

Prednáška 12/12

doc. Ing. Rastislav RÓKA, PhD.

Katedra telekomunikácií

FEI STU Bratislava

Technológie xDSL

- požiadavka na vysokorýchlostnú komunikáciu - potreba vhodnej infraštruktúry v miestnej prístupovej sieti,
- nová skupina technológií xDSL - zvýšenie priepustnosti existujúcich metalických káblových vedení rádovo na Mbit/s,
- princíp xDSL zavedený v rokoch 1989-1990,
- čím vyššia je maximálna prenosová rýchlosť signálov, tým kratšia je maximálna prístupová vzdialenosť pri určitej, vopred stanovenej bitovej chybovosti.

Fyzikálne prostredie xDSL 1/9

- Charakteristika káblov
 - zreťazenie
 - páry vodičov vo vnútri káblového zväzku majú rozdielne dĺžky skrutu
 - mostíkové vetvy,
 - použité vedenie nesmie byť pupinované,
 - použité vedenie nesmie mať dodatočnú ochranu,
 - použité sekcie káblov môžu mať maximálne 2 rôzne priemery jadier vodičov.

Fyzikálne prostredie xDSL 2/9

- Nepriaznivé vplyvy na prenos signálu
 - zapríčinené buď samotnými fyzikálnymi charakteristikami metalických vedení alebo vonkajším prostredím,

Fyzikálne prostredie xDSL 3/9

- Lineárne nepriaznivé vplyvy
 - straty šírenia

$$L_{dB}(l, f) = -20 \cdot \log_{10} \left| \mathcal{H}_{line}(l, f) \right| = \alpha_{ved} = 8,686 \cdot \alpha \cdot l$$

- amplitúdové a fázové skreslenie
- spektrálna disperzia
- fázové a skupinové oneskorenie

Fyzikálne prostredie xDSL 4/9

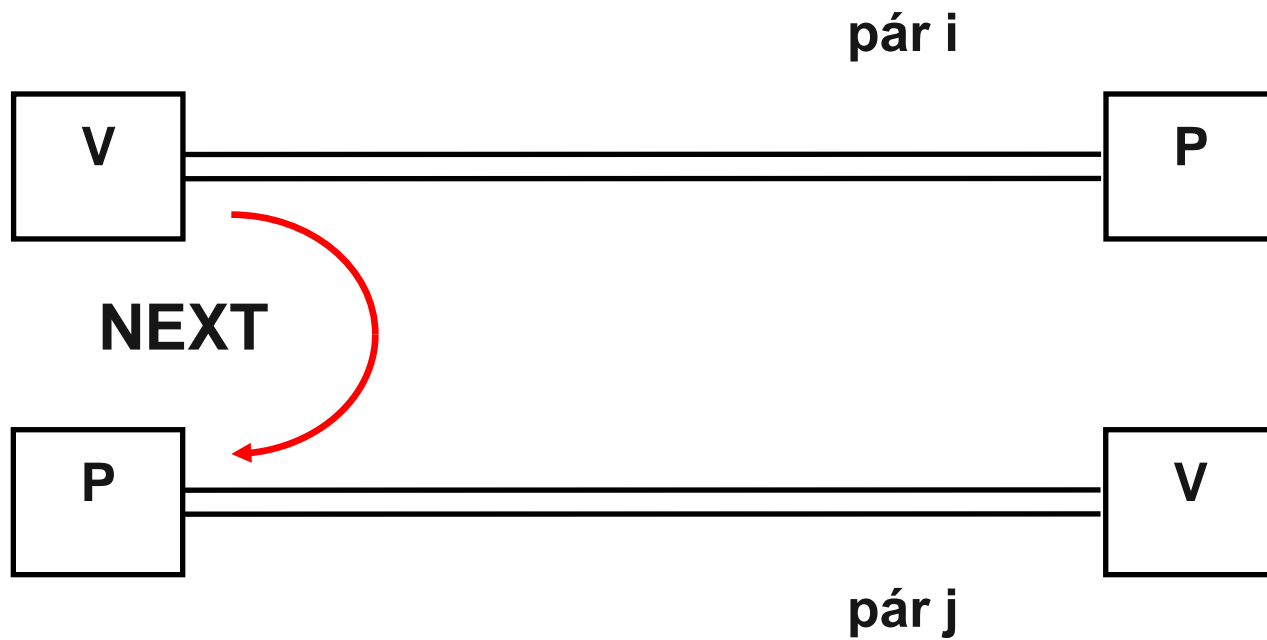
- Presluchy

- definovaný ako presluchový efekt medzi vysielacími a prijímacími párami pri rovnakom konci káblového úseku,

- definovaný ako presluchový efekt medzi vysielacími a prijímacími párami na opačnom konci káblového zväzku,

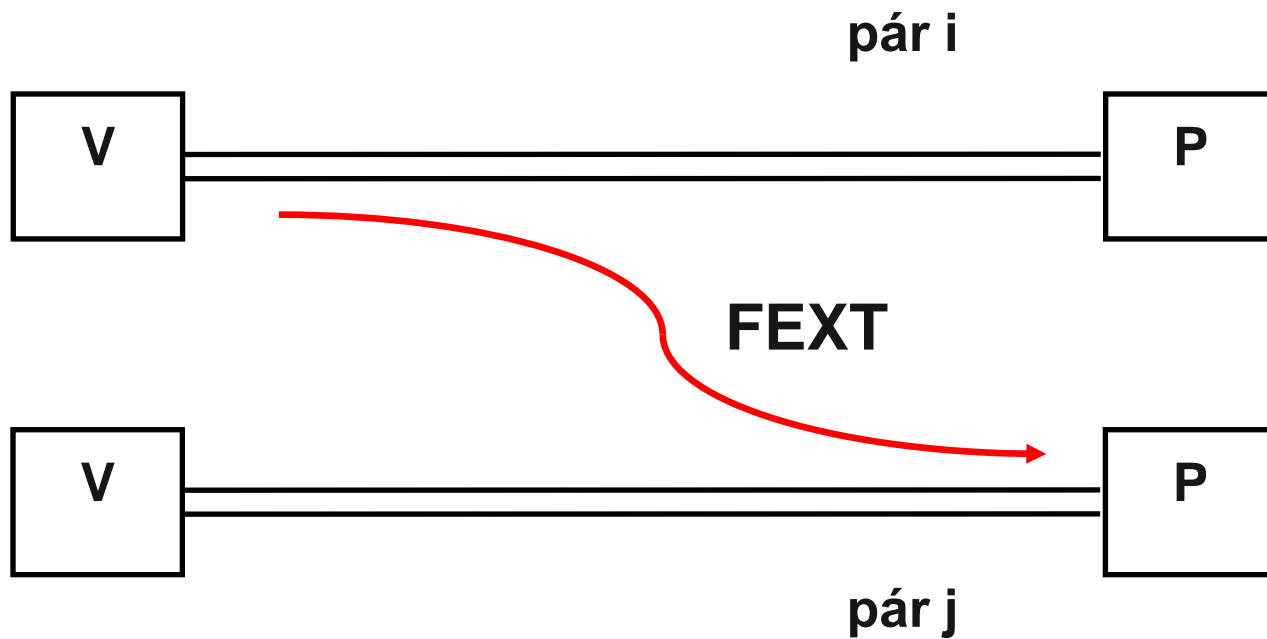
– presluch NEXT sa na rozdiel od presluchu FEXT nešíri cez celú dĺžku účastníckeho vedenia a teda netrpí stratami šírenia signálu.

Fyzikálne prostredie xDSL 5/9



$$\left| \mathcal{H}_{NEXT}(f) \right|^2 = K_{NEXT} \cdot f^{3/2}$$

Fyzikálne prostredie xDSL 6/9



$$\left| \mathcal{H}_{FEXT}(f) \right|^2 = K_{FEXT} \cdot l \cdot f^2 \cdot \left| \mathcal{H}_{line}(f) \right|^2$$

Fyzikálne prostredie xDSL 7/9

- Druhy presluchov NEXT a FEXT
 - ak sú prenášané signály rovnakých služieb xDSL -
 - ak sú prenášané signály rozdielnych služieb xDSL -
 - väzba medzi metalickým káblom a inými zdrojmi EM žiarenia -

Fyzikálne prostredie xDSL 8/9

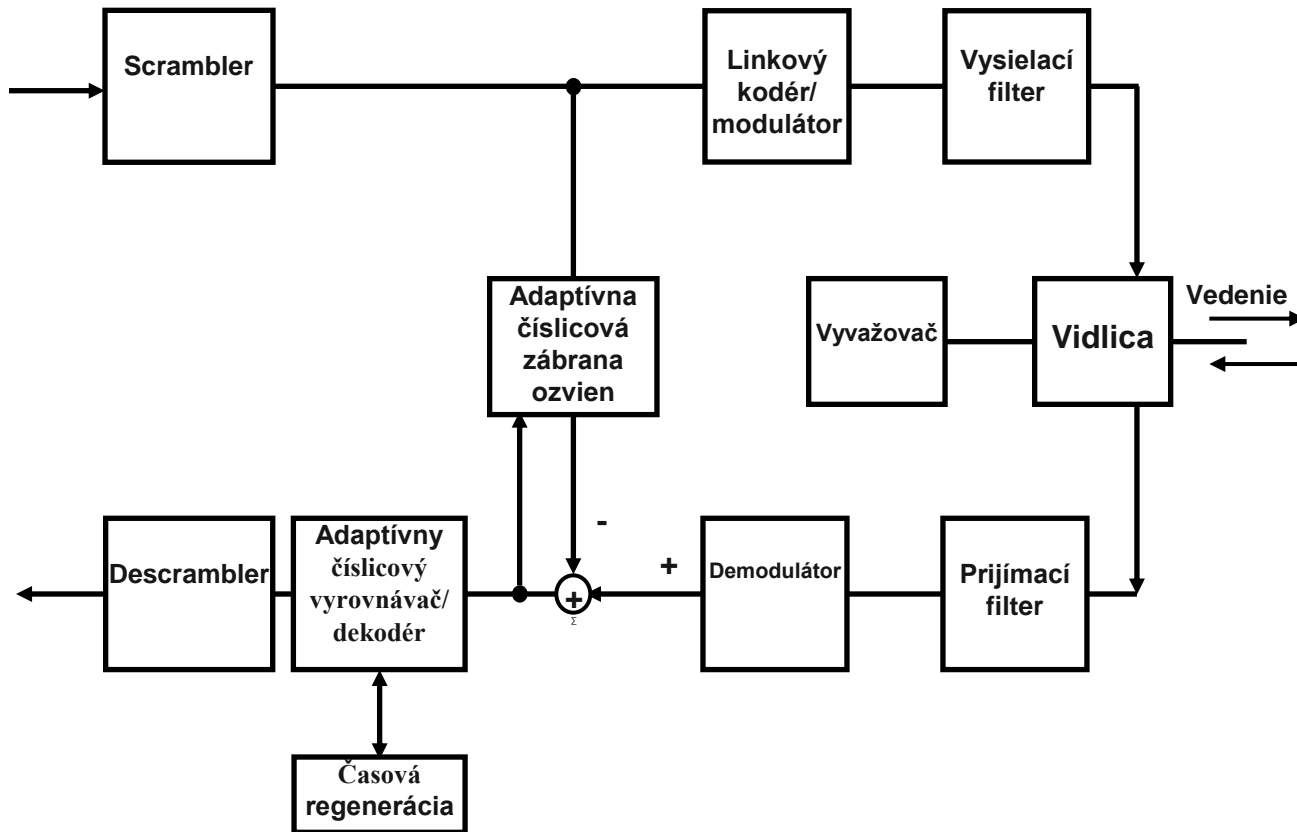
- Šumy
 - najnepriaznivejšie účinky má impulzový šum
 - tepelný šum,
 - indukčný šum,
 - elektronický šum,
 - šum pozadia (biely).
- Úroveň tepelného, elektronického a bieleho šumu je približne -130 dBm/Hz, o niečo vyššia je úroveň šumu zbytkovej ozveny -120 dBm/Hz.

Fyzikálne prostredie xDSL 9/9

- Mikroprerušená
 - dočasné prerušenie účastníckeho vedenia spôsobené vonkajšou mechanickou činnosťou na metalických vodičoch tvoriacich prenosovú cestu
 - počas mikroprerušená so špecifikovanými časovými hodnotami
prenosový systém nemusí znovu použiť štartovaciu procedúru, resp. automaticky sa reaktivuje s kompletnou štartovacou procedúrou.

Princípy spracovania signálov 1/14

- Adaptívne číslicové spracovanie signálov



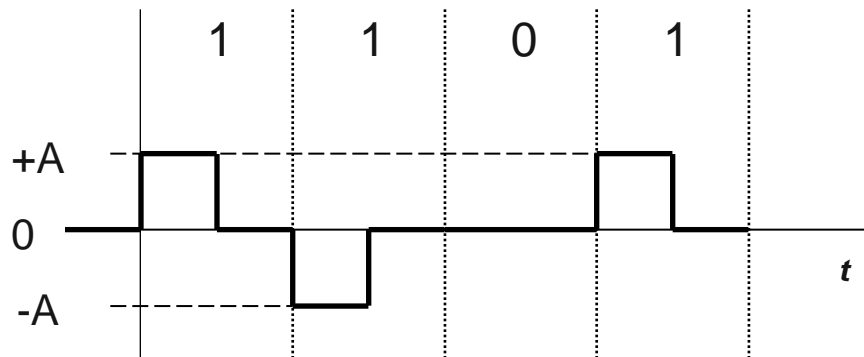
Princípy spracovania signálov 2/14

- Adaptívne číslicové spracovanie signálov má vo všeobecnosti za úlohu upravovať koeficienty číslicových filtrov pomocou algoritmu LMS, minimalizovať chybový signál a optimalizovať konvergenciu prenosovej rýchlosti a zvyškovej chyby, má za hlavnú úlohu zabráňovať šíreniu presluchov a vzniku ozvien. Činnosť zábrany ozvien EC možno vo všeobecnosti popísať tak, že

Princípy spracovania signálov 3/14

- Linkové kódy

striedanie polarity impulzov
vyskytujúcich sa v signálovom priebehu,

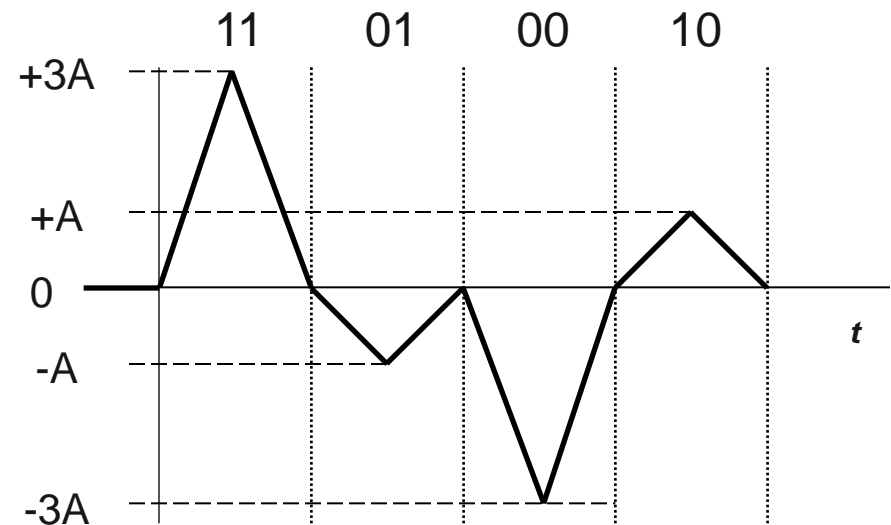


obmedzuje maximálny počet intervalov v signále, ktoré môžu ísť za sebou bez prechodu medzi úrovňami. Typ náhrady sa volí tak, aby počet impulzov typu B medzi impulzmi typu V bol nepárny.

Princípy spracovania signálov 4/14

- Linkové kódy

| Vstup | Výstup |
|-------|--------|
| 11 | +3A |
| 10 | +A |
| 01 | -A |
| 00 | -3A |



Princípy spracovania signálov 5/14

- Linkové kódy

existujú 3 módy priradenia, ktoré sa striedajú z dôvodu udržania rovnováhy medzi počtom kladných a záporných impulzov. Striedanie módov sa vykonáva na základe parametra RDS, ktorý predstavuje súčet disparít, kde disparita D je rozdiel medzi počtom jednotiek a núl v kódovom slove.

Princípy spracovania signálov 6/14

- Stručné charakteristiky linkových kódov
 1. Synchronizácia je podporovaná .
 2. Detekcia chýb je možná pri .
 3. Kolísaniu js. zložky signálu je zabránené pri .
 4. Najmenšia energia šumu na vznik chyby je pri .
 5. Frekvenčné spektrum
 - pri kóde je šírka pásma signálu určená prenosovou rýchlosťou dvojstavových symbolov,
 - pri kóde je potrebná šírka pásma signálu rovná len $1/2$ pôvodnej prenosovej rýchlosti vstupnej bitovej postupnosti,
 - pri kóde je šírka pásma signálu rovná len $3/4$ pôvodnej prenosovej rýchlosti vstupných binárnych dát.

Princípy spracovania signálov 7/14

- Modulačné techniky
 - naplnenie troch hlavných kritérií -
 - BER (bitová chybovosť)
 - BER (bitová chybovosť)
 - BER (bitová chybovosť)
 - existujú dve triedy modulácií pre technológie xDSL –
 - DMT (Discrete Multi-Tone)
 - DMT (Discrete Multi-Tone), obe môžu meniť dátovú rýchlosť signálov v závislosti na podmienkach vedenia.

Princípy spracovania signálov 8/14

- Modulačné techniky

v porovnaní s linkovými kódmi
zníženie nárokov na šírku frekvenčného pásma
signálov, čo sa dá využiť v dvoch základných
smeroch :

- zvýšenie rýchlosti prenosu údajov pri zachovaní toho istého frekvenčného pásma,
- zmenšenie šírky frekvenčného pásma pri zachovaní tej istej prenosovej rýchlosti.

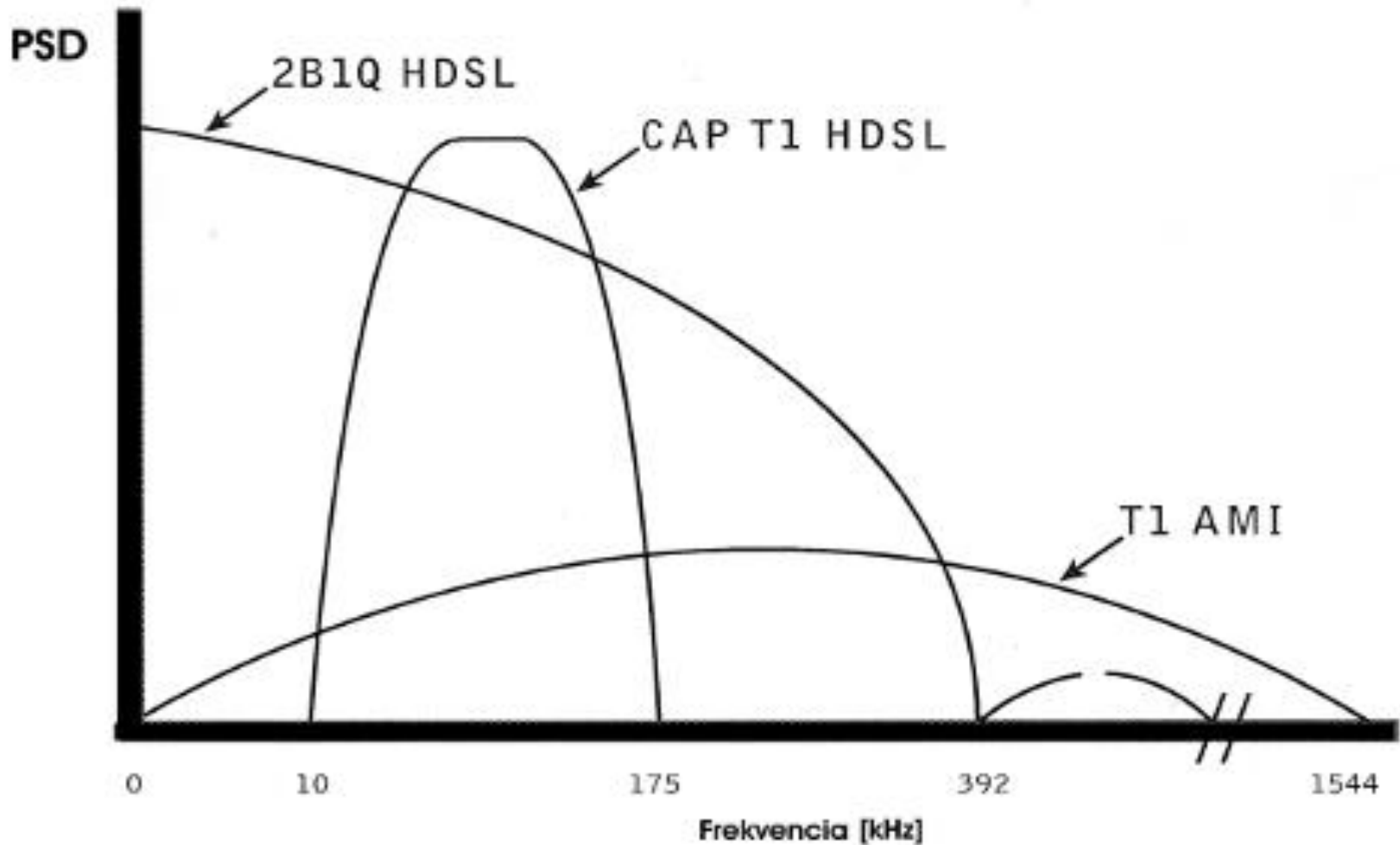
Princípy spracovania signálov 9/14

- Modulačné techniky

variant QAM, kde je nosný signál pred prenosom potlačený, pretože neobsahuje žiadnu užitočnú informáciu, a je znovu zložený v prijímacom modeme.

Modemy využívajúce moduláciu CAP testujú kvalitu prístupového vedenia počas štartovacej procedúry a implementujú najefektívnejšiu verziu modulácie QAM.

Princípy spracovania signálov 10/14



Princípy spracovania signálov 11/14

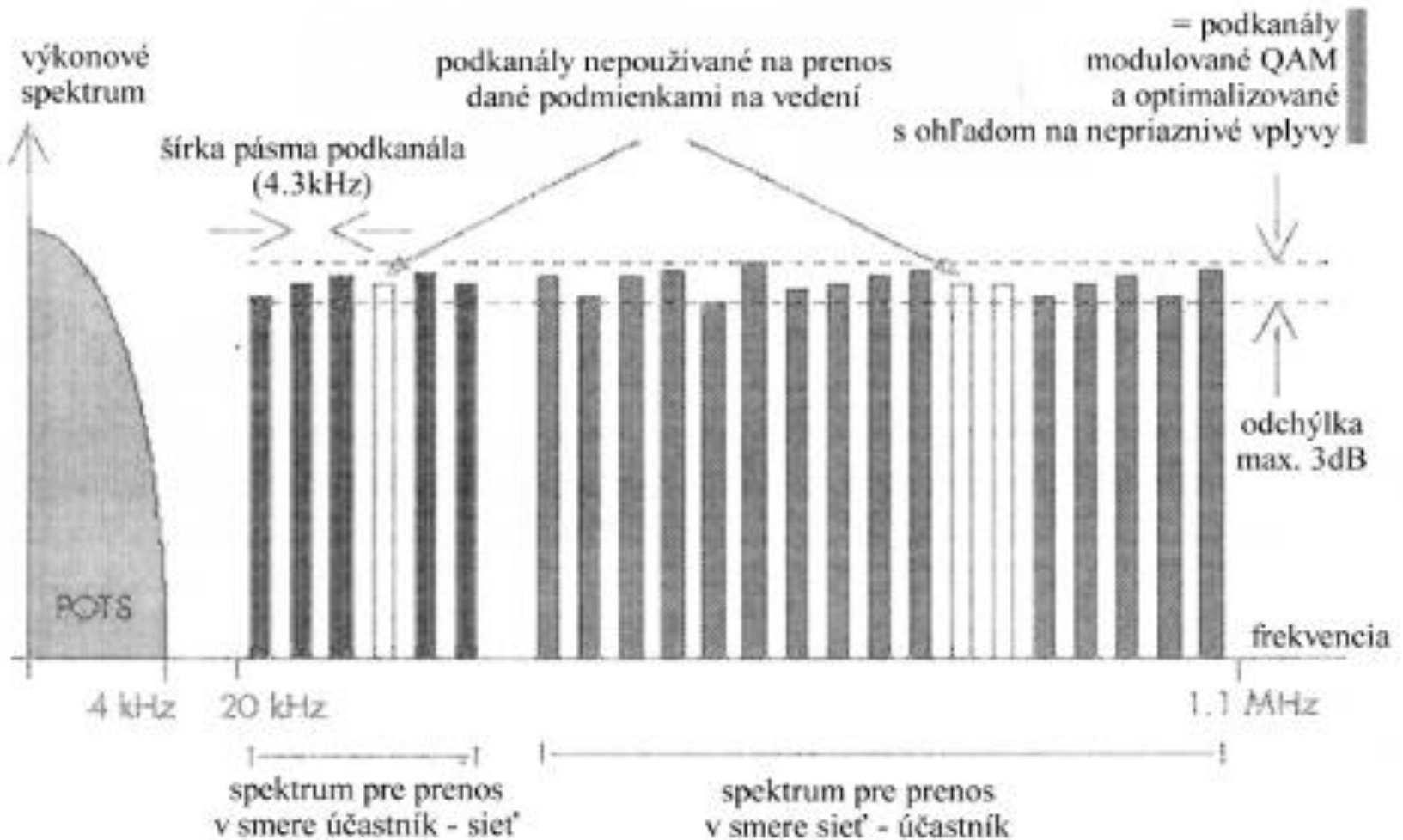
- Modulačné techniky

variant QAM, ktorý diskkrétne rozdeľuje prístupné frekvenčné pásmo do N podkanálov a podľa aktuálnych prenosových charakteristík každého podkanála sú prichádzajúce bitové postupnosti pridelené do jednotlivých podkanálov použitím „akoby modulácie QAM“.

Modulačné a demodulačné spracovanie je implementované pomocou algoritmov

.

Princípy spracovania signálov 12/14



Princípy spracovania signálov 13/14

- Stručné charakteristiky modulačných techník
 1. Systémy v základnom pásme (linkové kódy) s frekvenciami pod 20 kHz majú
 - .
 2. Systémy v preloženom pásme (modulačné techniky) majú
 - .
 3. Vysokofrekvenčné signály na metalických vedeniach trpia
 - .

Princípy spracovania signálov 14/14

- Kódovacie techniky

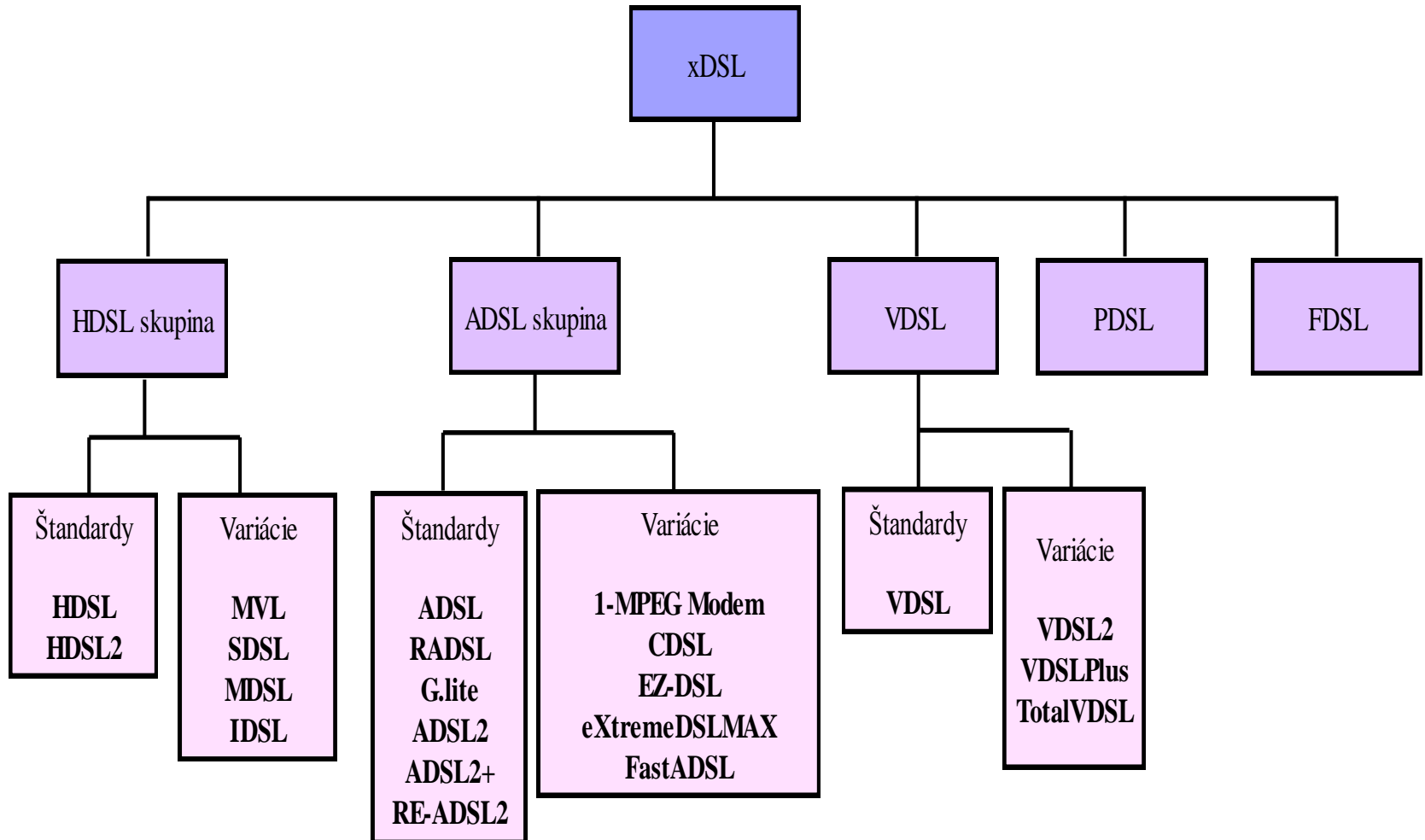
- výrazne znižuje počet chýb spôsobených impulzovým šumom a tým aj ich negatívny vplyv. Na medzisympolovej báze tiež znižuje počet chýb spôsobených kontinuálnym šumom vnoreným do vedenia.

Technika FEC používa formu kódovania RS (n, k) a umožňuje prekladanie dátových symbolov (vytvorených zo s bitov) pre opravu zhlukov chýb.

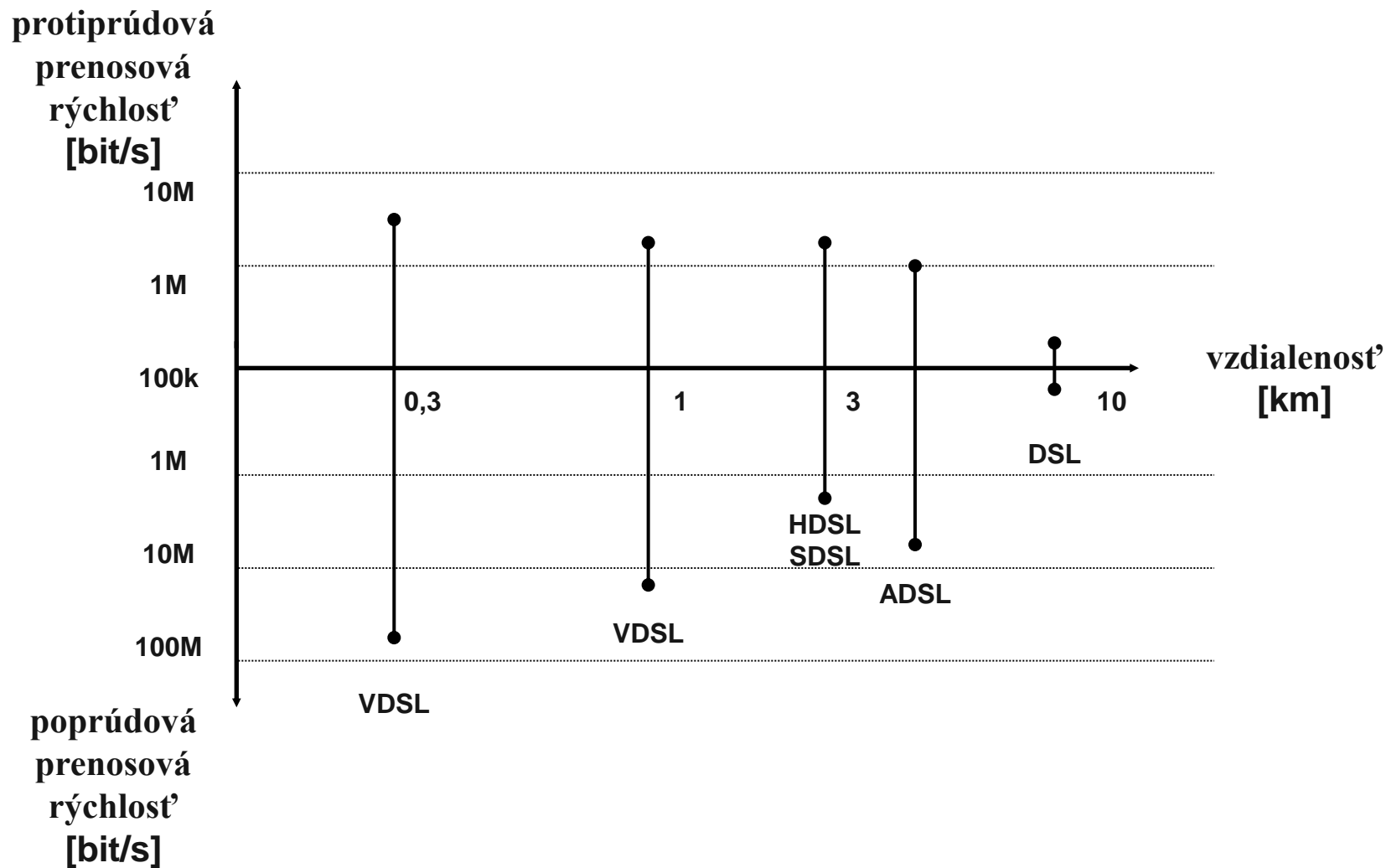
Typy technológií xDSL 1/20

- Triedy xDSL môžu byť charakterizované 5 kľúčovými parametrami:
 - protiprúdová dátová rýchlosť (upstream data rate),
 - poprúdová dátová rýchlosť (downstream data rate),
 - maximálna prístupová vzdialenosť alebo prístupový rozsah,
 - schopnosť pracovať v kombinácii s klasickou hlasovou telefónnou službou,
 - počet požadovaných párov symetrického vedenia (jeden alebo dva).

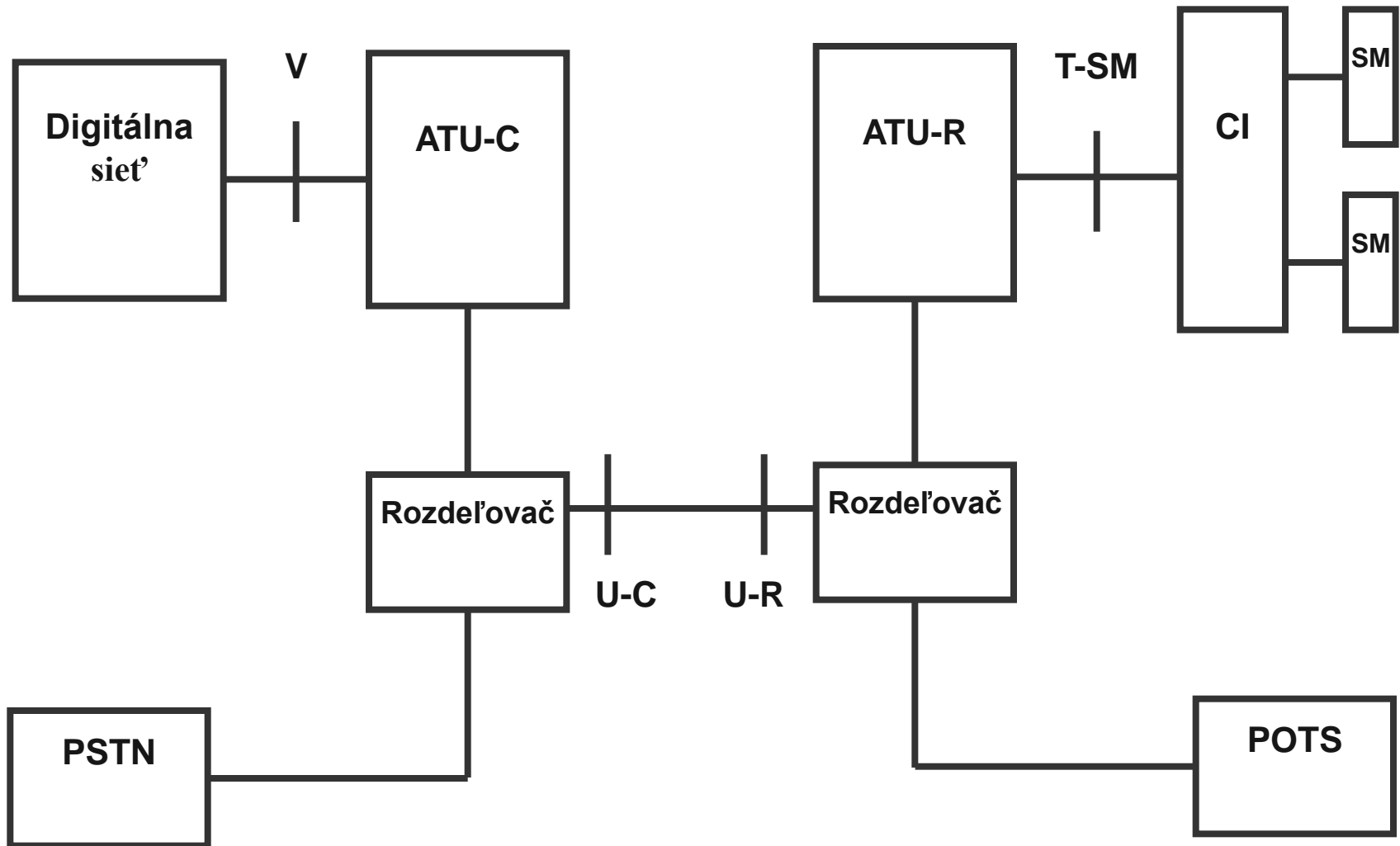
Typy technológií xDSL 2/20



Typy technológií xDSL 3/20



Typy technológií xDSL 4/20



Typy technológií xDSL 6/20

- **IDSL – ISDN DSL**

- predstavuje prispôsobenie pôvodnej služby DSL skutočným princípom technológií xDSL, t.j. možnosti súčasného prenosu signálov

Typy technológií xDSL 7/20

- **HDSL – High-bit-rate DSL**

- ANSI T1.TR.28, ETSI ETR 152, ITU G.991.1

- Prenosové prostredie:

- Spôsob prenosu informácie:

- Prenosová rýchlosť:

celková 2,3 Mbit/s

- Linkový kód:

- Modulácia:

- Iné techniky:

zábrana ozvien

- **HDSL2**

Typy technológií xDSL 8/20

- **SDSL – Single-pair DSL**

- ETSI TS 101 524
- Prenosové prostredie:
- Spôsob prenosu informácie:
- Prenosová rýchlosť:
- zníženie počtu potrebných párov káblov,
- zvýšenie množstva potenciálnych zákazníkov na tom istom kábli,
- potreba polovice počtu komponentov v modemoch, t.j. zjednodušenie inštalácie, manažmentu a údržby prenosových zariadení.

Typy technológií xDSL 9/20

- **MDSL – Multi-rate DSL**
 - bez oficiálneho štandardu
 - Prenosové prostredie:
 - Spôsob prenosu informácie:
 - Prenosová rýchlosť:

 - Modulácia:

Typy technológií xDSL 10/20

- **ADSL – Asymmetric DSL**

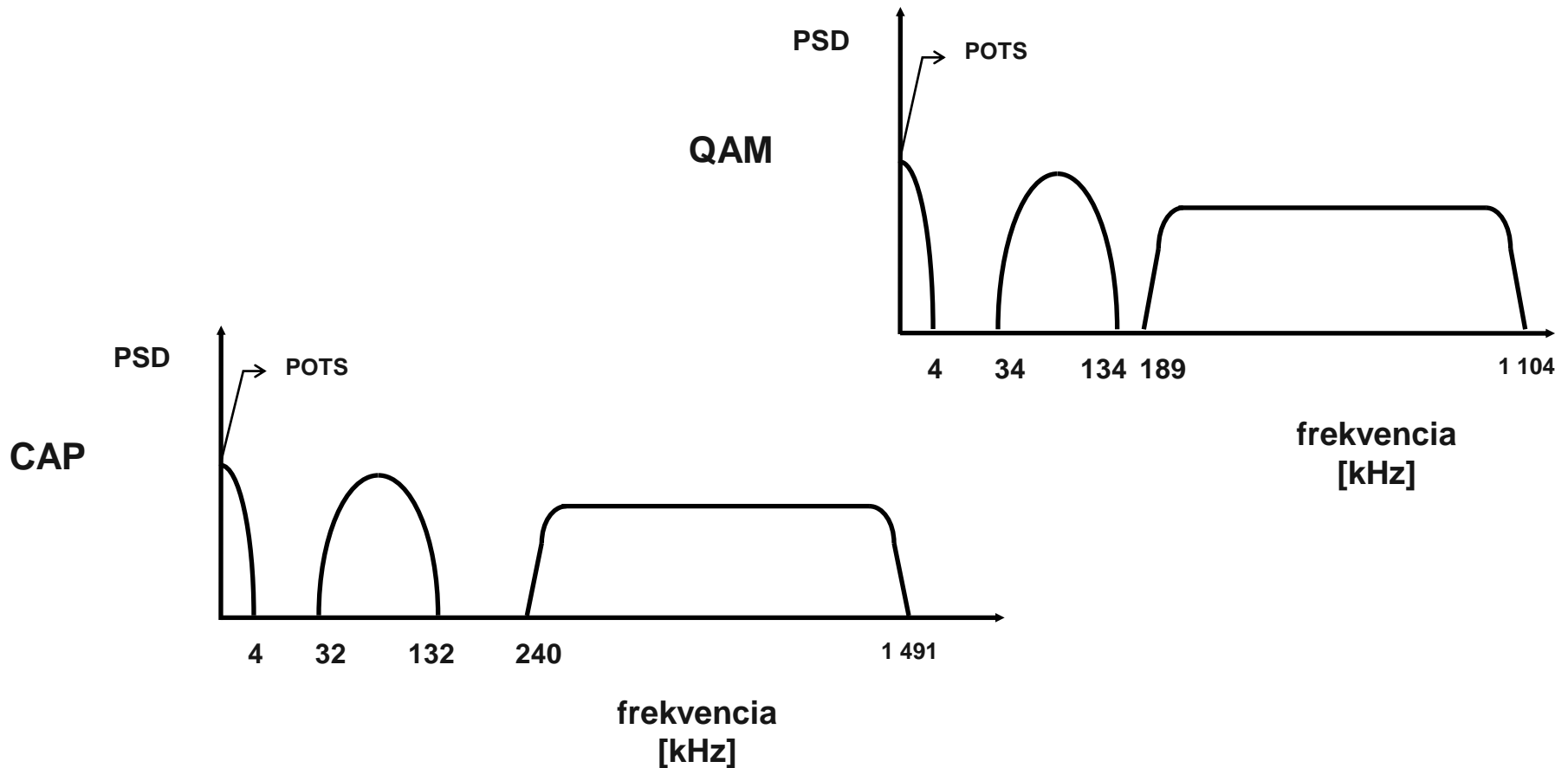
- ANSI T1.413, ETSI ETR 328, ITU G.992.1
- Prenosové prostredie:
- Spôsob prenosu informácie:
- Prenosová rýchlosť:

| Jednosmerné prenosové kanály od ústredne k účastníkovi | | Duplexné prenosové kanály | |
|---|--------------|---------------------------|------------|
| N x 1,536 Mbit/s | 1,536 Mbit/s | kanál C | 16 kbit/s |
| | 3,072 Mbit/s | | 64 kbit/s |
| | 4,608 Mbit/s | voliteľný kanál | 160 kbit/s |
| | 6,144 Mbit/s | | 384 kbit/s |
| N x 2,048 Mbit/s | 2,048 Mbit/s | | 544 kbit/s |
| | 4,096 Mbit/s | | 576 kbit/s |
| | 6,144 Mbit/s | | |

Typy technológií xDSL 11/20

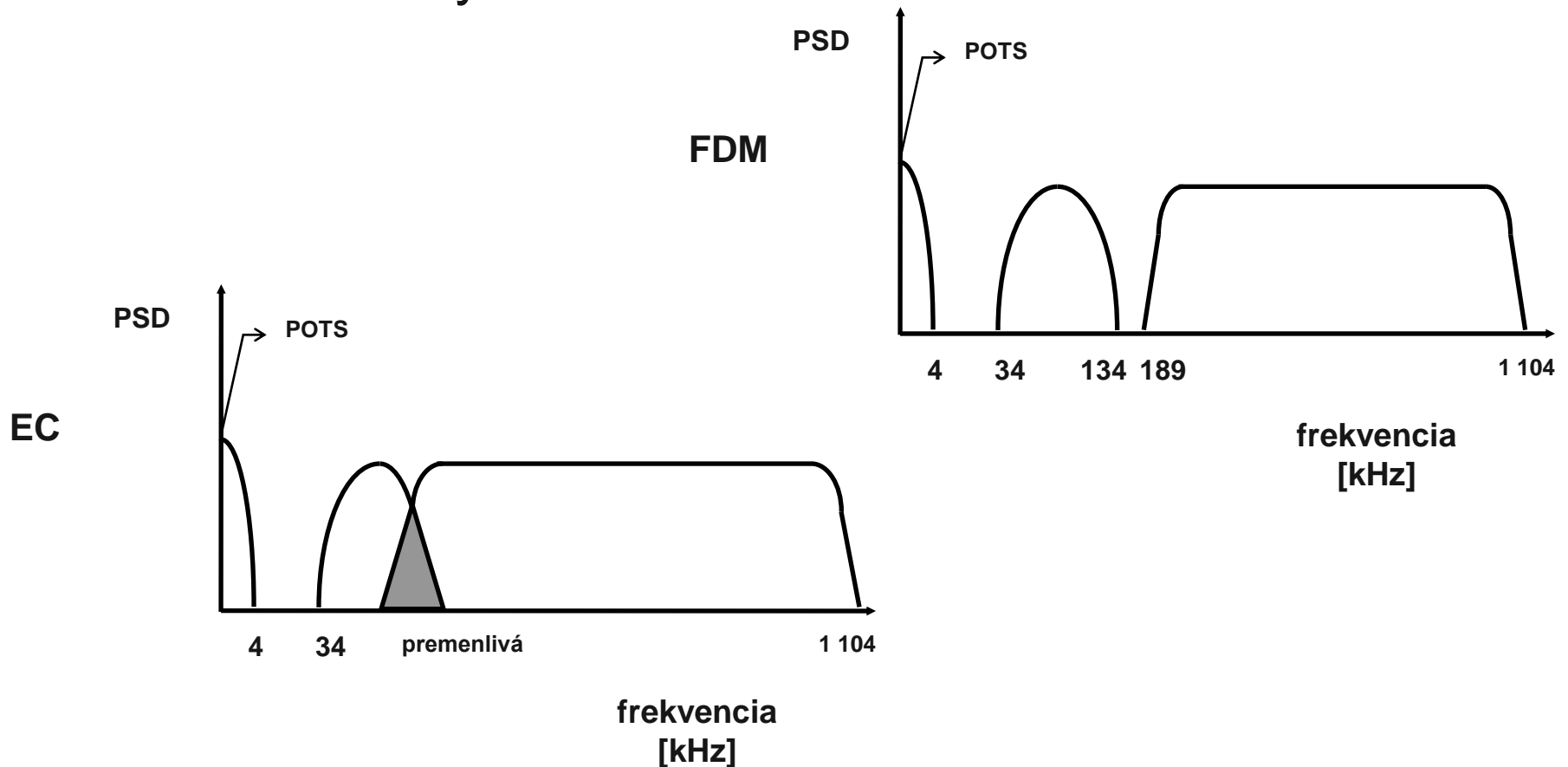
- **ADSL – Asymmetric DSL**

- Modulácie:



Typy technológií xDSL 12/20

- **ADSL – Asymmetric DSL**
 - Iné techniky:



Typy technológií xDSL 13/20

- **RADSL – Rate Adaptive DSL**

- ANSI T1.TR.59
- Prenosové prostredie:
- Spôsob prenosu informácie:
- Prenosová rýchlosť:

it/s

- Modulácia:

Typy technológií xDSL 14/20

- **G.Lite**

- nepredpokladá sa použitie rozdeľovačov, výrazné zníženie prenosovej rýchlosti na úroveň

- **ADSL2 / ADSL2+**

- posun hornej hranice prenosovej rýchlosti -
prenosového pásma , rozšírenie
maximálneho dosahu , skrátenie
, CVoDSL

- **Reach-extended ADSL2**

- úpravy PSD vysielaného signálu pre zvýšenie dosahu pri dodržaní prenosových rýchlostí ADSL2

Typy technológií xDSL 15/20

- **VDSL – Very high-bit-rate DSL**

- ANSI T1.424, ETSI TS 101 270, ITU G.993.1

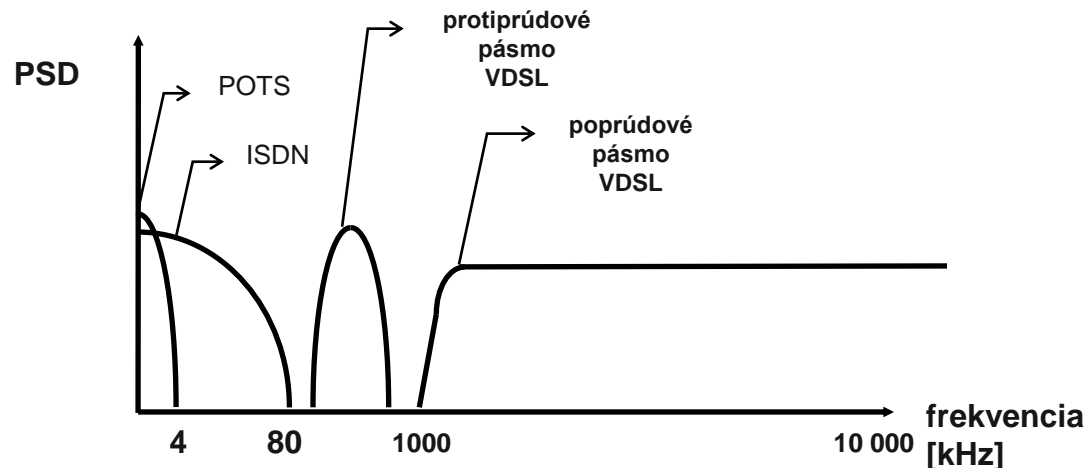
- Prenosové prostredie:

- Spôsob prenosu informácie:

- Modulácia:

- Iné techniky:

zábrana ozvien



Typy technológií xDSL 16/20

- **VDSL – Very high-bit-rate DSL**

– Prenosová rýchlosť: podľa ETSI

| Trieda (kód) operácie | Poprúrdový smer prenosu [kbit/s] | Protiprúrdový smer prenosu [kbit/s] |
|----------------------------------|---|--|
| Trieda I (A4) | 23 168 | 4 096 |
| Trieda I (A3) | 14 464 | 3 072 |
| Trieda I (A2) | 8 576 | 2 048 |
| Trieda I (A1) | 6 400 | 2 048 |
| Trieda II (S5) | 28 288 | 28 288 |
| Trieda II (S4) | 23 168 | 23 168 |
| Trieda II (S3) | 14 464 | 14 464 |
| Trieda II (S2) | 8 576 | 8 576 |
| Trieda II (S1) | 6 400 | 6 400 |

Typy technológií xDSL 17/20

- **VDSL – Very high-bit-rate DSL**

– Prenosová rýchlosť: podľa ANSI

| Typ služby | Poprúďový smer prenosu [Mbit/s] | Protiprúďový smer prenosu [Mbit/s] | Dosah [m] |
|---------------------|---------------------------------|------------------------------------|-----------|
| Asymetrická Krátka | 52 | 6,4 | 300 |
| Asymetrická Stredná | 26 | 3,2 | 1000 |
| Asymetrická Dlhá | 13 | 1,6 | 1500 |
| Symetrická Krátka | 34 | 34 | 300 |
| Symetrická Stredná | 13 | 13 | 1000 |
| Symetrická Dlhá | 6,5 | 6,5 | 1500 |

Typy technológií xDSL 18/20

- **PDSL – Power DSL**

- nesporne veľký potenciál, nakoľko rozvody elektrickej energie predstavujú celosvetovo najhustejšiu a najrozšírenejšiu sieť,
- podmienky, za ktorých by sa dal realizovať prenos dátových signálov po takejto sieti, sú viac než nevhodné,
- uvažuje sa využiť postupy a techniky z bezdrôtových komunikácií.

- **FDSL – Fiber DSL**

Typy technológií xDSL 19/20

- Voľba správnej technológie xDSL môže byť určená hlavnými kritériami:
 - typ služby ,
 - typ služby (symetrická, asymetrická, obe), vzdialenosť služby,
 - implementácia , služba založená na xDSL alebo služby POTS + xDSL.

Typy technológií xDSL 20/20

