

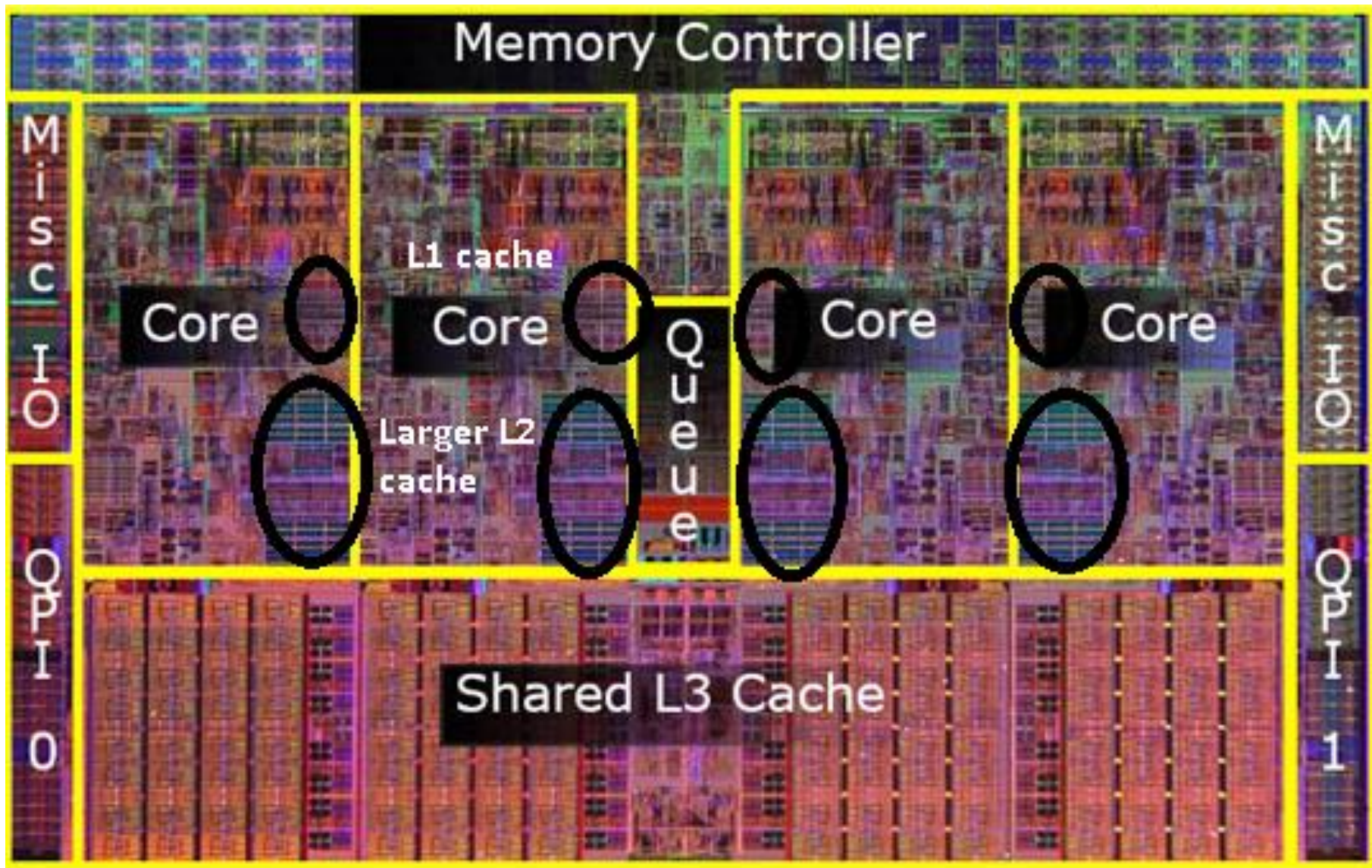
# Cache (skrytá paměť)

BI-SAP – 5. proseminář

# Cache dříve



... a nyní

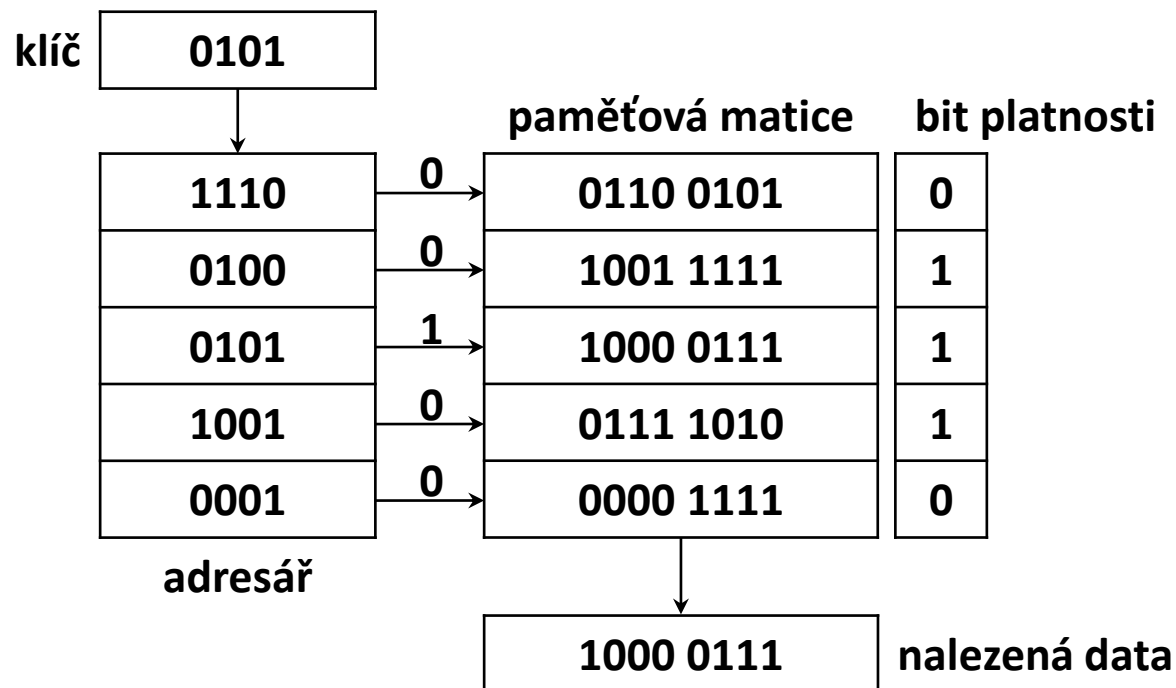


# Plně asociativní paměť

Fully associative cache

# Princip plně asociativní paměti

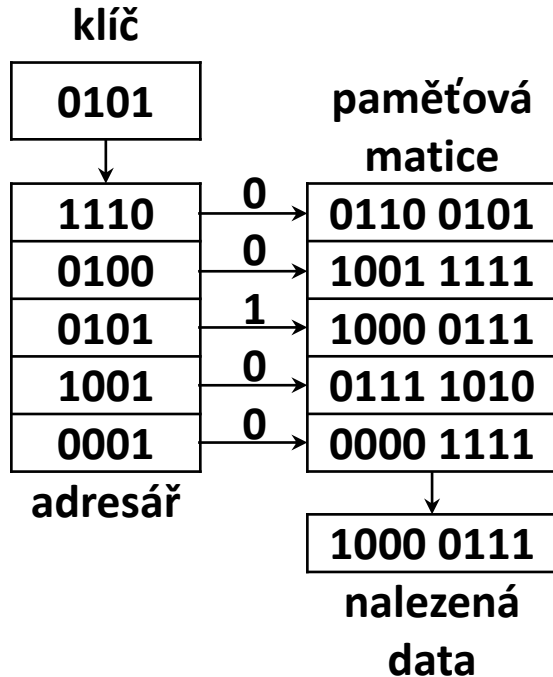
- adresuje se **klíčem**, tj. částí datové položky, která se má vyhledat
- na rozdíl od adresovatelné paměti (např. SRAM) neobsahuje adresový dekodér, ale adresář:



# CAM vs. RAM

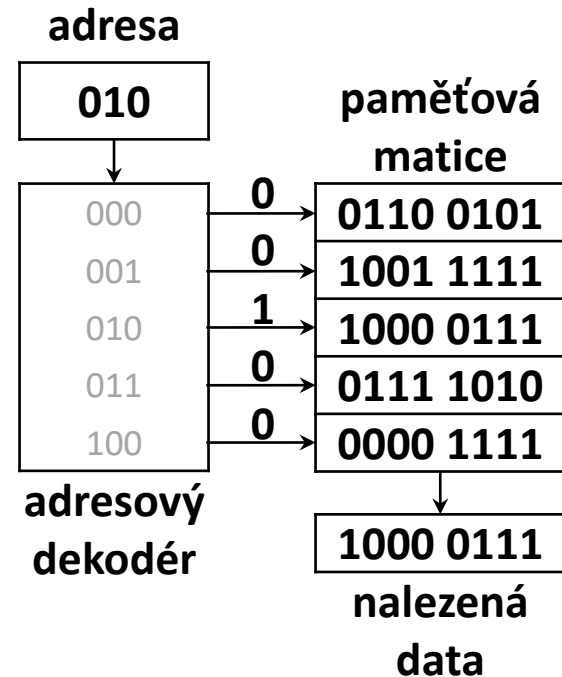
## Paměť adresovaná obsahem

Content addressable memory (**CAM**)



## Paměť adresovaná adresou

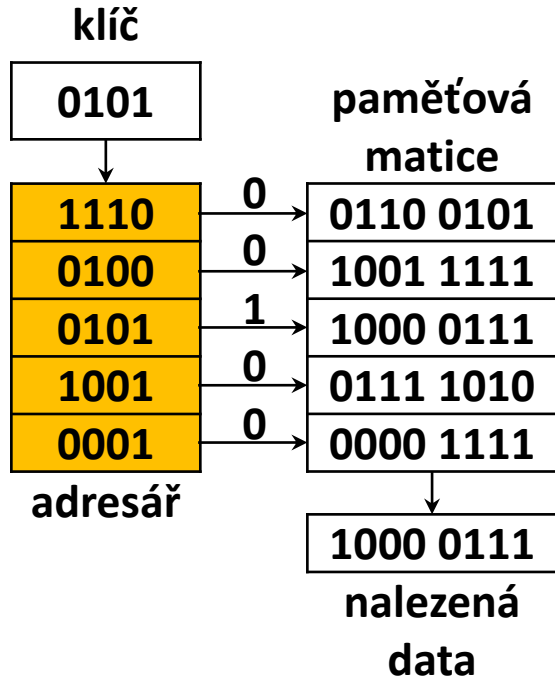
Random access memory (**RAM**)



# CAM vs. RAM

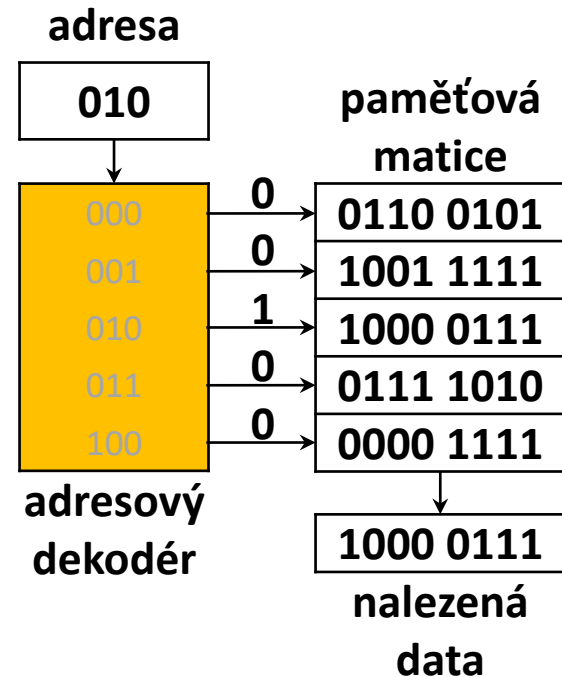
## Paměť adresovaná obsahem

Content addressable memory (**CAM**)



## Paměť adresovaná adresou

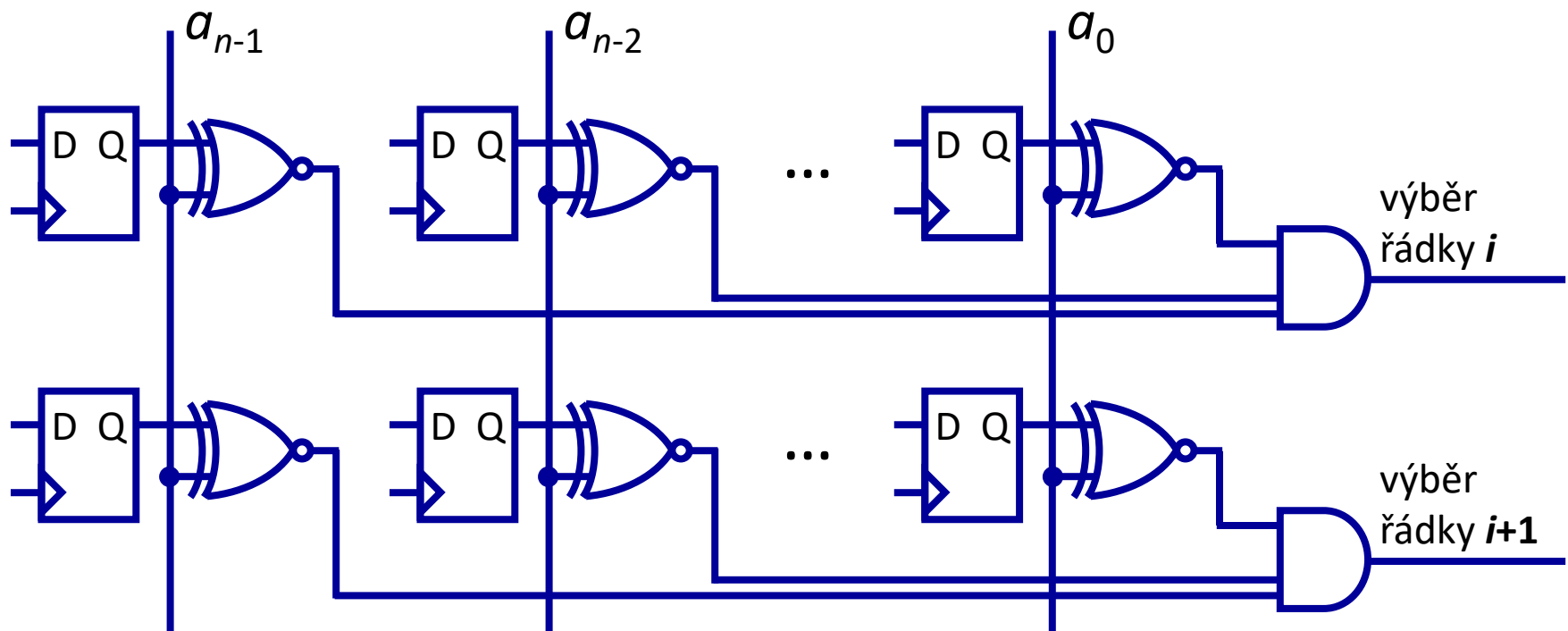
Random access memory (**RAM**)



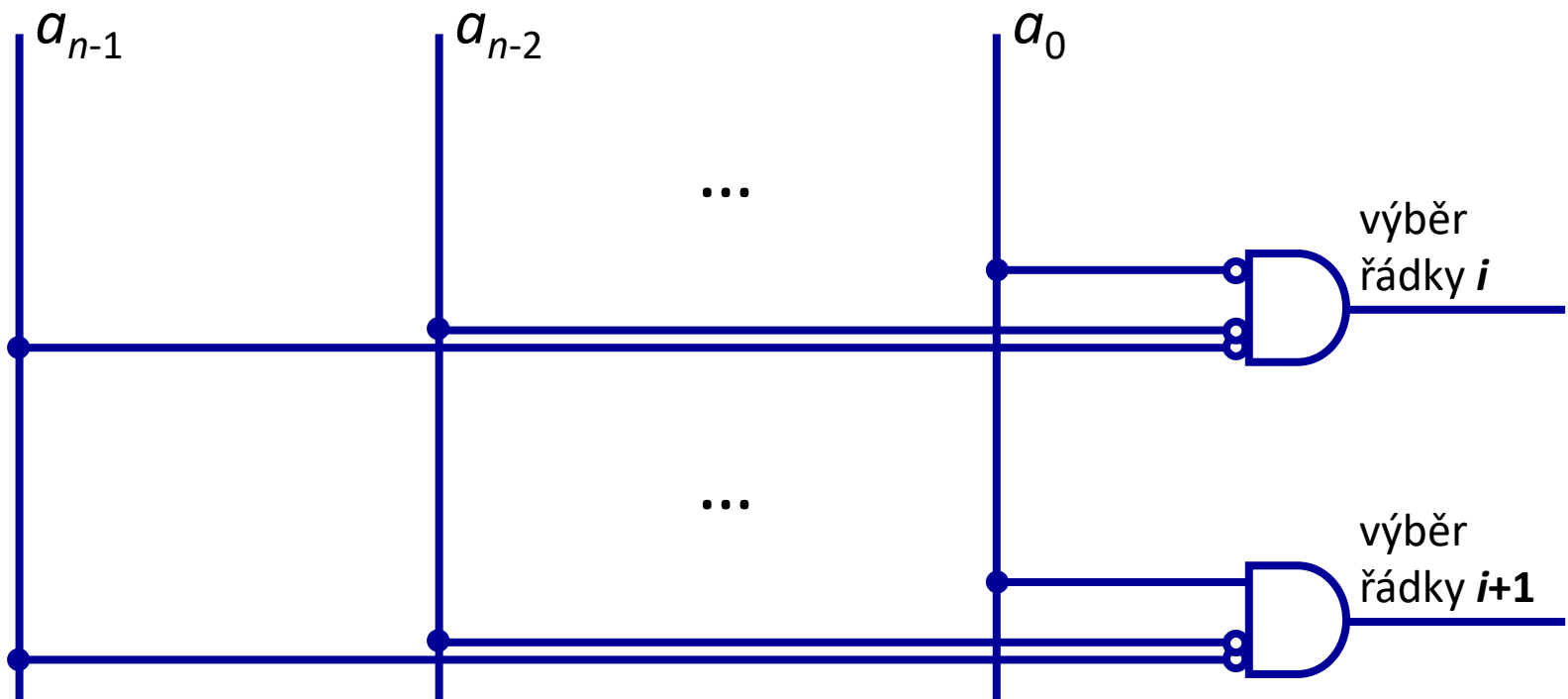
# Struktura adresáře

## plně asociativní paměti (CAM)

- Každá položka adresáře obsahuje logické obvody umožňující najednou prohledat všechny položky adresáře



# Adresový dekodér (RAM)



# Nevýhoda plně asociativní paměti

- Adresář je tvořen speciálními obvody
- Při stejné kapacitě cca trojnásobná plocha čipu
- Velmi drahé (vyrábí se jich relativně málo)

# Nevýhoda plně asociativní paměti

- Adresář je tvořen speciálními obvody
- Při stejné kapacitě cca trojnásobná plocha čipu
- Velmi drahé (vyrábí se jich relativně málo)
  
- Otázka: nebylo by možné využít klasickou RAM?

# Nevýhoda plně asociativní paměti

- Adresář je tvořen speciálními obvody
- Při stejné kapacitě cca trojnásobná plocha čipu
- Velmi drahé (vyrábí se jich relativně málo)
  
- Otázka: nebylo by možné využít klasickou RAM?
- Řešení: Asociativní paměť s omezeným stupněm asociativity (set associative cache)

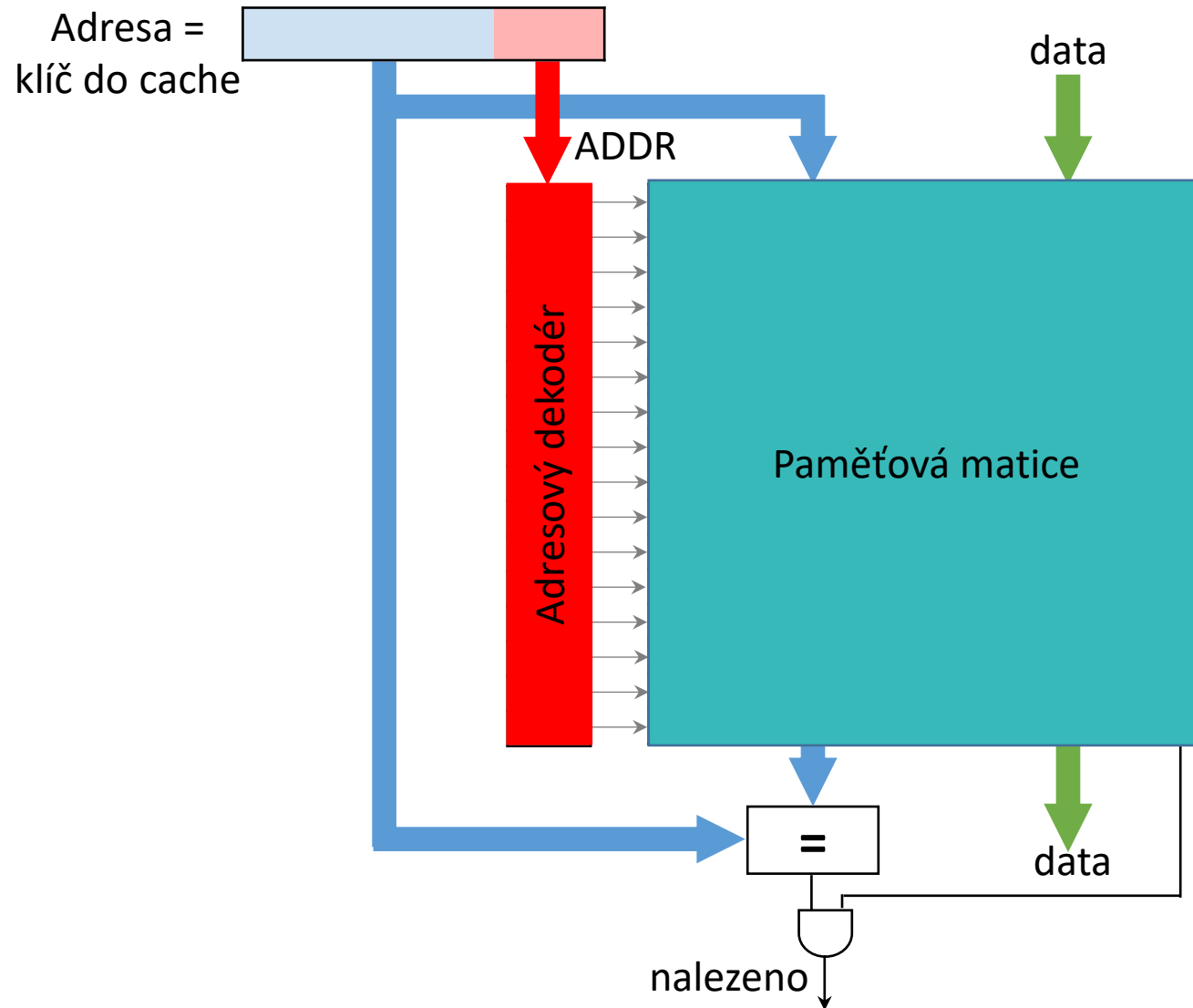
# Asociativní paměť s omezeným stupněm asociativity

Set associative cache

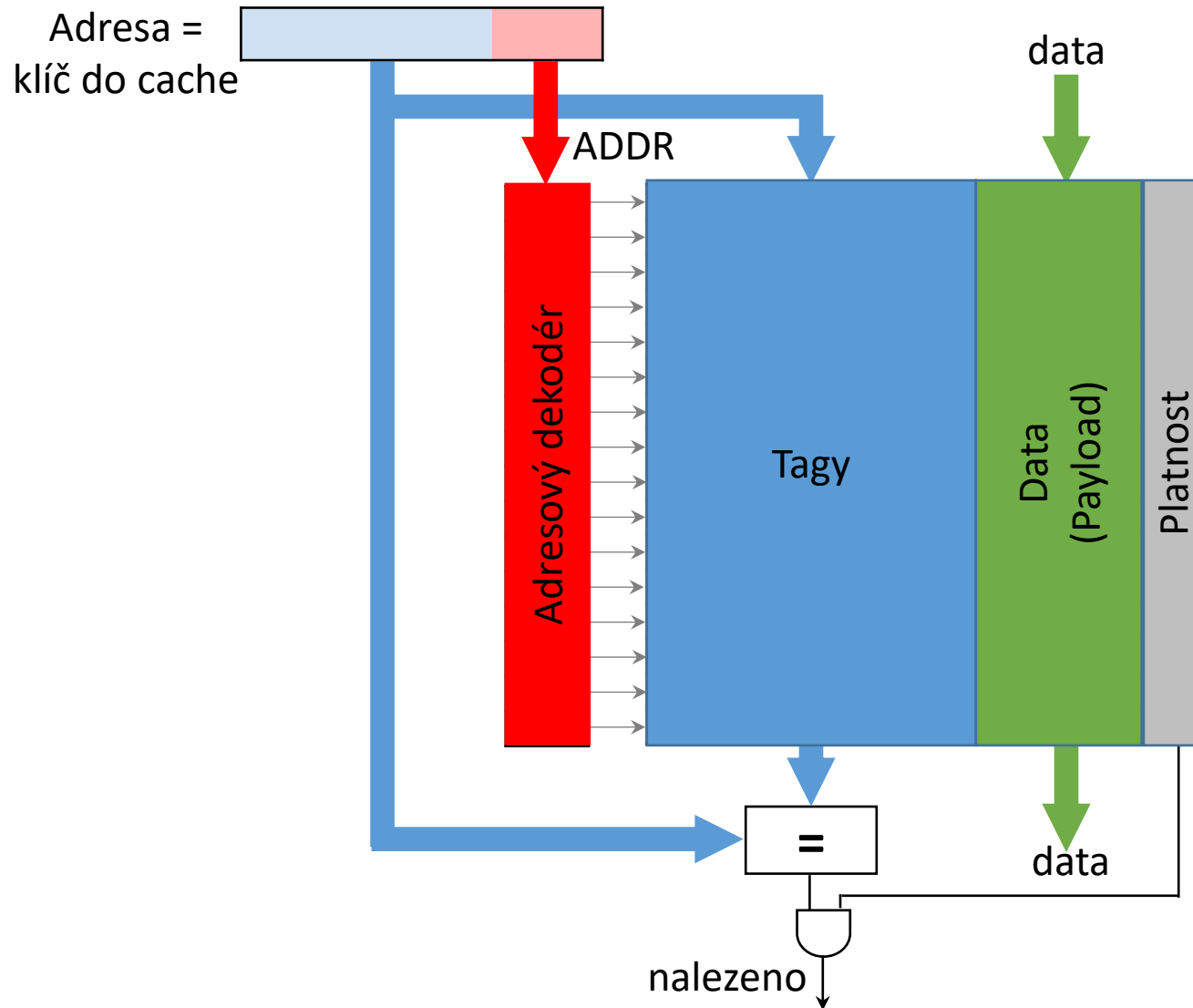
# Asociativní paměť s omezeným stupněm asociativity

- Adresář je možné realizovat běžnou pamětí RAM
- Přítomnost položky se zjistí porovnání s klíčem (nebo několika klíči) uloženém v adresáři
- **Klíčem** je část **adresy**
- Stupeň asociativity je počet míst, na kterých se položka může nacházet
- Pro zvýšení efektivity jsou data uložena po blocích (řádcích) např. 16 slabik

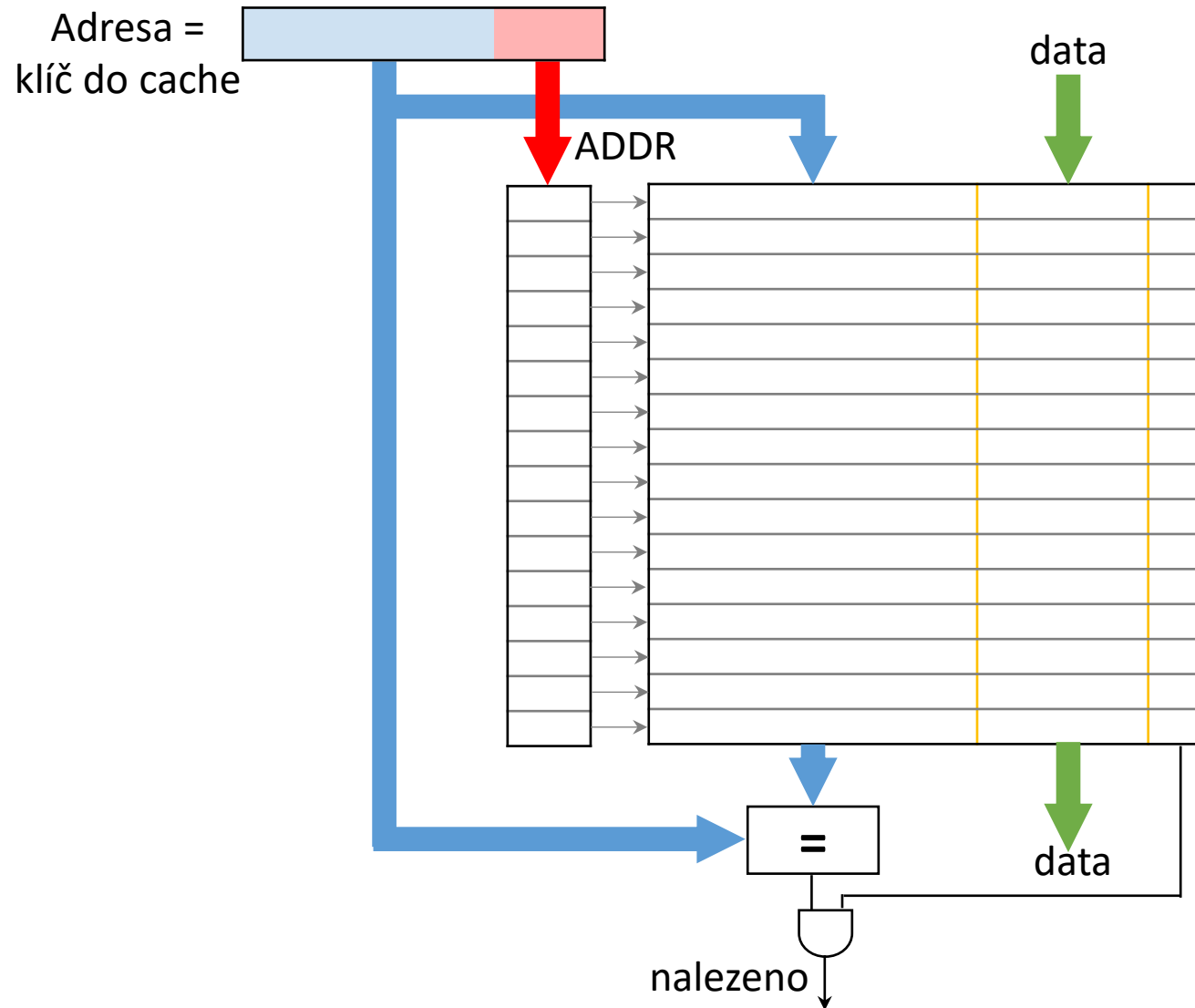
# Stupeň asociativity 1 (Direct mapped)



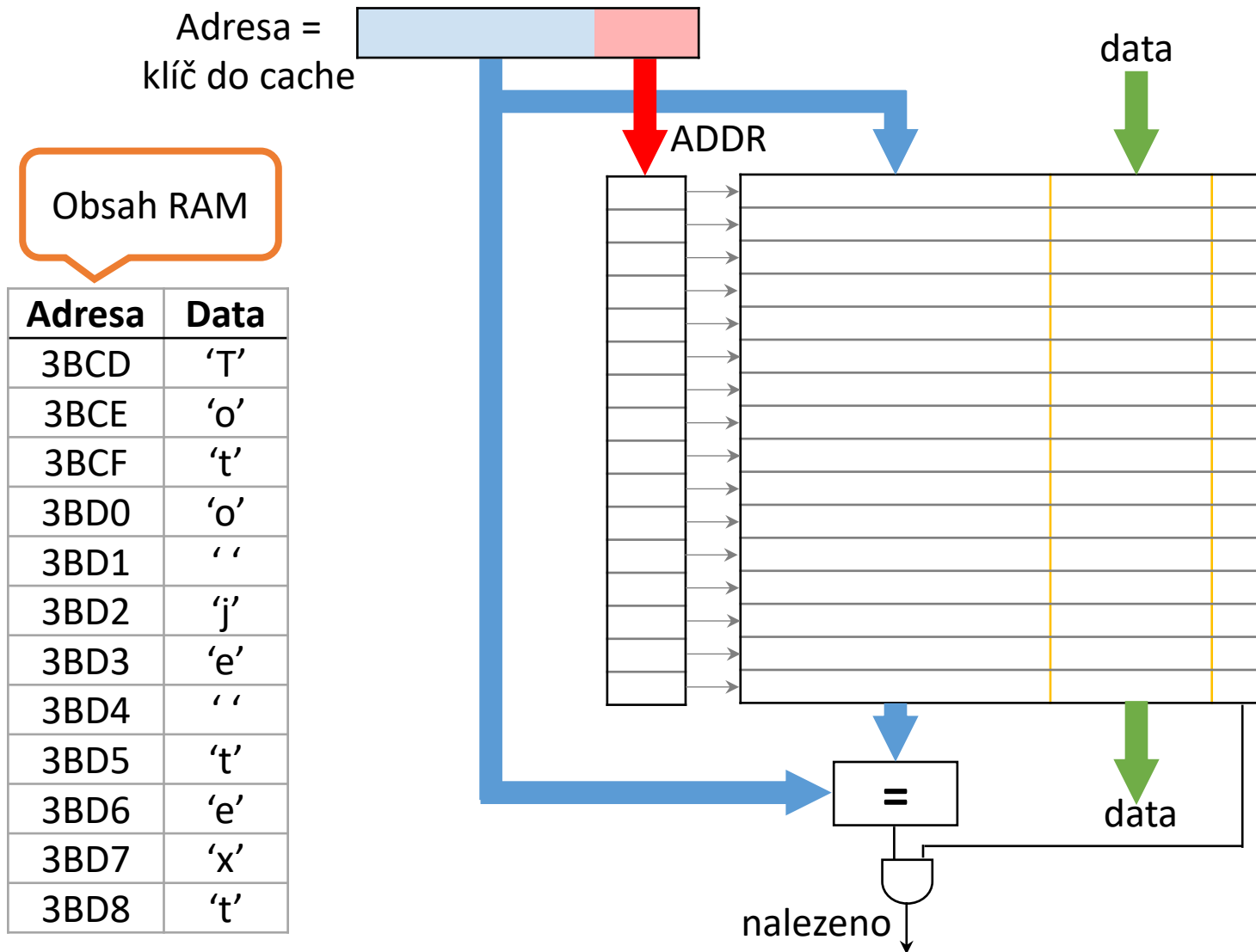
# Stupeň asociativity 1 (Direct mapped)



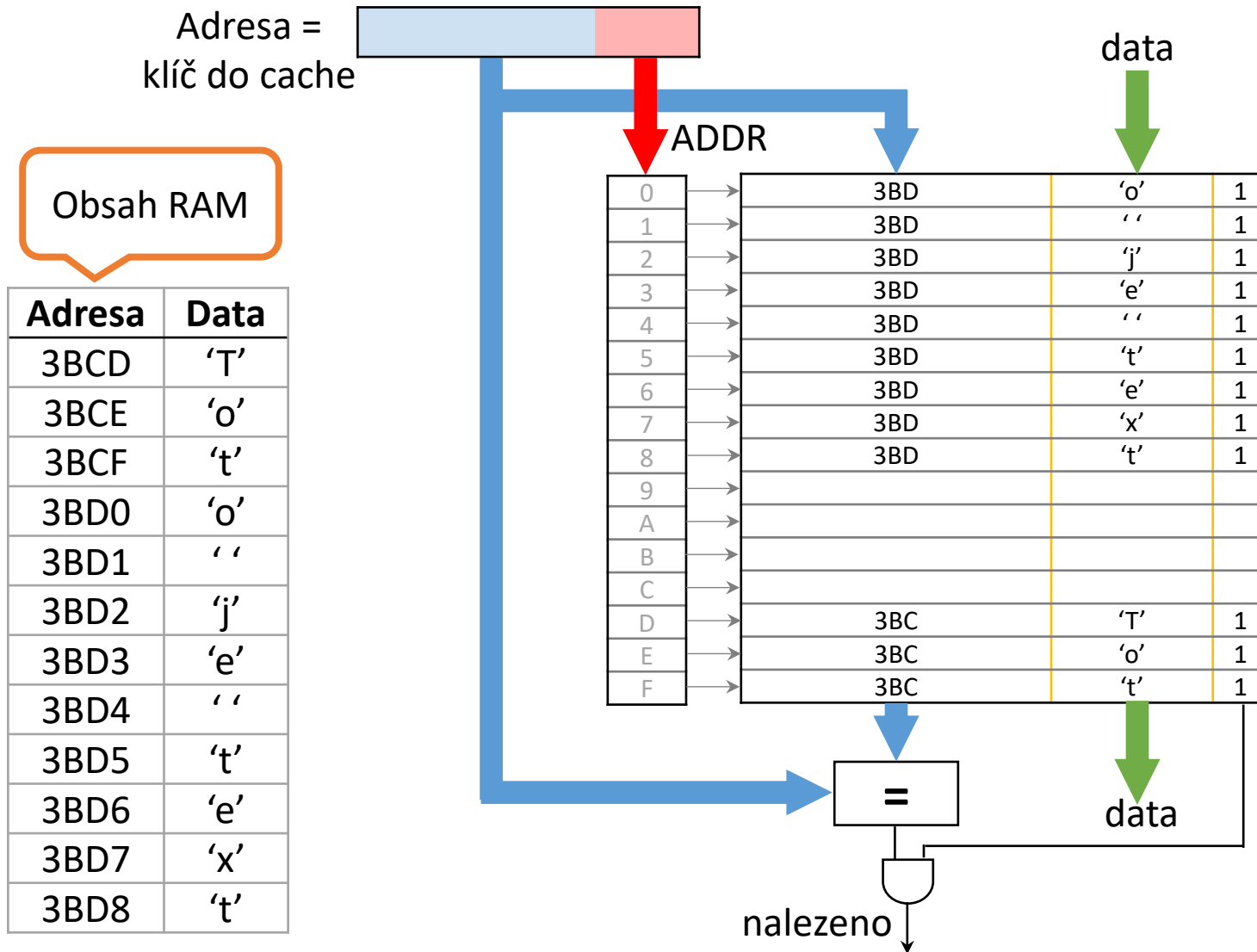
# Stupeň asociativity 1 (Direct mapped)



# Stupeň asociativity 1 (Direct mapped)



# Stupeň asociativity 1 (Direct mapped)

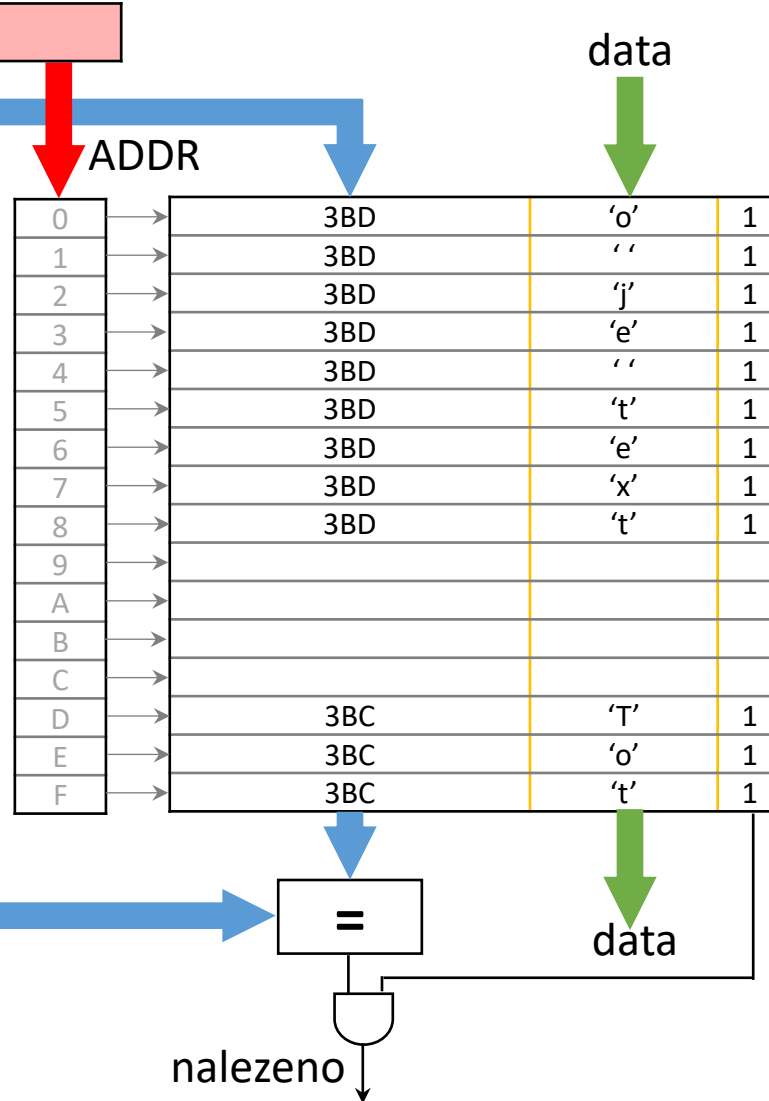


# Stupeň asociativity 1 (Direct mapped)

Adresa =  
klíč do cache

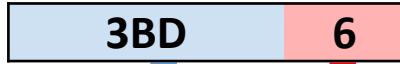
Obsah RAM

Adresa	Data
3BCD	'T'
3BCE	'o'
3BCF	't'
3BD0	'o'
3BD1	''
3BD2	'j'
3BD3	'e'
3BD4	''
3BD5	't'
<b>3BD6</b>	<b>'e'</b>
3BD7	'x'
3BD8	't'



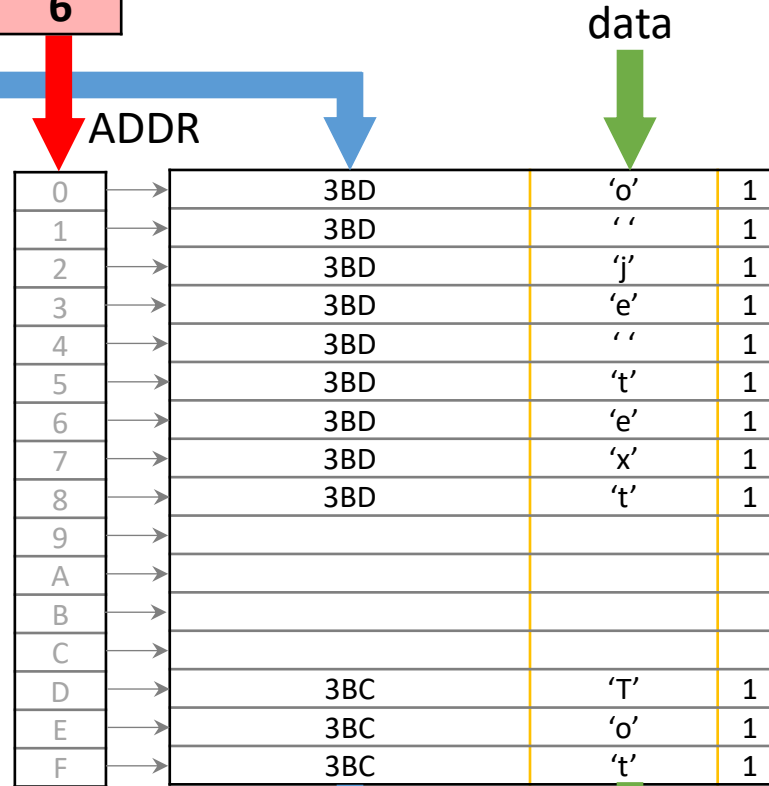
# Stupeň asociativity 1 (Direct mapped)

Adresa =  
klíč do cache

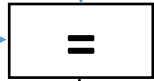


Obsah RAM

Adresa	Data
3BCD	'T'
3BCE	'o'
3BCF	't'
3BD0	'o'
3BD1	''
3BD2	'j'
3BD3	'e'
3BD4	''
3BD5	't'
<b>3BD6</b>	<b>'e'</b>
3BD7	'x'
3BD8	't'



data

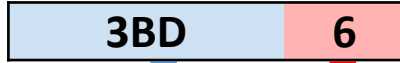


data

nalezeno

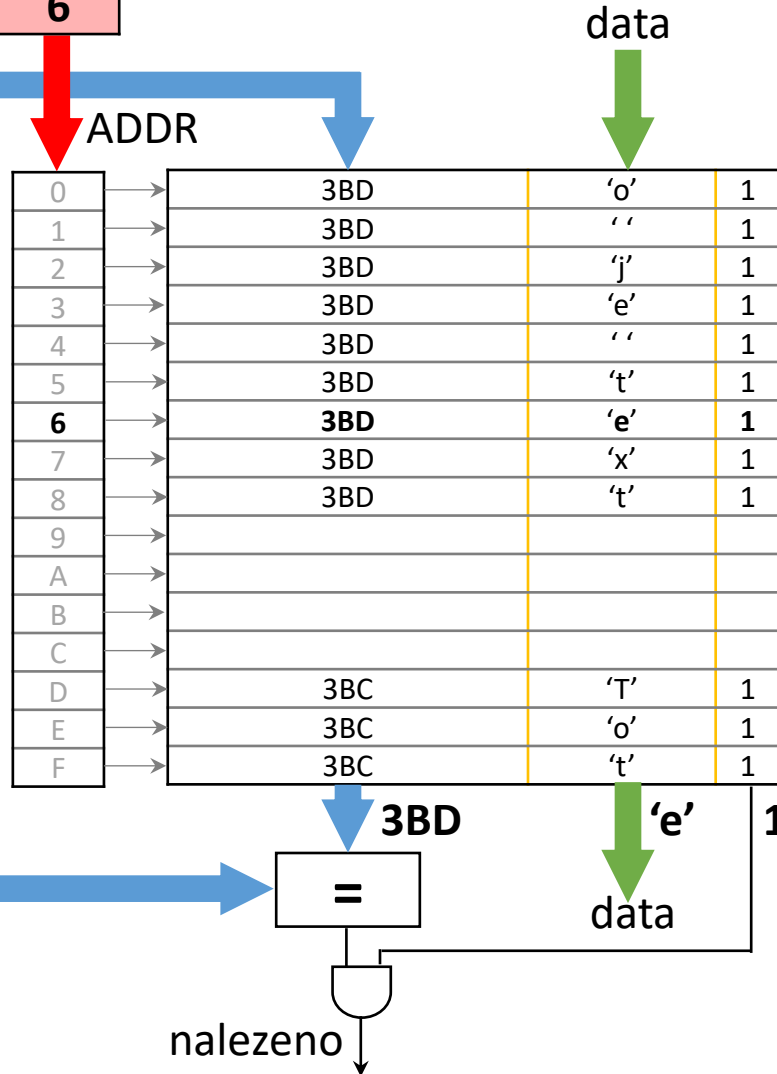
# Stupeň asociativity 1 (Direct mapped)

Adresa =  
klíč do cache



Obsah RAM

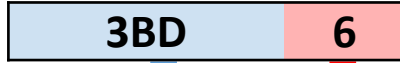
Adresa	Data
3BCD	'T'
3BCE	'o'
3BCF	't'
3BD0	'o'
3BD1	''
3BD2	'j'
3BD3	'e'
3BD4	''
3BD5	't'
<b>3BD6</b>	<b>'e'</b>
3BD7	'x'
3BD8	't'



nalezeno

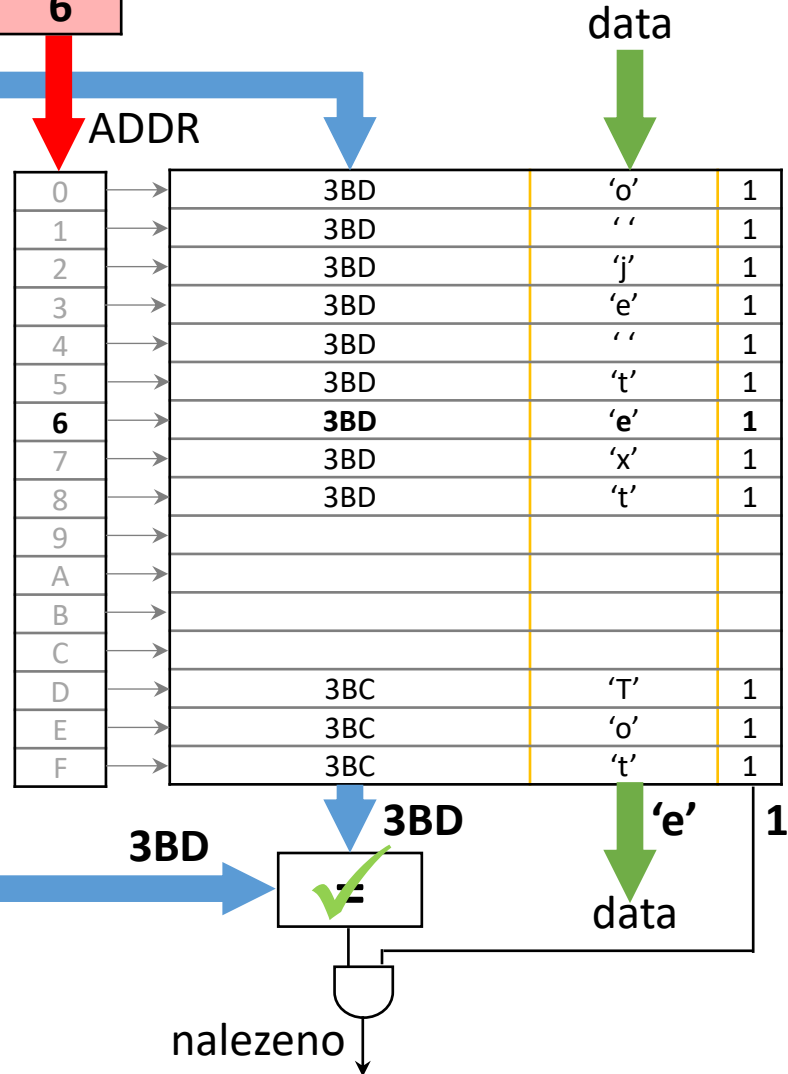
# Stupeň asociativity 1 (Direct mapped)

Adresa =  
klíč do cache



Obsah RAM

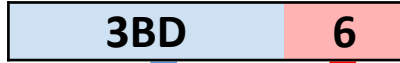
Adresa	Data
3BCD	'T'
3BCE	'o'
3BCF	't'
3BD0	'o'
3BD1	''
3BD2	'j'
3BD3	'e'
3BD4	''
3BD5	't'
<b>3BD6</b>	<b>'e'</b>
3BD7	'x'
3BD8	't'



nalezeno

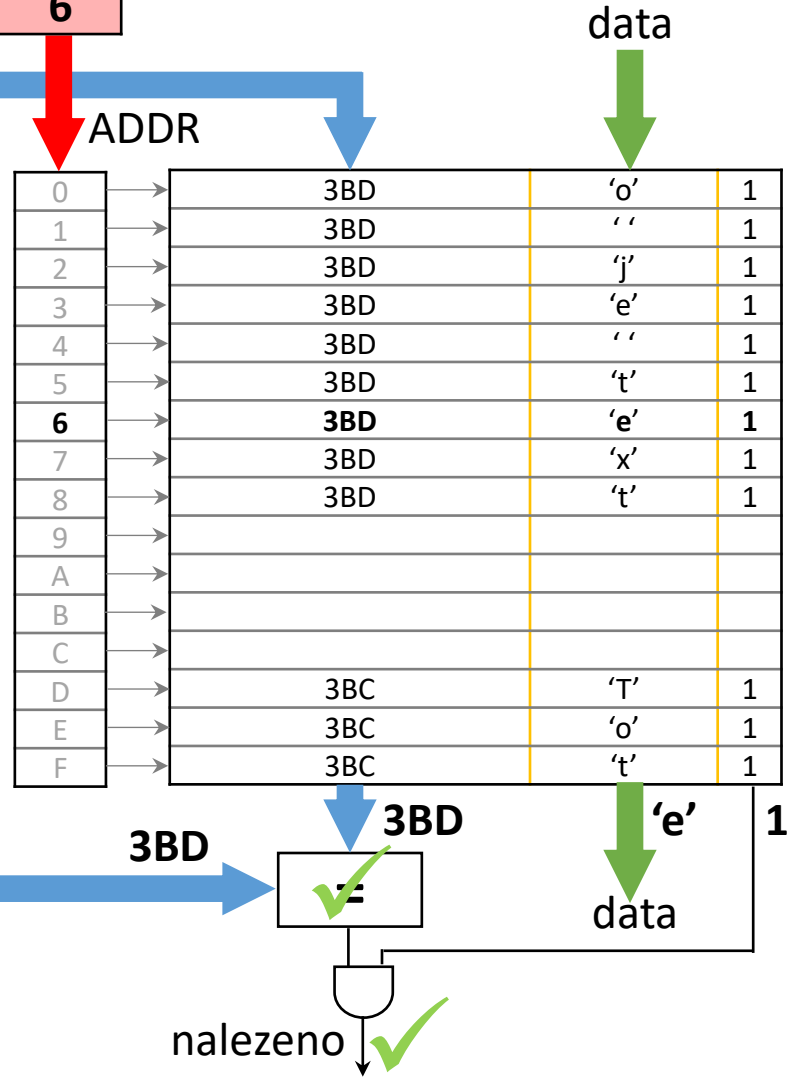
# Stupeň asociativity 1 (Direct mapped)

Adresa =  
klíč do cache



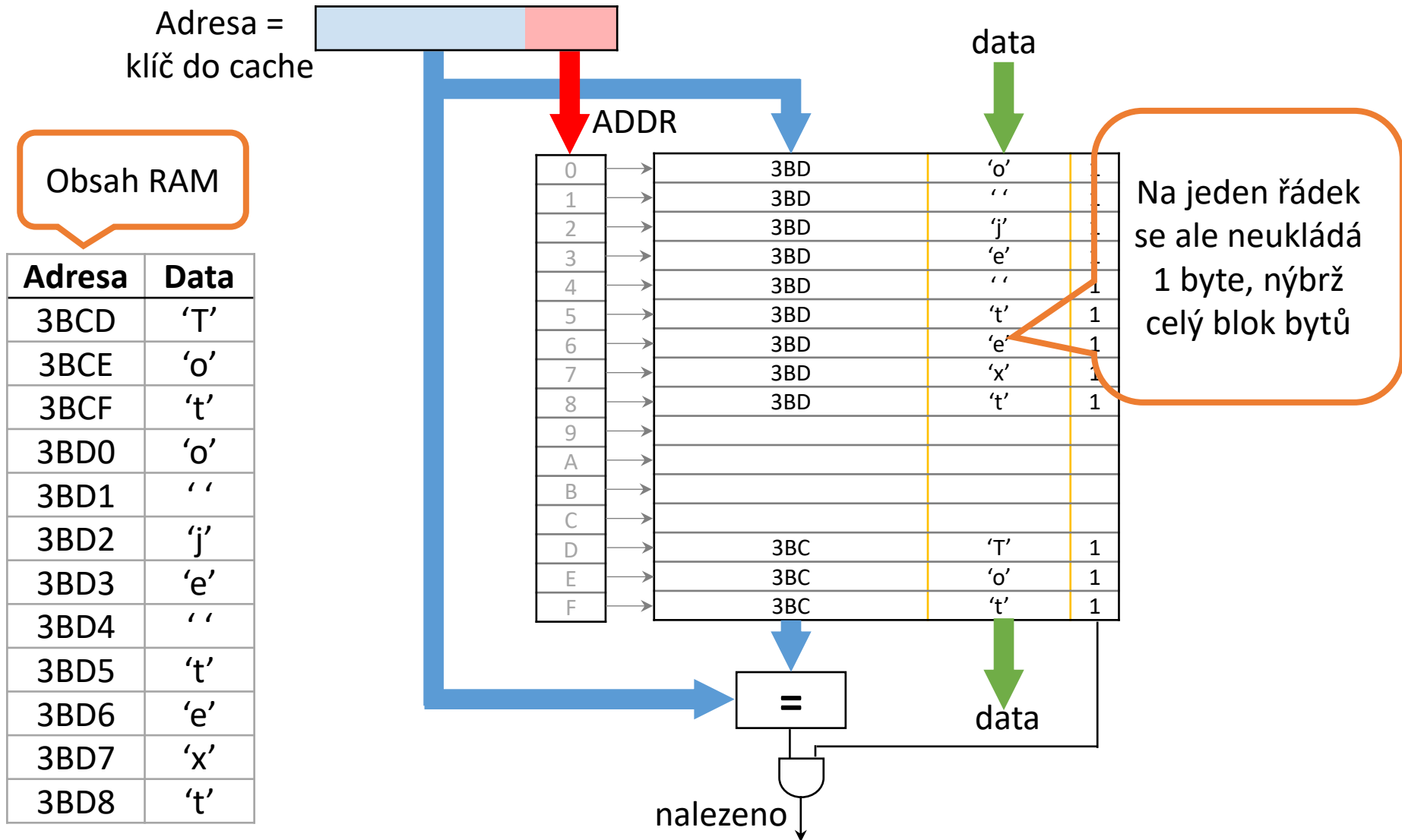
Obsah RAM

Adresa	Data
3BCD	'T'
3BCE	'o'
3BCF	't'
3BD0	'o'
3BD1	''
3BD2	'j'
3BD3	'e'
3BD4	''
3BD5	't'
<b>3BD6</b>	<b>'e'</b>
3BD7	'x'
3BD8	't'

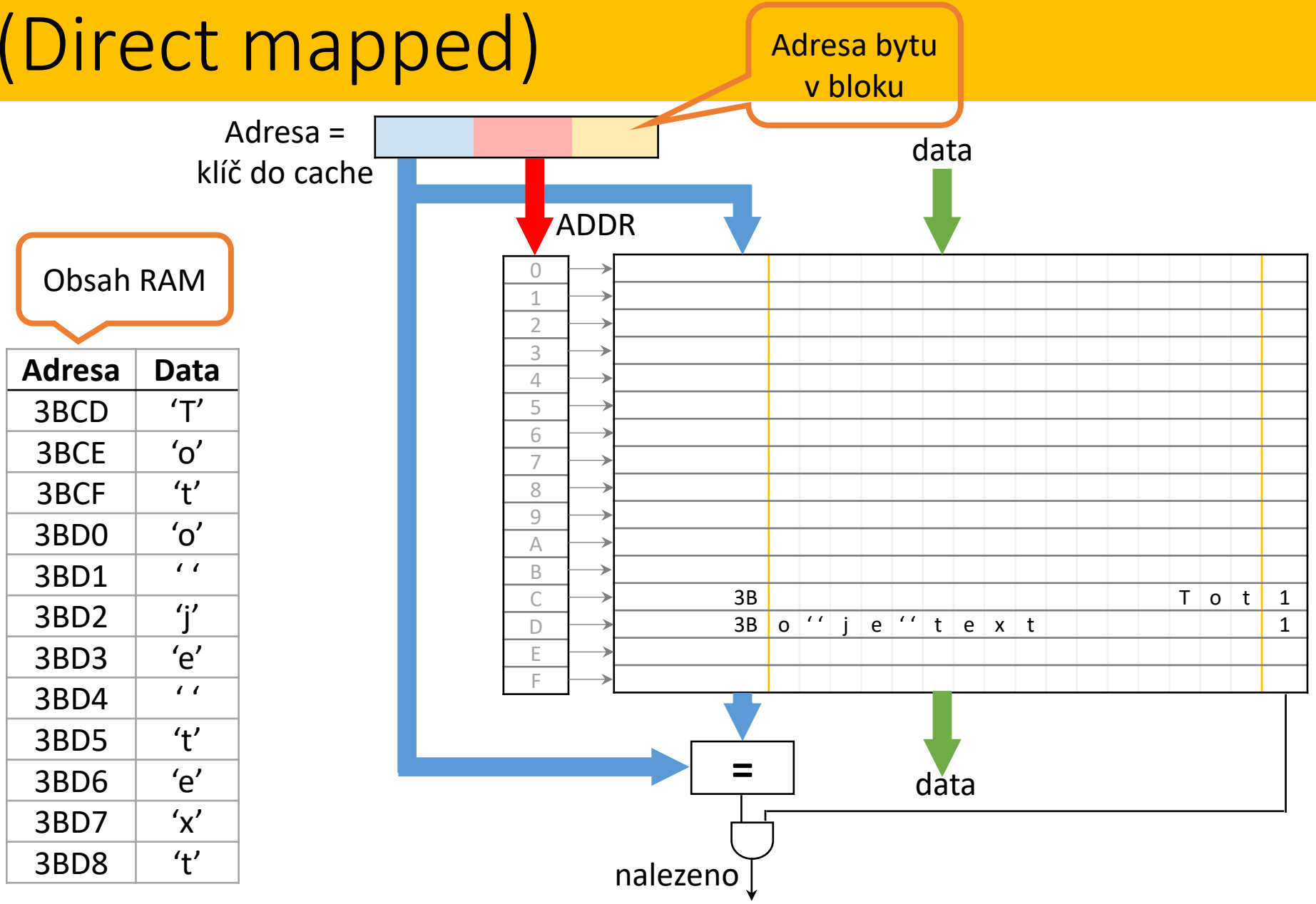


nalezeno ✓

# Stupeň asociativity 1 (Direct mapped)



# Stupeň asociativity 1 (Direct mapped)



# Stupeň asociativity 1 (Direct mapped)

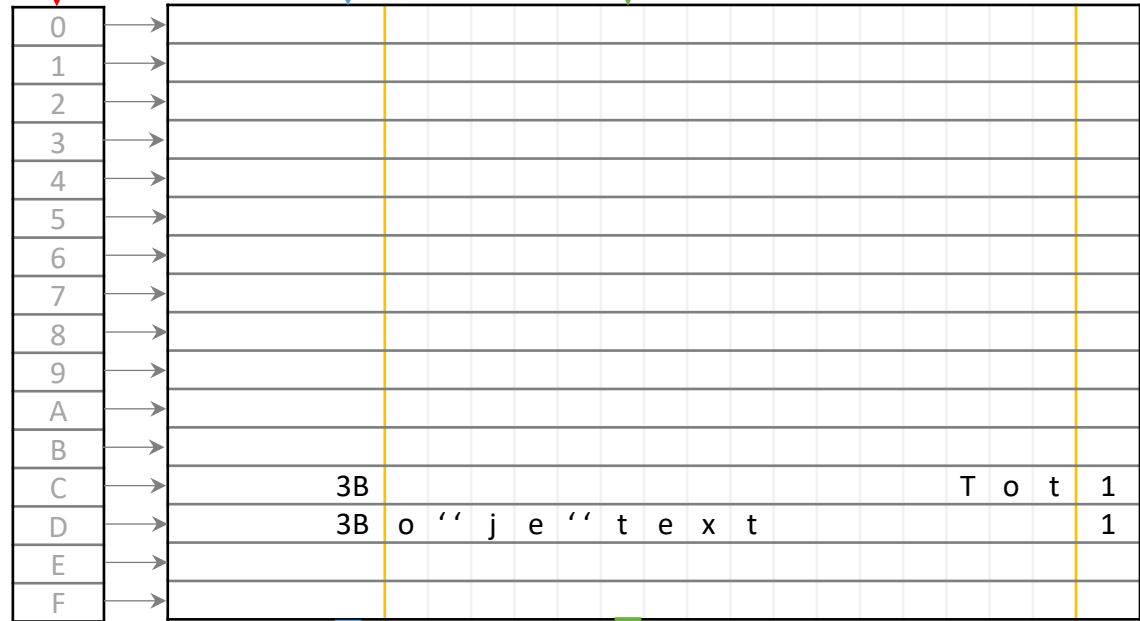
Adresa =  
klíč do cache

Adresa bytu  
v bloku

data

Obsah RAM

Adresa	Data
3BCD	'T'
3BCE	'o'
3BCF	't'
3BD0	'o'
3BD1	''
3BD2	'j'
3BD3	'e'
3BD4	''
3BD5	't'
<b>3BD6</b>	<b>'e'</b>
3BD7	'x'
3BD8	't'

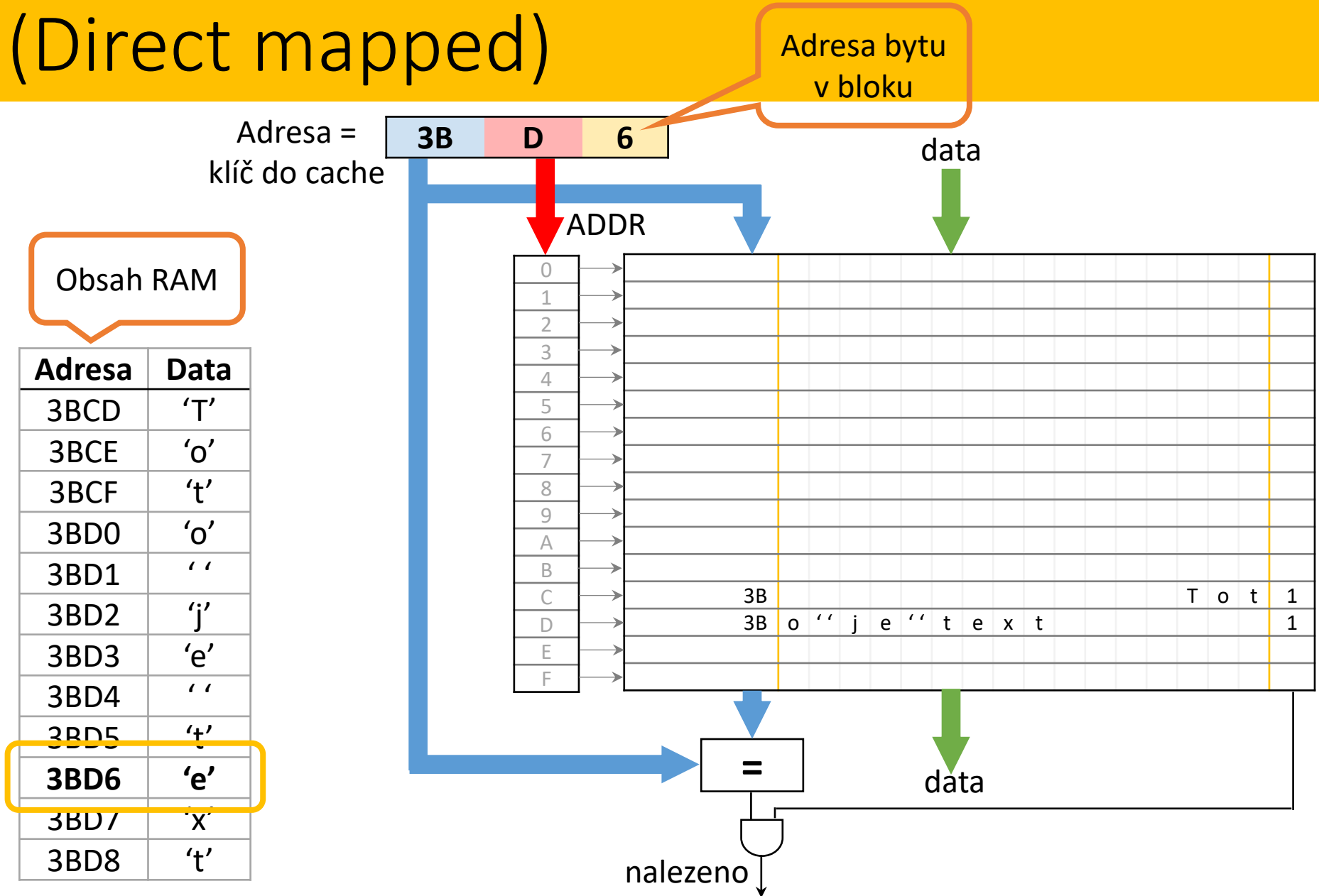


=

data

nalezeno

# Stupeň asociativity 1 (Direct mapped)



# Stupeň asociativity 1 (Direct mapped)

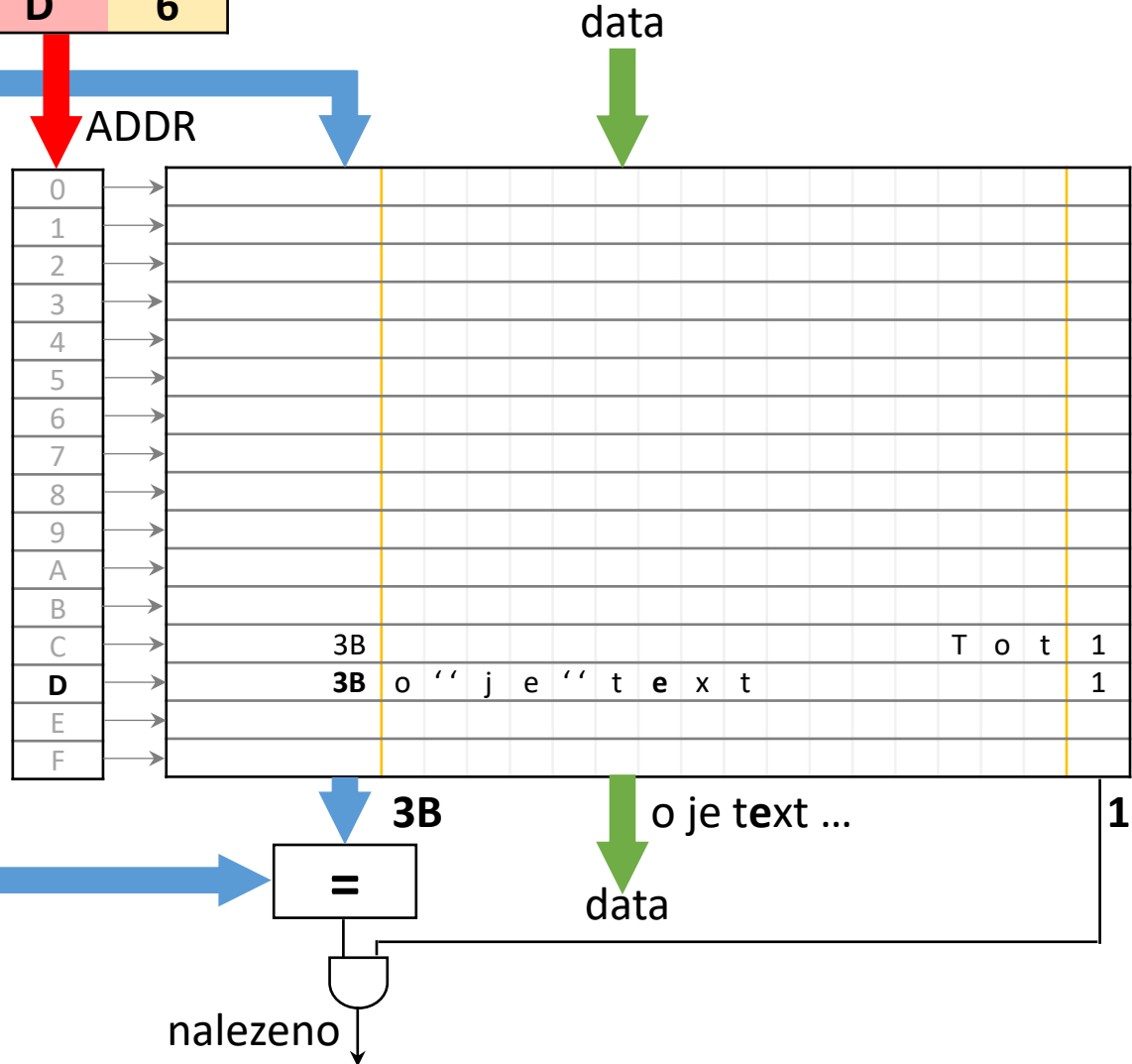
Adresa =  
klíč do cache



Adresa bytu  
v bloku

Obsah RAM

Adresa	Data
3BCD	'T'
3BCE	'o'
3BCF	't'
3BD0	'o'
3BD1	''
3BD2	'j'
3BD3	'e'
3BD4	''
3BD5	't'
<b>3BD6</b>	<b>'e'</b>
3BD7	'x'
3BD8	't'

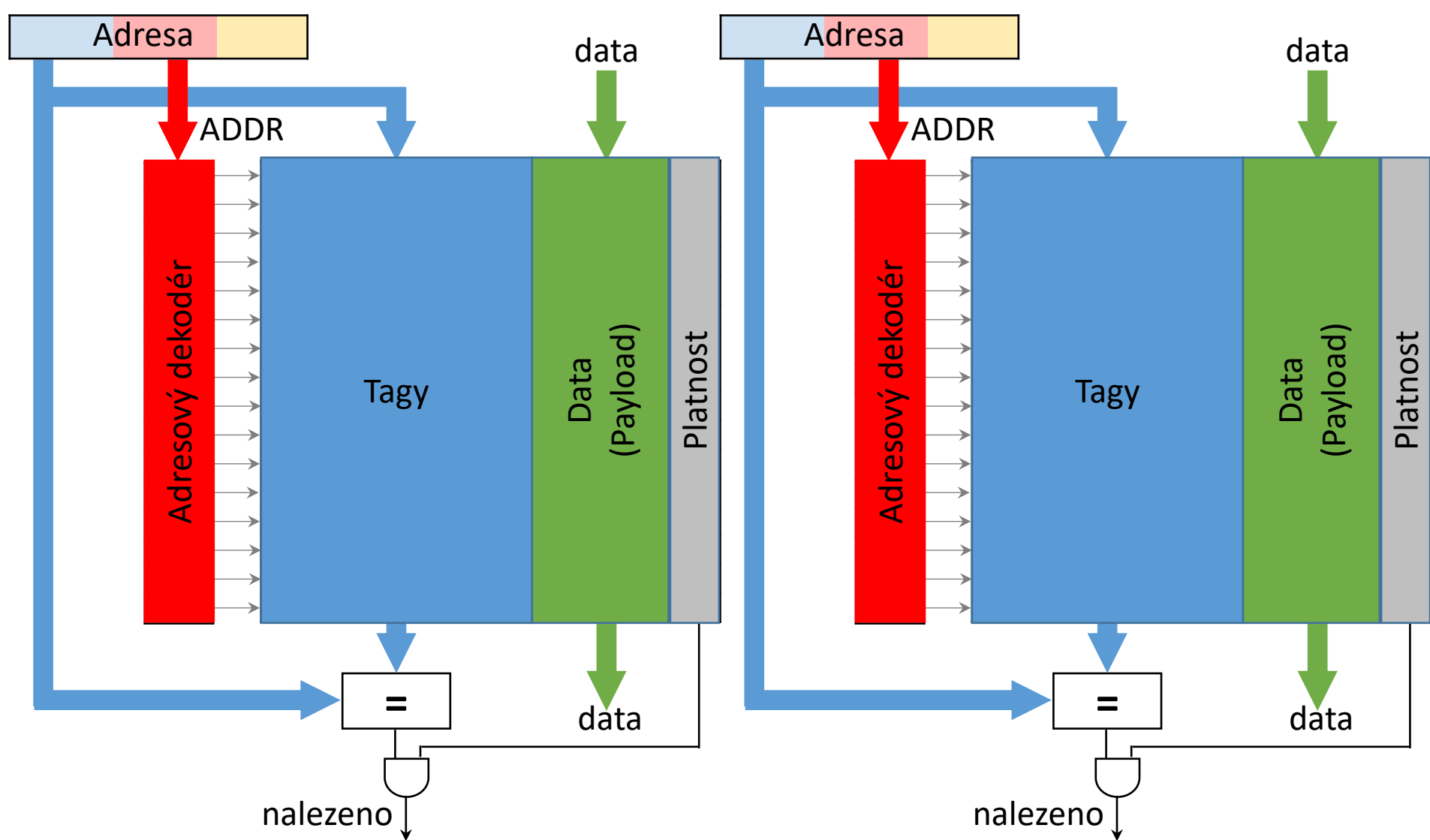


nalezeno

# Příklad 1

- Kolik potřebujete srovnávacích obvodů (ekvivalencí) pro procesor s 32 bitovou fyzickou adresou, vyrovnávací paměť (cache) o velikosti 4 KiB, stupněm asociativity 1, kde do cache ukládáte bloky dat o velikosti 16 B (slabik)?
- Které bity adresy budou tvořit klíč (TAG)?
- Nakreslete rozdělení adresy.

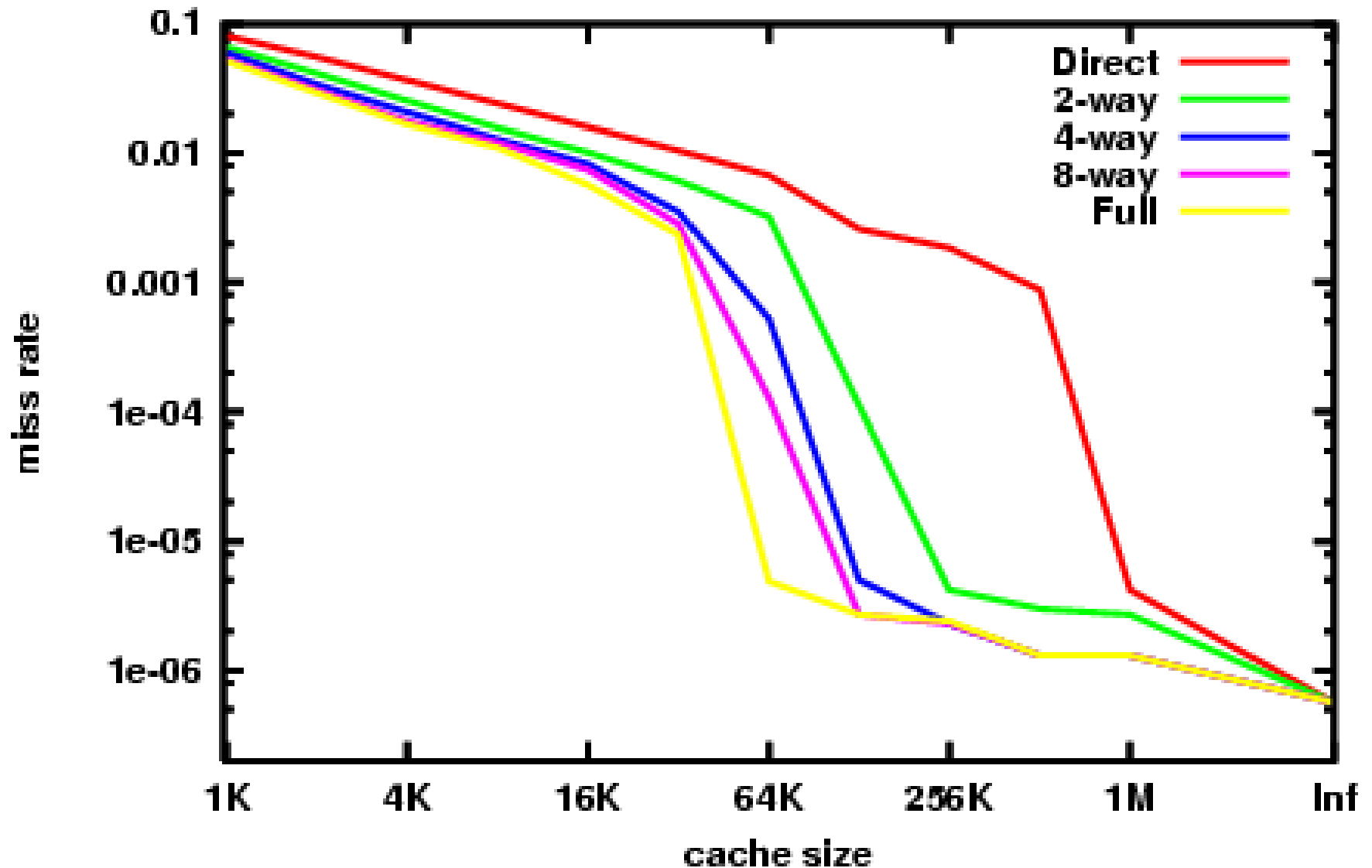
# Stupeň asociativity 2 (2-way set associative)





# Cache missrate

(„že dato nebude zakešováno“)



# Příklad 2

- Jak velký bude TAG – část adresy (klíč), který budete ukládat do adresáře vyrovnávací paměti (cache) a podle kterého budete asociativně vyhledávat pro procesor s 24 bitovou fyzickou adresou, vyrovnávací paměti (cache) o velikosti 4 KiB, stupněm asociativity 2 (4), kde do cache ukládáte bloky dat o velikosti 8 B (slabik)?
- Nakreslete obrázek.

# Příklad 3

- Jak široká část klíče bude použita pro adresní vyhledávání položek v adresáři vyrovnávací paměti (cache) v procesoru s 30 bitovou fyzickou adresou, vyrovnávací paměti (cache) o velikosti 8 KiB, stupněm asociativity 2, kde do cache ukládáte bloky dat o velikosti 16 B (slabik)?

# Příklad 4 – rozložení obsahů paměti, viz dále

- Kapacita hlavní paměti ... 64 KiB ... 16bitová adresa
- Kapacita cache ... 32 B
- Stupeň asociativity ... 2
- Blok ... 4B
- Výpis obsahu, viz dále

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní  
paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 01 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE FO	P	0
2	<b>000</b>	11 22 33 44	N	<b>321</b>	BB CD DC BA	N	1
3	<b>100</b>	EF EE ED ED	P	<b>0FF</b>	04 05 06 07	P	0

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní  
paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 01 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10	20	30	40	P	<b>100</b>	08	09	0A	0B	P	0
1	<b>100</b>	0C	0D	0E	0F	P	<b>0FF</b>	9A	BC	DE	FO	P	0
2	<b>000</b>	11	22	33	44	N	<b>321</b>	BB	CD	DC	BA	N	1
3	<b>100</b>	EF	EE	ED	ED	P	<b>0FF</b>	04	05	06	07	P	0

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní  
paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 01 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE FO	P	0
2	<b>000</b>	11 22 33 44	N	<b>321</b>	BB CD DC BA	N	1
3	<b>100</b>	EF EE ED ED	P	<b>0FF</b>	04 05 06 07	P	0

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní  
paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 01 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE FO	P	0
2	<b>000</b>	11 22 33 44	N	<b>321</b>	BB CD DC BA	N	1
3	<b>100</b>	EF EE ED ED	P	<b>0FF</b>	04 05 06 07	P	0

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní  
paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 01 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE FO	P	0
2	<b>000</b>	11 22 33 44	N	<b>321</b>	BB CD DC BA	N	1
3	<b>100</b>	EF EE ED ED	P	<b>0FF</b>	04 05 06 07	P	0

1. Nakreslete rozdělení adresy

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 01 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE FO	P	0
2	<b>000</b>	11 22 33 44	N	<b>321</b>	BB CD DC BA	N	1
3	<b>100</b>	EF EE ED ED	P	<b>0FF</b>	04 05 06 07	P	0

Tag

Řádek

Sloupec

12 bitů	2 bity	2 bity
---------	--------	--------

XXXX XXXX XXXX

XX

XX

1. Nakreslete rozdělení adresy

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 01 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE FO	P	0
2	<b>000</b>	11 22 33 44	N	<b>321</b>	BB CD DC BA	N	1
3	<b>100</b>	EF EE ED ED	P	<b>0FF</b>	04 05 06 07	P	0

Tag

Řádek

Sloupec

12 bitů	2 bity	2 bity
---------	--------	--------

XXXX XXXX XXXX

00

xx

Adresy  
XXX0-XXX3

1. Nakreslete rozdělení adresy

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 01 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE FO	P	0
2	<b>000</b>	11 22 33 44	N	<b>321</b>	BB CD DC BA	N	1
3	<b>100</b>	EF EE ED ED	P	<b>0FF</b>	04 05 06 07	P	0

Tag

Řádek

Sloupec

12 bitů	2 bity	2 bity
---------	--------	--------

XXXX XXXX XXXX

01

xx

Adresy  
XXX4-XXX7

1. Nakreslete rozdělení adresy

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Hlavní paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 01 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

Adresa 0FF5

Adresa 100A

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE FO	P	0
2	<b>000</b>	11 22 33 44	N	<b>321</b>	BB CD DC BA	N	1
3	<b>100</b>	EF EE ED ED	P	<b>0FF</b>	04 05 06 07	P	0

Tag

Řádek

Sloupec

12 bitů	2 bity	2 bity
---------	--------	--------

XXXX XXXX XXXX

10

xx

Adresy  
XXX8-XXXB

1. Nakreslete rozdělení adresy

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Hlavní paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 01 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

Adresa 0FF5

Adresa 100A

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE FO	P	0
2	<b>000</b>	11 22 33 44	N	<b>321</b>	BB CD DC BA	N	1
3	<b>100</b>	EF EE ED ED	P	<b>0FF</b>	04 05 06 07	P	0

Tag

Řádek

Sloupec

1. Nakreslete rozdělení adresy

12 bitů	2 bity	2 bity
---------	--------	--------

XXXX XXXX XXXX

11

xx

Adresy  
XXXC-XXXF

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 01 02 03	04 05 <b>06</b> 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE <b>ED</b> ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

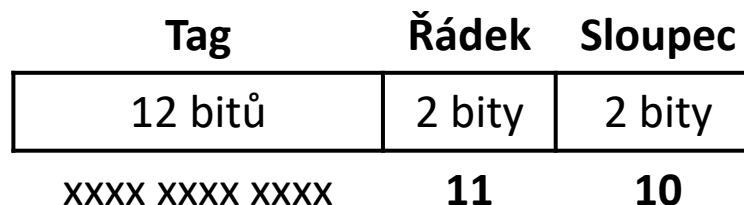
kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE FO	P	0
2	<b>000</b>	11 22 33 44	N	<b>321</b>	BB CD DC BA	N	1
3	<b>100</b>	EF EE <b>ED</b> ED	P	<b>0FF</b>	04 05 <b>06</b> 07	P	0

1. Nakreslete rozdělení adresy



Adresy  
XXXE

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 01 02 03	04 05 <b>06</b> 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE <b>ED</b> ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE FO	P	0
2	<b>000</b>	11 22 33 44	N	<b>321</b>	BB CD DC BA	N	1
3	<b>100</b>	EF EE <b>ED</b> ED	P	<b>0FF</b>	04 05 <b>06</b> 07	P	0

1. Nakreslete rozdělení adresy

Tag	Řádek	Sloupec
12 bitů	2 bity	2 bity
XXXX XXXX XXXX	11	10

Adresy  
XXXE

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE F0	00 01 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE F0	P	0
2	<b>000</b>	11 22 33 44	N	<b>321</b>	BB CD DC BA	N	1
3	<b>100</b>	EF EE ED ED	P	<b>0FF</b>	04 05 06 07	P	0

2. Je v cache obsah paměťového místa s adresou **321A**?

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 01 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE FO	P	0
2	<b>000</b>	11 22 33 44	N	<b>321</b>	BB CD DC BA	N	1
3	<b>100</b>	EF EE ED ED	P	<b>0FF</b>	04 05 06 07	P	0

2. Je v cache obsah paměťového místa s adresou **321A**?  
... NE (záznam není platný)

321A = 0011 0010 0001 **1010**

Bit platnosti

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní  
paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 01 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE FO	P	0
2	<b>000</b>	11 22 33 44	N	<b>321</b>	BB CD DC BA	N	1
3	<b>100</b>	EF EE ED ED	P	<b>0FF</b>	04 05 06 07	P	0

3. Je v cache obsah paměťového  
místa s adresou **100C**?

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 01 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10	20	30	40	P	<b>100</b>	08	09	0A	0B	P	0
1	<b>100</b>	0C	0D	0E	0F	P	<b>0FF</b>	9A	BC	DE	FO	P	0
2	<b>000</b>	11	22	33	44	N	<b>321</b>	BB	CD	DC	BA	N	1
3	<b>100</b>	EF	EE	ED	ED	P	<b>0FF</b>	04	05	06	07	P	0

3. Je v cache obsah paměťového místa s adresou **100C**?  
... ANO (EF)

**100C** = 0001 0000 0000 1100

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní  
paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 01 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE FO	P	0
2	<b>000</b>	11 22 33 44	N	<b>321</b>	BB CD DC BA	N	1
3	<b>100</b>	EF EE ED ED	P	<b>0FF</b>	04 05 06 07	P	0

4. Kam zapsat data  
s adresou **1CD5**?

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 01 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE FO	P	0
2	<b>000</b>	11 22 33 44	N	<b>321</b>	BB CD DC BA	N	1
3	<b>100</b>	EF EE ED ED	P	<b>0FF</b>	04 05 06 07	P	0

4. Kam zapsat data s adresou **1CD5**?

1CD5 = 0001 1100 1101 **01 01**

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní  
paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE F0	00 01 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE F0	P	0
2	<b>000</b>	11 22 33 44	N	<b>321</b>	BB CD DC BA	N	1
3	<b>100</b>	EF EE ED ED	P	<b>0FF</b>	04 05 06 07	P	0

5. Jak konkrétně se změní obsah cache při zápise dat z adresy **0FF9** (uvedte všechny možnosti a zakreslete)?

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 <b>01</b> 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE FO	P	0
2	<b>0FF</b>	00 <b>01</b> 02 03	P	<b>321</b>	BB CD DC BA	N	0
3	<b>100</b>	EF EE ED ED	P	<b>0FF</b>	04 05 06 07	P	0

5. Jak konkrétně se změní obsah cache při zápise dat z adresy **0FF9** (uvedte všechny možnosti a zakreslete)?

0FF9 = 0000 1111 1111 **10** 01

Kapacita 64 KiB =  $2^{16}$  B

⇒ 16bitová adresa

Adresa 0FF5

Adresa 100A

Hlavní paměť

<b>0FE0</b>	...	...	...	...
<b>0FF0</b>	12 34 56 78	9A BC DE FO	00 <b>01</b> 02 03	04 05 06 07
<b>1000</b>	08 09 0A 0B	0C 0D 0E 0F	FF FE FD FC	EF EE ED ED
<b>1010</b>	...	...	...	...

stupeň asociativity = 2

Délka bloku = 4 B

kapacita = 32 B = 2 x 16 B

4 adresy (řádky) (16:4 = 4)

Cache

0	<b>987</b>	10 20 30 40	P	<b>100</b>	08 09 0A 0B	P	0
1	<b>100</b>	0C 0D 0E 0F	P	<b>0FF</b>	9A BC DE FO	P	0
2	<b>000</b>	11 22 33 44	N	<b>0FF</b>	00 <b>01</b> 02 03	P	1
3	<b>100</b>	EF EE ED ED	P	<b>0FF</b>	04 05 06 07	P	0

5. Jak konkrétně se změní obsah cache při zápise dat z adresy **0FF9** (uvedte všechny možnosti a zakreslete)?

0FF9 = 0000 1111 1111 **10** 01