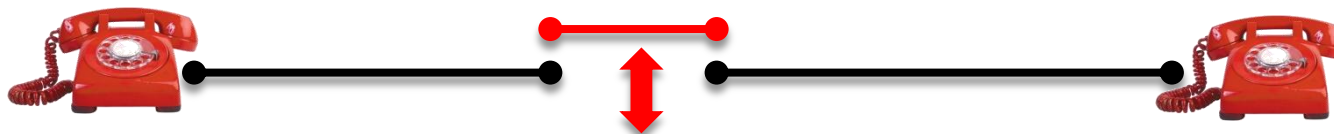


# Lekce 8: POTS, ISDN a xDSL

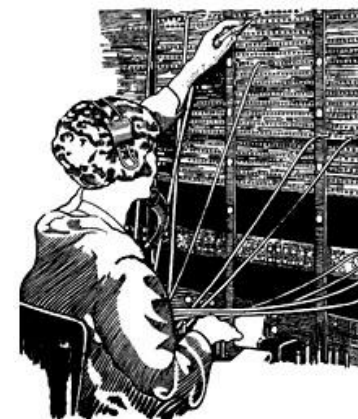
*Jiří Peterka*

# veřejná (pevná) telefonní síť

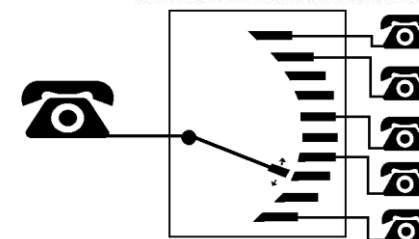
- začala vznikat ještě na konci 19. století
  - první patent na telefon (Alexander Graham Bell): 1876
- vzniká jako:
  - veřejná (public)
  - analogová
    - na digitální technologie bylo příliš brzy
  - komutovaná (switched)
    - **komutace** = fyzické přepojování okruhů (galvanické propojení jednotlivých úseků)



- zpočátku: „ručně“ – spojovatelky na ústřednách
  - později: pomocí kontaktních relé
    - ještě později: pomocí elektronických obvodů
  - důsledek: **jde o síť fungující na principu přepojování okruhů !!!!**
- anglicky: **PSTN** (Public Switched Telephone Network)
    - česky: **VTS** (veřejná telefonní síť)
      - ale to je širší pojem, zahrnuje i mobilní sítě a sítě ISDN !!

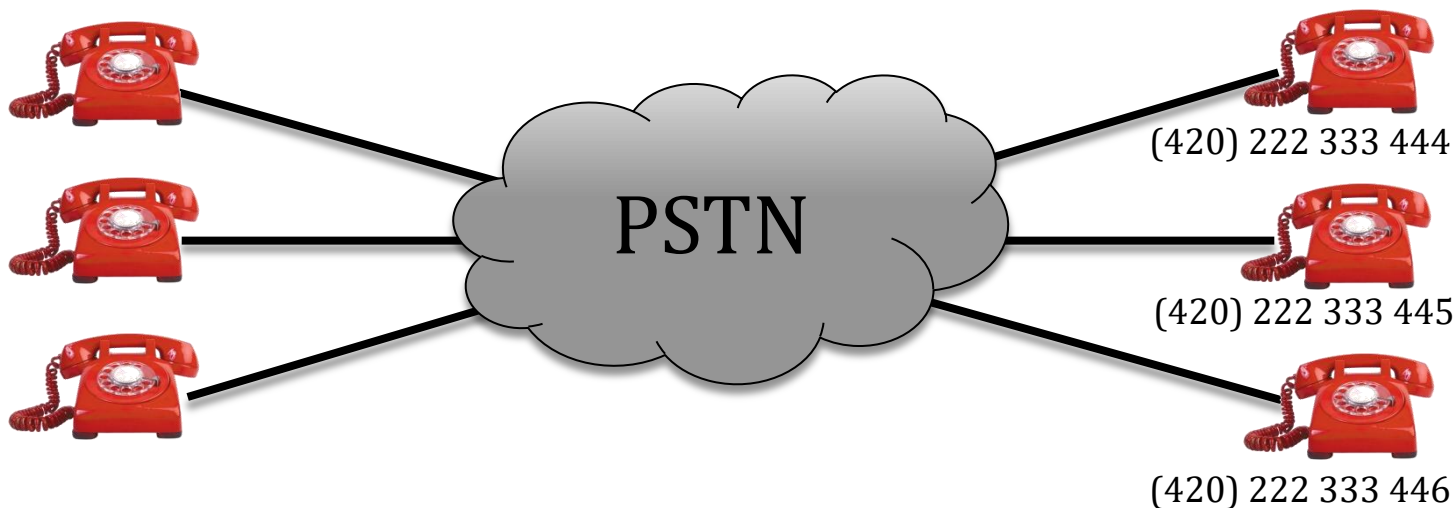


Cord switchboard



# adresace v (pevné) telefonní síti

- vnější pohled:



- adresace koncových uzlů (telefonů):

- pomocí telefonních čísel – celosvětově

- 12 až 15 číslic (číslovací plán standard ITU-T E.164)

- v ČR jde o 12 číslic

- 9 místné národní (významové) číslo – např. 222 333 444

- v pevné síti lze ještě rozdělit na:

- národní směrové číslo (2: Praha, 31,32: Středočeský kraj, 35: Karlovarský kraj, ...)
- účastnické číslo (zbytek do 9 číslic)

- 3 místné číslo země

- pro ČR: 420, pro SK: 421, ....

- u „národních“ volání nepovinné
- pokud se uvádí, musí být prefixováno pomocí **00** nebo pomocí **+**

v mobilních sítích je používána stejná struktura čísel (dle E.164), označovaných jako **MSISDN**

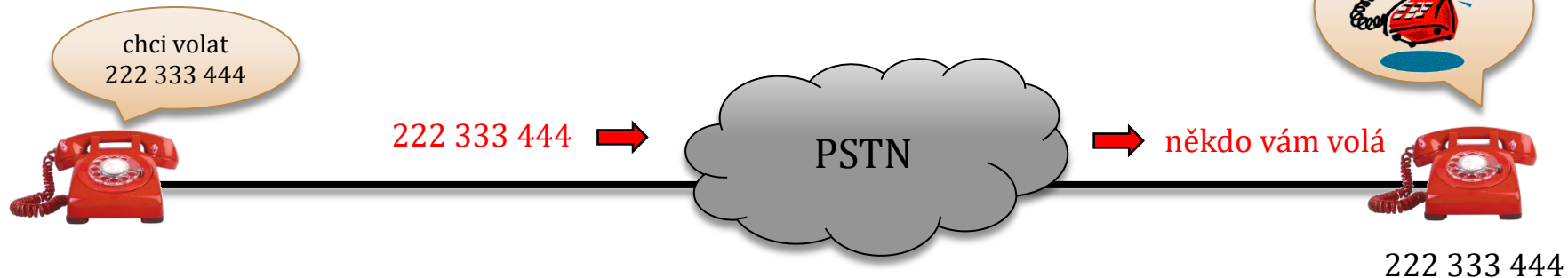


# signalizace

- **signalizace:** obecně: přenos příkazů a stavových informací mezi sítě a koncovými zařízeními

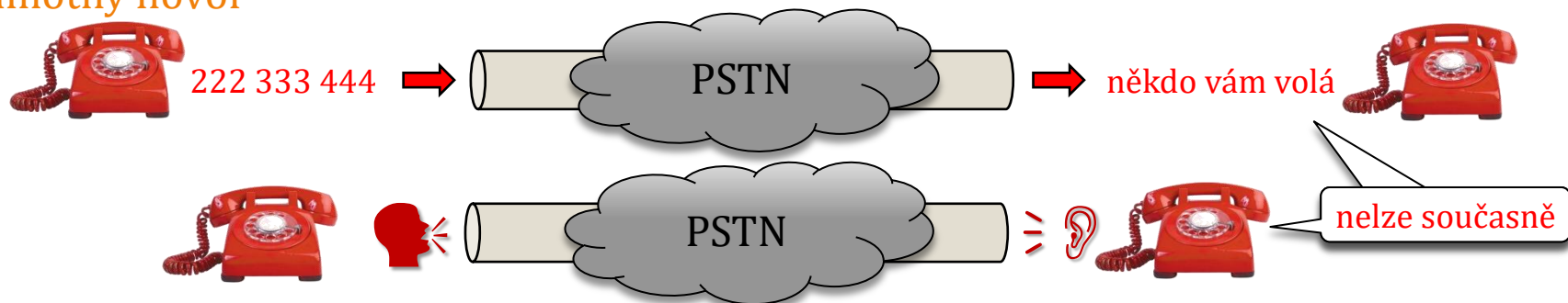
– např.: jak telefonní síť „sdělit“ číslo volaného a pokyn k vytočení?

- ale stejně tak třeba: jak se volaný dozví (od tel. sítě), že mu někdo volá?



- **v (pevné) telefonní síti se řeší tzv. „v pásmu“ (in-band)**

– signalační informace se posílají po stejném kanále (okruhu), po kterém probíhá samotný hovor



- v jiných sítích (např. v síti ISDN) je pro signalizaci využíván samostatný okruh (ISDN okruh D)



# pulzní volba

- pulzní volba:**

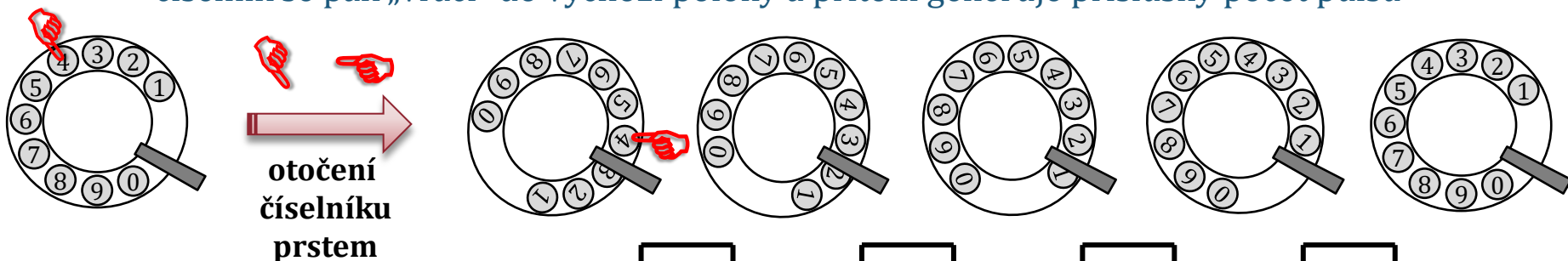
- každá číslice (vícemístného) telefonního čísla je vyjádřena počtem pulsů

1 =  2 =  ..... 6 =  ..... 0 = 10x 

- příslušný počet pulsů (za každou číslici) je generován rotačním číselníkem

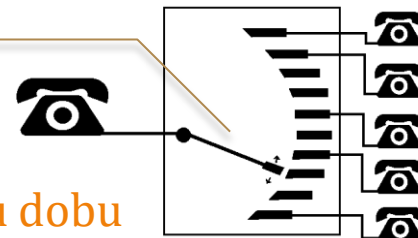
- uživatel otočí číselníkem podle toho, jakou číslici chce zadat

- číselník se pak „vrací“ do výchozí polohy a přitom generuje příslušný počet pulsů



rotační číselník se sám vrací do výchozí polohy, přitom generuje tolik pulsů, kolik odpovídá navolené číslici.

jednotlivé pulzy posouvají krokové voliče



- důsledek:**

- při použití pulzní volby trvá vytáčení různých čísel různě dlouhou dobu

- což se některým uživatelům nelíbilo

# tónová volba



- jiný způsob signalizace

- každá číslice je vyjádřena výškou (stejně dlouhého) tónu

- používá se v modernějších (novějších) telefonních sítích

- konkrétně: **DMTF** (Dual-Tone Multi-Frequency signalling)

- pracuje s 8 úrovněmi (výškami tónu) v rozsahu hlasového hovoru (300 až 3400 Hz)

- kombinuje vždy 2 tóny

- $2 \times 8 = 16$  možností, pro číslice: 1, ..., 9, 0, A, ..., D, \*, #

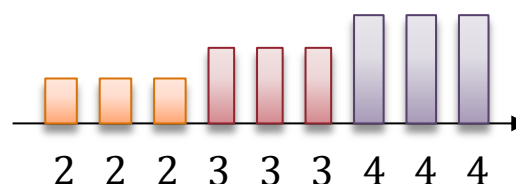
- důsledek:

- vytáčení různých čísel (i znaků) trvá stejně dlouho

- telefony již nemají rotační číselník

- ale tlačítka pro jednotlivé číslice

← i znaky →



- výhody:

- je to praktičtější a spolehlivější, dává to více možností (A-D, \*, #)

- ale mohou vznikat problémy s tím, že výška tónu pro jednotlivé číslice/znaky se v různých zemích/sítích nemusí shodovat

- umožňuje (usnadňuje) to **propojení s počítačovými systémy**

- **CTI: Computer Telephony Integration**

- například v podobě systémů **IVR (Interactive Voice Response)**

- jsou ovládány pomocí jednotlivých číslic/znaků, vyjadřovaných pomocí tónové volby

chcete-li ..., zadejte 1,  
chcete-li ..., zadejte 2,  
.....

# sít' vs. služba (PSTN vs. POTS)

- **(pevná) telefonní sít' je/byla jednoúčelová**
  - je určena (právě a pouze) k poskytování jediné služby – telefonie (telefonní služby)
    - **PSTN** (Public Switched Telephone Network) je sít'
      - již ve svém názvu má zakódování, že slouží k telefonování
        - poskytování (hlasové) telefonní služby
      - původně byla celá analogová
        - později (v ČR kolem roku 2000) se stala digitální
    - **POTS** (Plain Old Telephone Service) je služba
      - služba – samotná možnost telefonování
        - někam se dovolat, přijímat hovory, vést hovor, na konci hovor ukončit
- **jiná sít': ISDN (Integrated Services Digital Network)**
  - funguje již (výhradně) digitálně
  - původní představa:
    - bude nabízet telefonní službu (možnost telefonování)
    - ale také další služby (datové a informační služby)
- **VOIP (Voice over IP), VOD (Voice over Data)**
  - je služba (resp. celá kategorie služeb), která není vázána na žádnou konkrétní sít'
    - dokáže fungovat nad jakoukoli (dostatečně kvalitní) IP sítí / datovou sítí

službu a sít'  
není možné  
oddělit

často se ani  
nerozlišuje mezi  
sítí a službou

také není  
možné oddělit  
službu od sítě

„osamostatněná“ služba

# co nabízí služba POTS?

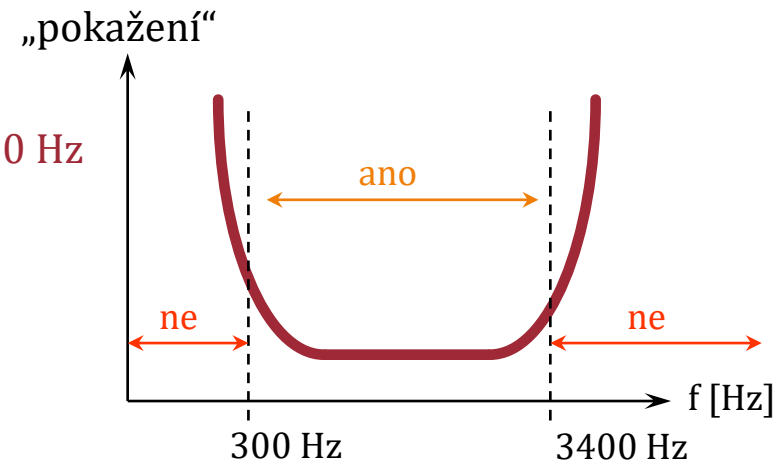
- **POTS (Plain Old Telephone Service)**

- analogové rozhraní

- přenos (analogových) signálů v rozsahu 300 až 3400 Hz
  - tzv. hovorové pásmo
- přenos je plně duplexní
  - tj. v obou směrech současně

- signalizaci „v pásmu“ (in-band)

- pomocí pulzní volby
  - nově i pomocí tónové volby



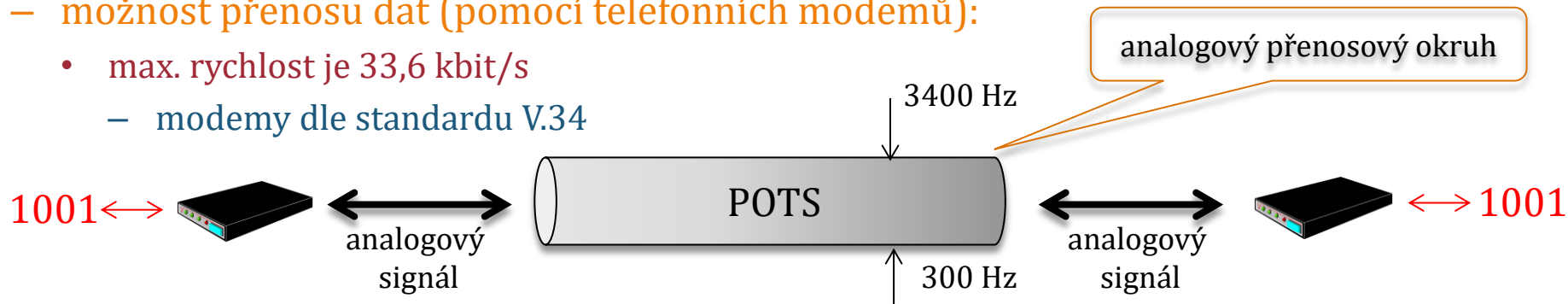
- **připomenutí:**

- omezení frekvenčního rozsahu na 300 až 3400 Hz je umělé

- aby stačilo na srozumitelnost hovoru
  - lidský sluch dokáže pracovat s mnohem širším rozsahem frekvencí (např. 20 – 20 000 Hz)

- možnost přenosu dat (pomocí telefonních modemů):

- max. rychlost je 33,6 kbit/s
  - modemy dle standardu V.34

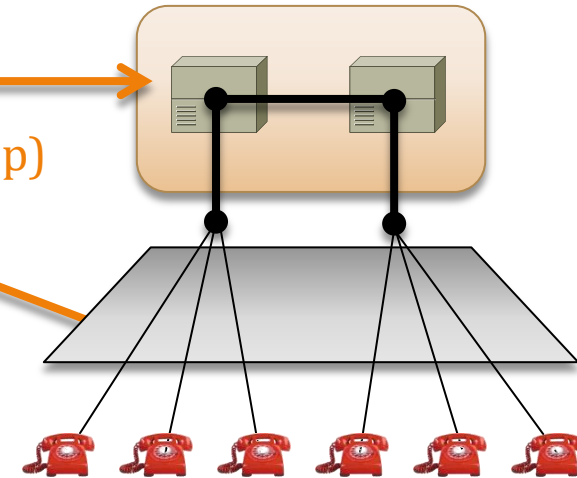




# struktura PSTN

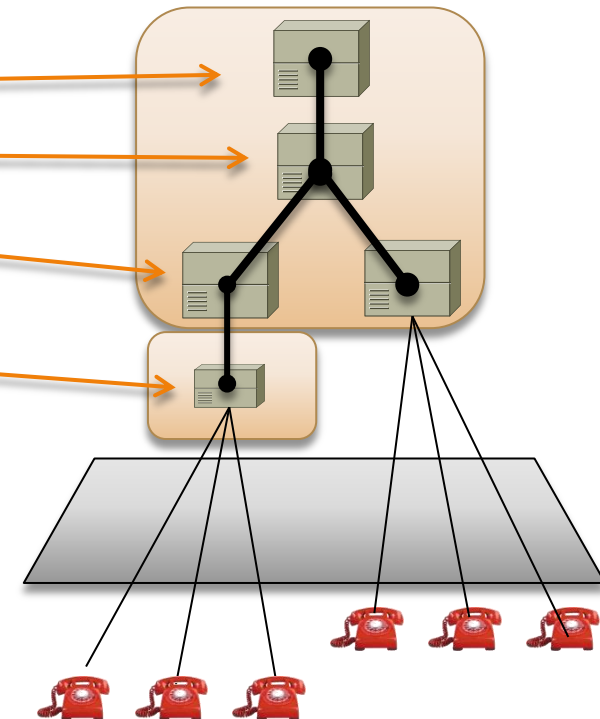
- **zjednodušená představa (pevné) telefonní sítě:**

- páteřní část (páteřní síť): jednotlivé **ústředny**
- přístupová část (přístupová síť): **místní smyčky** (local loop)
  - formálně: **metalická účastnická vedení**
  - technické omezení:
    - maximální délka místních smyček do 5 km !!!
      - kvůli jejich obvodovým vlastnostem (impedance, ...)



- **ve skutečnosti:**

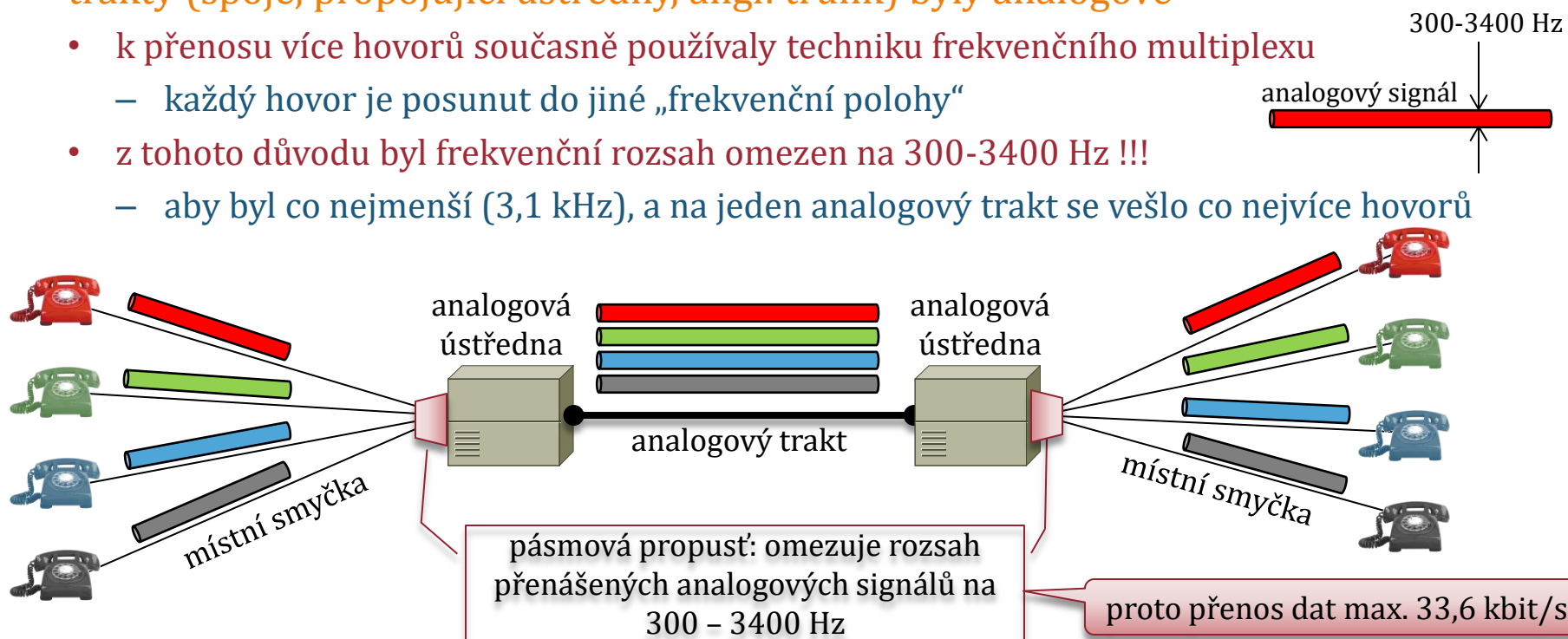
- telefonní ústředny jsou uspořádány hierarchicky
  - mezinárodní ústředny
  - tranzitní ústředny
  - místní (řídící) ústředny (ústředny HOST)
    - místní smyčky se připojují „až“ na tyto ústředny
  - předsunuté ústředny (jednotky RSU)
    - představa: jde o „části HOST ústředn“, přesunuté blíže ke koncovému účastníkovi
      - aby místní smyčky mohly zůstat dostatečně krátké (do 5 km)
- jednotlivé ústředny jsou propojeny pomocí tzv. **traktů**
  - anglicky: **trunk** 



# analogová PSTN

- **pevná telefonní síť byla původně (výhradně) analogová**
  - **poskytovaná služba (POTS) byla analogová**
    - rozhraní k síti PSTN bylo analogové, signalizace byla analogová (pulzní/tónová volba)
    - **místní smyčky byly využívány jako analogové**
      - přenášely analogové signály v rozsahu 300 až 3400 Hz
  - **telefonní ústředny byly analogové**
    - zpočátku mechanické (reléové), později elektronické
  - **trakty (spoje, propojující ústředny, angl: trunk) byly analogové**
    - k přenosu více hovorů současně používaly techniku frekvenčního multiplexu
      - každý hovor je posunut do jiné „frekvenční polohy“
    - z tohoto důvodu byl frekvenční rozsah omezen na 300-3400 Hz !!!
      - aby byl co nejmenší (3,1 kHz), a na jeden analogový trakt se vešlo co nejvíce hovorů

vždy jen jeden hovor !!



# digitální PSTN

- s postupem času se (pevná) telefonní síť stala digitální

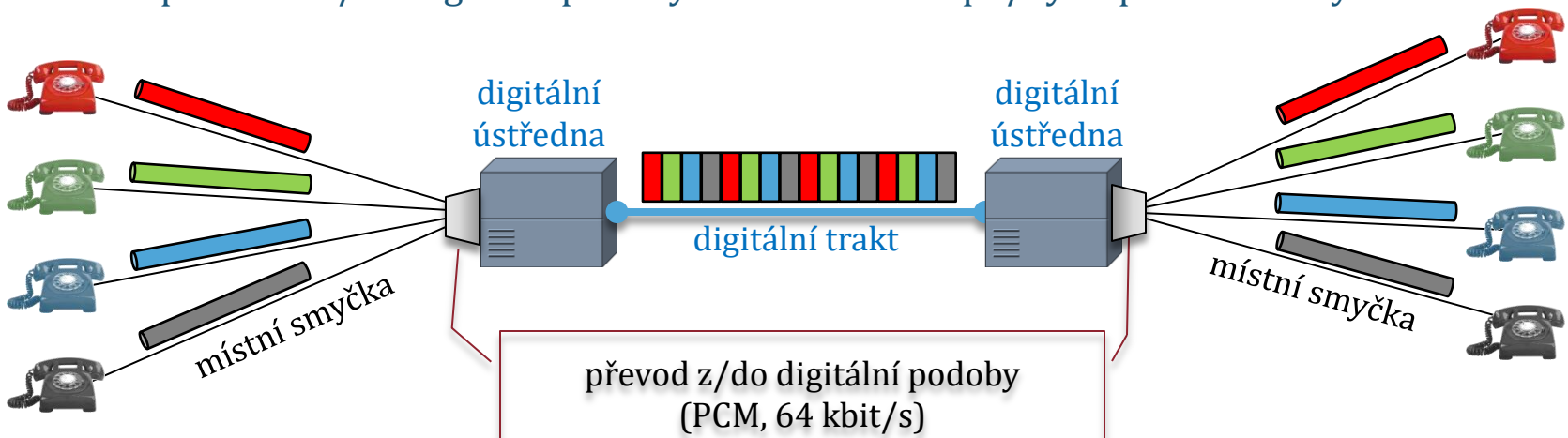
- co se změnilo:

- telefonní ústředny fungují digitálně (v ČR dokončeno k roku 2002)
  - pracují se „zdigitalizovaným“ hlasem
    - pro kodek použita technika PCM (Pulse Coded Modulation), na 1 hovor připadá 64 kbit/s
- trakty, propojující jednotlivé ústředny, fungují digitálně
  - pro přenos více hovorů současně využívají techniku časové multiplexu
    - TDM, Time Division Multiplexing

pevná telefonní síť  
v ČR (O2) je již  
plně digitální

- co se **ne**změnilo:

- místní smyčky jsou nadále využívány analogově !!!
  - přenáší analogový signál (analogové telefony stále pracují s rozsahem 300-3400 Hz)
- hovor (i signalizace) musí být převáděny z analogové do digitální podoby a naopak !!
  - k převodu z/do digitální podoby dochází na vstupu/výstupu z ústředny

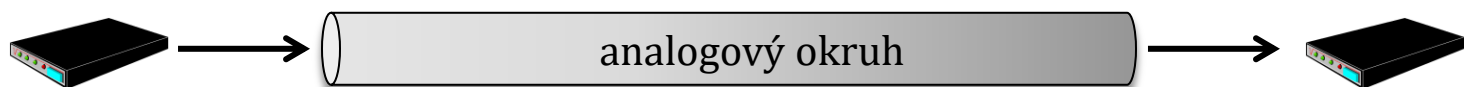


# přenos dat skrz digitální PSTN

- **i digitální PSTN se nadále chová jako analogový přenosový okruh**
  - i když „někde uvnitř“ již funguje digitálně



- proto: pro přenos dat je stále nutné používat telefonní modemy



- **rozdíl oproti analogové PSTN**

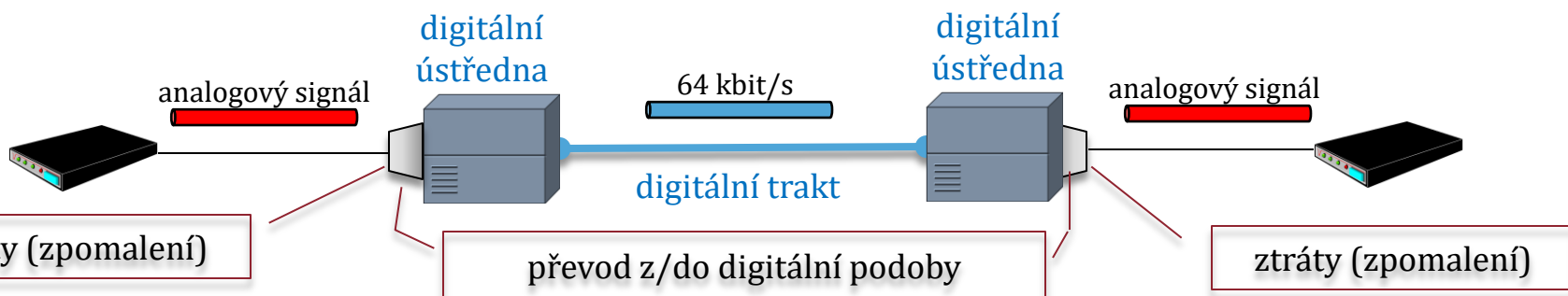
- již zde nejsou pásmové propusti

- omezující rozsah frekvencí (přenosové pásmo) na 300-3400 Hz

Lze přenášet i „o něco větší“ rozsahy frekvencí

- maximální rychlost přenosu dat je určena (omezena):

- dimenzováním hlasového kanálu na 64 kbit/s (v rámci ústředny a na traktu mezi ústřednami)
- „ztrátami“ (režii) na konverze (převody mezi analogovou a digitální podobou signálu)
  - **důsledek: nelze se dostat na vyšší rychlosti, než jako u analogové PSTN (33,6 kbit/s)**



# přenos dat skrz digitální PSTN

- **nápad, jak zvýšit rychlost přenosu dat skrz digitální pevnou telefonní síť:**
  - odstranit jednu z konverzí mezi analogovou a digitální podobou přenášeného signálu
    - a tím zmenšit režii, která snižuje nejvyšší dosahovanou rychlost přenosu dat

- **realizace:**

- na jedné straně PSTN (na straně zákazníka) nechat beze změny
  - použít „klasický“ (uživatelský, zákaznický) telefonní modem
- na druhé straně (na straně poskytovatele služby/ISP) použít speciální variantu modemu, a ten připojit „přímo na ústřednu“
  - fakticky: tak, aby se nemusela provádět druhá konverze A/D

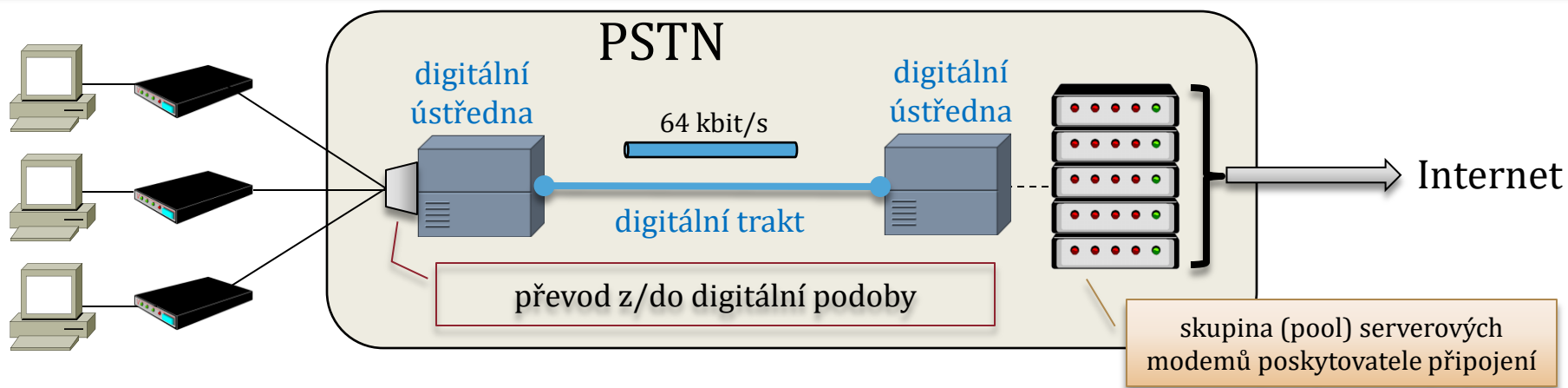


- **důsledek:**

- díky eliminaci jedné ze dvou konverzí lze snížit režii
  - zmenšit zpomalení oproti 64 kbit/s v rámci ústředny a digitálního traktu mezi ústřednami

modem dle standardu	max. downstream	max. upstream
V.90	56 kbit/s	33,6 kbit/s
V.92	56 kbit/s	48 kbit/s

# dial-up (vytáčené připojení)

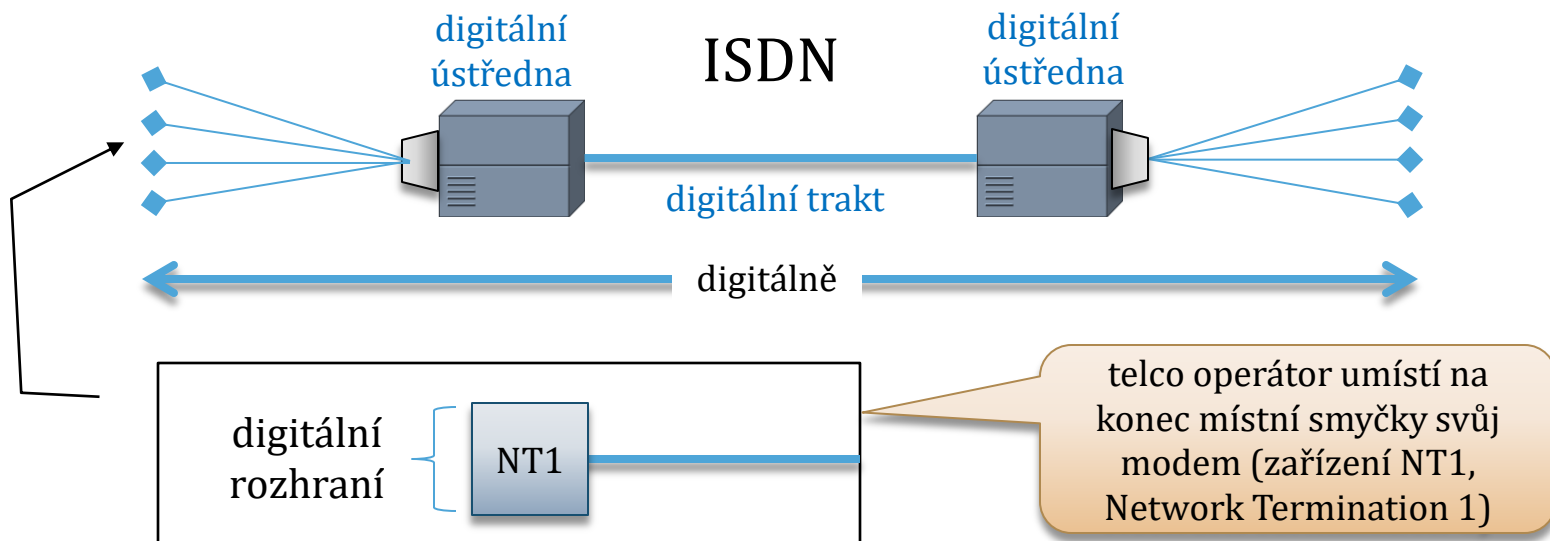


- **přenos dat přes (pevnou) tel. síť lze využít i pro připojování k Internetu**
  - jde o tzv. **vytáčené** (též: komutované) **připojení**, anglicky: **dial-up**
    - kvůli tomu, že je nutné vytočit určité číslo, na kterém je zapojen „přístupový“ modem
      - ve skutečnosti je na toto číslo připojeno více (serverových) modemů
        - aby se mohlo dovolat a připojit více uživatelů současně
  - data jsou přenášena (v analogové podobě) skrze telefonní síť, stejně jako běžný hovor
    - „dial-up“ hovor může být zpoplatněn jako běžný (hlasový) hovor
      - nebo jinak, pokud uživatel využívá speciální tarif pro dial-up
    - dial-up hovor spotřebovává kapacitu telefonní sítě (po celou dobu připojení)
      - síť je dimenzována na určitý počet (souběžně vedených a spíše krátkých) hlasových hovorů
        - nikoli na velký počet (spíše velmi dlouhých) „dial-up“ hovorů / připojení k Internetu
  - standardy V.90 a V.92 byly vyvinuty právě pro potřeby dial-upu
    - aby bylo dosahováno co nejvyšších přenosových rychlostí – „proti“ plně digitálním ústřednám

## sít' ISDN



- ISDN: „další etapa“ vývoje pevné telefonní sítě (80. léta 20. století)
- představa:
  - digitální bude celá (pevná) telefonní síť
    - jakoby: digitální způsob fungování se „roztáhne“ přes místní smyčky až ke koncovým bodům



- **ISDN = Integrated Services Digital Network**
  - doslova: digitální sít' s integrovanými službami
- **původní představa:**
  - *když bude celá sít' digitální, přidáme k ní další služby .....*
    - služby spojené s telefonováním
      - CLIP (informace o čísle volajícího), průběžné zobrazování údajů o tarifkaci, bohatší předvolby, přesměrování hovorů, ....
    - datové služby
      - možnost přenosu dat (rychlostmi  $N \times 64$  kbit/s)
    - informační služby
      - ....

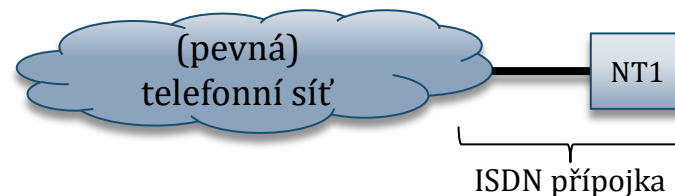
nebylo nikdy realizováno

rychlost 64 kbit/s (odvozená od PCM) je rychlost garantovaná (a skutečně dosahovaná) !!
- **skutečnost:**
  - hlasové služby (telefonování) jsou „o něco lepší“ než u POTS/PSTN
    - nabízí velmi podobný komfort, jaký je běžný v mobilních sítích
      - CLIP, předvolby, přesměrování, tarifkace atd.
    - vyžadují použití digitálních (ISDN) telefonů, nebo speciálních adaptérů pro analogové telefony
  - datové služby fungují na principu přepojování okruhů
    - poskytují plně duplexní okruhy s rychlostí 64 kbit/s (okruhy **B**, od „Bearer“, doslova: nosné)
      - použití datového okruhu je zpoplatněno stejně, jako vedení hovoru (podle délky)



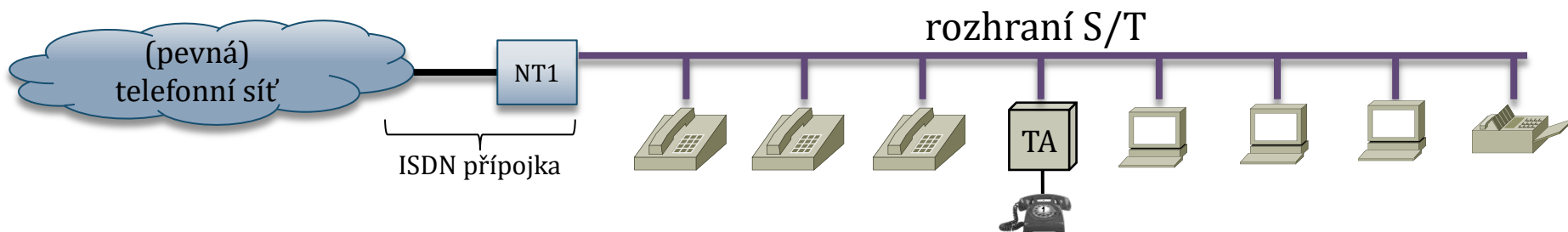
# přípojka ISDN BRI / euroISDN2

- k síti ISDN se lze připojit pomocí 2 různých variant přípojek:
  - přípojka **BRI** (Basic Rate Interface), resp. **euroISDN2**
  - přípojka **PRI** (Primary Rate Interface), resp. **euroISDN30**
- **přípojka BRI / euroISDN2**
  - je určena pro domácnosti a malé kanceláře
  - **vzniká „přeměnou“ (analogové) pevné linky**
    - telco operátor umístí na konec pevné linky (u zákazníka) své „zakončující“ zařízení (modem)
      - zařízení NT1 (Network Termination 1)
    - tím vzniká plně digitální přípojka
      - její rozhraní je digitální
  - poskytuje:
    - 2 kanály B (Bearer), každý s přenosovou rychlostí 64 kbit/s
      - každý kanál B umožňuje přenos dat nebo 1 hovoru v digitální podobě (kódování PCM)
    - 1 kanál D (Delta), s přenosovou rychlostí 16 kbit/s
      - pro přenos řídicích a signalizačních informací/příkazů



# přípojka ISDN BRI / euroISDN2

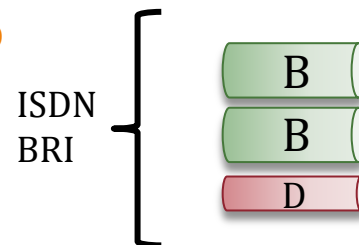
- **zařízení NT1 vytváří digitální rozhraní (rozhraní S/T)**
  - u přípojky BRI/euroISDN2 umožňuje připojit až 8 zařízení
    - 8 vzhledem k tomu, že pro jejich adresování používá 3 bity
  - mohou to být jakákoli zařízení podporující příslušné rozhraní (S/T):
    - (ISDN) telefony, (ISDN) faxy, „terminálové adaptéry“
      - adaptéry umožňující připojení analogových telefonů na digitální rozhraní S/T
    - (ISDN) datové karty (do počítačů)
    - .....



- každé z (až) 8 zařízení může mít přiděleno vlastní telefonní číslo

- na které se mu lze dovolat / ze kterého může volat
- ale: **pouze 2 zařízení mohou komunikovat současně !!!**
  - protože jsou k dispozici jen 2 B kanály !!
- kromě toho:

- (ISDN) datové karty mohou – v případě potřeby - využívat oba B kanály současně
  - a díky tomu mohou přenášet data rychlostí  $2 \times 64 = 128$  kbit/s

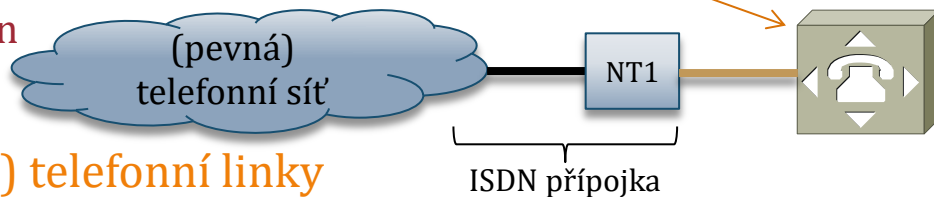


tzv. channel bonding

# přípojka ISDN PRI / euroISDN30

- **druhá varianta ISDN přípojky**

- je určena pro připojování pobočkových ústředěn (PBX, Private Branch Exchange)
  - a pro vzájemné propojování sítí a ústředěn



- **předpoklad**

- nevzniká „přeměnou“ analogové (pevné) telefonní linky
  - ale je pro ni využít dostatečně dimenzovaný spoj (telekomunikační okruh / trakt, trunk)

- **v USA**

- jde o okruh T1 o přenosové rychlosti 1.544 Mbit/s
  - „pojme“ celkem 24 okruhů o rychlosti 64 kbit/s ( $24 \times 64 = 1536$ )
  - důsledek:
    - v USA (i dalších zemích, kde se používají spoje T1) má tato přípojka
      - 23 kanálů B (každý 64 kbit/s)
      - 1 kanál D (64 kbit/s) pro signalizaci a řízení

- **v ČR/EU**

- jde o okruh E1 o přenosové rychlosti 2,048 Mbit/s
  - „pojme“ celkem 32 okruhů o rychlosti 64 kbit/s ( $32 \times 64 = 2048$ )
  - důsledek:
    - v ČR/EU má tato ISDN přípojka
      - 30 kanálů B (každý 64 kbit/s)
      - 1 kanál D (64 kbit/s)
      - a jeden kanál 64 kbit/s je v rezervě



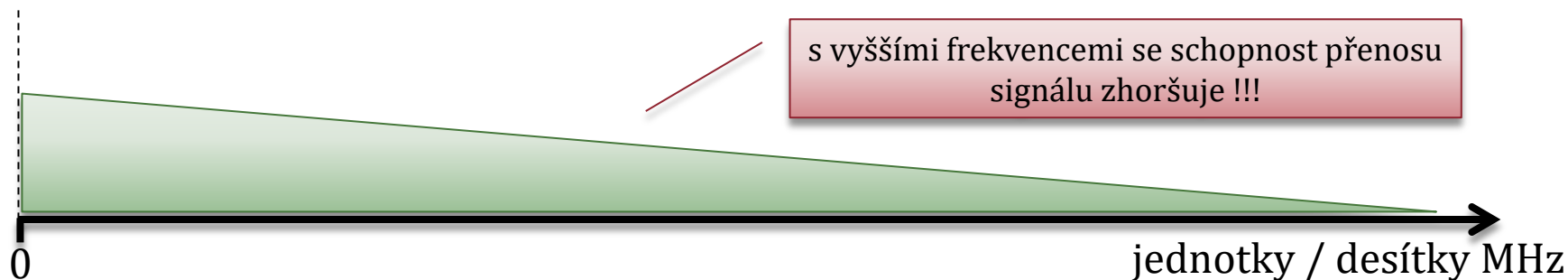
přípojka **ISDN PRI**  
(**P**ri**R**imary **R**ate **I**nterface)



přípojka **euroISDN30**  
(„euro“ kvůli použití spoje E1,  
30 kvůli počtu B kanálů)

# potenciál místních smyček

- **místní smyčka (metalické účastnické vedení) je nestíněnou kroucenou dvoulinkou, s délkou (typicky) do 5 km**
  - **hlasové kategorie** - je určena pro přenos hlasu
    - primárně pro přenos analogového signálu v rozsahu frekvencí 300 až 3400 Hz
      - pro potřeby (analogových) sítí PSTN a jimi poskytovaných služeb POTS
- **používá se (také):**
  - **pro analogové přípojky k digitálním sítím PSTN**
    - kdy místní smyčka přenáší „o něco málo větší“ rozsah frekvencí (cca: 0 až 4000 Hz)
  - **pro digitální přípojky BRI / euroISDN2 k sítím ISDN**
    - kdy místní smyčka přenáší „o dost větší“ rozsah frekvencí (cca: 0 až 100 kHz)
- **ale:**
  - **přenosový potenciál místních smyček je podstatně větší !!**
    - dají se po nich přenášet i podstatně vyšší frekvence, než je 100 kHz
      - například (v závislosti na délce místní smyčky): někdy až desítky MHz !!!



# hovorové a nadhovorové pásmo

- **přenosové pásmo místních smyček lze rozdělit na:**

- **hovorové pásmo** 

- slouží k přenosu hovorů v analogové formě (POTS) nebo v digitální formě (ISDN)

- **nadhovorové pásmo** 

- obecně: vyšší frekvence (nad hovorovým pásmem), dají se využít k přenosu dat

- **výhoda:**

- **obě pásma mohou být využívána souběžně (nezávisle na sobě)**

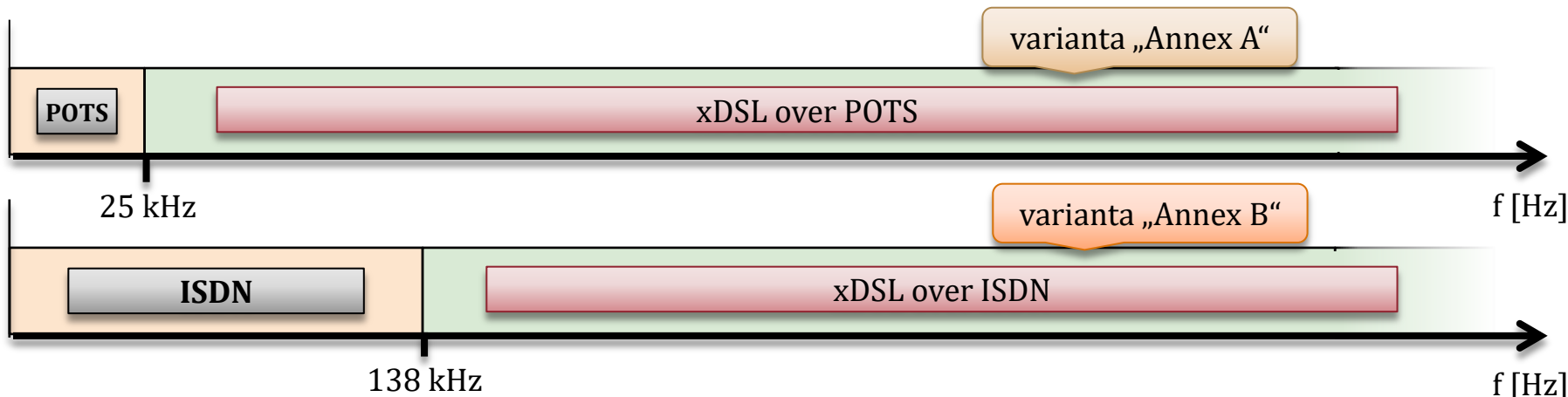
- hovorové k poskytování hlasových služeb, nadhovorové k poskytování datových služeb
  - dokonce může jít o služby jiných poskytovatelů !!

dnes se obvykle používá  
varianta Annex B

- **v praxi:**

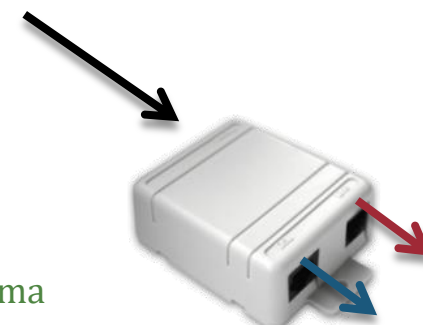
- **hranice mezi hovorovým a nadhovorovým pásmem není vždy stejná**

- může se lišit podle toho, zda hovorové pásmo využívá PSTN/POTS nebo ISDN



# využití potenciálu místních smyček

- **záměr: využít nadhovorové pásmo pro přenos dat**
  - zatímco hovorové pásmo může být nadále (souběžně) využíváno pro poskytování hlasových služeb
    - analogových (POTS) nebo digitálních (ISDN)
- **technické provedení**
  1. je zapotřebí „oddělit od sebe“ hovorové a nadhovorové pásmo
    - na principu frekvenčního multiplexu
      - pomocí dvou pásmových propustí:
        - spodní pásmová propust': propouští pouze frekvence z hovorového pásma
        - horní pásmová propust': propouští pouze frekvence z nadhovorového pásma
      - obě pásmové propusti jsou nejčastěji provedeny jako jeden celek – tzv. **splitter**
    - 2. na oba konce místní smyčky nasadit vhodné modemy, využívající nadhovorové pásmo
      - které vytvoří požadovaný přenosový okruh



# princip xDSL technologií

- **DSL: Digital Subscriber Line**

- obecně: řešení, které „nad“ místní smyčkou vytváří plně duplexní digitální přenosový okruh

- jde o celou skupinu různých technologií



- **xDSL**

- obecný pojem, reprezentující celou rodinu technologií (na principu DSL)

- liší se (mimo jiné):

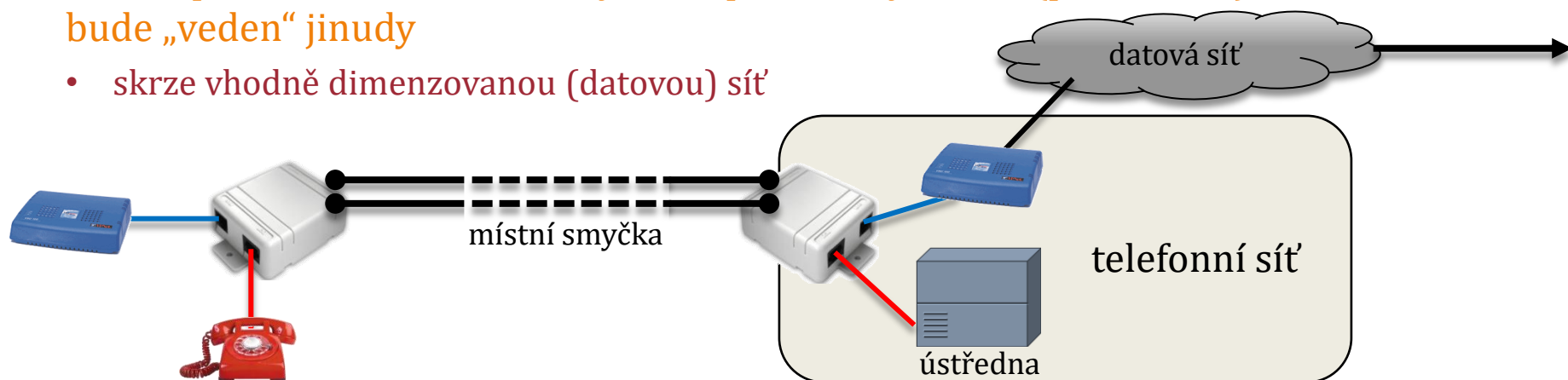
- v dosahovaných rychlostech
- zda jsou symetrické/asymetrické
  - zda poskytují stejné rychlosti přenosu v obou směrech (symetrické) nebo nikoli (asymetr.)
- zda využívají pouze nadhovorové pásmo (a v jakém rozsahu)
  - nebo zda dokáží využít (současně) i hovorové pásmo

- příklady:

- **ADSL** (Asymmetric DSL): asymetrická varianta, využívá nadhovorové pásmo
- **VDSL** (Very-high-bit-rate DSL): asymetrická varianta, využívá (širší) nadhovorové pásmo
  - ale dokáže využít i hovorové pásmo
- **SDSL** (Symmetric DSL): symetrická varianta, využívá hovorové i nadhovorové pásmo
- **HDSL** (High-bit-rate DSL): rychlejší symetrická varianta (oproti SDSL)
- .....

# princip nasazení xDSL technologií

- xDSL technologie dosahují rychlostí v řádu Mbit/s
  - jednotek, desítek, nejnovější i (nízkých) stovek
- představa:
  - výsledkem nasazení xDSL je vytvoření (rychlého) přenosového okruhu
  - a to:
    - nad místní smyčkou, která vede od koncového uživatele k telefonní ústředně !
- problém:
  - kudy má (rychlý) přenosový okruh (resp. přenos dat) pokračovat dál?
    - **skrz telefonní síť pokračovat nemůže – na to nemá tel. síť dostatečnou kapacitu !!!**
- řešení:
  - na vstupu do telefonní ústředny bude přenosový okruh (přenos dat) odbočen a dále bude „veden“ jinudy





# skutečné nasazení xDSL technologií

- **ve skutečnosti (oproti principu):**

- z/do telefonní ústředny vede velký počet místních smyček

- i desítky/stovky tisíc

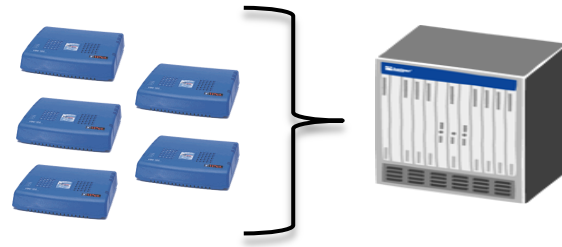
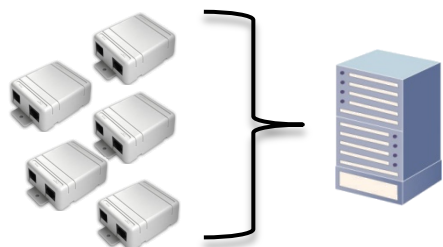
- xDSL technologie nebývají nasazeny na všechny tyto místní smyčky – ale na řadu z nich ano

- může se jednat o jednotky až desítky procent celkového počtu místních smyček

- tomu musí být uzpůsobeno i technické řešení xDSL na straně telefonní ústředny

- **splittery a xDSL modemy na ústředně nejsou „jednotlivé“, ale „skupinové / hromadné“**

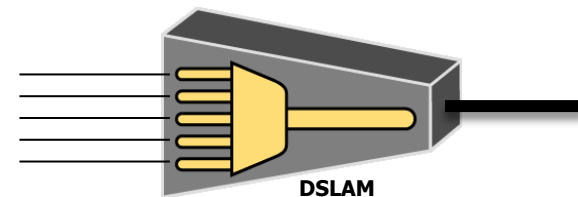
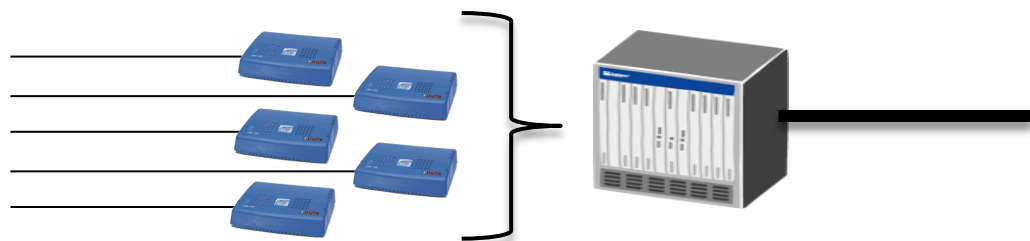
- jsou konstruovány tak, že určitý počet splitterů a modemů tvoří jeden (konstrukční) celek



- **výstupy z jednotlivých modemů musí být „sloučeny“ do jednoho výstupu**

- tak, aby mohly být vedeny dále jedním (dostatečně dimenzovaným) spojem

- výsledkem je tzv. **DSLAM (DSL Access Multiplexor)**



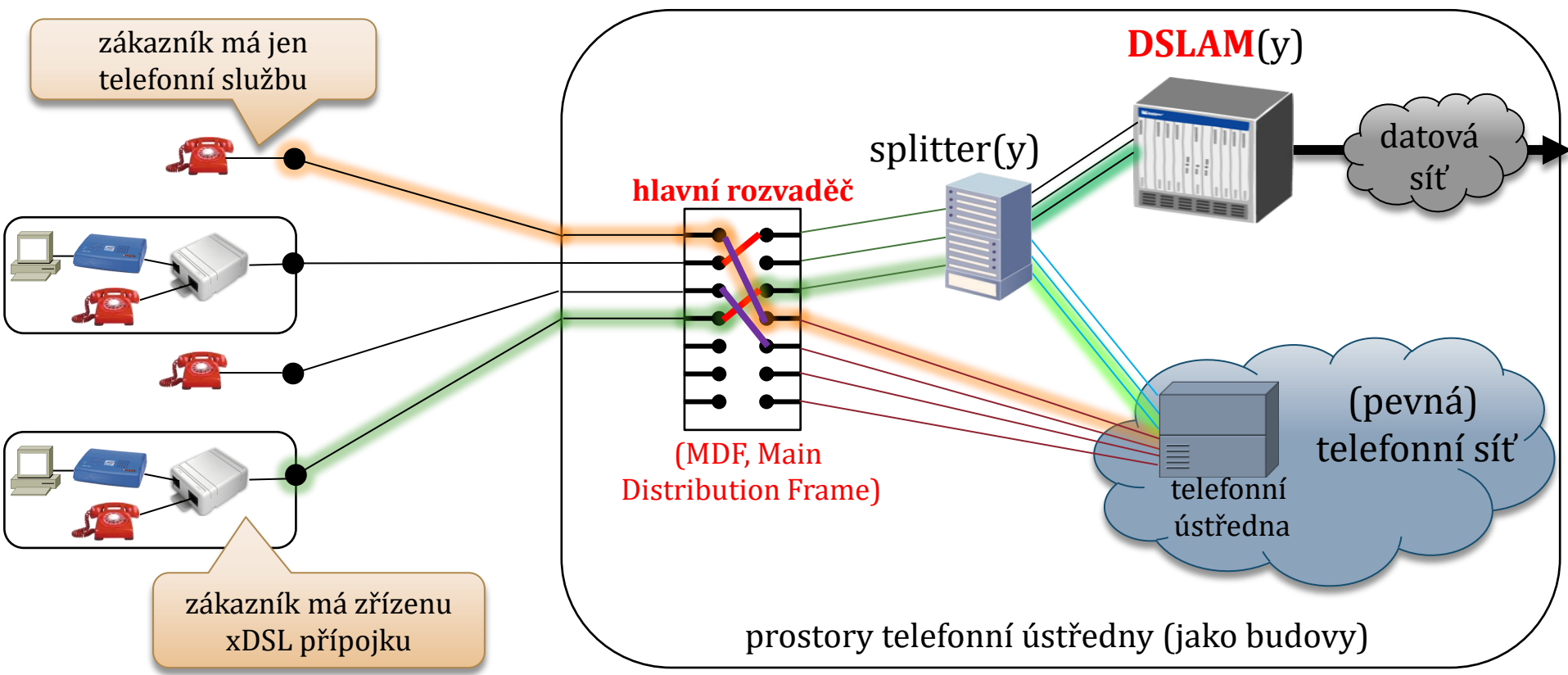
# skutečné nasazení xDSL technologií

- **představa skutečného řešení:**

- místní smyčky jsou „svedeny“ z okolí ústředny (tzv. atrakční oblasti) na vstup hlavního rozvaděče (který funguje jako propojovací pole)

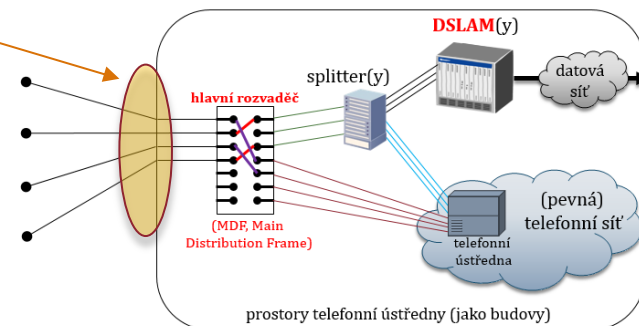
- místní smyčky uživatelů, kteří mají jen telefonní službu, „pokračují“ z hlavního rozvaděče přímo do telefonní ústředny

- místní smyčky uživatelů, kteří mají zřízeno xDSL, „pokračují“ do splitteru, kde jsou „rozbočeny“ a pokračují do DSLAMu (nadhovorové pásmo) a do ústředny (hovorové pásmo)

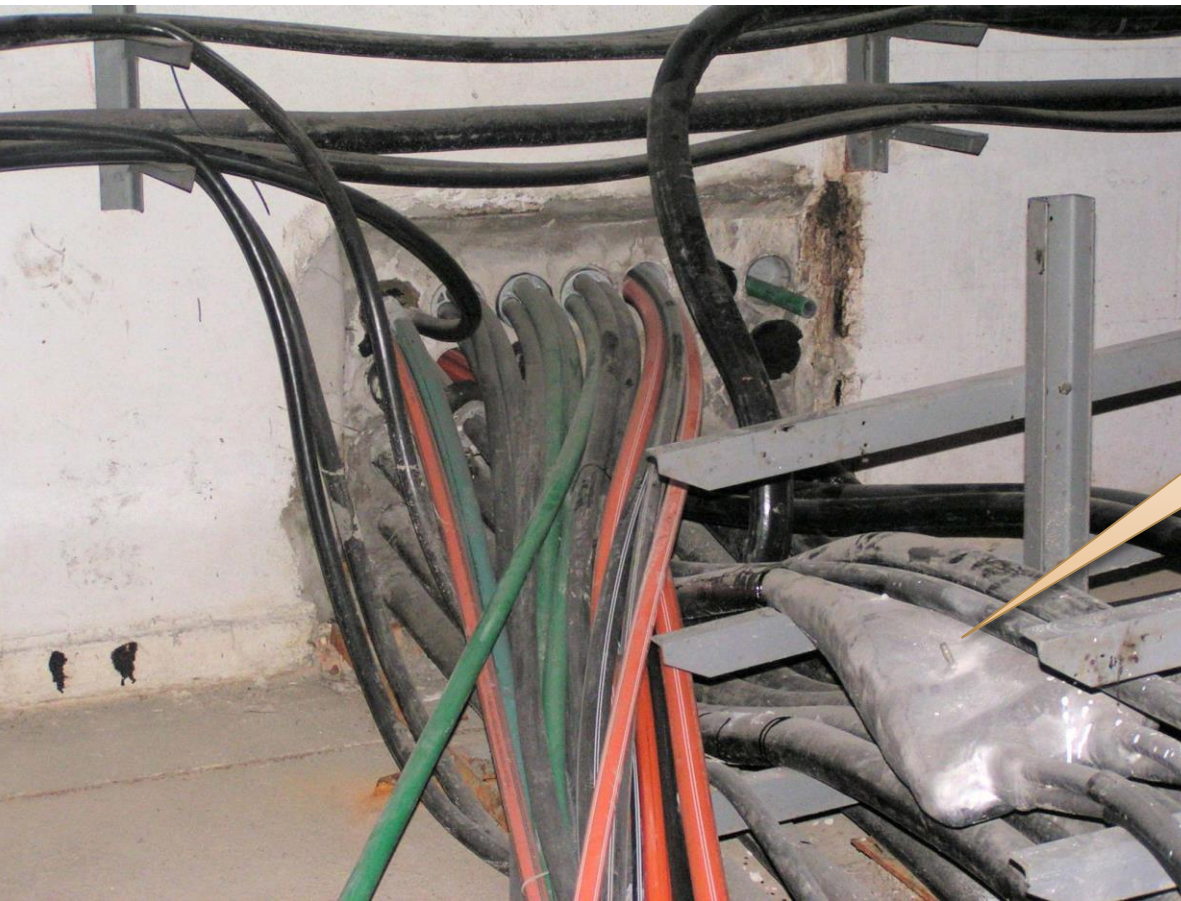


# jak to vypadá ve skutečnosti?

- „vstup“ místních smyček do objektu (budovy) telefonní ústředny
  - do tzv. kabelovny v podzemí (zde konkrétně: telefonní ústředny v Praze 6 – Dejvicích)
- jednotlivé místní smyčky jsou vedeny ve svazcích (těsně vedle sebe)
  - což způsobuje problémy s přeslechem
    - mezi „sousedními“ smyčkami



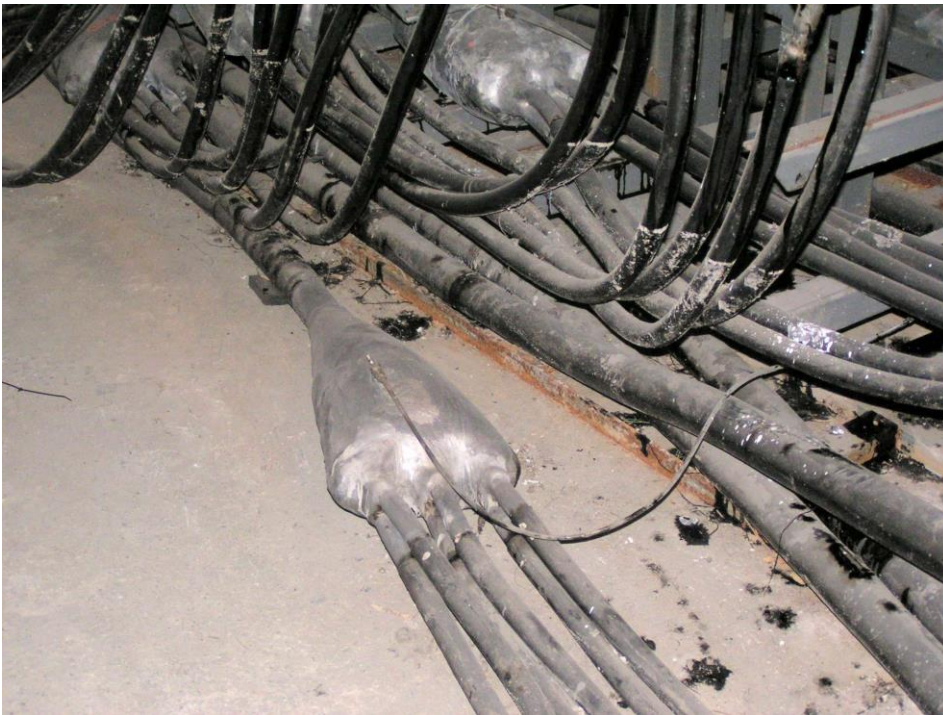
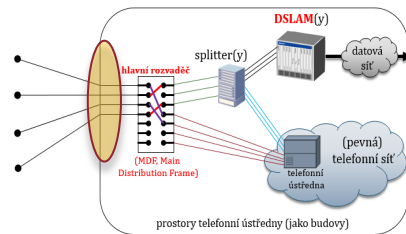
přetlaková pouzdra  
(brání vodě/vlhkosti)



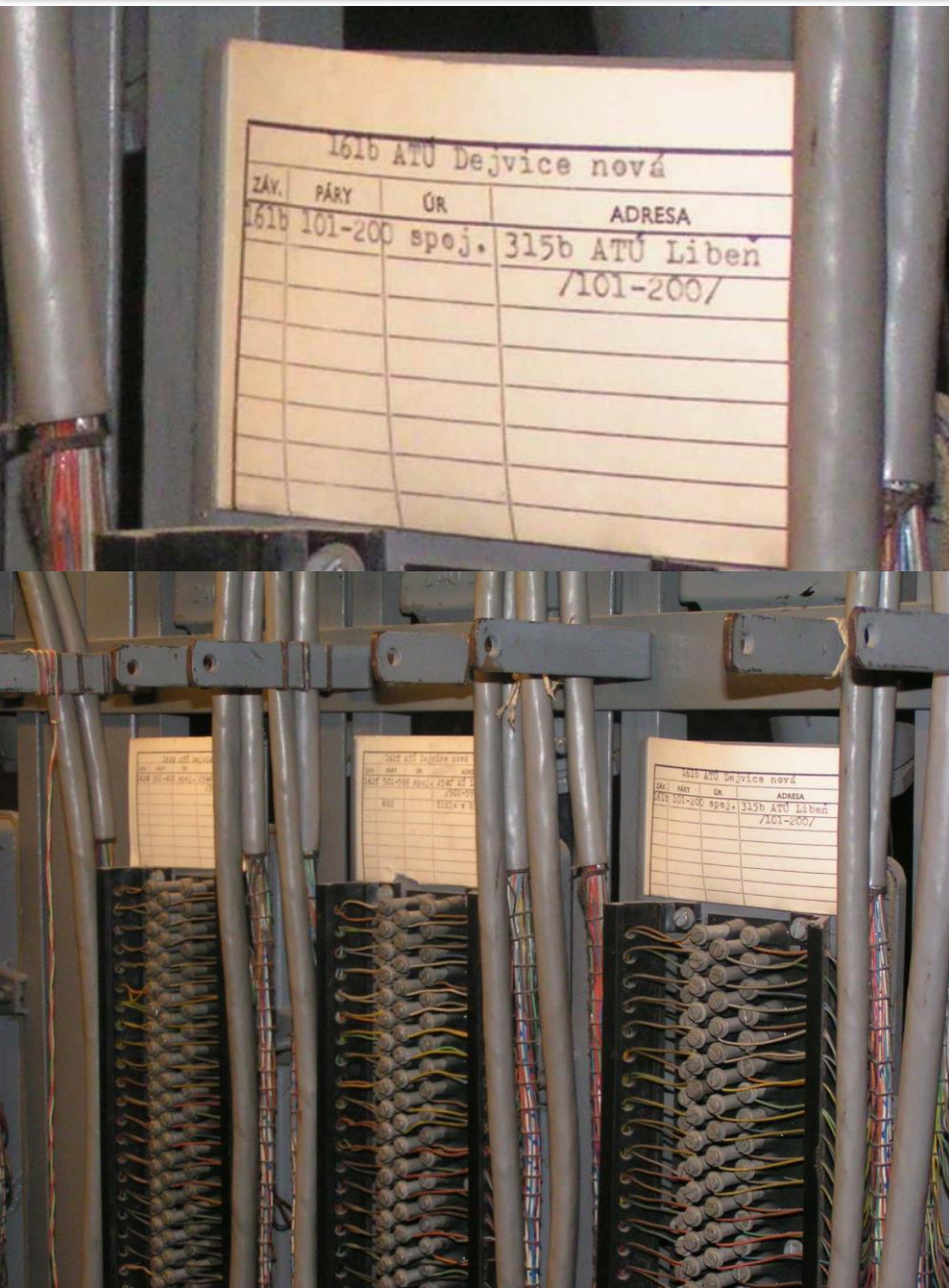
# jak to vypadá ve skutečnosti?

- **kabelovna**

- místní smyčky kabelovnou pouze „prochází“
- směřují k hlavnímu rozvaděči, umístěnému o patro výše



# jak to vypadá ve skutečnosti?

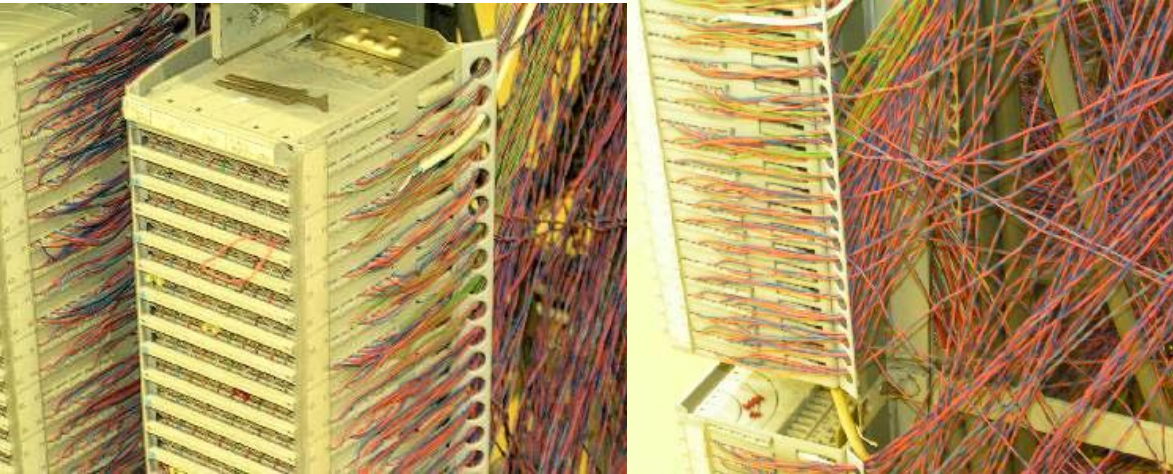
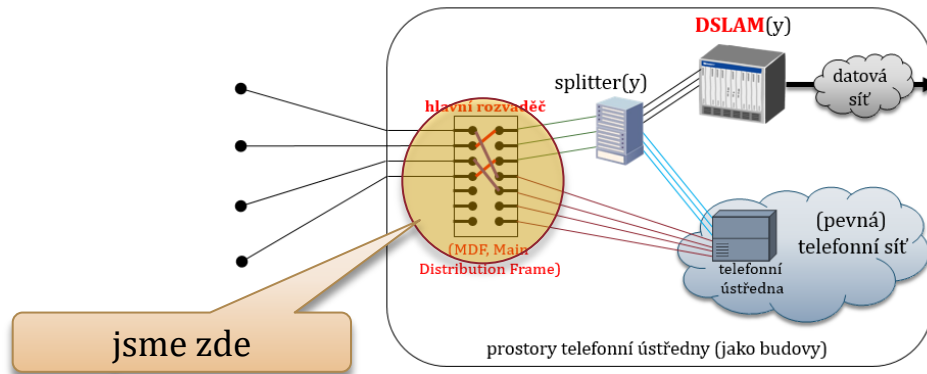


kabelové rozvody

# jak to vypadá ve skutečnosti?

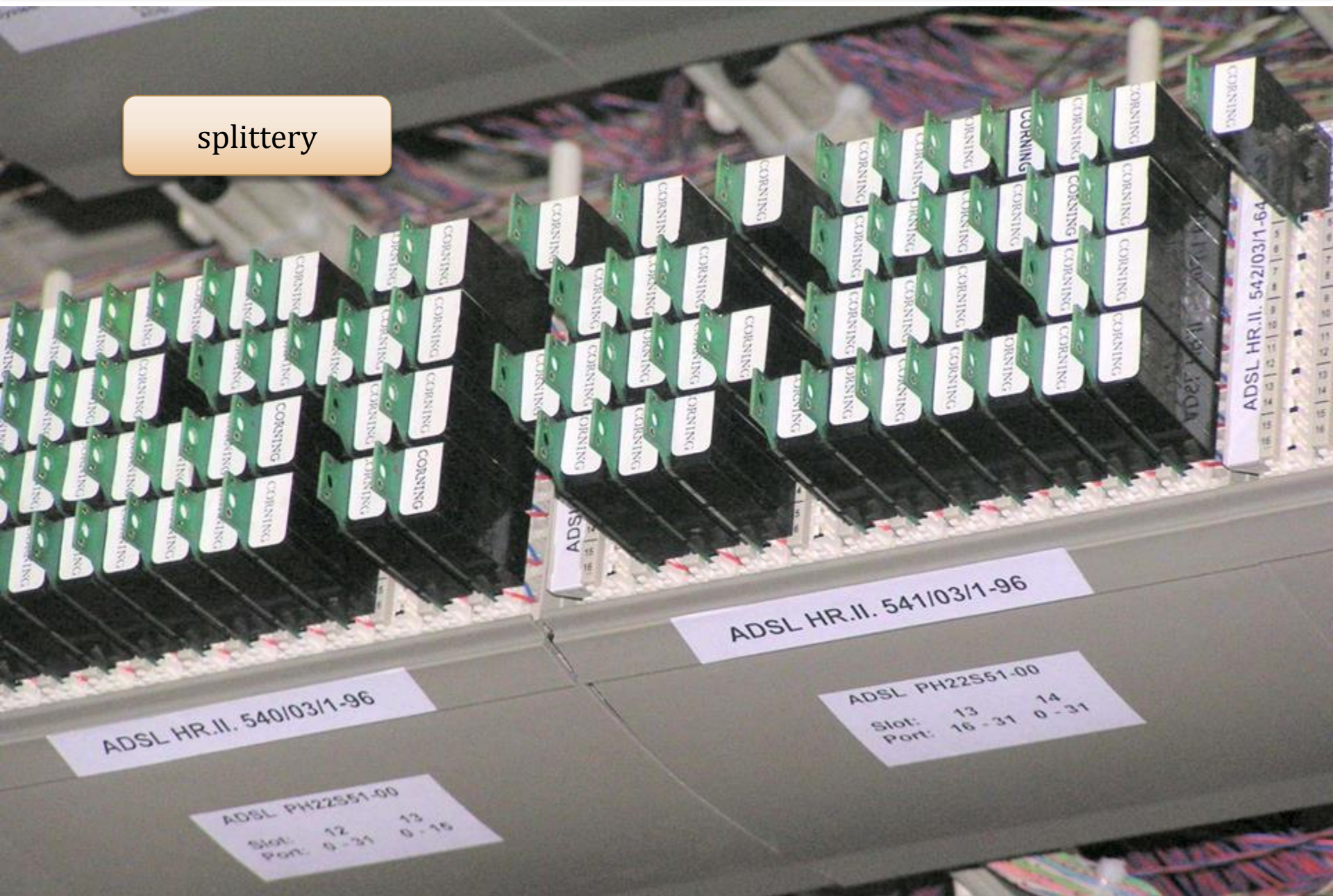
## • hlavní rozvaděč

- MDF, Main Distribution Frame
- rozhoduje o „dalším směřování“ místních smyček
  - zda budou „pokračovat“ do tel. ústředny, nebo do splitteru
  - a od splitteru do DSLAMu i ústředny

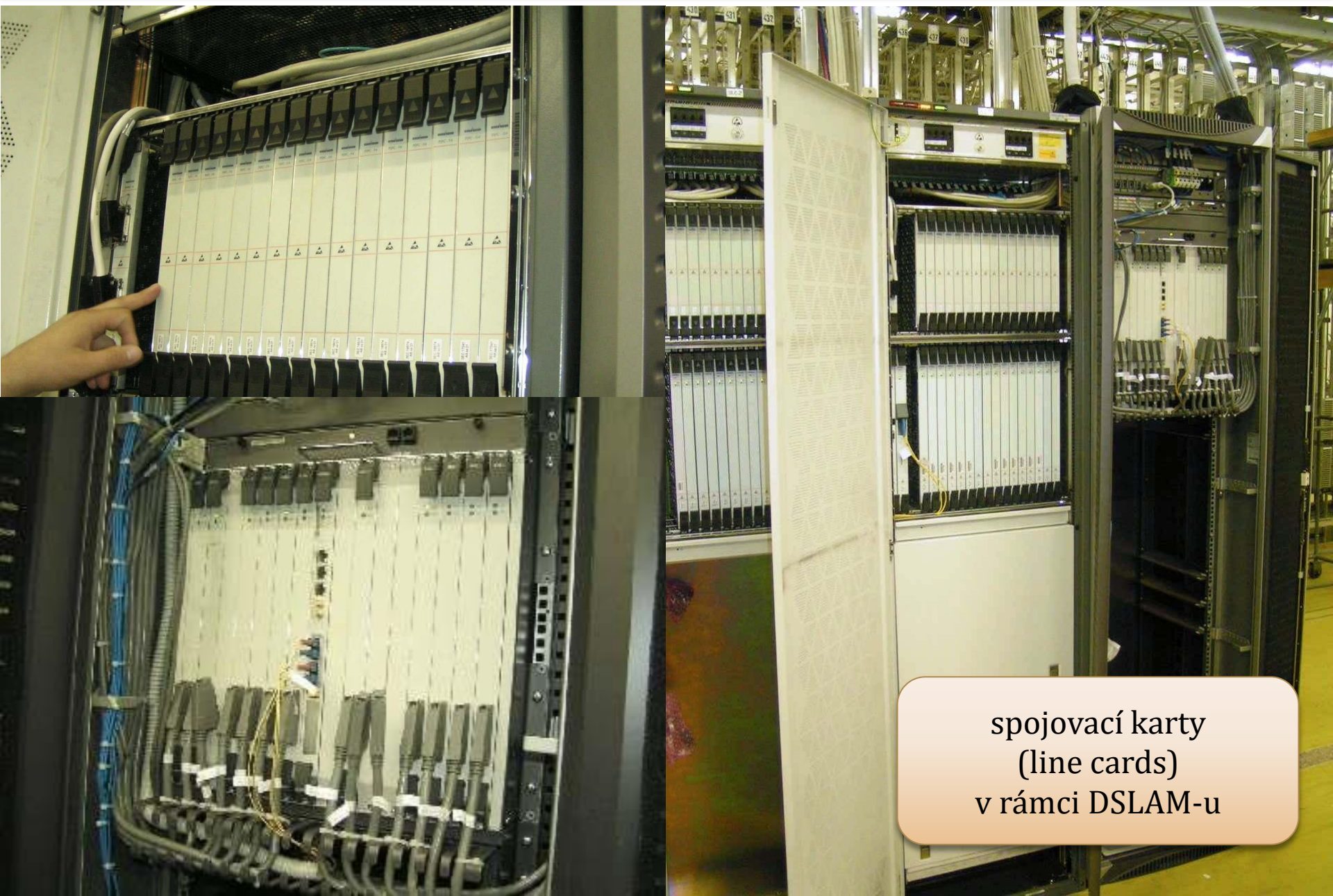


# jak to vypadá ve skutečnosti?

splittery



# jak to vypadá ve skutečnosti?



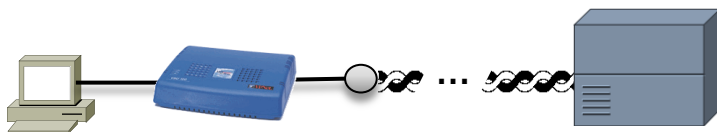
spojovací karty  
(line cards)  
v rámci DSLAM-u



# “nahé” a „oblečené“ xDSL

- **připomenutí:**

- přenosové pásmo místních smyček je rozděleno na hovorové a nadhovorové pásmo
  - obě pásma mohou být (a bývají) využívána souběžně, nezávisle na sobě
    - hovorové pásmo: pro poskytování hlasových (telefonní) služeb
    - nadhovorové pásmo: pro poskytování datových služeb (připojení k Internetu, IPTV, .....) pomocí xDSL
      - obě služby mohou být poskytovány různými poskytovateli



- **„nahé“ xDSL (naked xDSL)**

- zákazník využívá pouze datové služby
  - nikoli již hlasové služby, poskytované v hovorovém pásmu
  - datové služby jsou obvykle poskytovány jen v nadhovorovém pásmu
    - zatímco hovorové zůstává nevyužito
- cena za „nahé“ datové služby bývá vyšší než cena za stejné služby v souběhu s hlasovými službami
  - protože musí (samy) pokrýt náklady na (celou) místní smyčku

- **„oblečené“ xDSL**

- zákazník využívá (a platí)
  - hlasové služby (v hovorovém pásmu)
  - datové služby (v nadhovorovém pásmu)