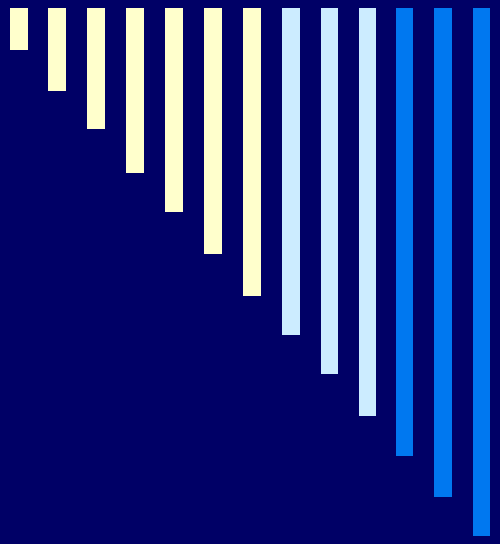
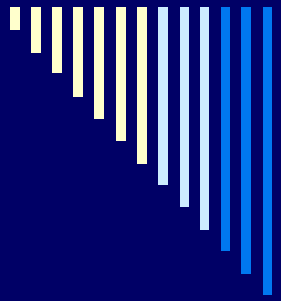


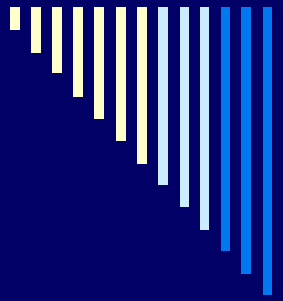
08. Deadlock Přidělování paměti

ZOS 2012, L. Pešička



Obsah

- Deadlock
  - Jak předcházet, detekovat, reagovat
- Metody přidělování paměti



Jak se vypořádat s uvíznutím

1. Problém uvíznutí je zcela ignorován
2. Detekce a zotavení
3. Dynamické zabránění pomocí pečlivé alokace zdrojů
4. Prevence, pomocí strukturální negace jedné z dříve uvedených nutných podmínek pro vznik uvíznutí

1. Ignorování problému

- Předstíráme, že problém neexistuje ☺
  - „pštrosí algoritmus“
- Vysoká cena za eliminaci uvíznutí
  - Např. činnost uživatelských procesů je omezena
  - Neexistuje žádné univerzální řešení
- Žádný ze známých OS se nezabývá uvíznutím uživatelských procesů
  - Snaha o eliminaci uvíznutí pro činnosti jádra

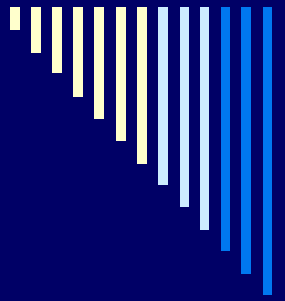
U uživatelských procesů uvíznutí neřešíme, snažíme se, aby k uvíznutí nedošlo v jádře OS

2. Detekce a zotavení

- Systém se nesnaží zabránit vzniku uvíznutí
- Detekuje uvíznutí
- Pokud nastane, provede akci pro zotavení

Samotná detekce uvíznutí nemusí být snadná

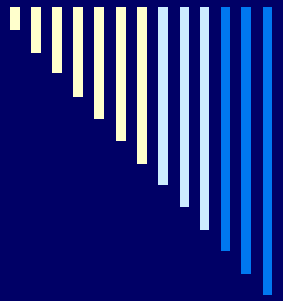
- Detekce pro 1 zdroj každého typu
  - Při žádostech o zdroj OS konstruuje graf alokace zdrojů
  - Detekce cyklu – pozná, zda nastalo uvíznutí
  - Různé algoritmy detekce cyklu (teorie grafů)
    - Např. prohledávání do hloubky z každého uzlu, dojdeme-li do uzlu, který jsme již prošli - cyklus



Zotavení z uvíznutí (pokračování 2.)

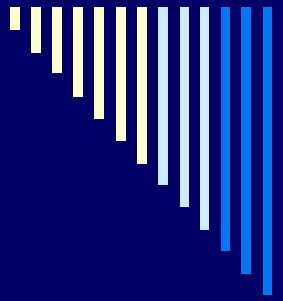
Zotavení pomocí preempce

- Vlastníkovi zdroj dočasně odejmout
- Závisí na typu zdroje – často obtížné či nemožné
  - Tiskárna – po dotištění stránky proces zastavit, ručně vyjmout již vytištěné stránky, odejmout procesu a přiřadit jinému



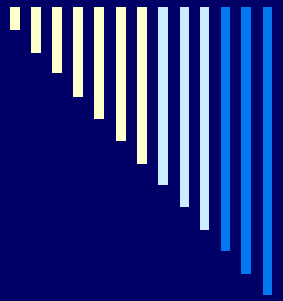
Zotavení z uvíznutí – zrušení změn

- Zotavení pomocí zrušení změn (rollback)
  - **Častá uvíznutí** – checkpointing procesů
    = zápis stavu procesů do souboru, aby proces mohl být v případě potřeby vrácen do uloženého stavu
  - **Detekce uvíznutí** – nastavení na dřívější checkpoint, kdy proces ještě zdroje nevlastnil (následná práce ztracena)
  - Zdroj přiřadíme uvízlému procesu – zrušíme deadlock
  - Proces, kterému jsme zdroj odebrali – pokusí se ho alokovat - usne



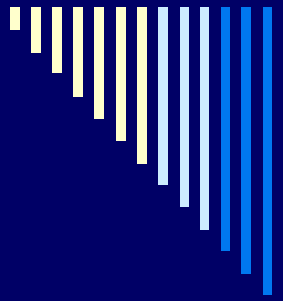
Zotavení z uvíznutí – zrušení procesu

- Zotavení pomocí zrušení procesu
  - Nejhorší způsob – zrušíme jeden nebo více procesů
  - Zrušit proces v cyklu
    - Pokud nepomůže zrušit jeden, zrušíme i další
- Často alespoň snaha zrušit procesy, které je možné spustit od začátku



3. Dynamické zabránění

- Ve většině systémů procesy žádají o zdroje po jednom
- Systém rozhodne, zda je přiřazení zdroje bezpečné, nebo hrozí uvíznutí
- Pokud bezpečné – zdroj přiřadí, jinak pozastaví žádající proces
- Stav je bezpečný, pokud existuje alespoň jedna posloupnost, ve které mohou procesy doběhnout bez uvíznutí
- I když stav není bezpečný, uvíznutí nemusí nutně nastat



Bankéřův algoritmus pro jeden typ zdroje

- Předpokládáme více zdrojů stejného typu
  - Např. N magnetopáskových jednotek
- Algoritmus plánování, který se dokáže vyhnout uvíznutí (Dijkstra 1965)
- Bankéř na malém městě, 4 zákazníci – A, B, C, D
- Každému garantuje půjčku (6, 5, 4, 7) = 22 dohromady
- Bankéř ví, že všichni zákazníci nebudou chtít půjčku současně, pro obsluhu zákazníků si ponechává pouze 10

Bankéřův algoritmus

Zákazník	Má půjčeno	Max. půjčka
A	1	6
B	1	5
C	2	4
D	4	7

Bankéř má volných prostředků: 10 – (1+1+2+4) = 2

Stav je bezpečný, bankéř může pozastavit všechny požadavky kromě C

Dá C 2 jednotky, C skončí a uvolní 4, může použít pro D nebo B atd.

Bankéřův algoritmus (B o 1 více)

Zákazník	Má půjčeno	Max. půjčka
A	1	6
B	2	5
C	2	4
D	4	7

Dáme B o jednotku více; zůstane nám volných prostředků: 1

Stav není bezpečný – pokud všichni budou chtít maximální půjčku, bankéř nemůže uspokojit žádného – nastalo by uvíznutí
Uvíznutí nemusí nutně nastat, ale s tím bankéř nemůže počítat …

Rozhodování bankéře

Zkusí „jako by“ přidělit zdroj a zkoumá, zda je nový stav bezpečný

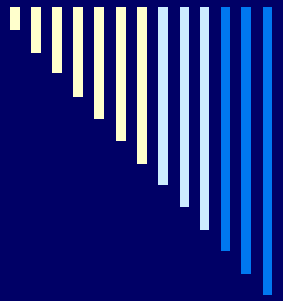
- U každého požadavku – zkoumá, zda vede k bezpečnému stavu:

- Bankéř předpokládá, že požadovaný zdroj byl procesu přiřazen a že všechny procesy požádaly o všechny bankéřem garantované zdroje
- Bankéř zjistí, zda je dostatek zdrojů pro uspokojení některého zákazníka; pokud ano – předpokládá, že zákazníkovi byla suma vyplacena, skončil a uvolnil (vrátil) všechny zdroje

- Bankéř opakuje předchozí krok, pokud mohou všichni zákazníci skončit, je stav bezpečný

Vykonání požadavku

- Proces požaduje nějaký zdroj
- Zdroje jsou poskytnuty pouze tehdy, pokud požadavek vede k bezpečnému stavu
- Jinak je požadavek odložen na později – proces je pozastaven



Bankéřův algoritmus pro více typů zdrojů

- zobecněn pro více typů zdrojů
- používá dvě matice
  (sloupce – třídy zdrojů, řádky – zákazníci)
  - matice přiřazených zdrojů (current allocation matrix)
    - který zákazník má které zdroje
  - matice ještě požadovaných zdrojů (request matrix)
    - kolik zdrojů kterého typu budou procesy ještě chtít

	Zdroj R	Zdroj S	Zdroj T
Zák. A	3	0	1
Zák. B	0	1	0
Zák. C	1	1	1
Zák. D	1	1	0

Matice přiřazených zdrojů

	Zdroj R	Zdroj S	Zdroj T
Zák. A	1	1	0
Zák. B	0	1	1
Zák. C	3	1	0
Zák. D	0	0	1

Matice ještě požadovaných zdrojů

zavedeme vektor A volných zdrojů (available resources)

např. A = (1, 0, 1) znamená jeden volný zdroj typu R, 0 typu S, 1 typu T

Určení, zda je daný stav bezpečný

1. V matici ještě požadovaných zdrojů hledáme řádek, který je menší nebo roven A.
   Pokud neexistuje, nastalo by uvíznutí.

2. Předpokládáme, že proces obdržel všechny požadované zdroje a skončil. Označíme proces jako ukončený a přičteme všechny jeho zdroje k vektoru A.

3. Opakujeme kroky 1. a 2., dokud všechny procesy neskončí (tj. původní stav byl bezpečný), nebo dokud nenastalo uvíznutí (původní stav nebyl bezpečný)

Bankéřův algoritmus & použití v praxi

- publikován 1965, uváděn ve všech učebnicích OS
- v praxi v podstatě nepoužitelný
  - procesy obvykle nevědí dopředu, jaké budou jejich maximální požadavky na zdroje
  - počet procesů není konstantní (uživatelé se přihlašují, odhlašují, spouštějí procesy, ...)
  - zdroje mohou zmizet (tiskárně dojde papír ...)
- nepoužívá se v praxi pro zabránění uvíznutí
- odvozené algoritmy lze použít pro detekci uvíznutí při více zdrojích stejného typu

4. Prevence uvíznutí

jak skutečné systémy zabraňují uvíznutí?
viz 4 Coffmanovy podmínky vzniku uvíznutí

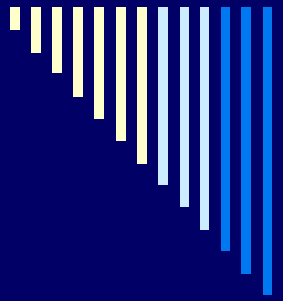
1. vzájemné vyloučení – výhradní přiřazování zdrojů
2. hold and wait – proces držící zdroje může požadovat další
3. nemožnost zdroje odejmout
4. cyklické čekání

pokud některá podmínka nebude splněna – uvíznutí strukturálně nemožné

P1 – Vzájemné vyloučení

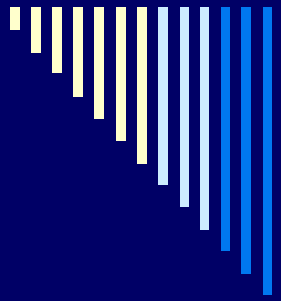
- prevence – zdroj nikdy nepřiřadit výhradně
- problém pro některé zdroje (tiskárna)
- spooling
  - pouze daemon přistupuje k tiskárně
  - nikdy nepožaduje další zdroje – není uvíznutí

- spooling není možný pro všechny zdroje (záznamy v databázi)
- převádí soutěžení o tiskárnu na soutěžení o diskový prostor – 2 procesy zaplní disk, žádný nemůže skončit



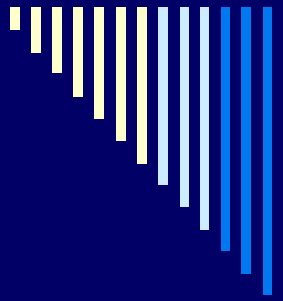
P2- Hold and wait

- proces držící výhradně přiřazené zdroje může požadovat další zdroje
- požadovat, aby procesy alokovaly všechny zdroje před svým spouštěním
  - většinou nevědí, které zdroje budou chtít
  - příliš restriktivní
  - některé dávkové systémy i přes nevýhody používají, zabraňuje deadlocku
- pokud proces požaduje nové zdroje, musí uvolnit zdroje které drží a o všechny požádat v jediném požadavku



P3 – Nemožnost zdroje odejmout

- odejímat zdroje je velmi obtížné



P4 – Cyklické čekání

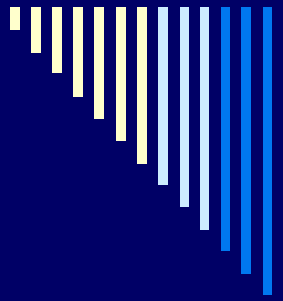
- Proces může mít jediný zdroj, pokud chce jiný, musí předchozí uvolnit – restriktivní, není řešení ☹
- Všechny zdroje očíslovány, požadavky musejí být prováděny v číselném pořadí
  - Alokační zdroj nemůže mít cykly
  - Problém – je těžké nalézt vhodné očíslování pro všechny zdroje
  - Není použitelné obecně, ale ve speciálních případech výhodné (jádro OS, databázový systém, …)

Př. Dvoufázové zamykání

- V DB systémech
- První fáze
  - Zamknutí všech potřebných záznamů v číselném pořadí
  - Pokud je některý zamknut jiným procesem
    - Uvolní všechny zámky a zkusí znovu
- Druhá fáze
  - Čtení & zápis, uvolňování zámků
- Zamyká se vždy v číselném pořadí, uvíznutí nemůže nastat

Shrnutí přístupu k uvíznutí (!)

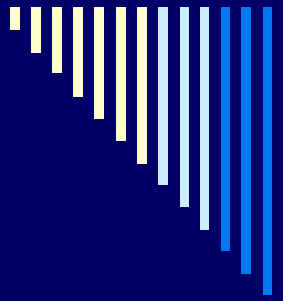
- Ignorování problému – většina OS ignoruje uvíznutí uživatelských procesů
- Detekce a zotavení – pokud uvíznutí nastane, detekujeme a něco s tím uděláme (vrátíme čas – rollback, zrušíme proces …)
- Dynamické zabránění – zdroj přiřadíme, pouze pokud bude stav bezpečný (bankéřův algoritmus)
- Prevence – strukturálně negujeme jednu z Coffman. podmínek
  - Vzájemné vyloučení – spooling všeho
  - Hold and wait – procesy požadují zdroje na začátku
  - Nemožnost odejmutí – odejmi (nefunguje)
  - Cyklické čekání – zdroje očíslujeme a žádáme v číselném pořadí



Vyhladovění

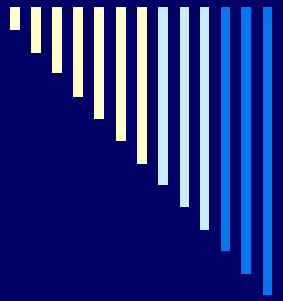
- Procesy požadují zdroje – pravidlo pro jejich přiřazení
- Může se stát, že některý proces zdroj nikdy neobdrží
  - I když nenastalo uvíznutí !

- Př. Večeřící filozofové
  - Každý zvedne levou vidličku, pokud je pravá obsazena, levou položí
  - Vyhladovění, pokud všichni zvedají a pokládají současně



Vyhladovění 2

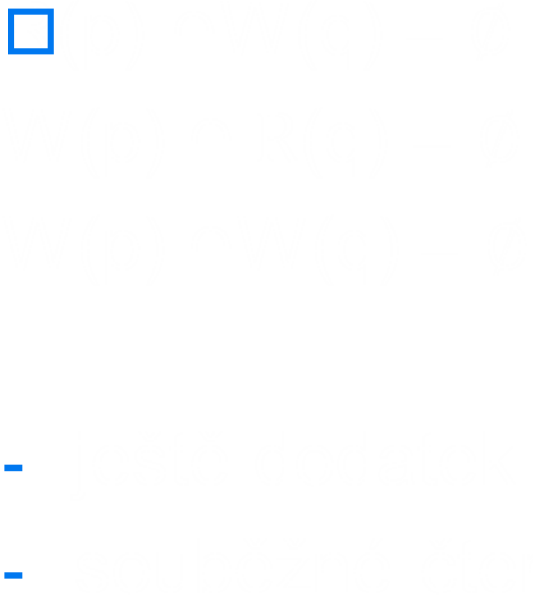
- Př. Přiřazování zdroje strategií SJF
  - Tiskárnu dostane proces, který chce vytisknout nejkratší soubor
  - 1 proces chce velký soubor, hodně malých požadavků – může dojít k vyhladovění, neustále předbíhán
- Řešení – FIFO
- Řešení – označíme požadavek časem příchodu a při překročení povolené doby setrvání v systému bude obsloužen

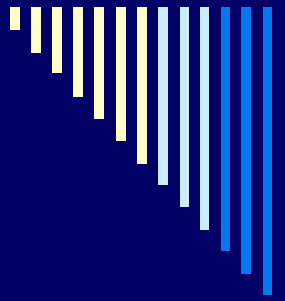


Terminologie

- Blokovaný (blocked, waiting), někdy: čekající
  - Základní stav procesu
- Uvíznutí, uváznutí, deadlock, někdy: zablokování
  - Neomezené čekání na událost
- Vyhladovění, starvation někdy: umoření
  - Procesy běží, ale nemohou vykonávat žádnou činnost
- Aktivní čekání (busy wait), s předbíháním (preemptive)

Bernsteinovy podmínky



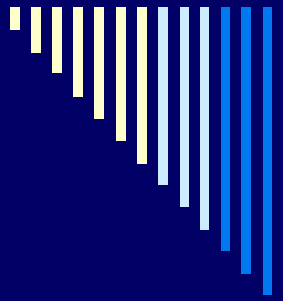


Windows – ukázky funkcí

Správa vláken

```
CreateThread()
SuspendThread(), ResumeThread()
ExitThread()                    // ukončení vlákna
TerminateThread()               // ukončí jiné vlákno

WaitForSingleObject()           // čeká na jeden
WaitForMultipleObjects()        // čeká na 1 nebo všechny
CloseHandle()
```

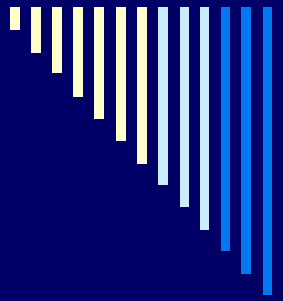


Windows

Kritické sekce

InitializeCriticalSection()
DeleteCriticalSection()

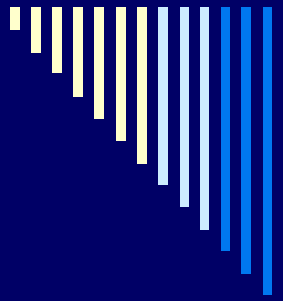
EnterCriticalSection()
LeaveCriticalSection()



Windows

Mutexy

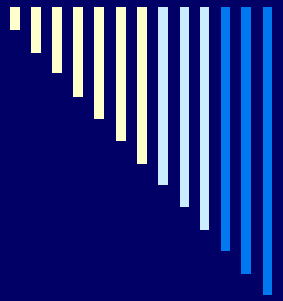
CreateMutex()
OpenMutex()
WaitForSingleObject() // čekáme na mutex
WaitForMultipleObjects()
ReleaseMutex() // uvolníme mutex
CloseHandle()



Windows

Semafory

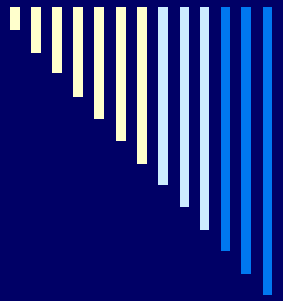
```
CreateSemaphore(),          // inic. hodnota, max. hodnota
WaitForSingleObject(),      // operace P()
WaitForMultipleObjects()
ReleaseSemaphore(),         // operace V()
CloseHandle()
```



Windows

Eventy

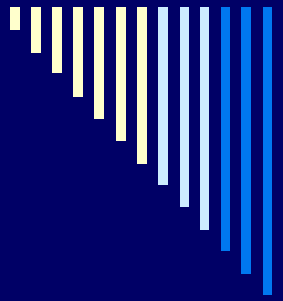
CreateEvent()
SetEvent()
ResetEvent()
WaitForSingleObject()
WaitForMultipleObjects()
CloseHandle()



Windows

Atomické operace

```
InterlockedIncrement()    // inkrementuje o 1
InterlockedDecrement()
InterlockedExchange()     // nastaví novou hodnotu
                          // a vrátí původní
```



Windows

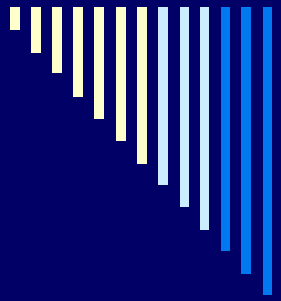
priorita vláken

SetThreadPriority()

GetThreadPriority()

příklad použití semaforu

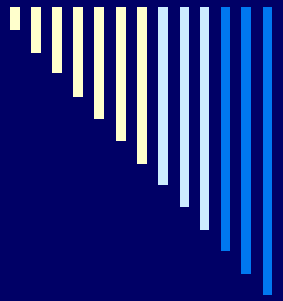
http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms686946%28v=vs.85%29.aspx



Osnova

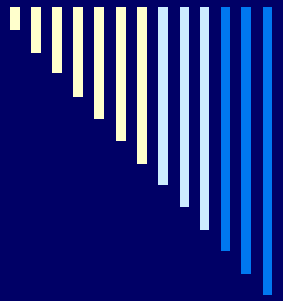
Základní moduly OS

- Modul pro správu procesů - probráno
- Modul pro správu paměti - nyní začínáme
- Modul pro správu periférií
- Modul pro správu souborů



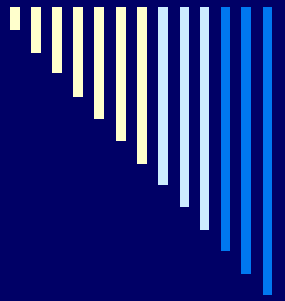
Správa hlavní paměti

- Ideál programátora
  - Paměť nekonečně velká, rychlá, levná
  - Zároveň persistentní (uchovává obsah po vypnutí napájení)
  - Bohužel neexistuje
- Reálný počítač – hierarchie pamětí („pyramida“)
  - Registry CPU
  - Malé množství rychlé cache paměti
  - Stovky MB až gigabajty RAM paměti
  - GB na pomalých, levných, persistentních discích



Správce paměti

- Část OS, která spravuje paměť
- Udržuje informaci, které části paměti se používají a které jsou volné
- Alokuje paměť procesům podle potřeby
  - Důsledek malloc v jazyce C, new v Pascalu
- Zařazuje paměť do volné paměti po uvolnění procesem
  - free v jazyce C, release v Pascalu

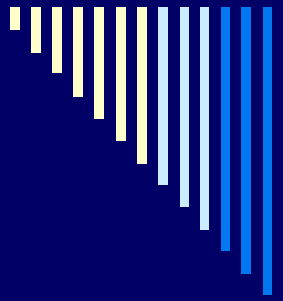


Mechanismy správy pamětí

Od nejjednodušších (program má veškerou paměť) po propracovaná schémata (stránkování se segmentací)

Dvě kategorie:

- Základní mechanismy
  - Program je v paměti po celou dobu svého běhu
- Mechanismy s odkládáním
  - Programy přesouvány mezi hlavní pamětí a diskem



Základní mechanismy pro správu paměti

Nejprve probereme základní mechanismy

Bez odkládání a stránkování

1. Jednoprogramové systémy
2. Multiprogramování s pevným přidělením paměti
3. Multiprogramování s proměnnou velikostí oblasti

Jednoprogramové systémy

- Spouštíme pouze jeden program v jednom čase
- Uživatel – zadá příkaz , OS zavede program do paměti
- Dovoluje použít veškerou paměť, kterou nepotřebuje OS
- Po skončení procesu lze spustit další proces

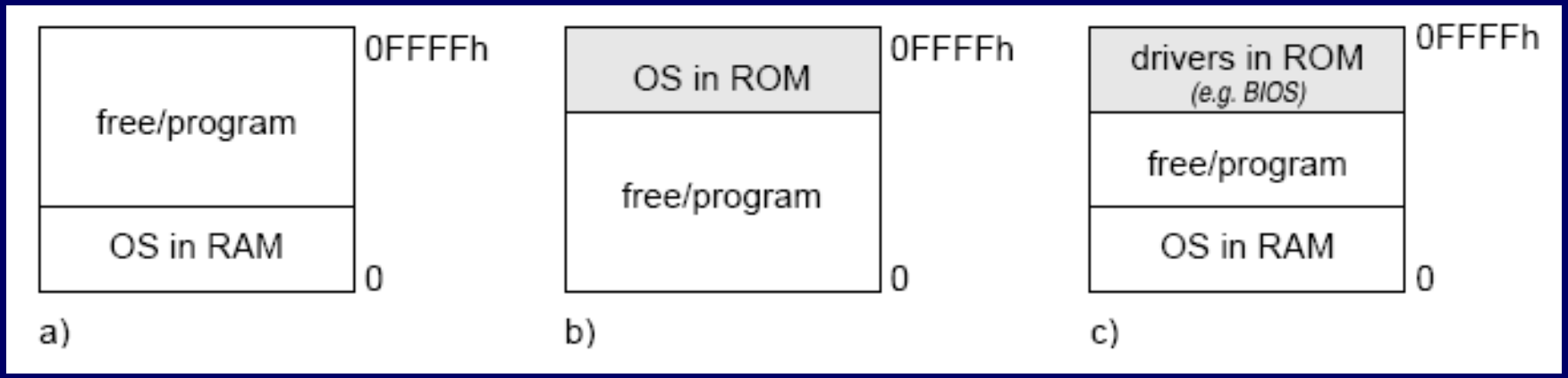
Tři varianty rozdělení paměti:

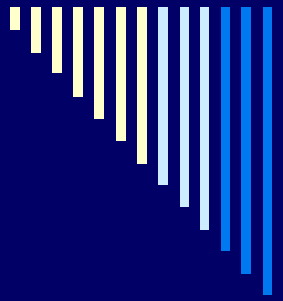
a) OS ve spodní části adresního prostoru v RAM (minipočítače)

b) OS v horní části adresního prostoru v ROM (zapouzdřené systémy)

c) OS v RAM, ovladače v ROM
(na PC – MS DOS v RAM, BIOS v ROM)

Jednoprogramové systémy

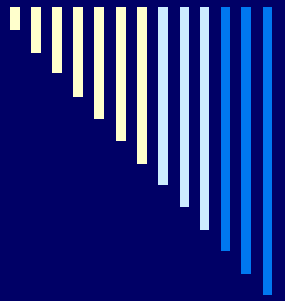




Multiprogramování s pevným přidělením paměti

- Většina současných systémů – paralelní nebo pseudoparelelní běh více programů = multiprogramování
- Práce více uživatelů, maximalizace využití CPU apod.

- Nejjednodušší schéma – rozdělit paměť na n oblastí (i různé velikosti)
  - V historických systémech – rozdělení ručně při startu stroje
  - Po načtení úlohy do oblasti je obvykle část oblasti nevyužitá
  - Snaha umístit úlohu do nejmenší oblasti, do které se vejde



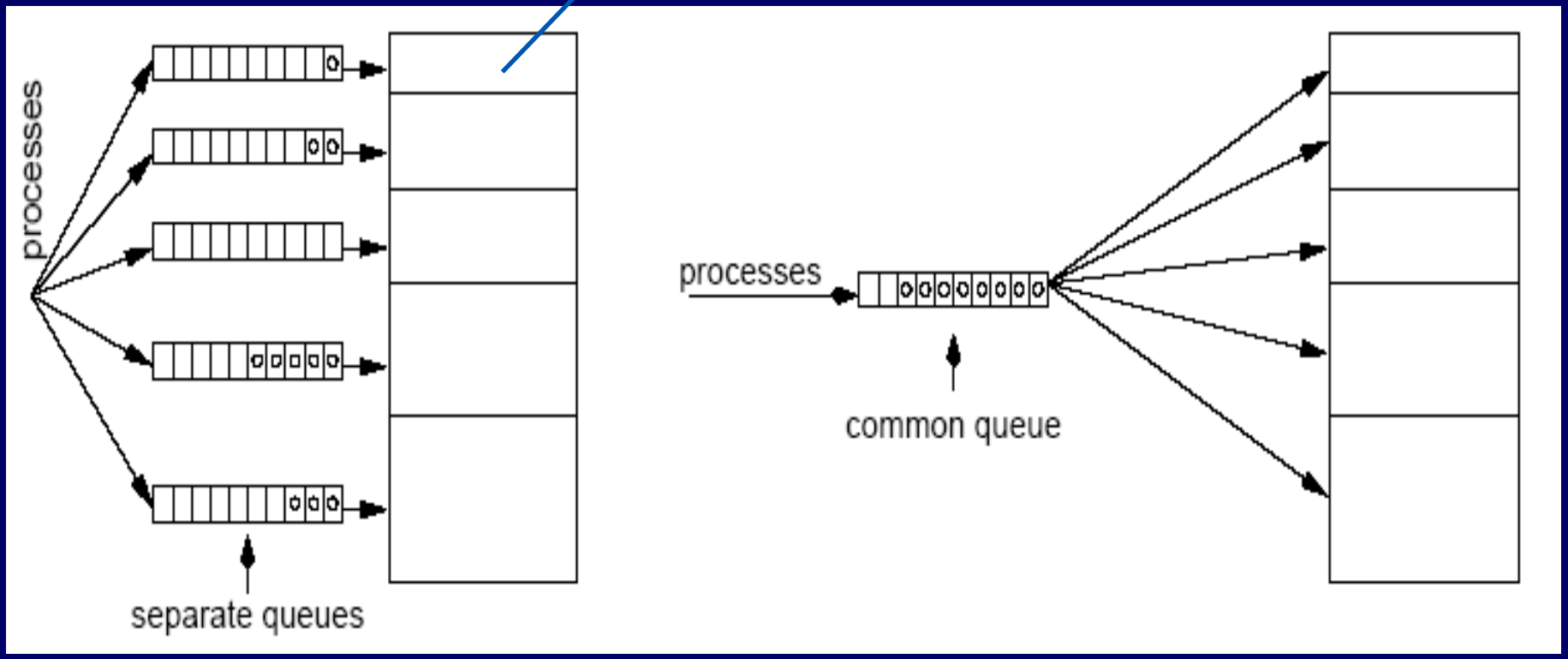
Pevné rozdělení sekcí

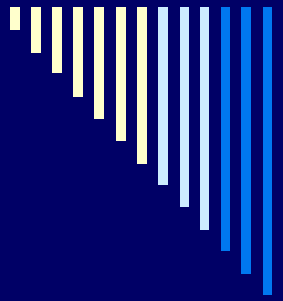
Několik strategií:

1. Více front, každá úloha do nejmenší oblasti, kam se vejde
2. Jedna fronta – po uvolnění oblasti z fronty vybrat největší úlohu, která se vejde

Pevné rozdělení sekcí

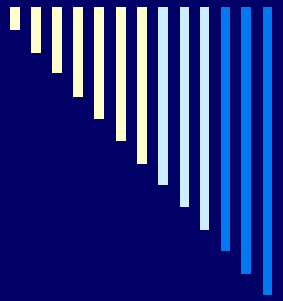
Sekce mají různé velikosti





Pevné rozdělení sekcí - vlastnosti

- Strategie 1.
  - Může se stát, že existuje neprázdná oblast, která se nevyužije, protože úlohy čekají na jiné oblasti
- Strategie 2.
  - Diskriminuje malé úlohy (vybíráme největší co se vejde) x malým bychom měli obvykle poskytnout nejlepší službu
  - Řešení – mít vždy malou oblast, kde poběží malé úlohy
  - Řešení – s každou úlohou ve frontě sdružit „čítač přeskočení“, bude zvětšen při každém přeskočení úlohy; po dosažení mezní hodnoty už nesmí být úloha přeskočena



Pevné rozdělení sekcí - poznámky

- Používal např. systém OS/360 (Multiprogramming with Fixed Number of Tasks)

- Multiprogramování zvyšuje využití CPU
- Proces – část času p tráví čekáním na dokončení I/O
- N procesů – pst, že **všechny** čekají na I/O je: p^n
- Využití CPU je u = 1 – p^n

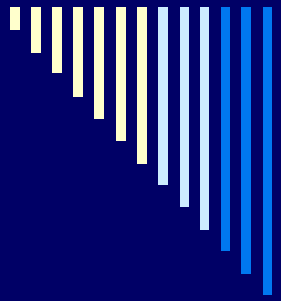
Poznámky

- Využití CPU je u = 1 – p^n
- Pokud proces tráví 80% času čekáním, p = 0.8
- n = 1 … u = 0.2 (20% času CPU využito)
- n = 2 … u = 0.36 (36%)
- n = 3 … u = 0.488 (49%)
- n = 4 … u = 0.5904 (59%)

- n je tzv. stupeň multiprogramování
- Zjednodušení, předpokládá nezávislost procesů, což při jednom CPU není pravda

Poznámky

- Při multiprogramování – všechny procesy je nutné mít alespoň částečně zavedeny v paměti, jinak neefektivní
- Odhad velikosti paměti
- Fiktivní PC 32MB RAM, OS 16MB, uživ. programy po 4MB
  - Max. 4 programy v paměti
- Čekání na I/O 80% času, využití CPU u=1 -0.8^4 = 0.5904
- Přidáme 16MB RAM, stupeň multiprogramování n bude 8
  - Využití CPU u=1 -0.8^8 = 0.83222784
- Přidání dalších 16MB – 12 procesů, u = 0.9313
- První přidání zvýší průchodnost 1.4x (o 40%)
  další přidání 1.12x (o 12%) – druhé přidání se tolik nevyplatí



Multiprogramování s proměnnou velikostí oblasti

- Úloze je přidělena pamět dle požadavku
- V čase se mění
  - Počet oblastí
  - Velikost oblastí
  - Umístění oblastí
- Zlepšuje využiti paměti
- Komplikovanější alokace / dealokace

Př.: IBM OS/360

batch processing operating system

1964

zdroj obrázku:
http://www.maximumpc.com/article/features/ibm_os360_windows_31_software_changed_computing_forever

IBM OS/360

- Single Sequential Scheduler (SSS)
  - Option 1
  - Primary Control Program (PCP)
- Multiple Sequential Schedulers (MSS)
  - Option 2
  - Multiprogramming with a Fixed number of Tasks (MFT)
  - MFT 2
- Multiple Priority Schedulers (MPS)
  - Option 4
  - VMS[NB 1]
  - Multiprogramming with a Variable number of Tasks (MVT)
  - Model 65 Multiprocessing (M65MP)

zdroj: http://www.escapistmagazine.com/forums/read/18.856900-Esoteric-Operating-Systems-The-History-of-OS-360-and-its-successors

zdroj: http://en.wikipedia.org/wiki/OS/360_and_successors

Problém mnoha volných oblastí

- Může vzniknout mnoho volných oblastí (děr)
  - Paměť se „rozdrobí“
- Kompaktace paměti (compaction)
  - Přesunout procesy směrem dolů
  - Drahá operace (1B .. 10ns, 256MB .. 2.7s)
  - Neprovádí se bez speciálního hw

Volná vs. alokovaná paměť

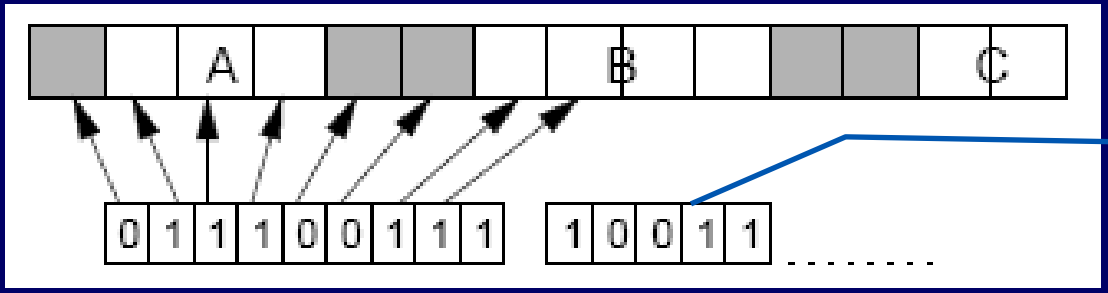
Pro zajištění správy paměti se používají:

1. bitové mapy
2. seznamy
   - first fit, best fit, next fit, …
3. buddy systems

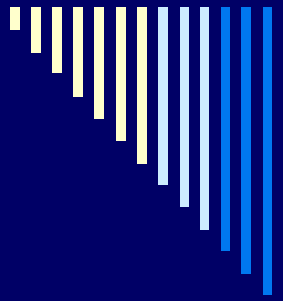
U každého bloku paměti potřebujeme rozhodnout, zda je volný nebo někomu přidělený

Správa pomocí bitových map

- Paměť rozdělíme na alokační jednotky stejné délky (B až KB)
- S každou jednotkou 1bit (volno x obsazeno)



Menší alokační jednotky – větší bitmapa
Větší jednotky – více nevyužité paměti
Alokační jednotka 4 byty (32bitů):
na každých 32bitů paměti potřebujeme 1bit signalizační
tedy .. 1/33 paměti

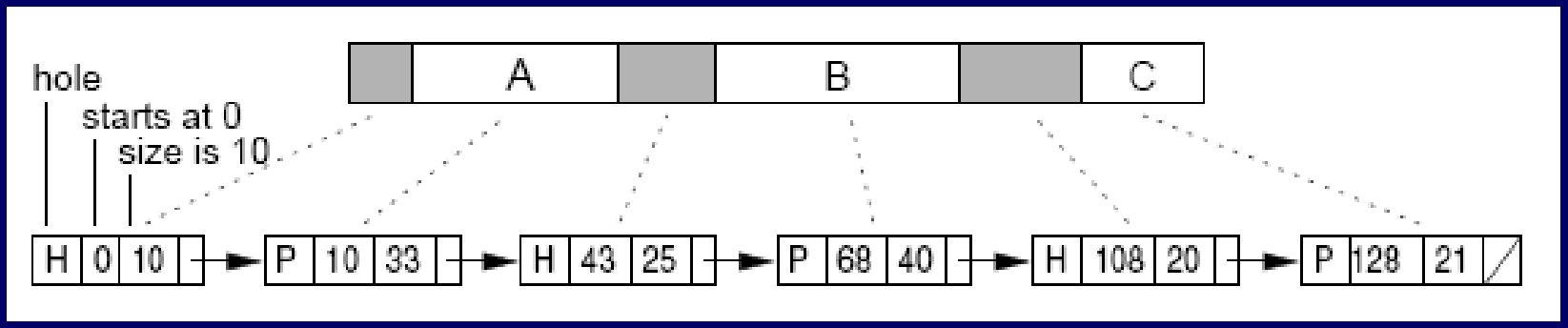


Bitové mapy

- \+ konstantní velikost bitové mapy
- \- najít požadovaný úsek *N* volných jednotek
  - Náročné, příliš často se nepoužívá pro tento účel

Správa pomocí seznamů

- Seznam alokovaných a volných oblastí (procesů, děr)
- Položka seznamu:
  - Info o typu – proces nebo díra (P vs. H)
  - Počáteční adresa oblasti
  - Délka oblasti



Práce se seznamem

- Proces skončí – P se nahradí H (dírou)
- Dvě H vedle sebe – sloučí se

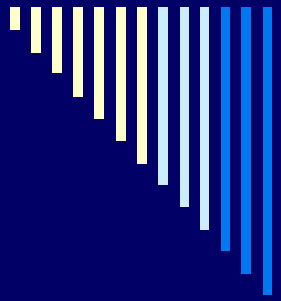
Seznam seřazený podle počáteční adresy oblasti

Může být obousměrně vázaný seznam
– snadno k předchozí položce

Jak prohledávat seznam, když proces potřebuje alokovat paměť?

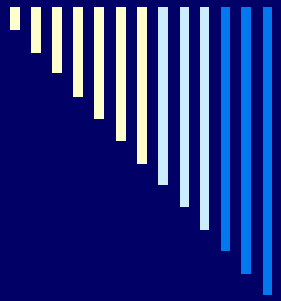
Alokace – first fit, next fit

- First Fit (první vhodná)
  - Prohledávání, dokud se nenajde dostatečně velká díra
  - Díra se rozdělí na část pro proces a nepoužitou oblast (většinou „nesedne“ přesně)
  - Rychlý, prohledává co nejméně
- Next Fit (další vhodná)
  - Prohledávání začne tam, kde skončilo předchozí
  - O málo horší než *first fit*



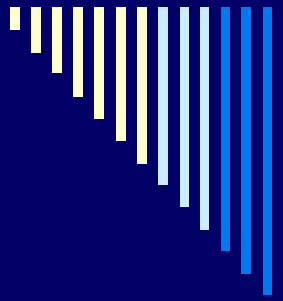
Alokace best fit

- Best fit (nejmenší/nejlepší vhodná)
  - Prohlédne celý seznam, vezme nejmenší díru, do které se proces vejde
  - Pomalejší – prochází celý seznam
  - Více ztracené paměti než FF,NF – zaplňuje paměť malými nepoužitelnými dírami
- Worst fit (největší díra) – není vhodné
  - nepoužívá se



Urychlení

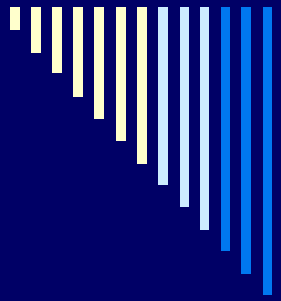
- Oddělené seznamy pro proces a díry
  - Složitější a pomalejší dealokace
  - Vyplatí se při rychlé alokaci paměti pro data z I/O zařízení
  - *Alokace* – jen seznam děr
  - *Dealkoace* – složitější – přesun mezi seznamy, z děr do procesů
- Oddělené seznamy, seznam děr dle velikosti
  - Optimalizace best fitu
  - První vhodná – je i nejmenší vhodná, rychlost First fitu
  - Režie na dealokaci – sousední fyzické díry nemusí být sousední v seznamu



Další varianty – Quick Fit

Quick Fit

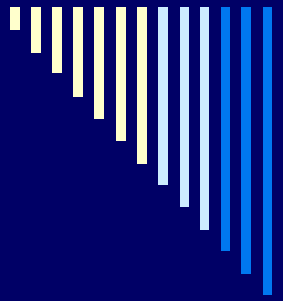
- Samostatné seznamy děr nejčastěji požadovaných délek
- Díry velikosti 4KB, 8KB,…
- Ostatní velikosti v samostatném seznamu
- Alokace – rychlá
- Dealokace – obtížné sdružování sousedů



Šetření paměti

- Místo samostatného seznamu děr lze využít díry
- Obsah díry
  - 1. slovo – velikost díry
  - 2. slovo – ukazatel na další díru

Např. alokátor paměti pro proces v jazyce C pod Unixem používá strategii next fit



KVIZ

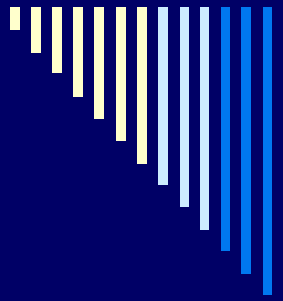
Jaký je vzájemný poměr počtu děr a procesů?

Předpokládejme, že pro daný proces alokujeme paměť jednorázově (v celku)

Asymetrie mezi procesy a dírami

- Dvě sousední díry (H) se sloučí
- Dva procesy (P) se nesloučí

Při normálním běhu je počet děr poloviční oproti počtu procesů



Opakování

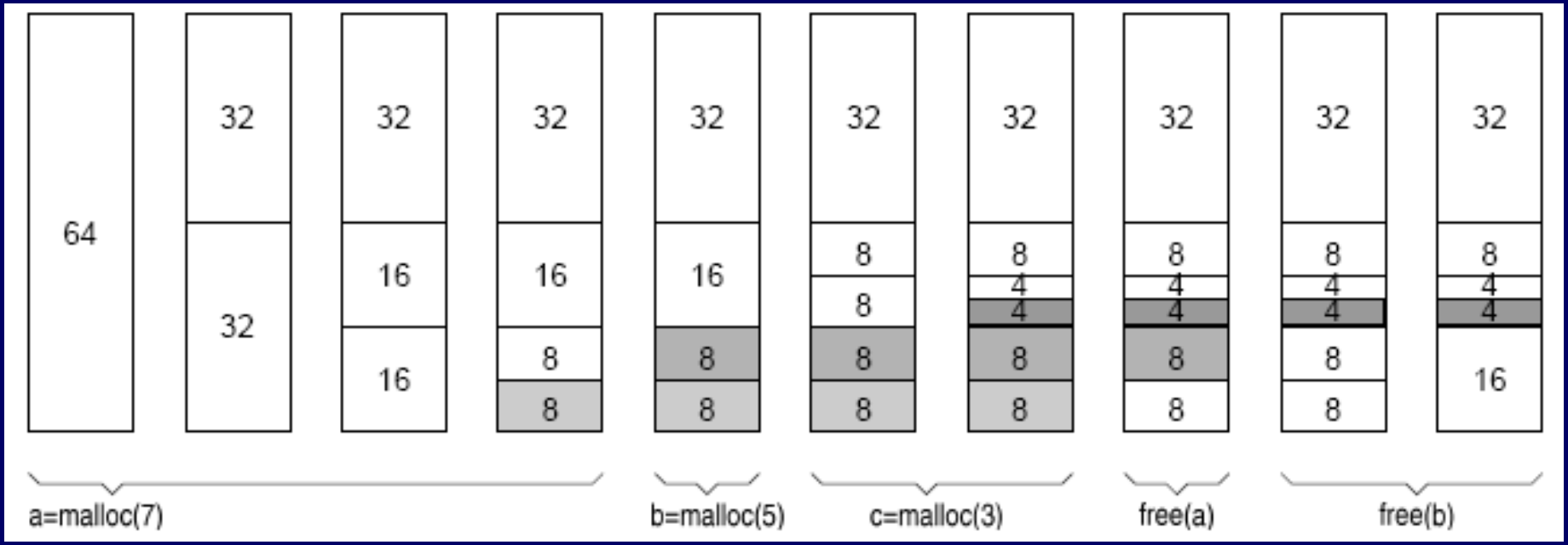
Správa paměti:

1. Bitové mapy
2. Seznamy (first fit, …)
3. Buddy systems

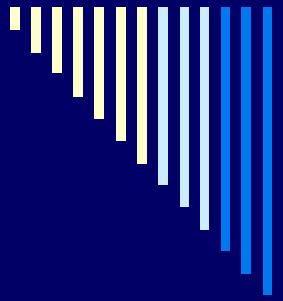
Buddy systems

- Seznamy volných bloků 1, 2, 4, 8, 16 … alokačních jednotek až po velikost celé paměti
- Nejprve seznamy prázdné vyjma 1 položky v seznamu o velikosti paměti
- Př.: Alokační jednotka 1KB, paměť velikosti 64KB
- Seznamy 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 (7 seznamů)
- Požadavek se zaokrouhlí na mocninu dvou nahoru
  - např. požadavek 7KB na 8KB
- Blok 64KB se rozdělí na 2 bloky 32KB (buddies) a dělíme dále…

Buddy system



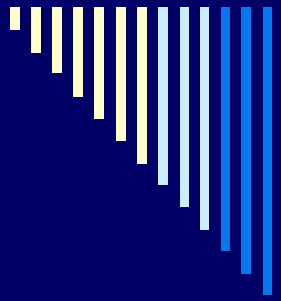
Nejmenší dostatečně velký blok se rozdělí
Dva volné sousední bloky stejné velikosti (buddies) – spojí se do většího bloku



Buddy system

Neefektivní (plýtvání místem) x rychlý

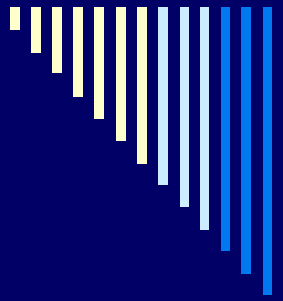
- Chci 9KB, dostanu 16KB
- Alokace paměti – vyhledání v seznamu dostatečně velkých děr
- Slučování – vyhledání buddy



Použití algoritmů

U řady algoritmů můžeme pozorovat, že se nepoužívají ke svému „původnímu účelu“, tj. ke správě hlavní paměti, ale používají se pro řešení dílčích úkolů.

Např. runtimová knihovna požádá OS o přidělení stránky paměti, a získanou oblast dále přiděluje procesu, když si o ní zažádá funkcí malloc() – a zde se uplatní další strategie správy paměti



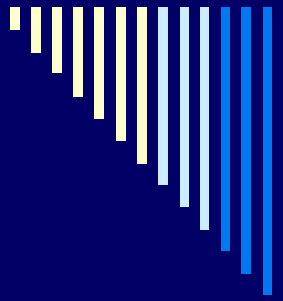
Použití algoritmů

- Přidělení paměti procesům
  – dnes mechanismy virtuální paměti
- Další oblasti použití
  – přidělování paměti uvnitř jádra nebo uvnitř procesu

Buddy system

Jádro Linuxu běží ve fyzické paměti, pro správu paměti jádra používá buddy system

viz: *cat /proc/buddyinfo*



Použití algoritmů

Použití first fit, next fit:

Fce malloc v jazyce C
- žádá OS o větší blok paměti a získanou paměť pak aplikaci přiděluje algoritmem first fit či next fit

Správa odkládacího prostoru -
- Linux spravuje odkládací prostor pomocí bitové mapy algoritmem next fit