



Teória oznamovania 11

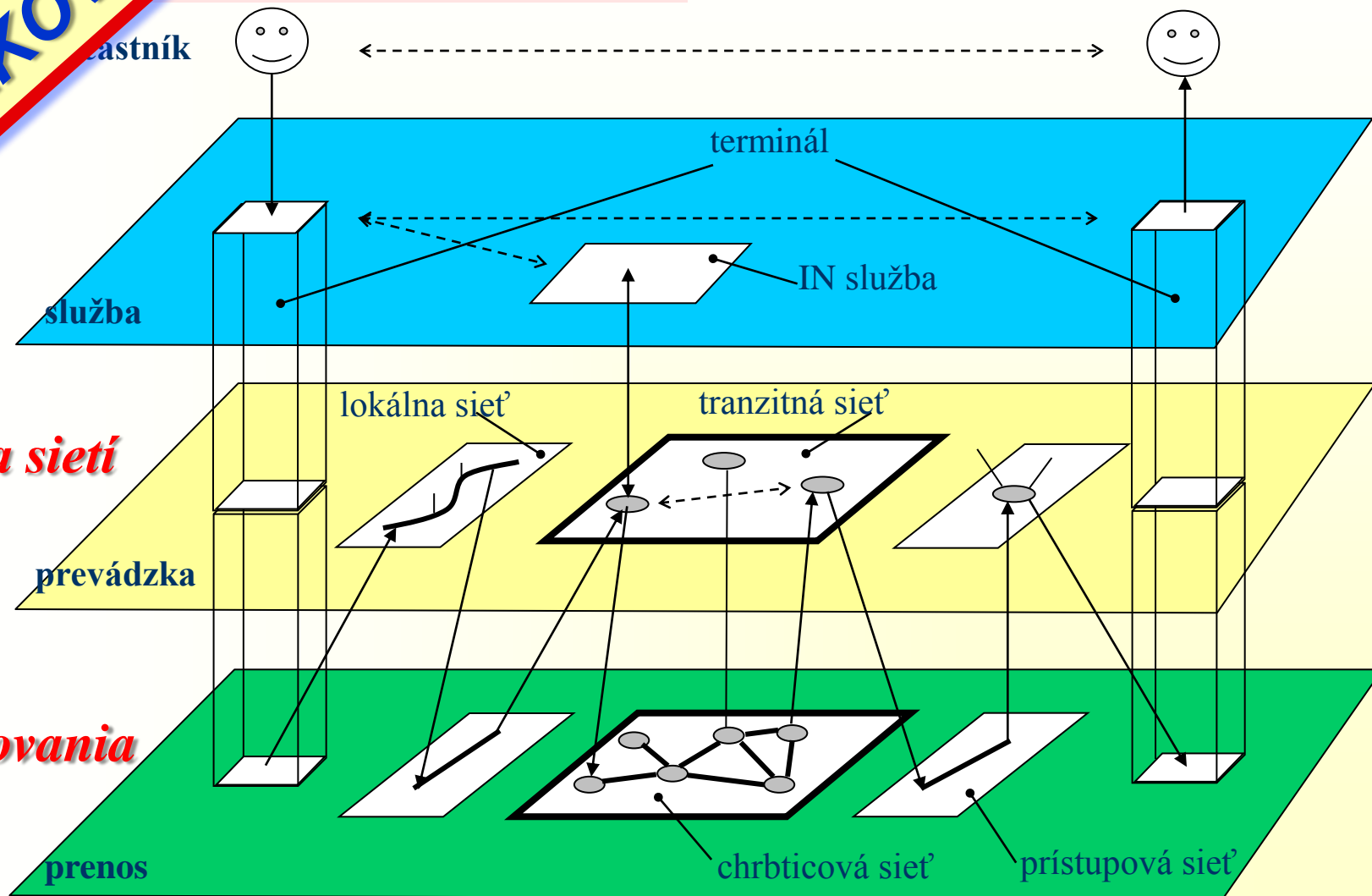
Obsah:

- opakovanie
- zabezpečenie na úrovni kodéra zdroja
- detekčné kódy (paritný, cyklický)
- lineárne systematické blokové kódy
- vzdialenosť medzi slovami
- korekčné kódy (cyklický - Hammingov)



OPAKOVANIE

Základné vrstvy



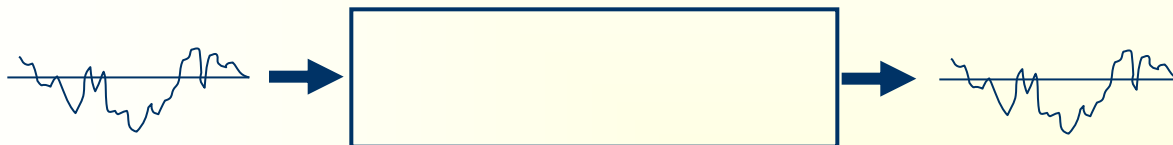
Teória sietí

*Teória
oznamovania*

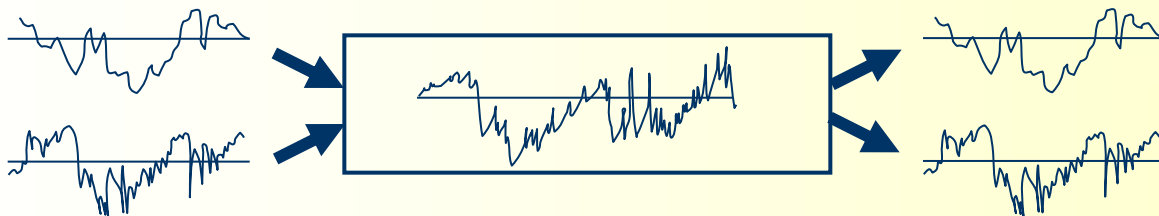
Vrstva prenosu

Hlavné úlohy: ??

prenos jedného signálu



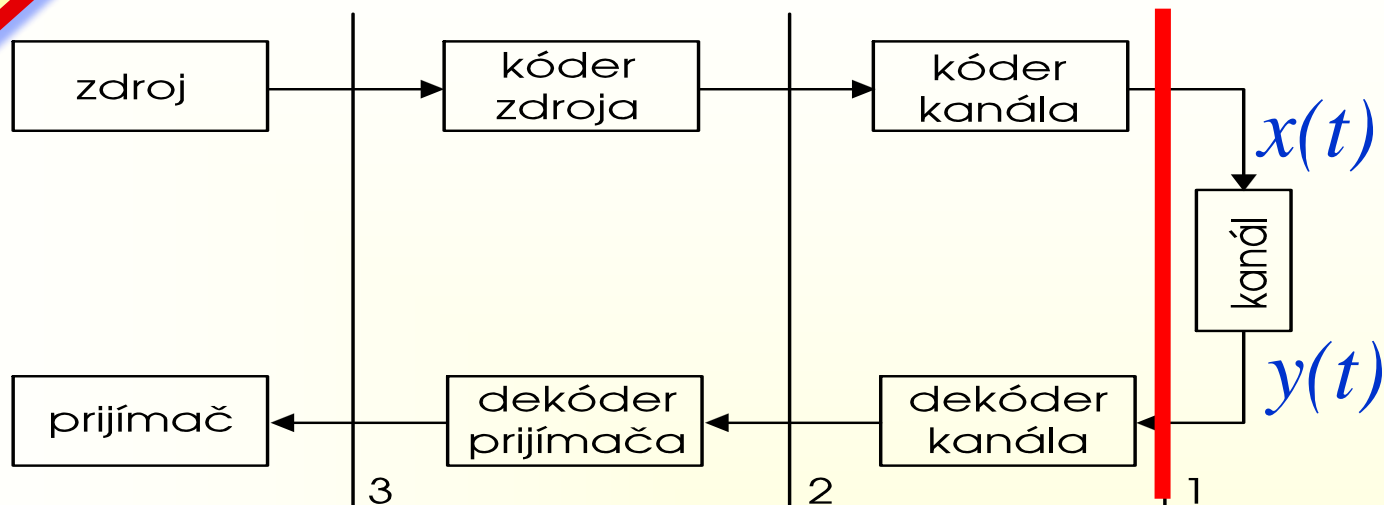
súčasný prenos signálov





OPAKOVANIE

Prenos bez skreslenia



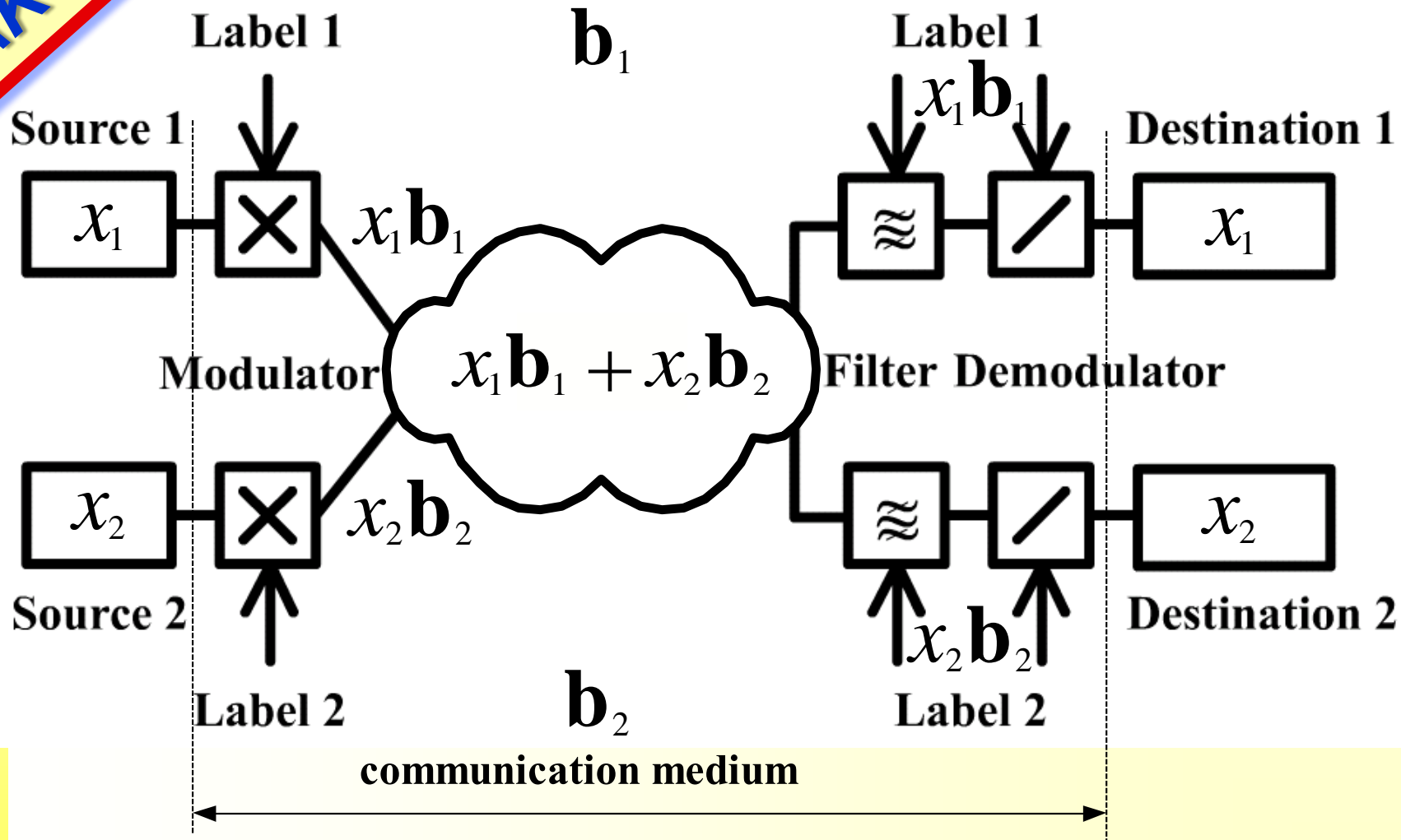
Prispôsobenie prenosovému médiu





OPAKOVANIE

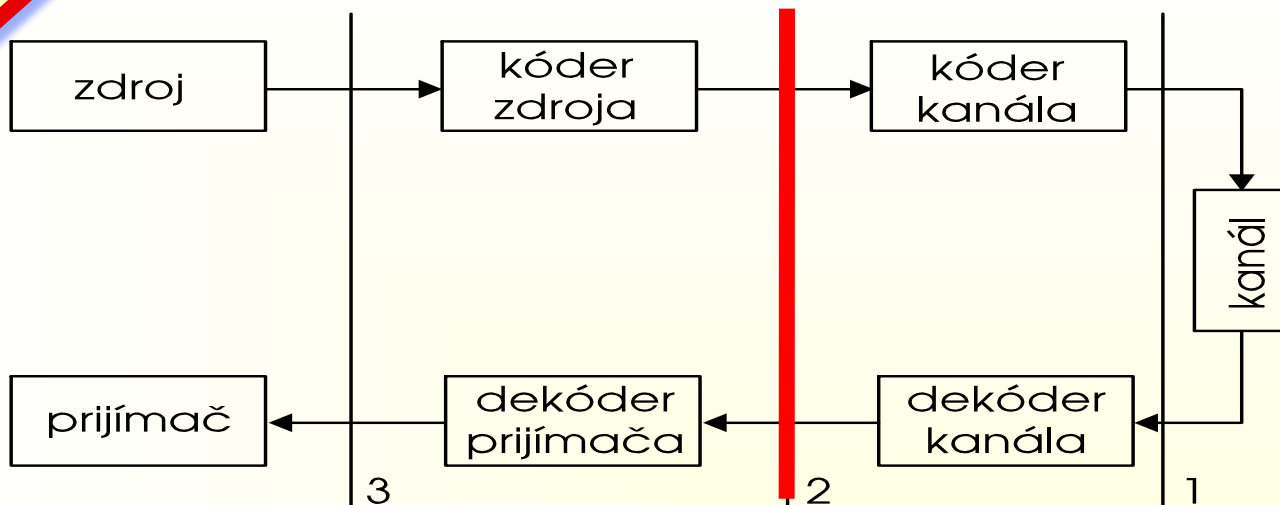
Príznakový multiplex





OPAKOVANIE

Prenos bez skreslenia



Korekcia kanála

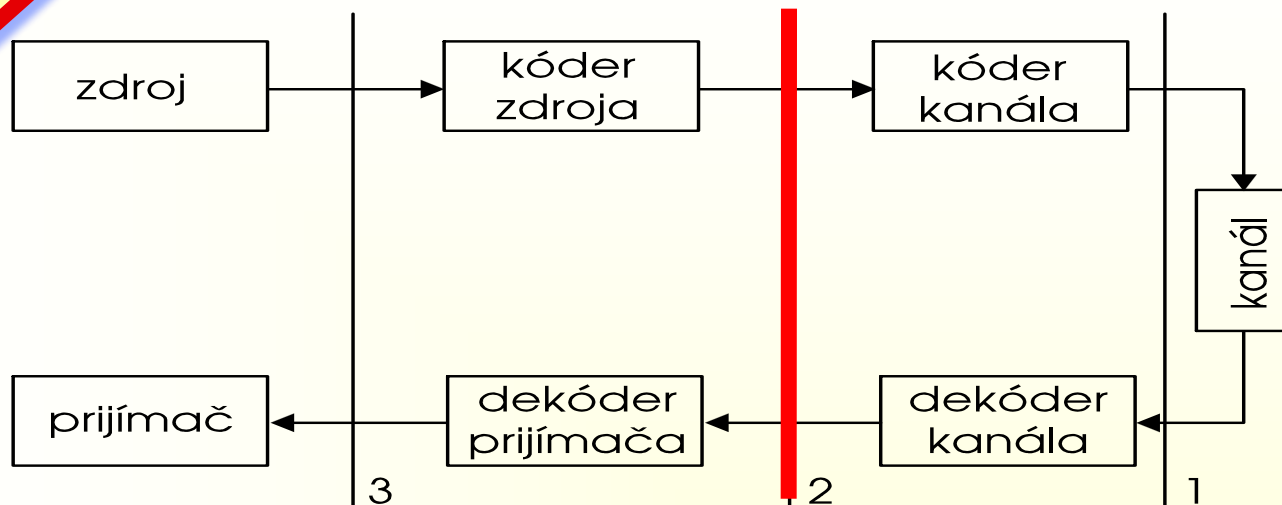


$$\left| F_n^{kor} \right| = \alpha \cdot \left| F_n \right|^{-1} \quad \varphi_n^{kor} = \varphi_n - \frac{2\pi}{N} n \Delta$$



OPAKOVANIE

Prenos bez skreslenia



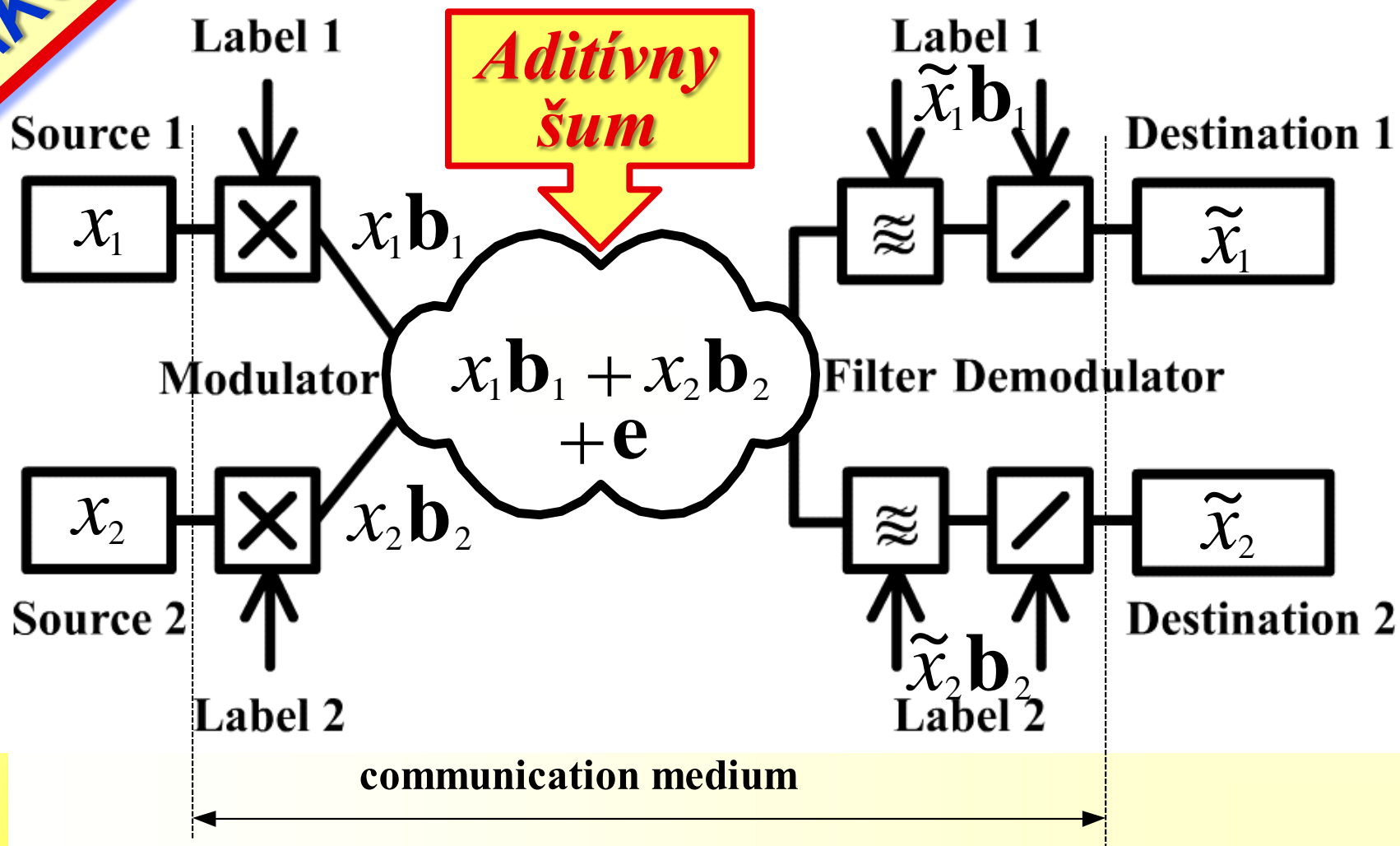
Zabránenie vplyvu šumu





OPAKOVANIE

Multiplex so šumom



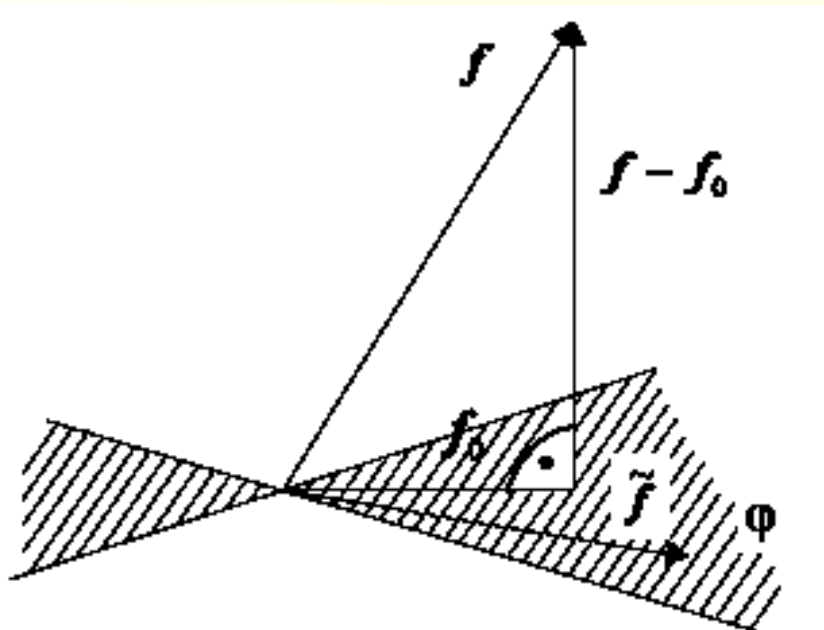
Priemet do podpriestoru

Nech H je Hilbertov priestor a nech φ je uzavretý lineárny podpriestor priestoru H . Nech signál f a $\delta = \inf_{g \in \varphi} \|f - g\|$

Potom existuje práve jeden signál $f_0 \in \varphi$ tak, že $d(f, \varphi) = \|f - f_0\| = \delta$

Navyše $f - f_0 \perp \varphi$, t.j. pre všetky $\tilde{f} \in \varphi$ platí $(f - f_0, \tilde{f}) = 0$

Pritom f_0 je jediným signálom priestoru φ s vlastnosťou $f - f_0 \perp \varphi$



Obr 6



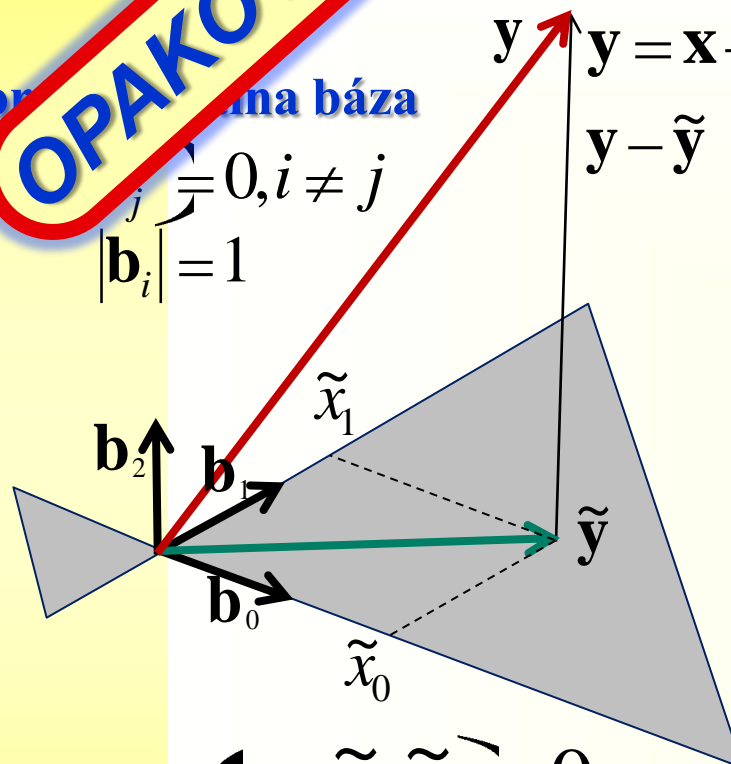
OPAKOVANIE

Optimálny prijímač

or... báza

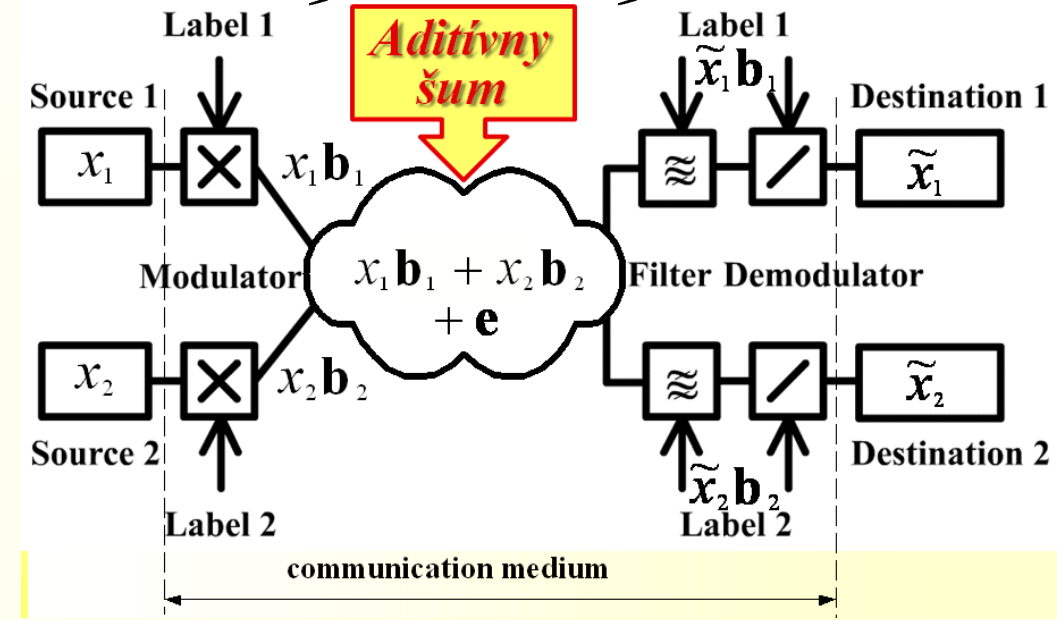
$$b_i \cdot b_j = 0, i \neq j$$

$$|b_i| = 1$$



$$(y - \tilde{y}, \tilde{y}) = 0$$

$$y = x + e = (x_0 + e_0) \cdot b_0 + (x_1 + e_1) \cdot b_1 + e_2 b_2 + \dots$$

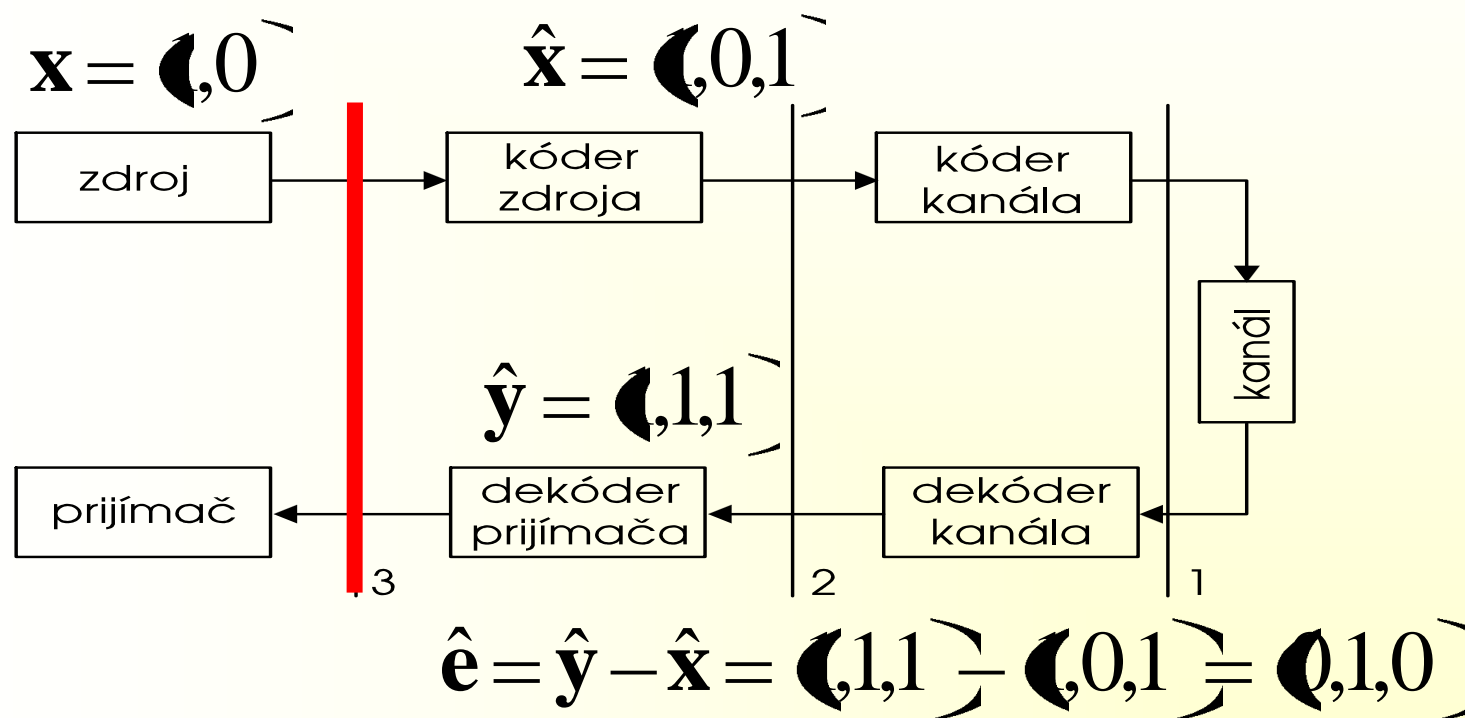


$$\tilde{x}_n = \frac{(y, b_n)}{(b_n, b_n)}$$



Prenos bez skreslenia

Zabezpečenie paritou



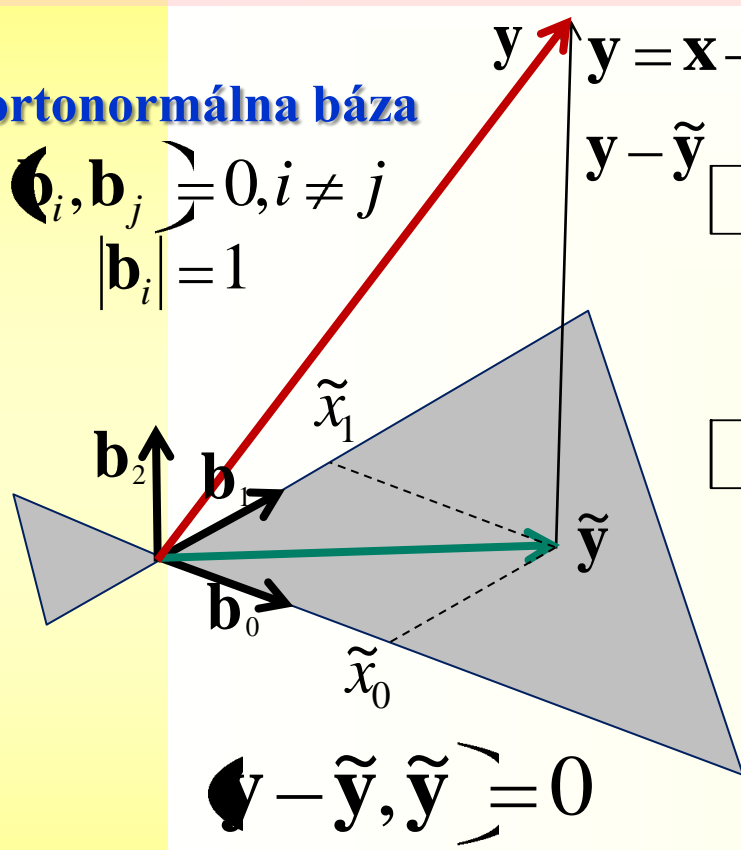
Ako zistí prijímač, že došlo ku chybe a nebolo vyslané slovo $\hat{\mathbf{x}} = \langle 1, 1 \rangle$?

Optimálny prijímač

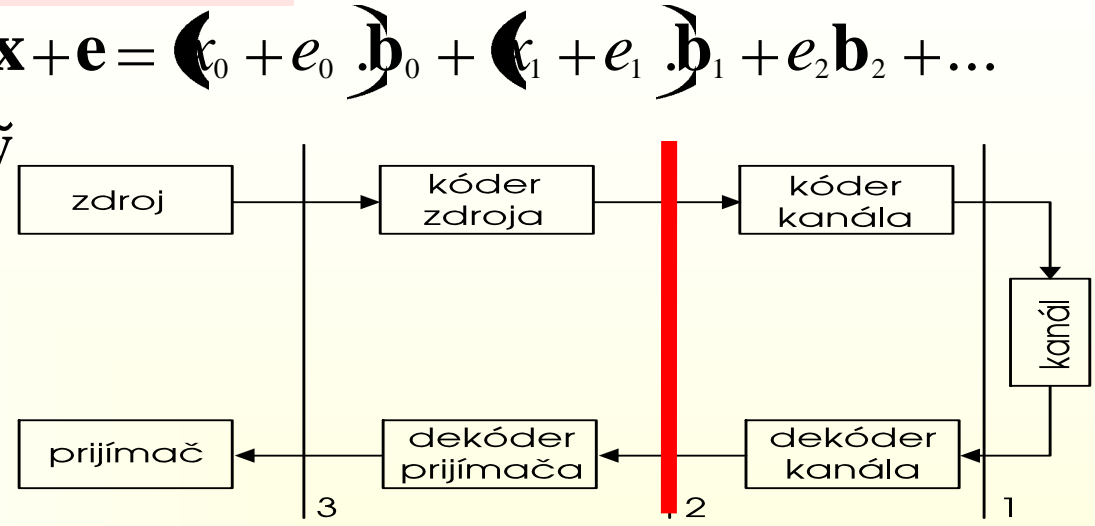
ortonormálna báza

$$\langle \mathbf{b}_i, \mathbf{b}_j \rangle = 0, i \neq j$$

$$|\mathbf{b}_i| = 1$$



$$\langle \mathbf{y} - \tilde{\mathbf{y}}, \tilde{\mathbf{y}} \rangle = 0$$

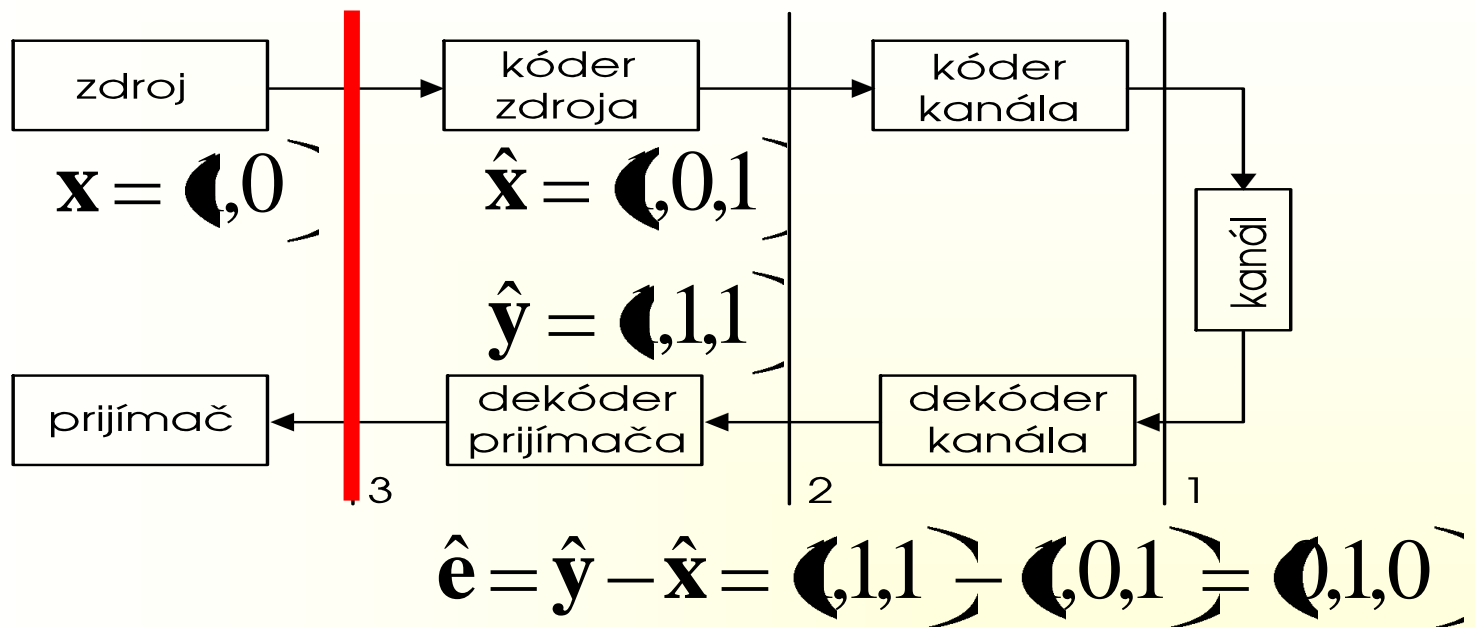


Ako to zistil prijímač na 2. úrovni, že došlo ku chybe a nebolo vyslané slovo?

Prijímač zistil, že prijatý signál neleží v dohodnutom signálovom priestore!!



Prenos bez skreslenia



Leží prijaté slovo $\hat{\mathbf{y}} = [1, 1, 1]$ mimo dohodnutého priestoru?

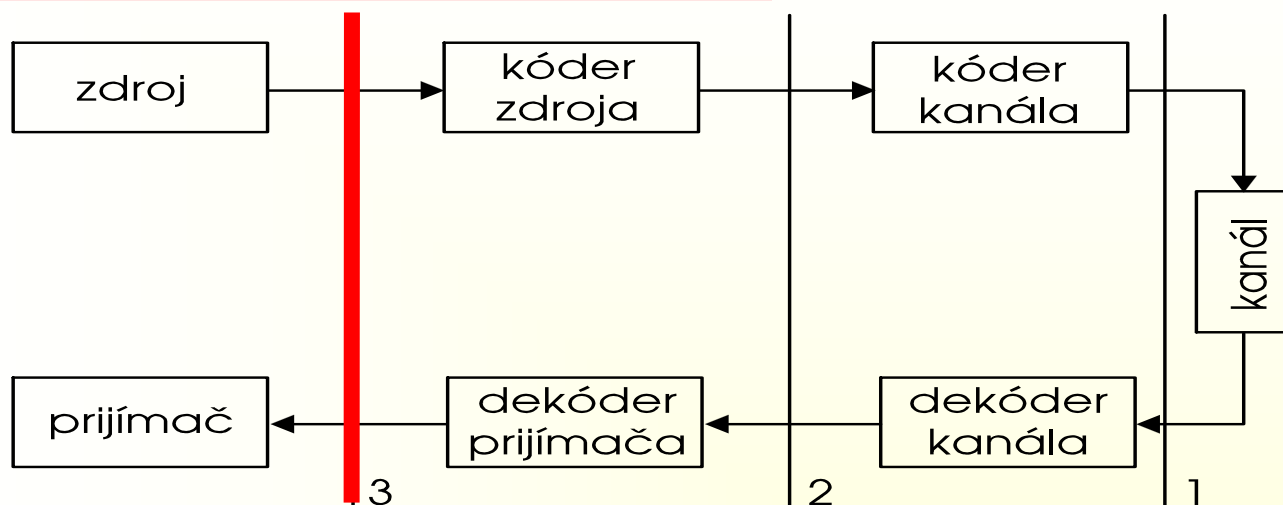
NIE, ak je dohodnutý priestor $S = \{[1, 0, 1]\}$

ANO, ak je dohodnutý jeho vhodný podpriestor

Napríklad: párna parita



Blokový kód



Kódový priestor

***Podpriestor slov
kódu***

***Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)***



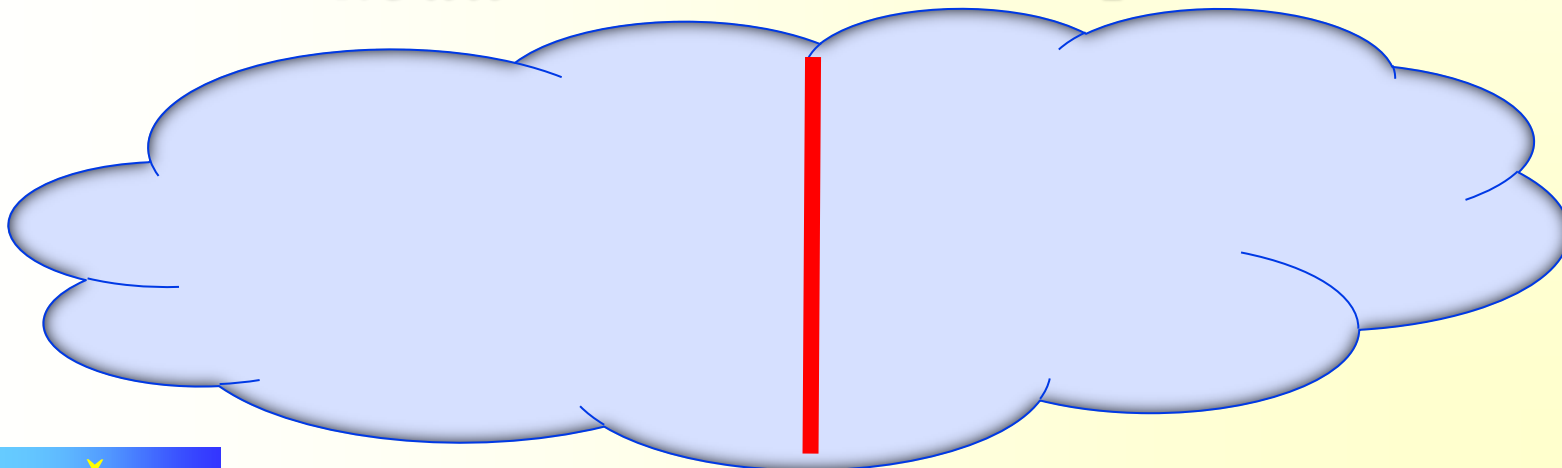
Paritný kód – párna parita

Kódový priestor

$0,0,0$	$0,1,0$	$1,0,0$	$1,1,0$
$0,0,1$	$0,1,1$	$1,0,1$	$1,1,1$

*Podpriestor slov
kódu*

*Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)*





Cyklický kód



To, čo sa naučíme
o cyklickom kóde, platí pre všetky
blokové, systematické, lineárne kódy.

blokový kód	$\hat{\mathbf{x}} = [\hat{x}_0, \hat{x}_1, \dots, \hat{x}_{N-1}]$
systematický kód	$\hat{\mathbf{x}} = [\hat{x}_0, \dots, \hat{x}_{n-1}, \vdots, z_0, \dots, z_{k-1}]$
lineárny kód	$\hat{\mathbf{x}} = \sum_{i=0}^{n+k-1} x_i \hat{\mathbf{b}}_i$



Paritný kód je systematický

Kódový priestor

Podpriestor slov
kódu

Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)

Dvojrozmerný podpriestor
trojrozmerného priestoru

Dvojrozmerný
priestor

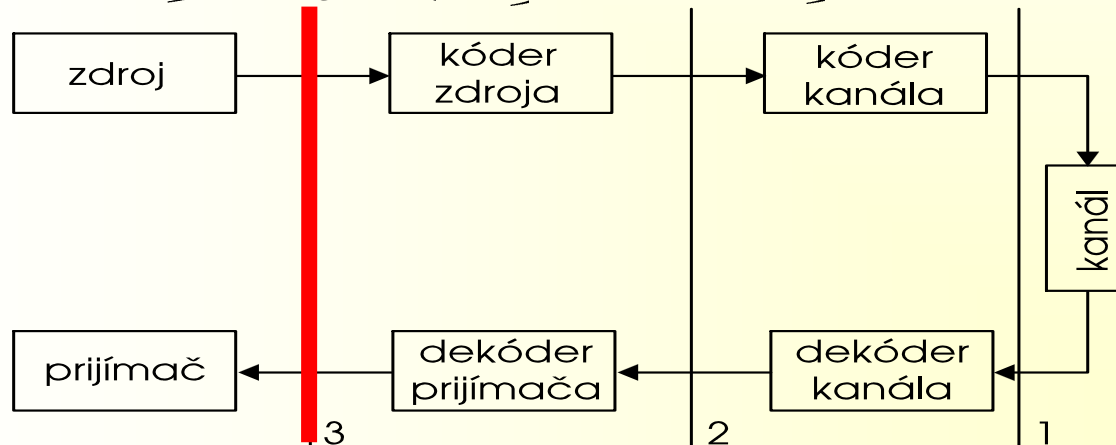
Jednotková
báza

Báza kódu

$$\begin{aligned} \mathbf{x}_0 &= \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \\ \mathbf{x}_1 &= \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \\ \mathbf{x}_2 &= \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \\ \mathbf{x}_3 &= \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{x}_0 &= \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \\ \mathbf{x}_1 &= \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \\ \mathbf{x}_2 &= \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \\ \mathbf{x}_3 &= \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{x}}_0 &= \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \\ \hat{\mathbf{x}}_1 &= \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \\ \hat{\mathbf{x}}_2 &= \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \\ \hat{\mathbf{x}}_3 &= \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \end{aligned}$$



informačná časť

zabezpečujúca časť

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ : \\ 1 \end{pmatrix}$$



Paritný kód je lineárny

Kódový priestor

Podpriestor slov
kódu

Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)

Dvojmerný podpriestor kódu
trojmerného kódového priestoru

Dvojmerný
priestor zdroja

Jednotková
báza

Báza kódu

$$\mathbf{x}_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{x}_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{x}_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{x}_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{b}_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{b}_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{b}_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{b}_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{x}_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{x}_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{x}_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{x}_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{b}_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{b}_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{b}_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{b}_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\mathbf{x}}_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\mathbf{x}}_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\mathbf{x}}_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\mathbf{x}}_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\mathbf{b}}_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\mathbf{b}}_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\mathbf{b}}_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\mathbf{b}}_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\mathbf{x}} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1,0,1 \\ 0,1,1 \\ 0,0,1 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\mathbf{x}} = \mathbf{x} \cdot \hat{\mathbf{B}}$$

$$\mathbf{x} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{x} = 1 \cdot \mathbf{b}_0 + 1 \cdot \mathbf{b}_1 + 0 \cdot \mathbf{b}_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\mathbf{x}} = 1 \cdot \hat{\mathbf{b}}_0 + 1 \cdot \hat{\mathbf{b}}_1 + 0 \cdot \hat{\mathbf{b}}_2$$

$$\hat{\mathbf{x}} = 1 \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} + 1 \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} + 0 \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$



Systematický lineárny kód

Kódový priestor

*Podpriestor slov
kódu*

*Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)*

$$\hat{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 1, 0, 1 \\ 0, 1, 1 \\ 0, 0, 1 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} \mathbf{E} & \mathbf{Z} \\ \mathbf{0} & \mathbf{E} \end{pmatrix}$$



Cyklický kód

Kódový priestor

Podpriestor slov
kódu

Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)

informačná časť zabezpečujúca časť

$\langle x_0, x_1, x_2, \dots \rangle$

Generujúci polynóm $g(x) = x^2 + x + 1$ $g = \langle 1, 1 \rangle$

$$\hat{b}_0 = \langle 0, 0, \dots, z_0, z_1 \rangle = \langle 0, 0, \dots, 1, 0 \rangle$$

$$\hat{b}_1 = \langle 0, 1, 0, \dots, z_0, z_1 \rangle = \langle 0, 1, 0, \dots, 0, 1 \rangle$$

$$\hat{b}_2 = \langle 0, 0, 1, \dots, z_0, z_1 \rangle = \langle 0, 0, 1, \dots, 1, 1 \rangle$$

$$\hat{b}_3 = \langle 0, 0, 0, \dots, 1, 0 \rangle = \langle 0, 0, 0, \dots, 1, 0 \rangle$$

$$\hat{b}_4 = \langle 0, 0, 0, \dots, 0, 1 \rangle = \langle 0, 0, 0, \dots, 0, 1 \rangle$$

Vyskúšajte $\bar{g}(x) = x + 1$. Aký kód ste dostali?



Cyklický kód

Kódový priestor

Podpriestor slov
kódu

Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)

$$\hat{\mathbf{b}}_0 = \langle 0, 0, \vdots 1, 0 \rangle$$

$$\mathbf{x} = \langle 1, 0 \rangle$$

$$\hat{\mathbf{b}}_1 = \langle 0, 1, 0, \vdots 0, 1 \rangle$$

$$\mathbf{x} = \langle 1, 0, \vdots 0, 0 \rangle$$

$$\hat{\mathbf{b}}_2 = \langle 0, 0, 1, \vdots 1, 1 \rangle$$

$$\hat{\mathbf{x}} = \langle 1, 0, \vdots \hat{z}_0, \hat{z}_1 \rangle$$

$$\hat{\mathbf{b}}_3 = \langle 0, 0, 0, \vdots 1, 0 \rangle$$

$$\hat{\mathbf{b}}_4 = \langle 0, 0, 0, \vdots 0, 1 \rangle$$

$$\hat{\mathbf{x}} = 1 \cdot \hat{\mathbf{b}}_0 + 1 \cdot \hat{\mathbf{b}}_1 + 0 \cdot \hat{\mathbf{b}}_2 + 0 \cdot \hat{\mathbf{b}}_3 + 0 \cdot \hat{\mathbf{b}}_4 = \langle 1, 0, \vdots 1, 1 \rangle$$

$$\hat{\mathbf{x}} = \langle \hat{x}_0, \hat{x}_1, \hat{x}_2, \vdots \hat{z}_0, \hat{z}_1 \rangle = \langle 1, 0, \vdots 0, 0 \rangle \begin{pmatrix} 1, 0, 0, \vdots 1, 0 \\ 0, 1, 0, \vdots 0, 1 \\ 0, 0, 1, \vdots 1, 1 \\ 0, 0, 0, \vdots 1, 0 \\ 0, 0, 0, \vdots 0, 1 \end{pmatrix}$$



Cyklický kód

Kódový priestor

Podpriestor slov
kódu

Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)

$$\hat{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} \hat{x}_0, \hat{x}_1, \hat{x}_2, \vdots, \hat{z}_0, \hat{z}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1, 0, \vdots, 0, 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1, 0, 0, \vdots, 1, 0 \\ 0, 1, 0, \vdots, 0, 1 \\ 0, 0, 1, \vdots, 1, 1 \\ 0, 0, 0, \vdots, 1, 0 \\ 0, 0, 0, \vdots, 0, 1 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} \mathbf{E} & \mathbf{Z} \\ \mathbf{0} & \mathbf{E} \end{pmatrix}$$

Systematický kód:

stačí počítat' zabezpečovaciu časť

$$\hat{\mathbf{z}} = \begin{bmatrix} \hat{z}_0, \hat{z}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1, 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1, 0 \\ 0, 1 \\ 1, 1 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\mathbf{z}} = \mathbf{x} \cdot \mathbf{Z}$$

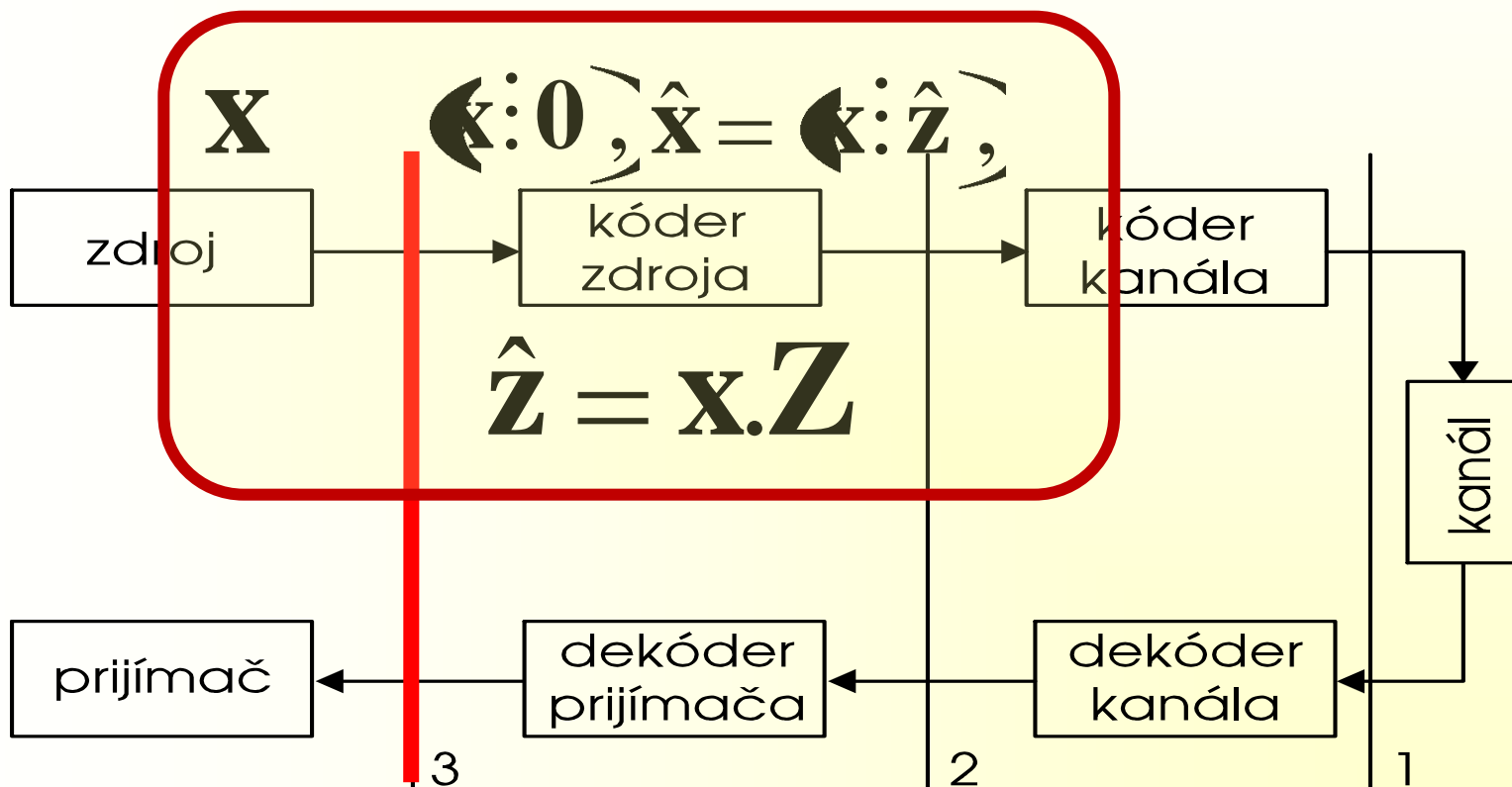


Kóder lineárneho kódu

Kódový priestor

Podpriestor slov
kódu

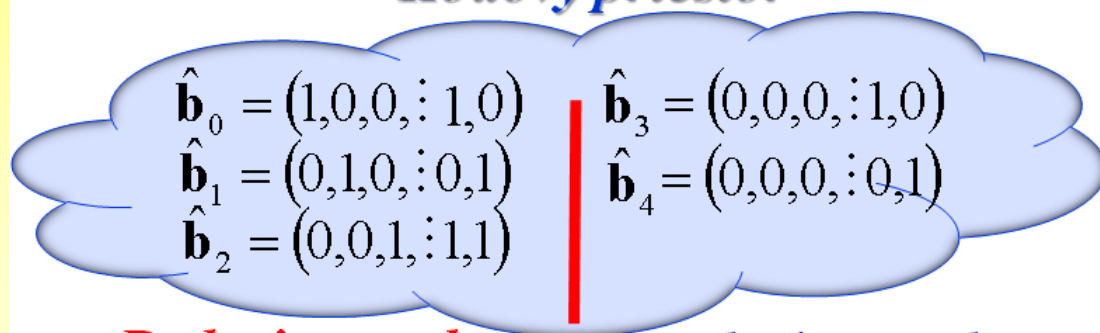
Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)





Detekčný cyklický kód

Kódový priestor



*Podpriestor slov
kódu*

*Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)*

Vyslané slovo

$$\hat{\mathbf{x}} = \sum_{n=0}^2 x_n \hat{\mathbf{b}}_n$$

Prijaté slovo

$$\hat{\mathbf{y}} = \sum_{n=0}^4 y_n \hat{\mathbf{b}}_n$$

Patrí prijaté slovo $\hat{\mathbf{y}}$ do kódu?

Patrí, ak má tvar $\mathbf{y} = [y_0, y_1, y_2, 0, 0]$



Dekódovanie cyklického kódu

Kódový priestor

$$\begin{aligned}\hat{\mathbf{b}}_0 &= (1,0,0, \vdots 1,0) \\ \hat{\mathbf{b}}_1 &= (0,1,0, \vdots 0,1) \\ \hat{\mathbf{b}}_2 &= (0,0,1, \vdots 1,1)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\hat{\mathbf{b}}_3 &= (0,0,0, \vdots 1,0) \\ \hat{\mathbf{b}}_4 &= (0,0,0, \vdots 0,1)\end{aligned}$$

*Podpriestor slov
kódu*

*Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)*

$$\hat{\mathbf{y}} = \mathbf{y} \cdot \hat{\mathbf{B}}$$

$$\mathbf{y} = \hat{\mathbf{y}} \cdot \hat{\mathbf{B}}^{-1}$$

$$\hat{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} 1,0,0, \vdots 1,0 \\ 0,1,0, \vdots 0,1 \\ 0,0,1, \vdots 1,1 \\ 0,0,0, \vdots 1,0 \\ 0,0,0, \vdots 0,1 \end{pmatrix}$$

Kódový priestor

*Podpriestor slov
kódu*

*Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)*

$$\hat{\mathbf{x}} = \sum_{n=0}^4 x_n \hat{\mathbf{b}}_n$$

Prijaté slovo

$$\hat{\mathbf{y}} = \sum_{n=0}^4 y_n \hat{\mathbf{b}}_n$$

$$\hat{\mathbf{B}}^{-1} = ?$$



Inverzná matica kódu

$$\left(\begin{array}{c} 1,0,0,1,0, \vdots 1,0,0,0,0 \\ 0,1,0,0,1, \vdots 0,1,0,0,0 \\ 0,0,1,1,1, \vdots 0,0,1,0,0 \\ 0,0,0,1,0, \vdots 0,0,0,1,0 \\ 0,0,0,0,1, \vdots 0,0,0,0,1 \end{array} \right) \begin{array}{l} I+IV \\ II+V \\ III+IV+V \end{array} \approx \left(\begin{array}{c} 1,0,0,0,0, \vdots 1,0,0,1,0 \\ 0,1,0,0,0, \vdots 0,1,0,0,1 \\ 0,0,1,0,0, \vdots 0,0,1,1,1 \\ 0,0,0,1,0, \vdots 0,0,0,1,0 \\ 0,0,0,0,1, \vdots 0,0,0,0,1 \end{array} \right)$$

Čo ste si všimli?

$$\hat{\mathbf{B}} = \hat{\mathbf{B}}^{-1}$$



Dekódovanie cyklického kódu

Kódový priestor

$$\begin{aligned}\hat{\mathbf{b}}_0 &= (1, 0, 0, \vdots, 1, 0) \\ \hat{\mathbf{b}}_1 &= (0, 1, 0, \vdots, 0, 1) \\ \hat{\mathbf{b}}_2 &= (0, 0, 1, \vdots, 1, 1)\end{aligned}$$

*Podpriestor slov
kódu*

$$\begin{aligned}\hat{\mathbf{b}}_3 &= (0, 0, 0, \vdots, 1, 0) \\ \hat{\mathbf{b}}_4 &= (0, 0, 0, \vdots, 0, 1)\end{aligned}$$

*Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)*

Kódový priestor

*Podpriestor slov
kódu*

*Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)*

$$\hat{\mathbf{x}} = \sum_{n=0}^2 x_n \hat{\mathbf{b}}_n$$

Prijaté slovo

$$\hat{\mathbf{y}} = \sum_{n=0}^4 y_n \hat{\mathbf{b}}_n$$

$$\hat{\mathbf{y}} = \mathbf{y} \cdot \hat{\mathbf{B}}$$

$$\mathbf{y} = \hat{\mathbf{y}} \cdot \hat{\mathbf{B}}$$



Cyklický kód

Kódový priestor

Podpriestor slov
kódu

Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)

$$\langle y_0, y_1, y_2, y_3, y_4 \rangle \equiv \langle y_0, \hat{y}_1, \hat{y}_2, \hat{y}_3, \hat{y}_4 \rangle \cdot \begin{pmatrix} 1,0,0, \vdots 1,0 \\ 0,1,0, \vdots 0,1 \\ 0,0,1, \vdots 1,1 \\ 0,0,0, \vdots 1,0 \\ 0,0,0, \vdots 0,1 \end{pmatrix}$$

Patrí do kódu ak $y = \langle y_0, y_1, y_2, 0, 0 \rangle$

Je potrebné počítat' celé slovo y?

$$\langle y_3, y_4 \rangle \equiv \langle y_3, \hat{y}_4 \rangle \cdot \begin{pmatrix} 1,0 \\ 0,1 \\ 1,1 \\ 1,0 \\ 0,1 \end{pmatrix} = \mathbf{s}$$

$$\mathbf{s} = \hat{\mathbf{y}} \cdot \left(\frac{\mathbf{Z}}{\mathbf{E}} \right) = \mathbf{0}$$

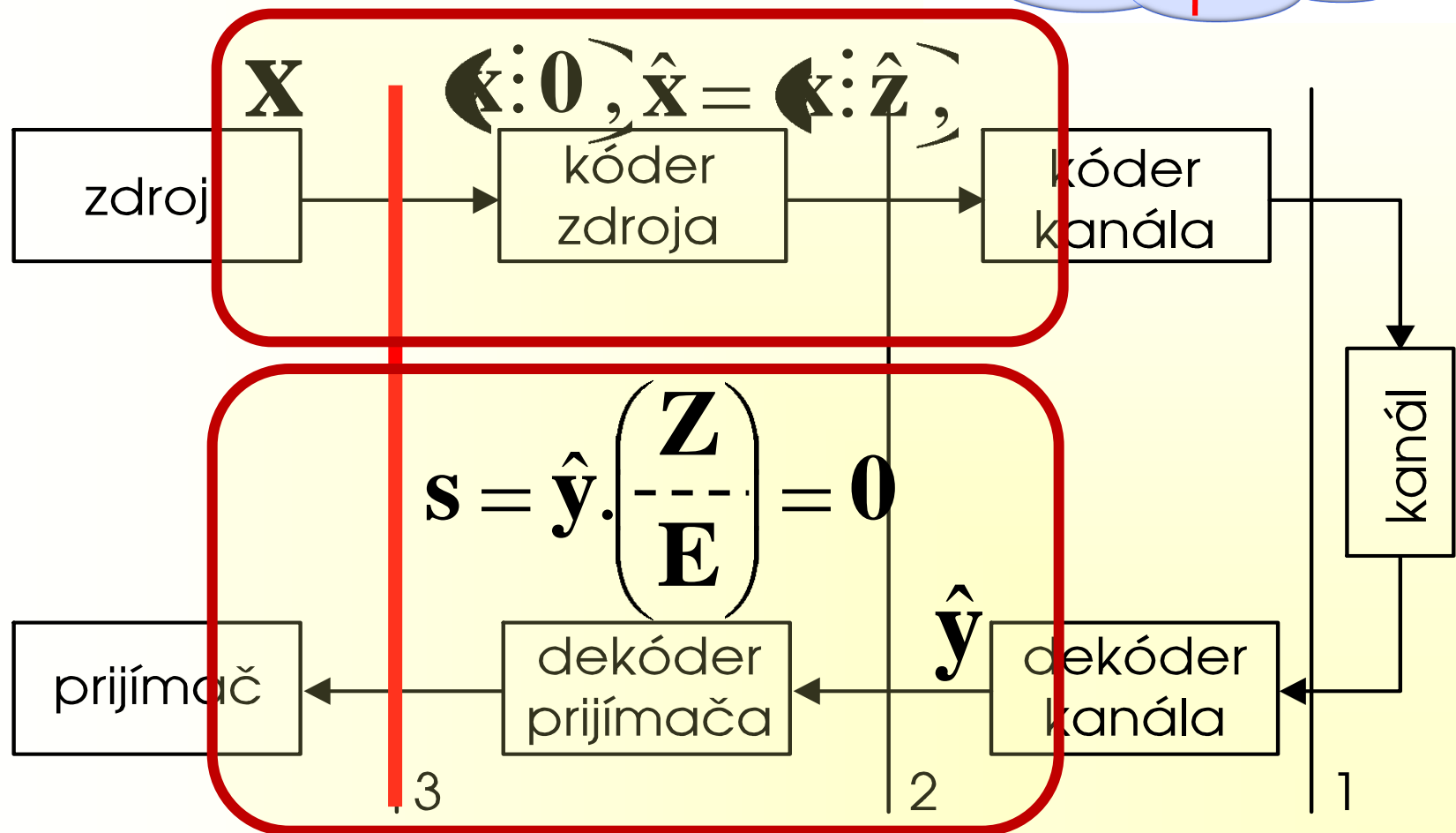


Dekóder detekčného kódu

Kódový priestor

Podpriestor slov
kódu

Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)





Cyklický kód

Kódový priestor

*Podpriestor slov
kódu*

*Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)*

Použili sme:

- signálový priestor (báza, lineárna nezávislosť)

Nepoužili sme:

- skalárny súčin (kolmost', vzdialenosť)

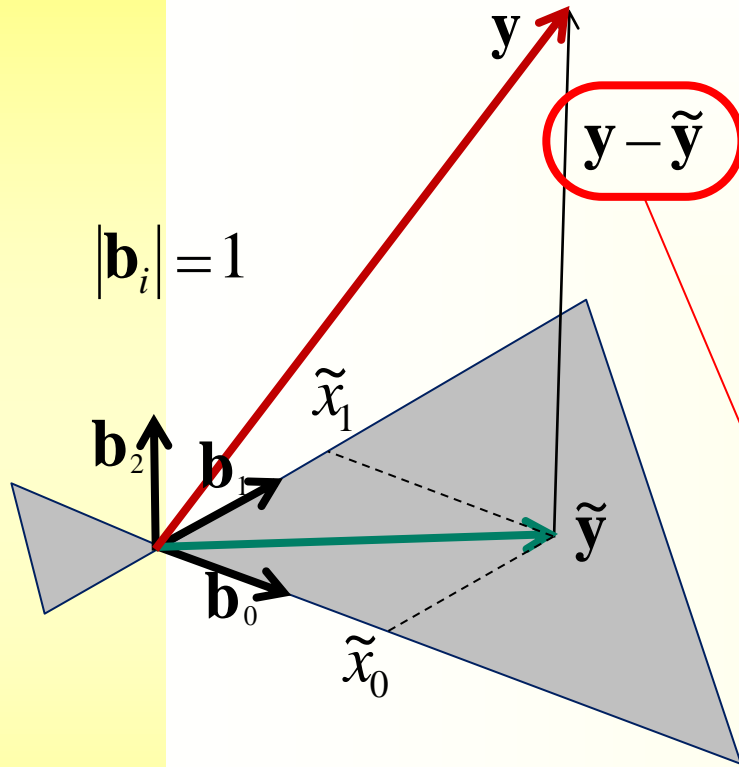
Vieme:

- zostaviť **detekčný** lineárny kód,
t.j. povedať, či prijaté slovo patrí do kódu



Podpriestor slov kódu

Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)



Potrebuje:

- zostaviť **korekčný** lineárny kód, t.j. odhadnúť, ktoré slovo bolo vyslané

Musíme vedieť, merat' vzdialenosť

- Množina vzdialeností $\square 0,1 \square$ je nedostatočná
- Vektor $(1,1,1,1)$ má nulovú veľkosť



Kódová vzdialenosť

Kódový priestor

Podpriestor slov
kódu

Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)

Binárne kódy:

- Hammingova vzdialenosť – počet bitov, v ktorých sa dve kódové slová líšia

$$d_H(x, y) = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \oplus y_n$$

- Li-ova vzdialenosť $x_n \in \{0, 1, \dots, q-1\}, n = 0, 1, \dots, N-1$

$$|a|_L = \min \{a, q-a\} \quad d_L(x, y) = \sum_{n=0}^{N-1} |a_n - b_n|_L$$

$$\text{pre } q = 2: d_L(x, y) = d_H(x, y)$$



Cyklický kód

Kódový priestor

Podpriestor slov
kódu

Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)

informačná časť zabezpečujúca časť

$$\mathbf{x} = (x_0, \dots, x_{z_0}, x_{z_1})$$

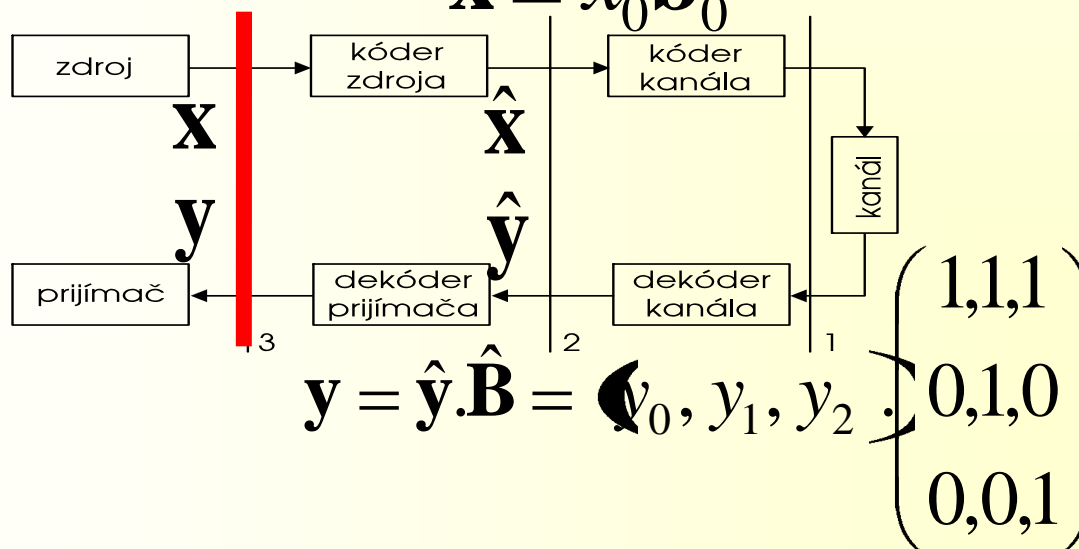
Generujúci polynóm

$$g(x) = x^2 + x + 1$$

$$\mathbf{g} = (1, 1, 1)$$

$$\hat{\mathbf{b}}_0 = (x_0, x_1) = (1, 1)$$

$$\hat{\mathbf{x}} = x_0 \mathbf{b}_0$$





Korekčný cyklický kód

Pre prijaté $\hat{\mathbf{y}}$ nájdite $\tilde{\mathbf{y}}$ tak že:

- leží v priestore $\hat{\mathbf{b}}_0$
- je najbližšie k $\hat{\mathbf{y}}$

$$\hat{\mathbf{y}}_0 = \mathbf{0}, 0, 0$$

$$\hat{\mathbf{y}}_1 = \mathbf{0}, 0, 1$$

$$\hat{\mathbf{y}}_2 = \mathbf{0}, 1, 0$$

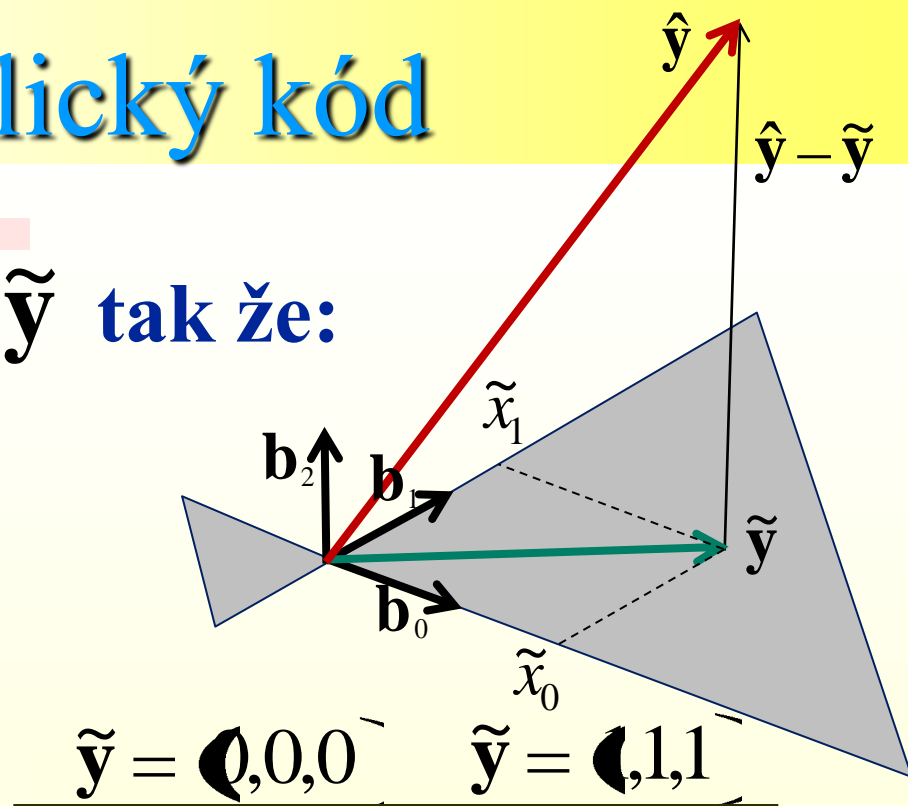
$$\hat{\mathbf{y}}_3 = \mathbf{0}, 1, 1$$

$$\hat{\mathbf{y}}_4 = \mathbf{1}, 0, 0$$

$$\hat{\mathbf{y}}_5 = \mathbf{1}, 0, 1$$

$$\hat{\mathbf{y}}_6 = \mathbf{1}, 1, 0$$

$$\hat{\mathbf{y}}_7 = \mathbf{1}, 1, 1$$





Cyklický kód

Kódový priestor

Podpriestor slov
kódu

Doplnok podpriestoru
(slová nepatriace kódu)

$$\hat{\mathbf{x}} = x_0 \mathbf{b}_0$$

$$\mathbf{y} = \hat{\mathbf{y}} \cdot \hat{\mathbf{B}} = \begin{pmatrix} \hat{y}_0, \hat{y}_1, \hat{y}_2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1,1,1 \\ 0,1,0 \\ 0,0,1 \end{pmatrix}$$

Čo ste si všimli?

$$\hat{\mathbf{x}}_0 = (0,0,0)$$

syndrom

$$\hat{\mathbf{x}}_1 = (1,1,1)$$

syndrom

$$\hat{\mathbf{y}}_0 = (0,0,0)$$

$$\mathbf{0}, \mathbf{0}$$

$$\hat{\mathbf{y}}_7 = (1,1,1)$$

$$\mathbf{0}, \mathbf{0}$$

$$\hat{\mathbf{y}}_1 = (0,0,1)$$

$$\mathbf{0}, \mathbf{1}$$

$$\hat{\mathbf{y}}_3 = (0,1,1)$$

$$\mathbf{1}, \mathbf{1}$$

$$\hat{\mathbf{y}}_2 = (0,1,0)$$

$$\mathbf{1}, \mathbf{0}$$

$$\hat{\mathbf{y}}_5 = (1,0,1)$$

$$\mathbf{1}, \mathbf{0}$$

$$\hat{\mathbf{y}}_4 = (1,0,0)$$

$$\mathbf{1}, \mathbf{1}$$

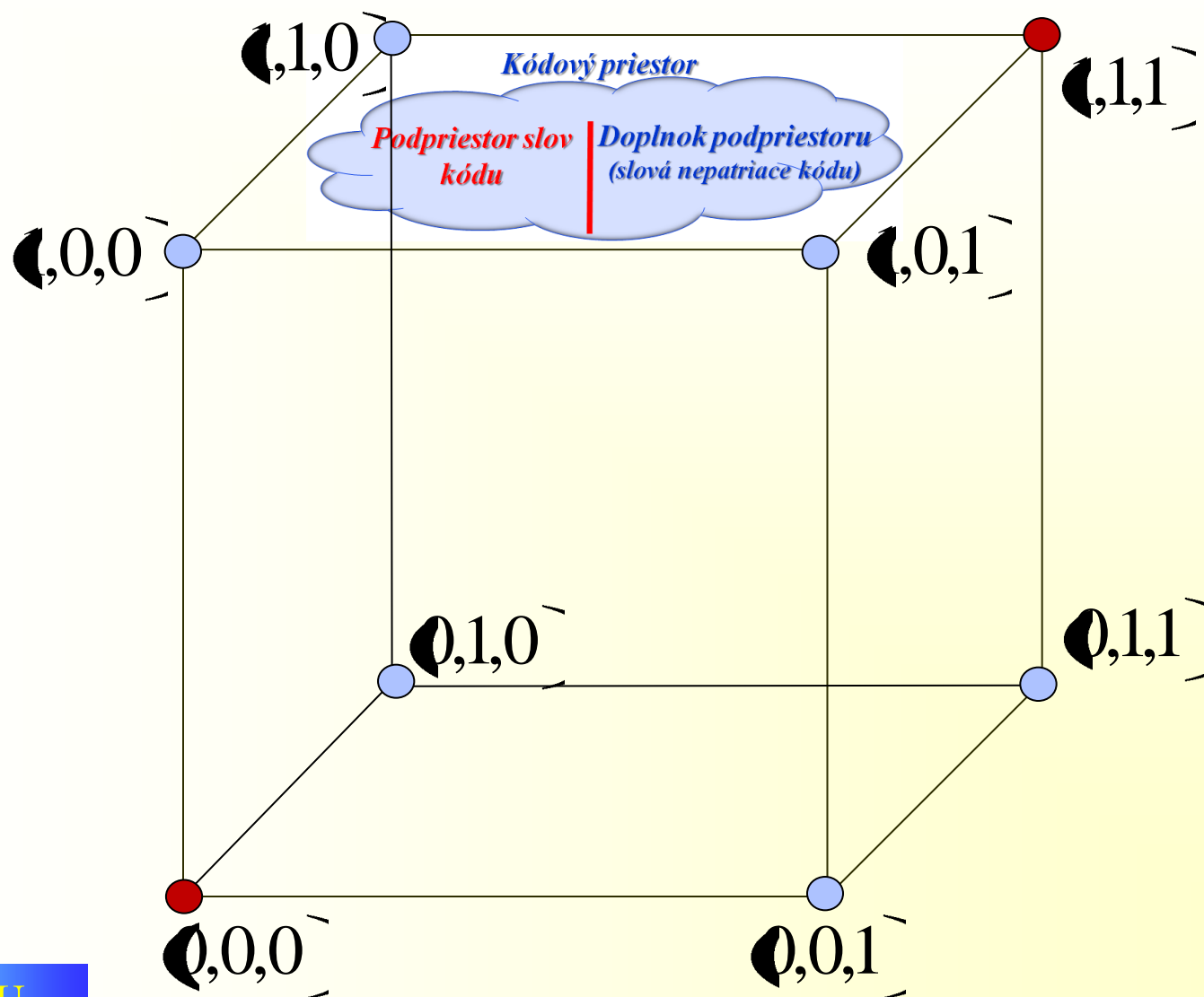
$$\hat{\mathbf{y}}_6 = (1,1,0)$$

$$\mathbf{0}, \mathbf{1}$$

Syndrom ukazuje na miesto chyby!



Hammingov kód





Teória oznamovania 11

*Ďakujem za
Vašu pozornosť*