

## Správa paměti

Přímý přístup k fyzické paměti, abstrakce: adresový prostor, virtualizace, segmentace



České vysoké učení technické Fakulta elektrotechnická

# Operační paměť

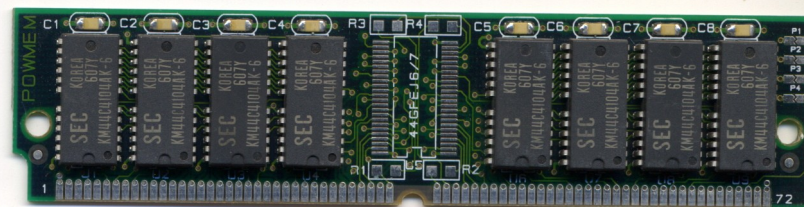
Ideální operační paměť:  
nekonečně velká,  
nekonečně rychlá,  
udržující data i bez napájení,  
nejlépe zadarmo .

Cena sice klesá, ale nároky dnešních  
programů na paměť rostou.

Důležitý prostředek, s nímž se  
musí šetrně nakládat.

Hierarchie pamětí

Správce paměti



# Druhy paměti

RAM – Random Access Memory

SIMM – Single Inline Memory Module

DIMM – Dual Inline Memory Module

DRAM – Dynamic RAM

SDRAM – Synchronous DRAM

DDR – Double Data Rate

SRAM – Static RAM

ROM – Read Only Memory

PROM – Programmable ROM

EPROM – Erasable Programmable ROM

CMOS – Complementary / Metal-Oxide Semiconductor (Configuration Memory Operating System)

FLASH

FIFO – First In First Out

LIFO – Last In First Out

# Měříme množství informace

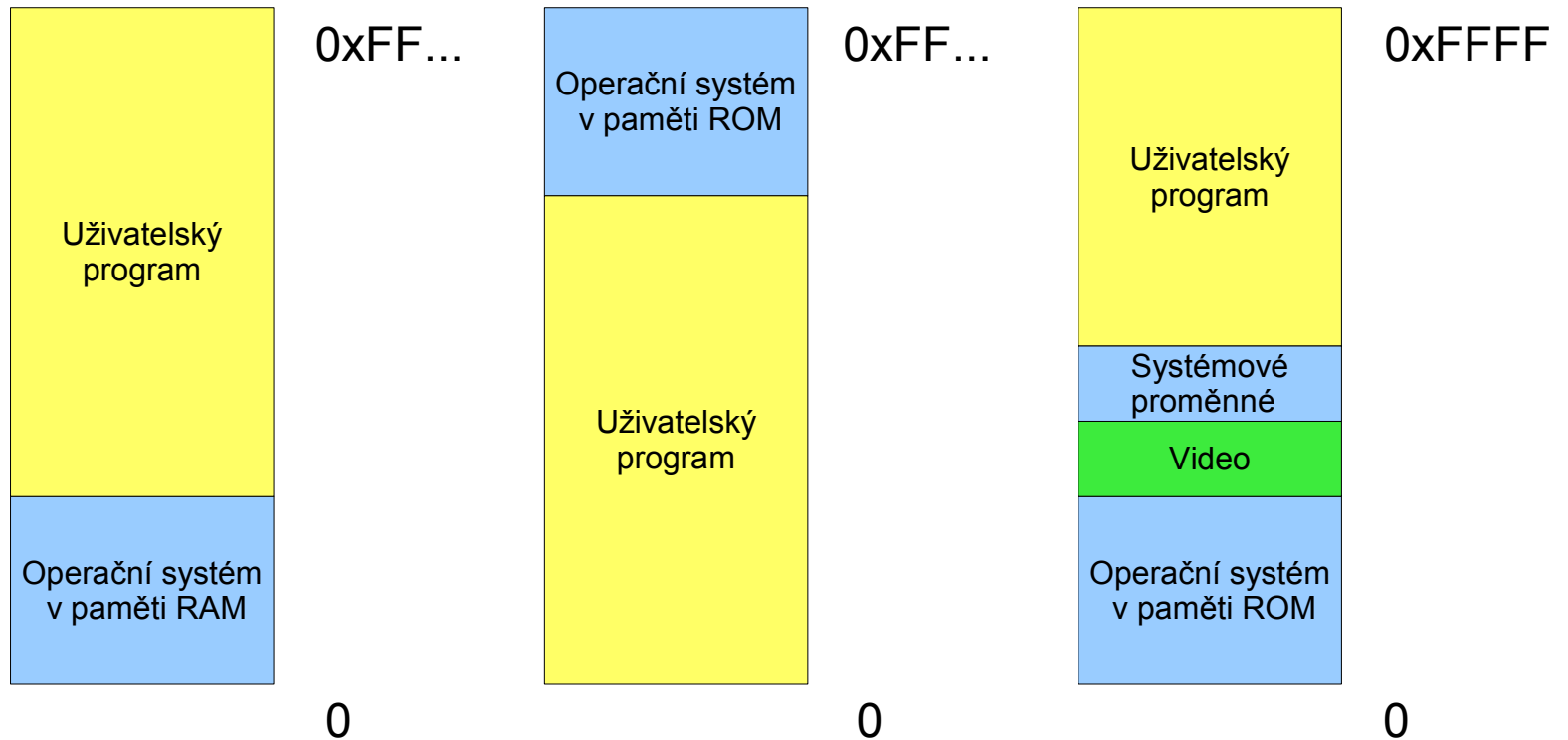
bit  
byte  
word

Jednotka	Značka	Velikost v B (byte)	Mocnina dvou
Kibibyte	KiB	1 024	$2^{10}$
Mebibyte	MiB	1 048 576	$2^{20}$
Gibibyte	GiB	1 073 741 824	$2^{30}$
Tebibyte	TiB	1 099 511 627 776	$2^{40}$
Pebibyte	PiB	1 125 899 906 842 624	$2^{50}$
Exbibyte	EiB	1 152 921 504 606 846 976	$2^{60}$
Zebibyte	ZiB	1 180 591 620 717 411 303 424	$2^{70}$
Yobibyte	YiB	1 208 925 819 614 629 174 706 176	$2^{80}$

# Měříme množství informace

Jednotka	Značka	B	kB	KiB	MB	MiB	GB	GiB	TB	TiB
Kilobyte	kB	1 000	1	~0,9766						
Kibibyte	KiB	1 024	1,024	1						
Megabyte	MB	1 000 000	1000	~976,6	1	~0,9537				
Mebibyte	MiB	1 048 576	~1048,6	1024	1,049	1				
Gigabyte	GB	$10^9$	1 000 000	976 562,5	1 000	953,7	1	~0,9313		
Gibibyte	GiB	$\sim 1,074 \cdot 10^9$	~1 073 742	1 048 576	~1073,7	1024	1,074	1		
Terabyte	TB	$10^{12}$	$\sim 0,9766 \cdot 10^9$	$\sim 0,9766 \cdot 10^9$	1 000 000	~953 674,3	1 000	931,3	1	~0,9095
Tebibyte	TiB	$\sim 1,1 \cdot 10^{12}$	$\sim 1,074 \cdot 10^9$	$\sim 1,074 \cdot 10^9$	~1 099 512	1 048 576	~1099,5	1024	~1,1	1

# Fyzická paměť bez abstrakce



# Běh více programů bez abstrakce fyzické paměti

Přidělení celé paměti programu - data ostatních programů uložena na disk.

Přesun mezi operační pamětí a diskem je pomalý. => Snaha mít více programů v paměti.

Nebezpečí přepsání paměti jiného programu (třeba i OS).

Rozdělení paměti na bloky.

PSW (Program Status Word) - klíč k paměti.

Problém s umístěním počátku kódu na různých adresách.

0	16380
:	
ADD	28
MOV	24
	20
	16
	12
	8
	4
JMP 24	0

0	16380
:	
CMP	28
	24
	20
	16
	12
	8
	4
JMP 28	0

0	32764
:	
CMP	16412
	16408
	16404
	16400
	16396
	16392
	16388
JMP 28	16384
0	16380
:	
ADD	28
MOV	24
	20
	16
	12
	8
	4
JMP 24	0

# Abstrakce: Adresový (adresní) prostor (address space)

Každý proces má svůj adresový prostor.

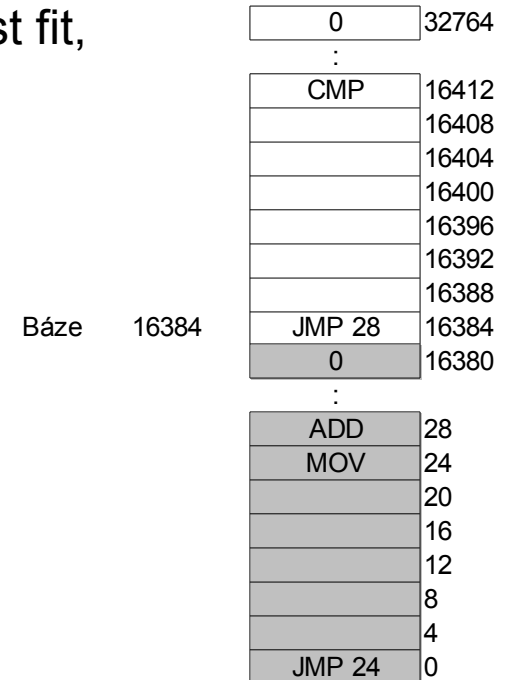
Bázový registr a mezní registr (base and limit registers).

Dynamická relokační.

Odkládání (procesy potřebují více paměti než je fyzicky k dispozici).

Správa volné paměti. (Bitmapa, spojový seznam)

Které volné místo vybrat? (first fit, next fit, best fit, worst fit, quick fit)





# Abstrakce: Virtuální paměť

Řešení problému rozsáhlých programů.

Rozdělení na více částí (overlays) - obtížné programování.

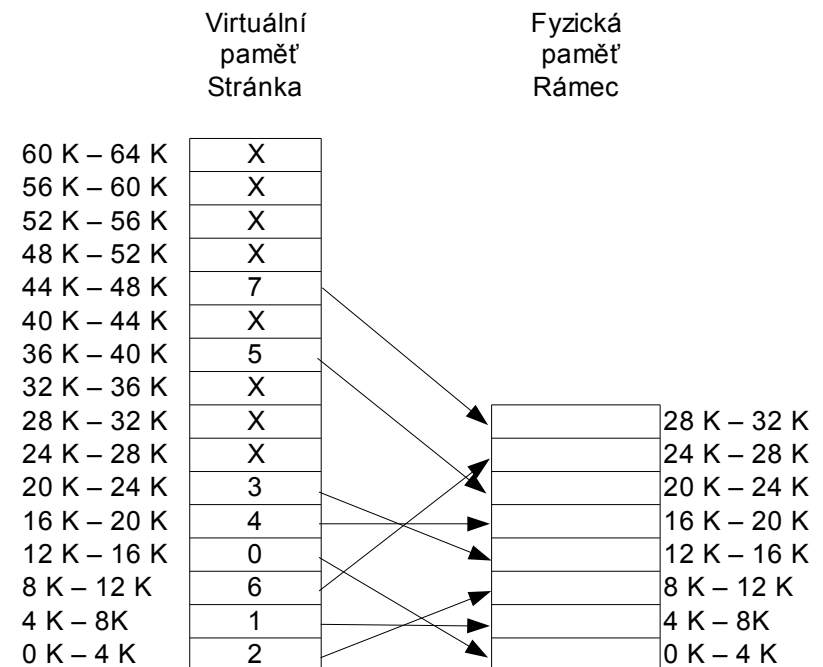
Virtuální paměť. Každý program má svoji a její velikost přímo nesouvisí s dostupnou fyzickou pamětí.

MMU - Memory Management Unit.

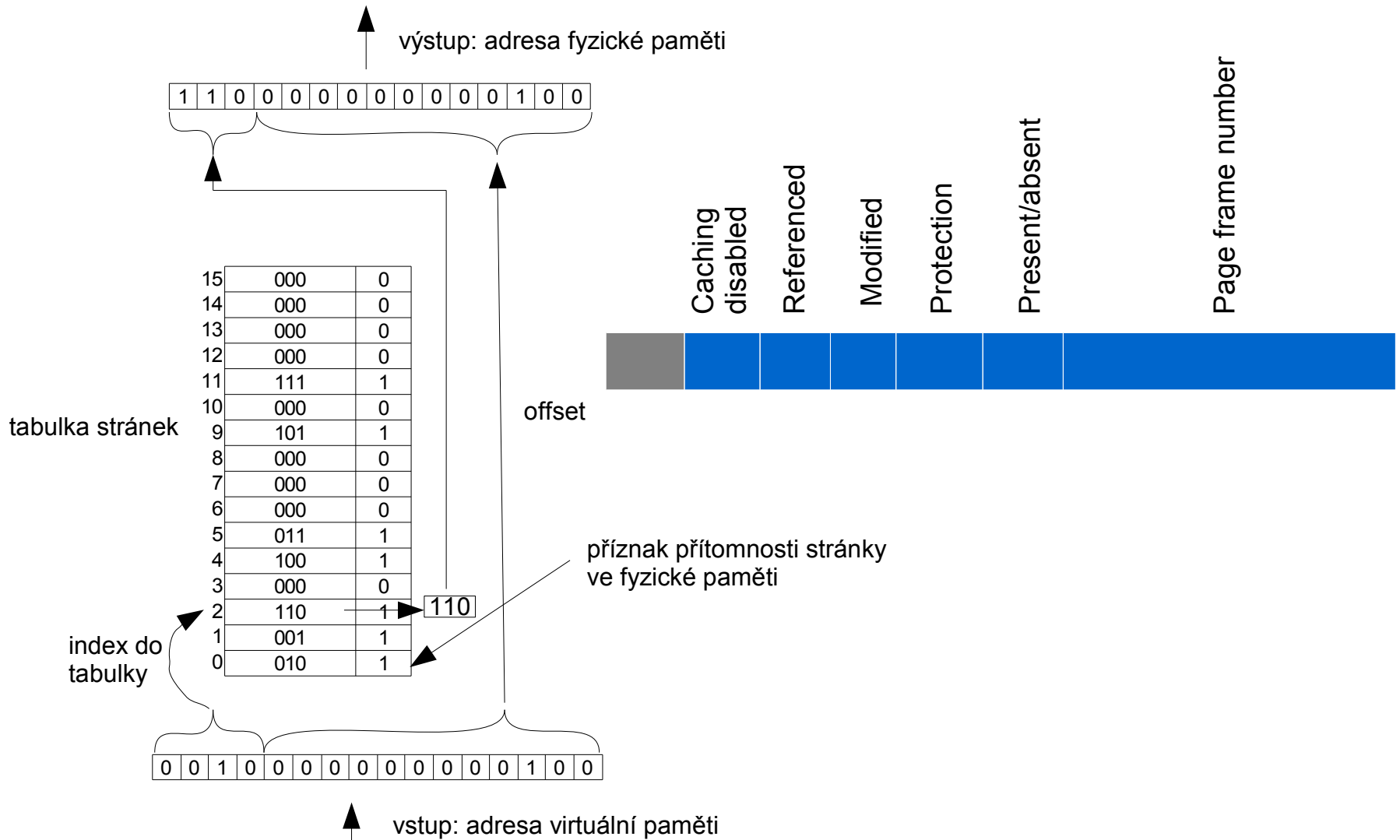
stránky a stránkové rámy.

Present / absent bit.

výpadek stránky (page fault).



# Abstrakce: Virtuální paměť - tabulky stránek



# Abstrakce: Virtuální paměť - zrychlení stránkování - TLB

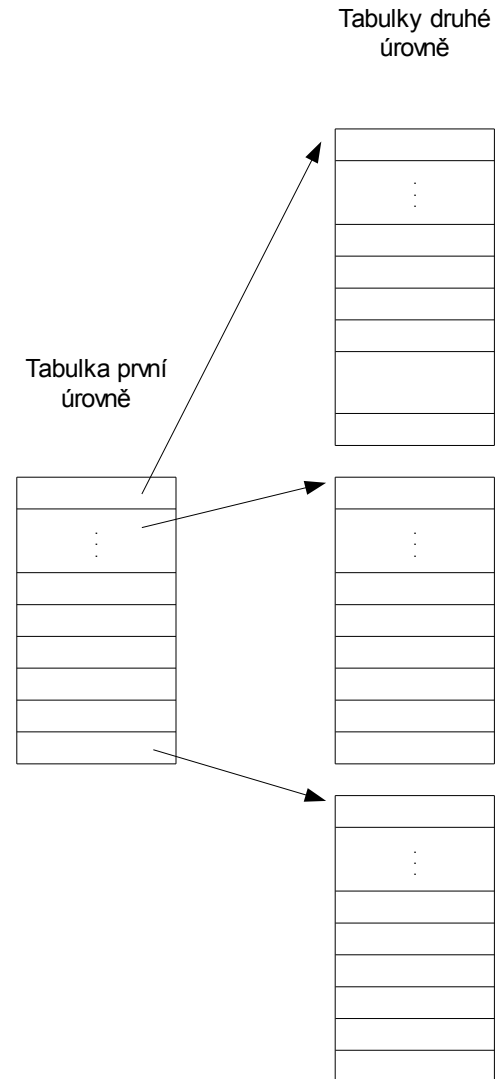
Menší tabulka nedávno použitých stránek

Platná	Virtuální stránka	Modifikována	Ochrana	Rámec
1	239	1	RW	35
1	25	0	R X	46
1	45	0	RW	52
1	78	1	RW	13
1	365	1	R X	25
1	485	0	R	58
1	96	1	RW	12
1	888	0	RW	2

# Abstrakce: Virtuální paměť - tabulky stránek pro velké paměti

víceúrovňové tabulky  
invertované tabulky

PT1	PT2	Offset
-----	-----	--------



# Abstrakce: Virtuální paměť - Jak vybrat nahrazovanou stránku

optimální (optimal) :-)

nedávno nepoužité stránky - NRU - Not Recently Used

FIFO

druhá šance (second chance)

hodiny (clock)

nejdéle nepoužitá stránka - LRU - Least Recently Used

často nepoužívaná stránka - NFU - Not Frequently Used

stárnutí (Aging)

working set

WS Clock (Working set clock)

# Abstrakce: Virtuální paměť - Jak vybrat nahrazovanou stránku

optimální (optimal) - nejde napsat, ale je dobrý pro testování

NRU - hrubé přiblížení k LRU

FIFO - může odložit na disk důležité stránky

druhá šance (second chance) - vylepšení FIFO

hodiny (clock) - realistický

LRU - výborný, ale těžko implementovatelný

NFU - hrubé přiblížení LRU

stárnutí (Aging) - dobrá aproximace LRU

working set - náročné na implementaci

WS Clock (Working set clock) - dobrý a efektivní algoritmus

# Abstrakce: Virtuální paměť - Poznámky ke stránkování paměti

Lokální vs. globální alokace.

Řízení zátěže.

Velikost stránky.

Oddělení instrukcí a dat.

Sdílené stránky.

Sdílené knihovny.

Mapování souborů do paměti.

Úklid.

Interface?

# Abstrakce: Virtuální paměť - Implementace stránkování paměti

Práce OS.

Obsluha výpadku stránky.

Zálohování instrukce.

Zamykání stránek v paměti (IO).

Kam odkládat?



# Abstrakce - Segmentace

Čistá segmentace

Segmentace se stránkováním