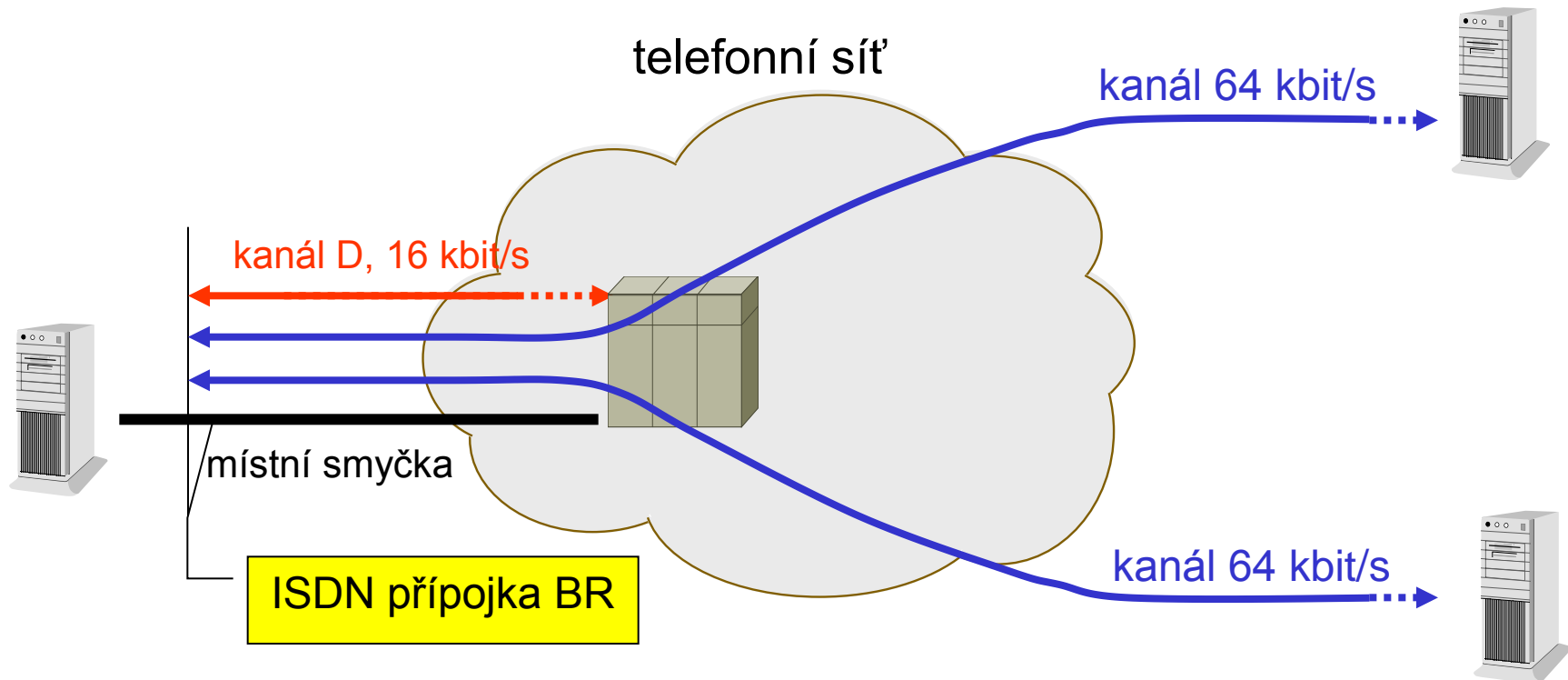
- přípojka určená pro firmy, kanceláře, providery, operátory, ....
- 23x64 kbit/s datové kanály, 1x kanál D 64 kbit/s pro signalizaci
- „spotřeba“ přenosové kapacity je 1,5 Mbps
  - je to šité na míry spojům T1 o kapacitě 1,5 Mbps

- 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

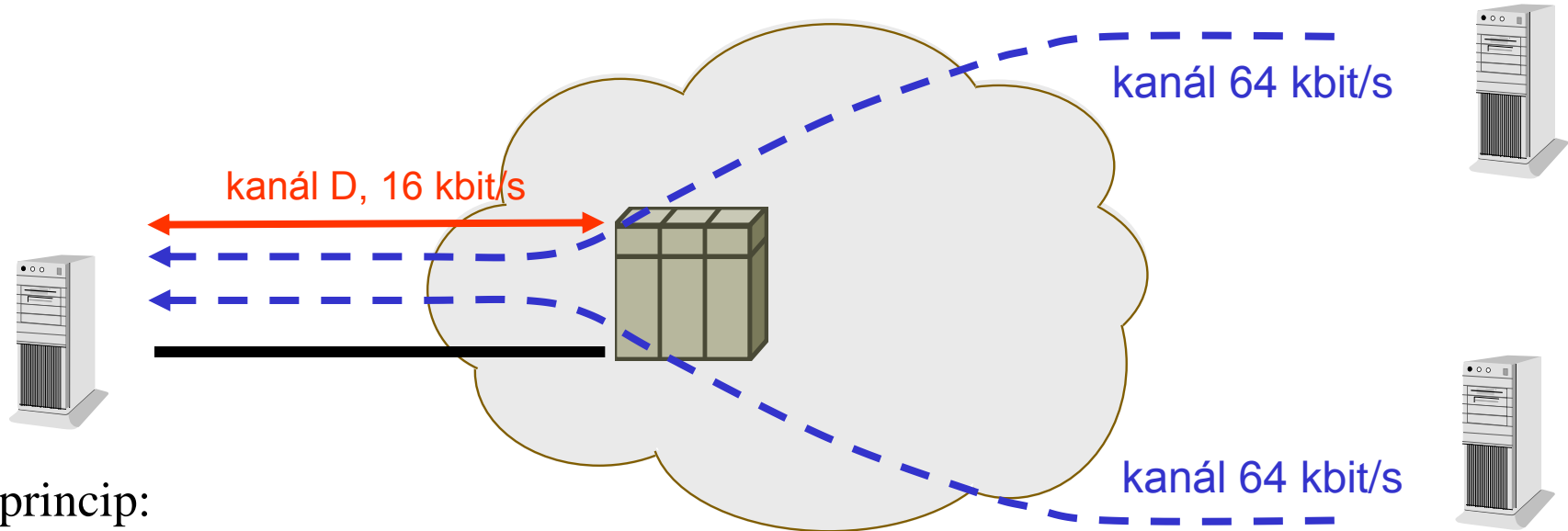


# využití ISDN k datovým přenosům



- 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

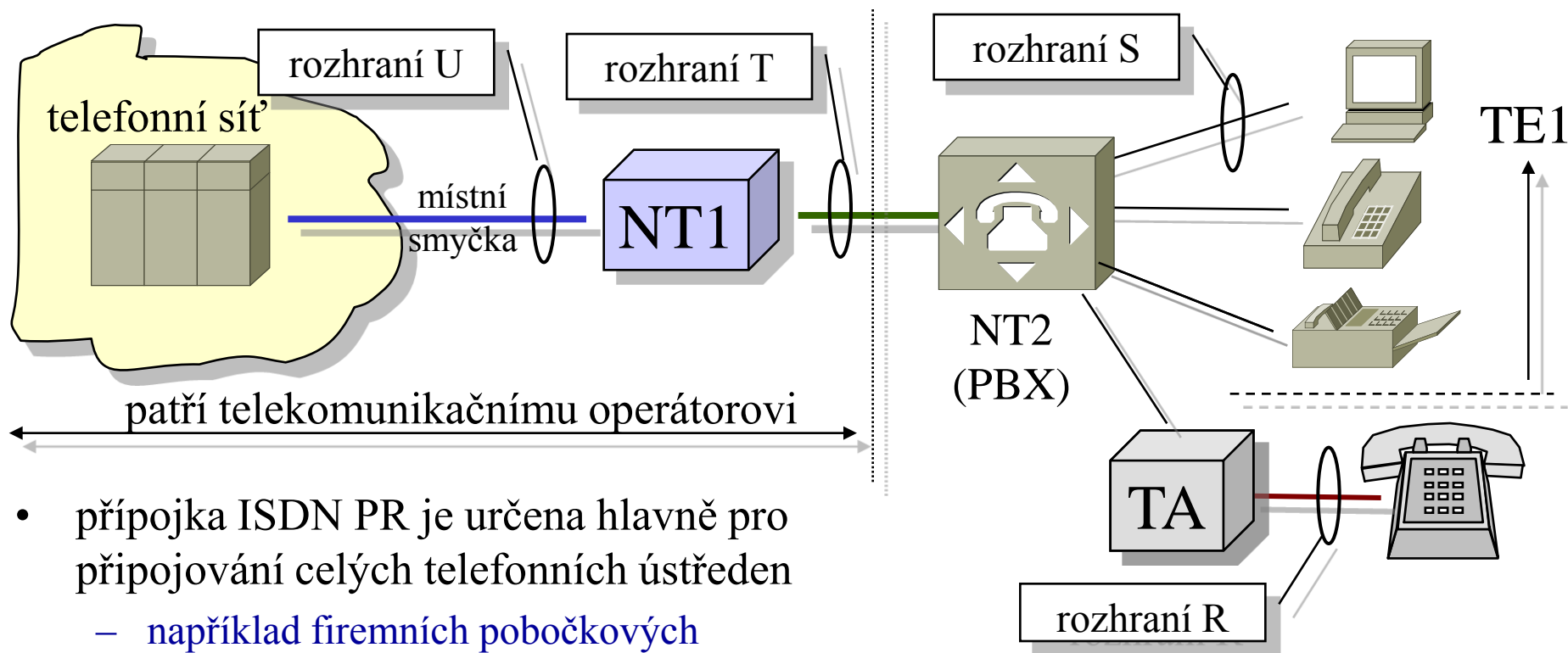
- problém:

- 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

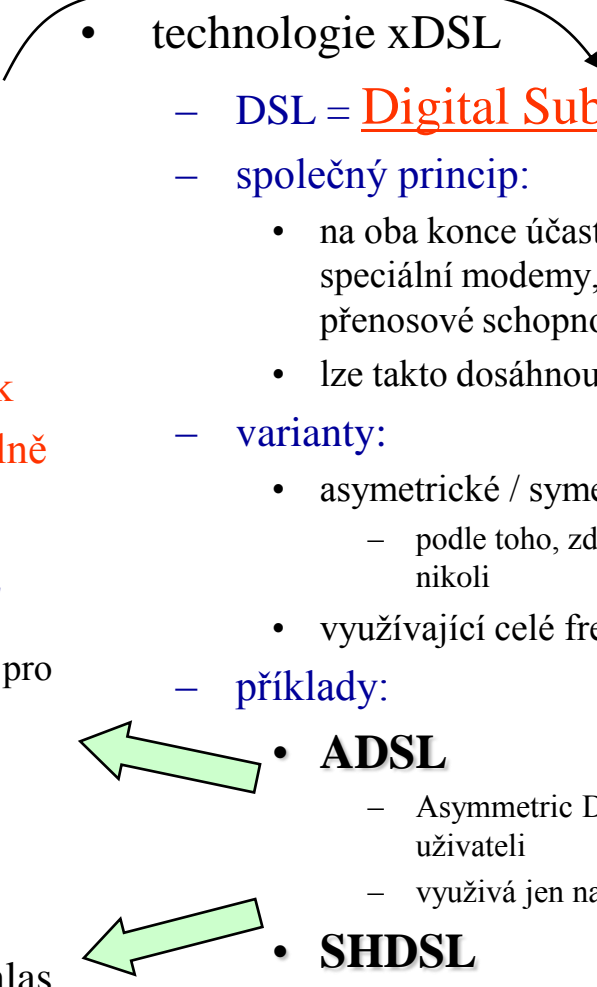


- přípojka ISDN PR je určena hlavně pro připojování celých telefonních ústředěn
  - například firemních pobočkových ústředěn (PBX)
  - propojování ústředěn telekomunikačních operátorů
  - připojování modemových polí u ISP apod.

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

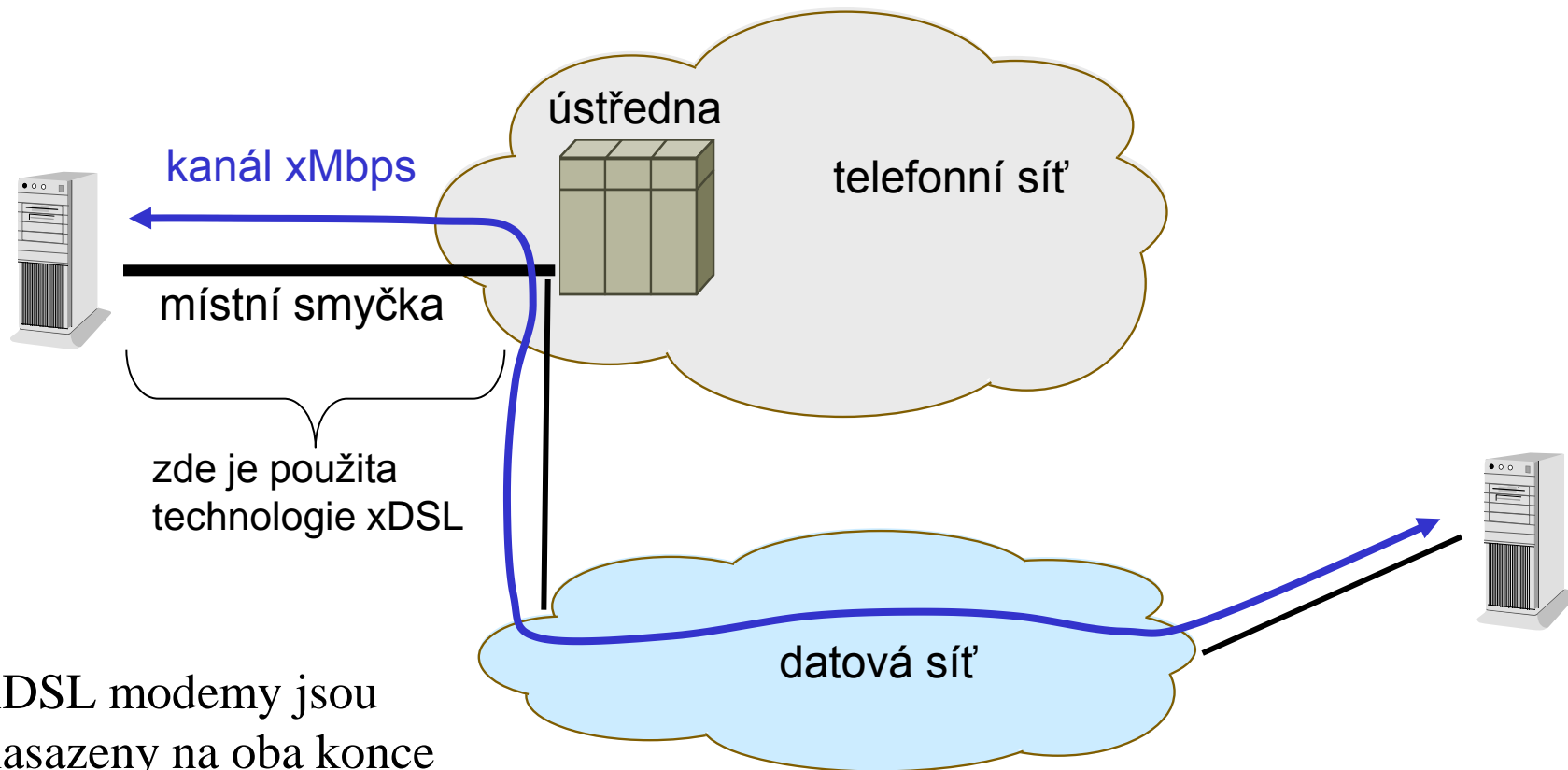
- původní záměr autorů:
  - nabídnout „světu počítačů“  
propojení rychlostmi 64 kbit/s
    - v době vzniku myšlenky ISDN  
to bylo smysluplné
    - dnes spíše vtip
- později: renesance zájmu o  
ISDN
  - jako technologie pro  
individuální připojování  
uživatelů k Internetu
  - v ČR tomu ale brání 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

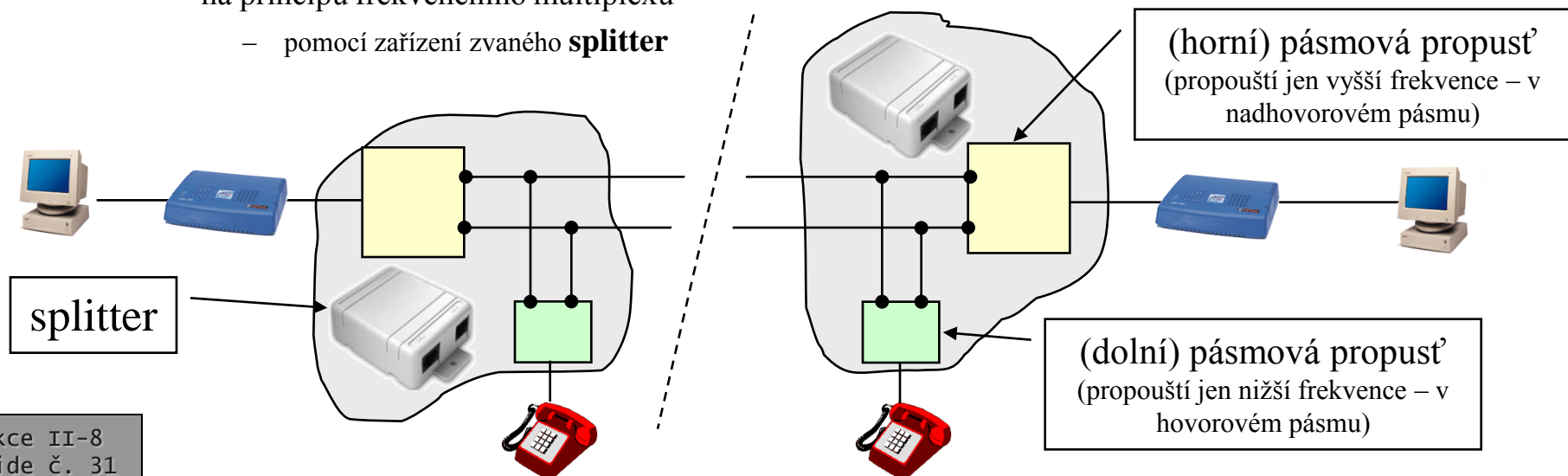


- xDSL modemy jsou nasazeny na oba konce místní smyčky
- "datový tok" musí být odkloněn před vstupem do telefonní ústředny a veden jinou cestou !!
  - telefonní síť již nemá dostatek kapacit pro vysokorychlostní přenosy !!!!!

# koexistence hlas + data (na místní smyčce)

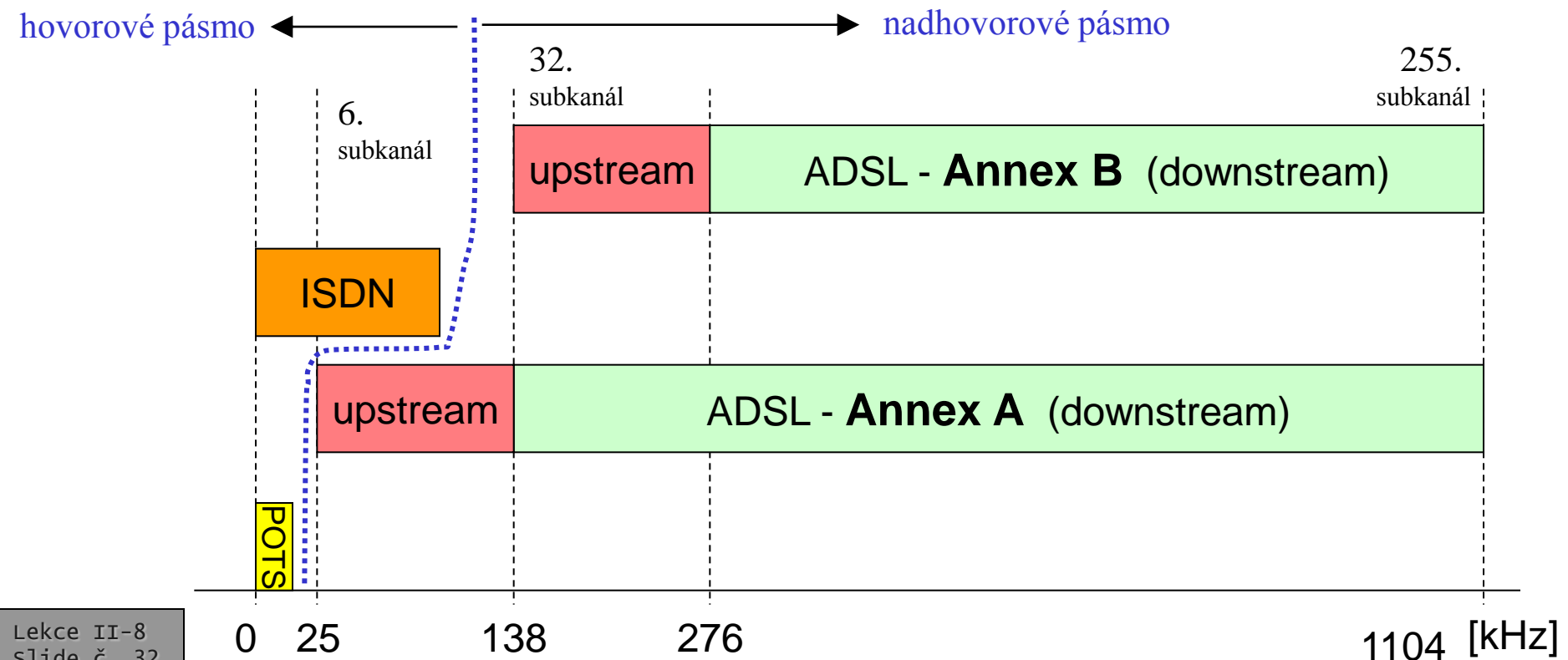
- některé z xDSL technologií využívají celé frekvenční pásmo místní smyčky (od 0 Hz výše)
  - nemohou "koexistovat" s hlasovými službami "na stejném drátě"
  - například SHDSL
- jiné využívají jen tzv. nadhovorové pásmo (pouze vyšší frekvence, nad tzv. hovorovým pásmem)
  - dokáží "koexistovat" s hlasovými 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



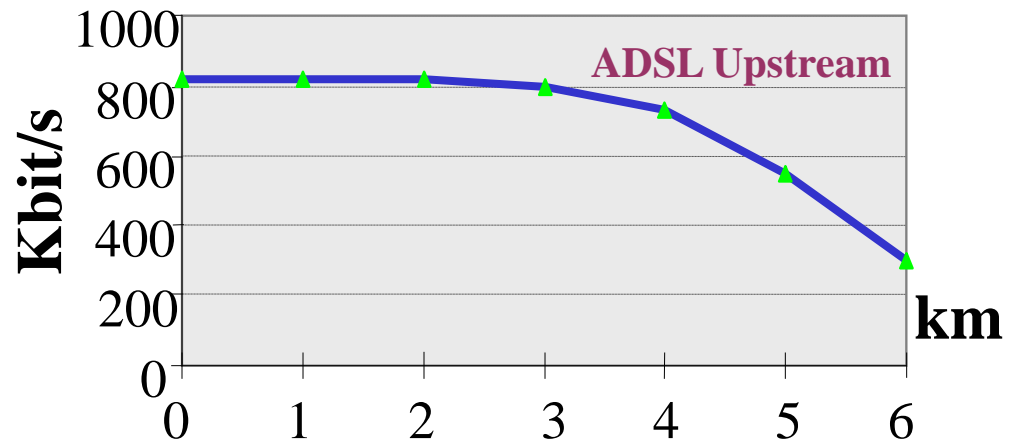
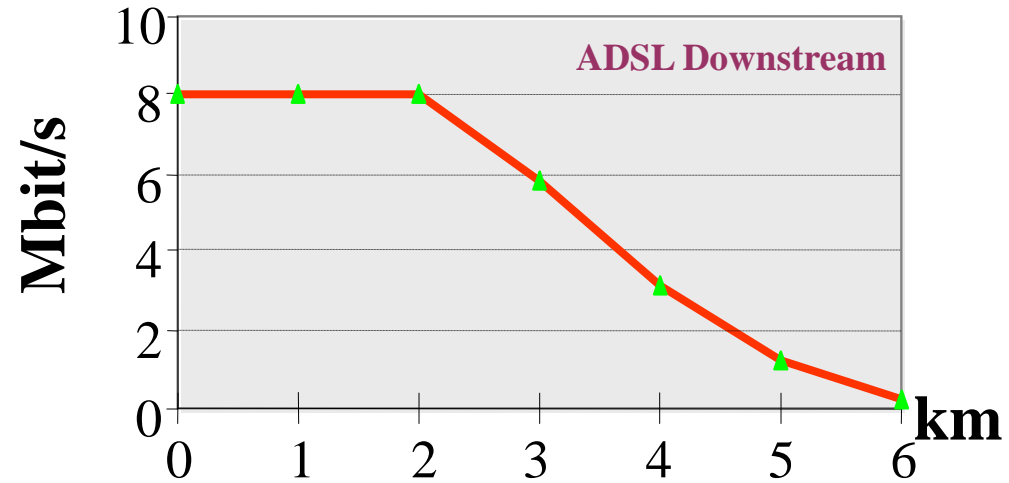
# technologie ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)

- 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

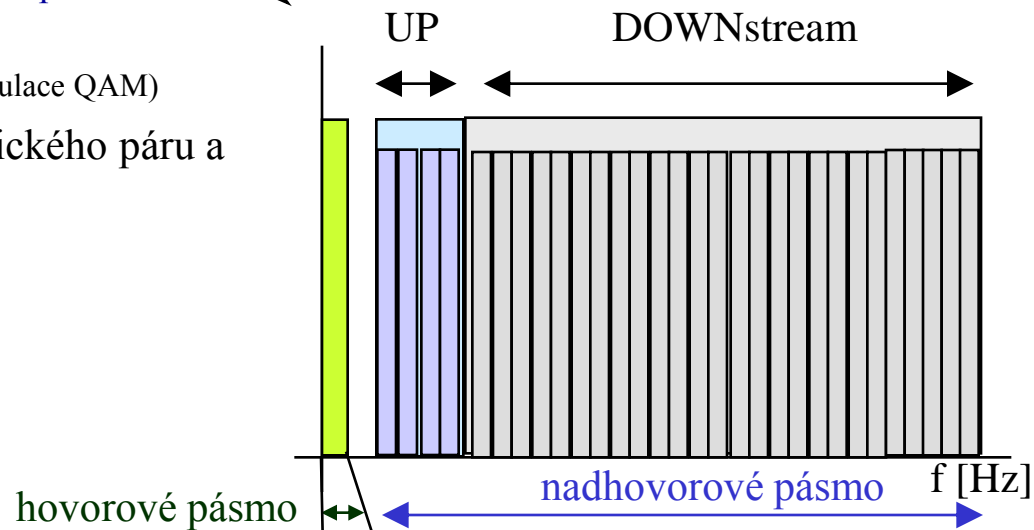
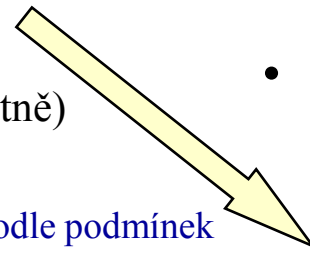
- maximální rychlost ADSL je omezena
  - max. 8 Mbps na downstreamu
  - max. 1 Mbps na upstreamu
- skutečně dosahovaná rychlost závisí také na délce místní smyčky
  - na vzdálenosti od ústředny
  - praktický dosah u Českého Telecomu
    - bez měření a výběru vhodného páru max. 3,8 km
    - s měřením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



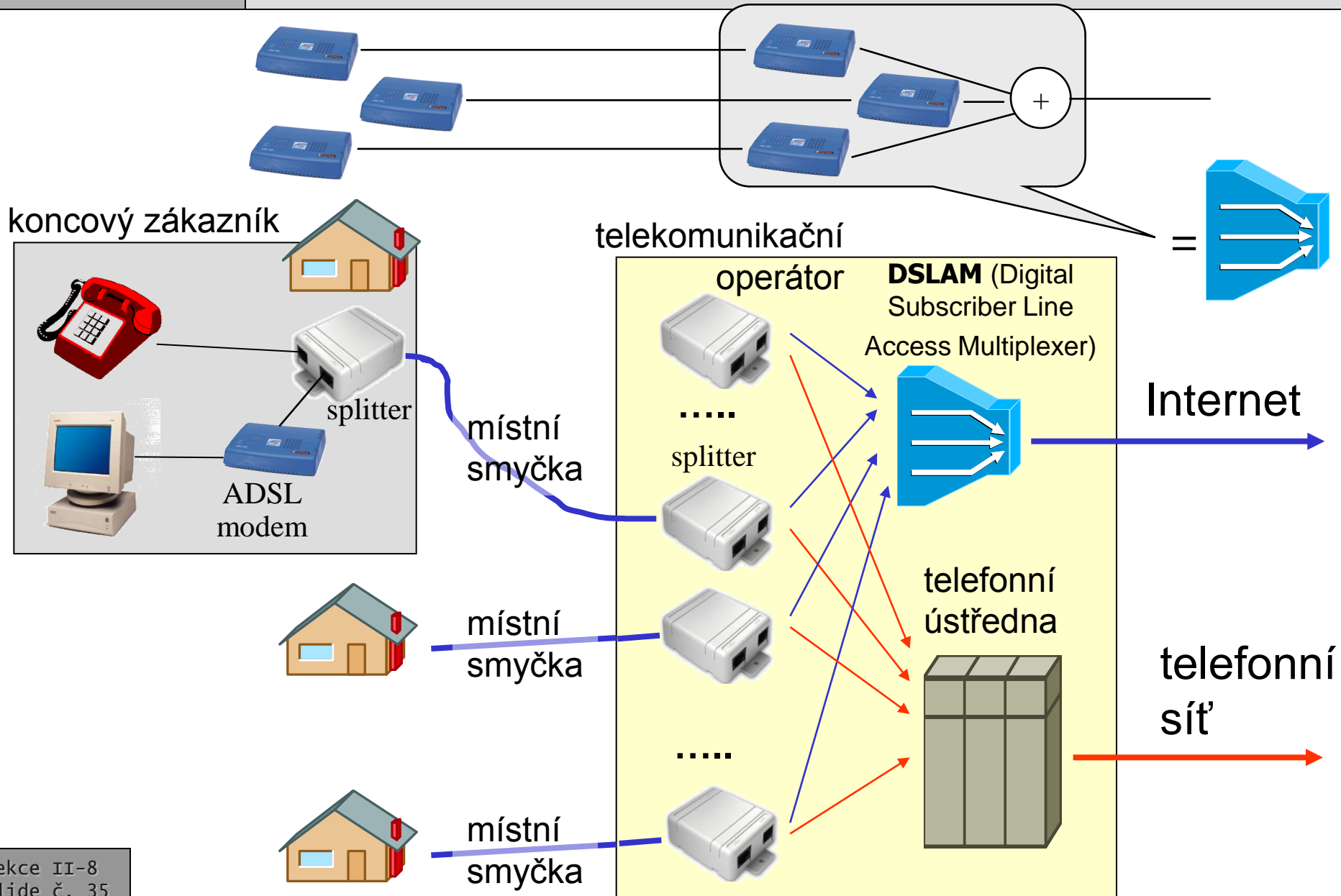
# modulace v ADSL

- 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



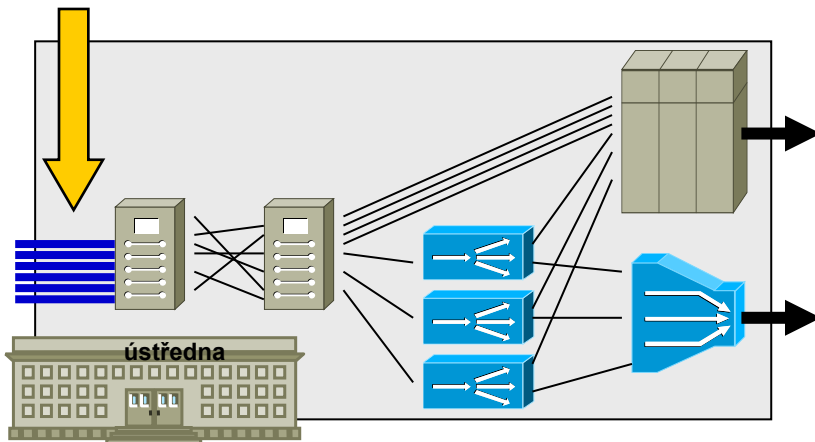
# představa nasazení ADSL





# ADSL v obrazech

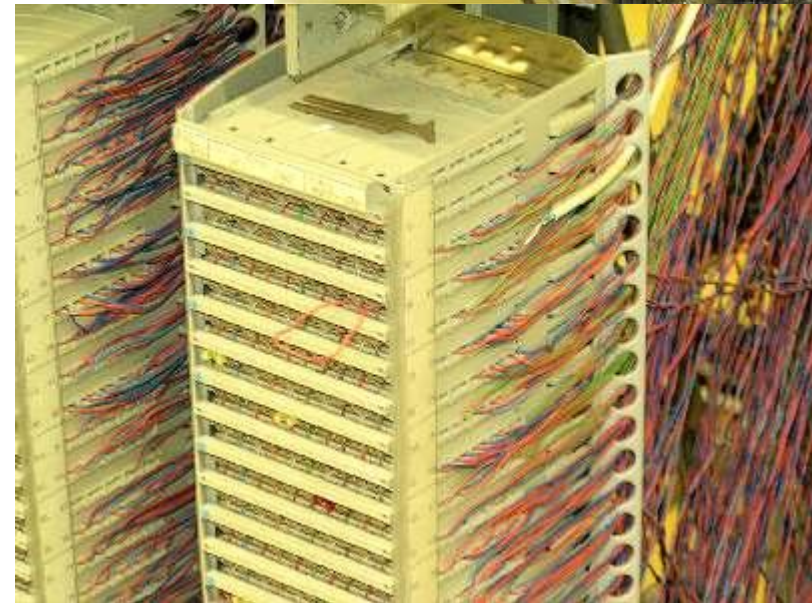
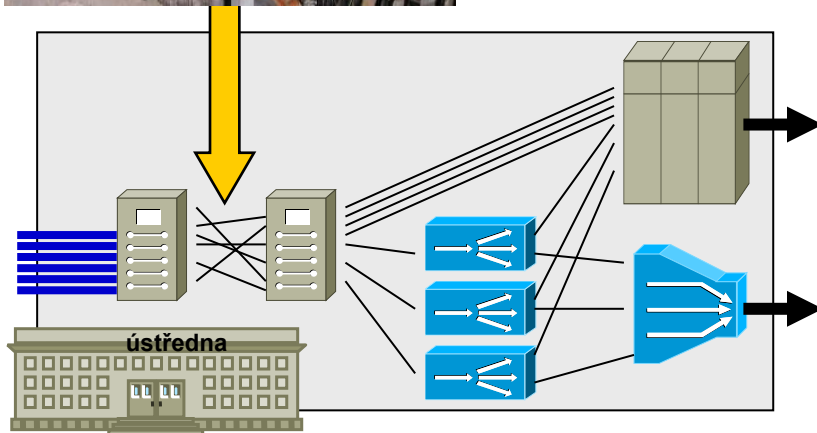
vyústění místních smyček do kabelovny





# ADSL v obrazech

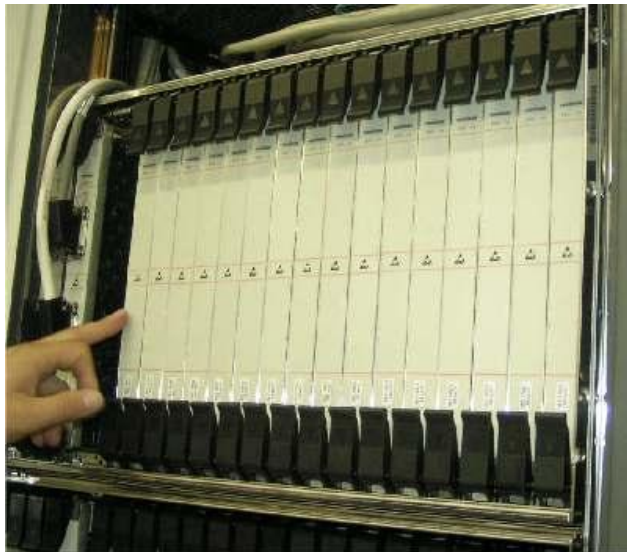
přepojovací pole na ústředně



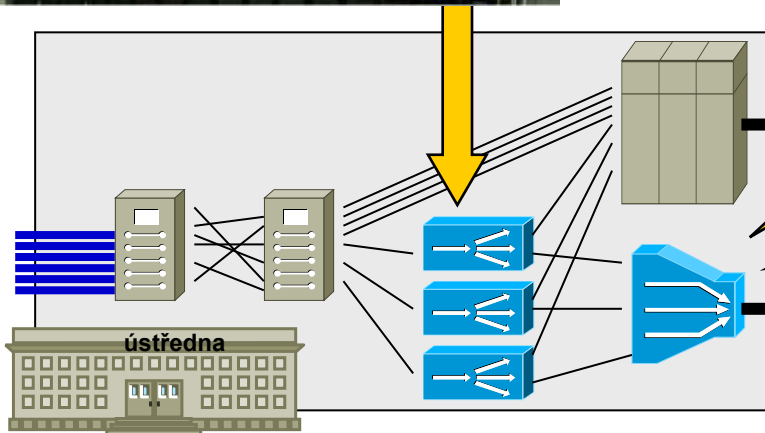
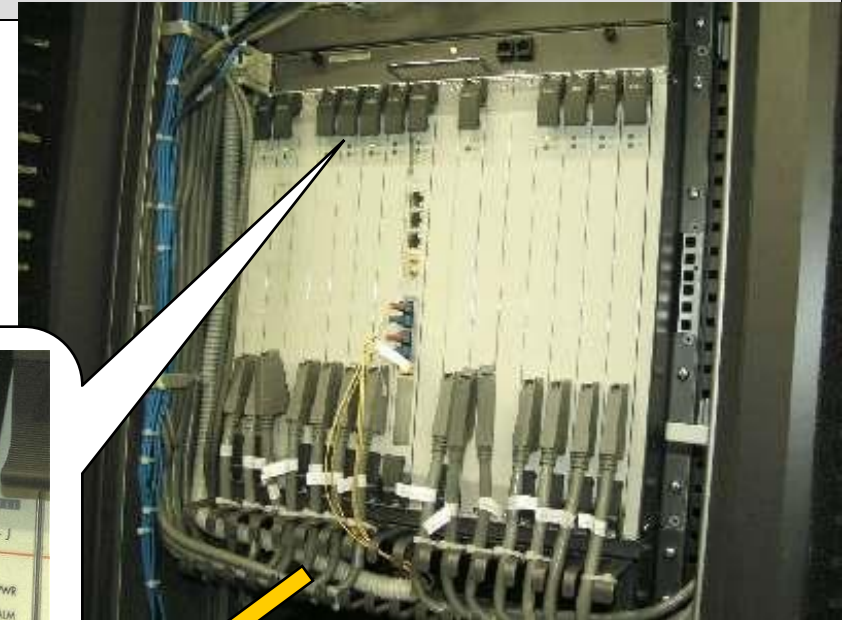
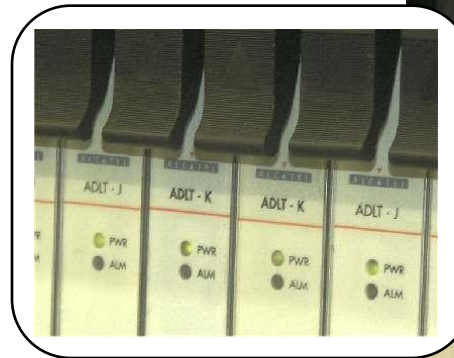


# ADSL v obrazech

splittery (Alcatel)

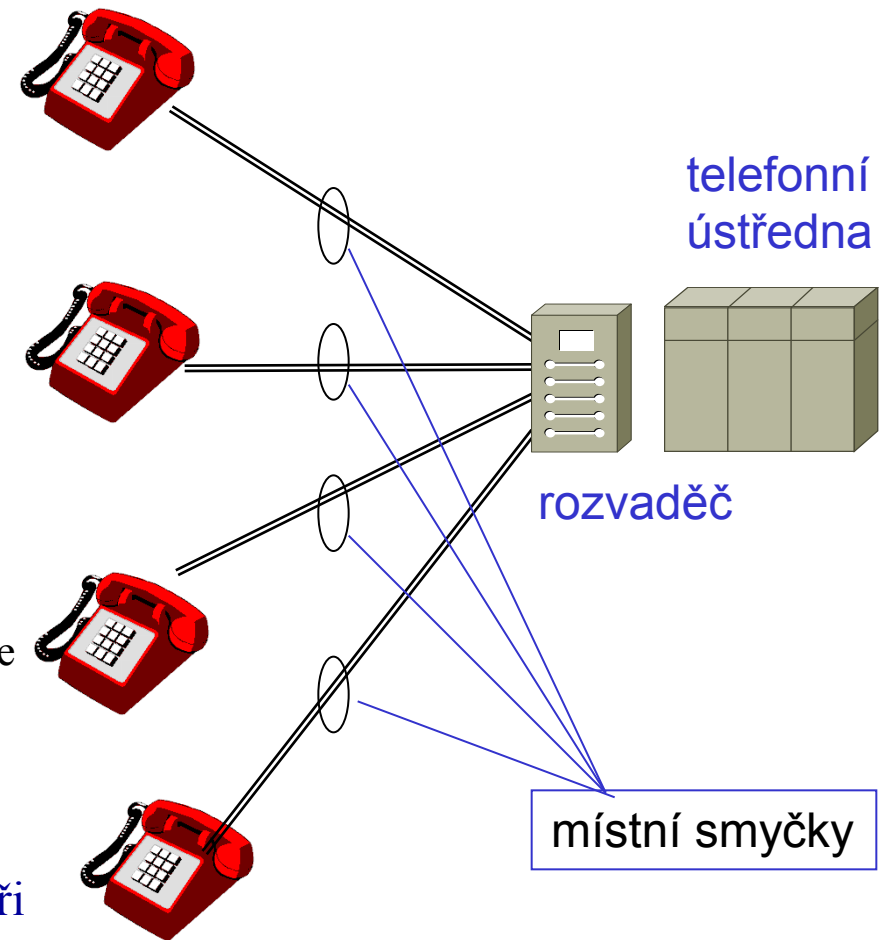


DSLAM-y



# problém místních smyček

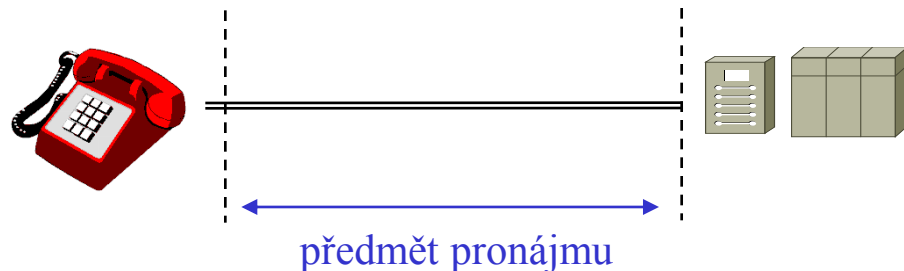
- místní smyčky (metalická vedení k zákazníkům, oficiálně: tzv. účastnická vedení) patří z historických důvodů tzv. inkumbentovi
  - dříve monopolnímu, dnes dominantnímu operátorovi
- budování nových místních smyček nemá smysl
  - je to drahé
  - je to zbytečné
    - stávající smyčky lze využít podstatně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

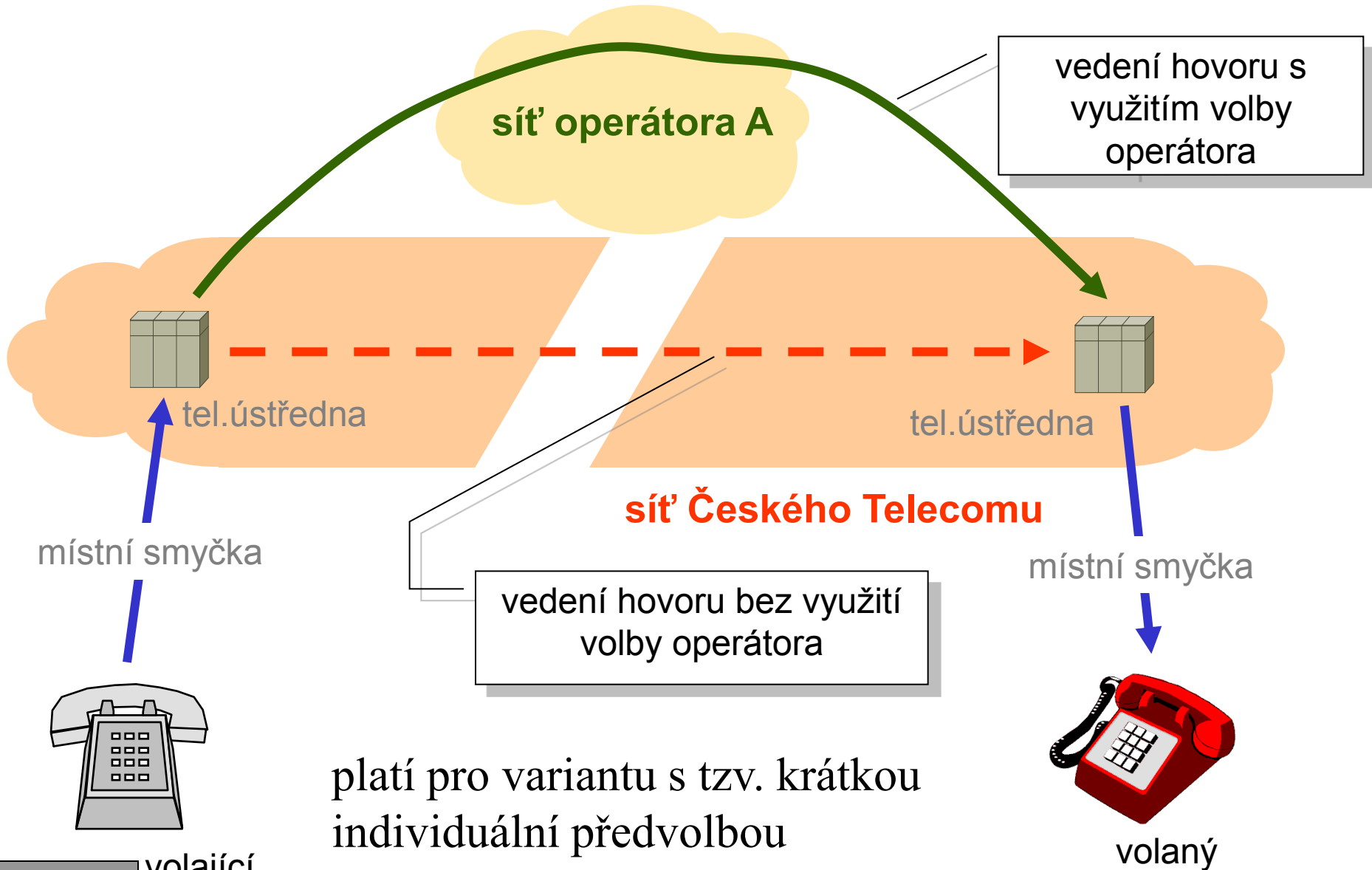
# LLU vs. bitstream

- 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)