Operativsystem

Skedulering och deadlocks

(2.5 , 3 i boken)

Skedulering

- Väljer bland de exekverbara processerna (status redo) och allokerar CPU till denna process
- Skedulering sker
  1. När en process skapas (skall föräldern eller avkomlingen köras först)
  2. När en process avslutas (en ny process måste nu väljas)
  3. När en process blockeras (I/O, semafor, annan orsak)
  4. Vid ett avbrott (sannolikt blir någon process redo att köras. Notera klock-avbrottet!)

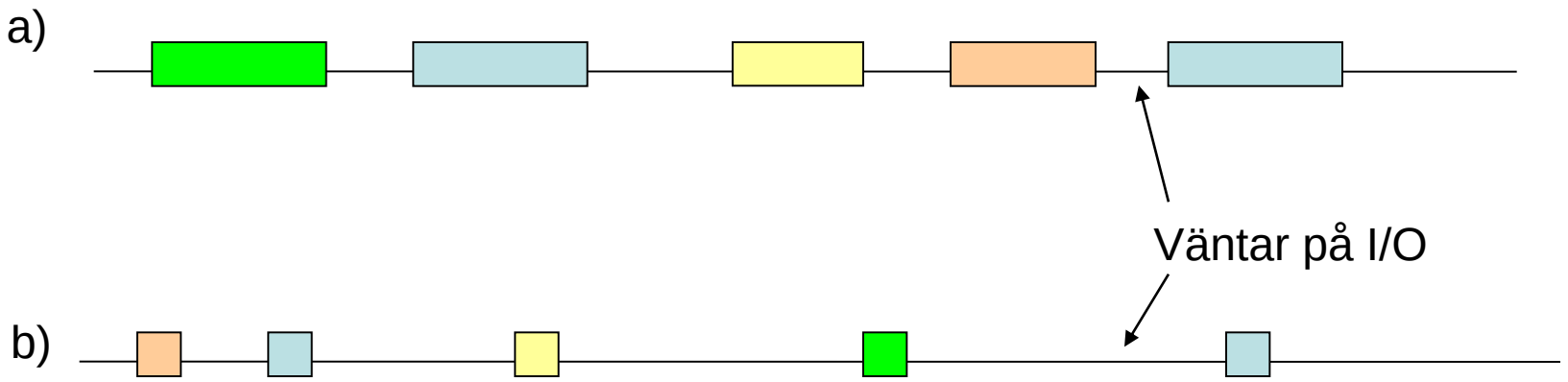
När behövs skedulering?

- Persondatorer
  - Kontorsanvändning - Skeduleringen spelar inte någon större roll, en användare märker knappast i vilken ordning processer blir utförda
  - Multimedia – dålig skedulering leder till ”tröghet” i systemet
- Server
  - Bra skedulering kan vara mycket relevant
- Realtidssystem
  - Skedulering kan vara det som avgör om systemet överhuvudtaget är användbart

Preemptive vs. nonpreemptive

- Non-preemptive skedulering (eller 'co-operative')
  - En process exekveras tills
    - Den blockeras, t.ex. väntar på I/O
    - Den frivilligt överlåter CPU:n
    - Klock-avbrottet förorskar EJ omskedulering
  - Exempel: MS-DOS-baserade (Win3.11, Win95/98/Millenium; fast där ej processer i egentlig mening)
- Preemptive skedulering
  - En process kan endast exekvera en fixerad maxtid åt gången
    - Om processen fortfarane exekveras vid slutet av sin tidskvanta, väljer skeduleraren en annan process
    - “Normala” OS: WinNT baserade / Linux

Karakteristika för process



a: Beräkningsintensiv
b: I/O-intensiv

Val av tidskvantum

Bra responstid

Många kontextbyten

Lättare att hålla deadlines

Kort väntetid

Dålig responstid

Få kontextbyten

Svårt att hålla deadlines

Lång väntetid

Nyttjandegrad = 1 – (tid för kontextbyte / tidskvantum)

Skeduleringskriteria

- Utnyttjandegrad för CPU – CPU:n skall hållas i arbete
- Genomströming – antal processer som blir färdiga per tidsenhet
- Väntetid – den tid en process blir väntande i status redo
- Responstid – tid mellan det att en ”förfrågan” görs tills det att det första ”svaret” skapas
- Deadlines – då något senast måste utföras

Skeduleringskriteria

- Generellt
  - Rättvisa, policy, balans
- Batch-system
  - Genomströmning, turnaround, CPU utnyttjandegrad
- Interaktiva system
  - Responstid, proportionalitet
- Realtidssystem
  - Deadlines, förutsägbarhet

Skeduleringsalgoritmer

- Batch
  - "Först till kvarnen får mala" (First come first served)
  - Kortaste jobbet först

$$\min \sum_j t_j^e$$

Dvs minimerar summan av tider då jobben är färdiga t^e_j

  - Kortast återstående till näst
    - Men: Hur veta vilket som är det kortaste återstående

Skeduleringsalgoritmer (2)

- Interaktiva
  - –Round-robin – alla processer exekveras i tur och ordning
  - –Priority – processer med högre prioritet kör först
  - –Multiple queues – låter beräkningsintesiva processer efterhand få längre kvanta (men mer sällan)
  - –Shortest process next – likt i batchskedulering
  - –Guaranteed scheduling – varje användare garanteras en andel av CPU-tiden
  - –Lottery scheduling – nästa process väljs randomiserat

Skeduleringsalgoritmer (3)

- Realtid
  - Skedulerbarhet

    N händelser, händelse *i* förekommer med perioden P_i och behöver C_i tidsenheter. Systemet är skedulerbart om

$$\sum_{i=1}^{N} \frac{C_i}{P_i} \leq 1$$

  - Hard real time – deadines måste till varje pris hållas (t.ex. krockkudde i bil)
  - Soft real time – det är tolererbart att nu och då missa en deadline (t.ex. en mjukvaruvideospelare)

Exempel: Skedulering i Linux version 2.4

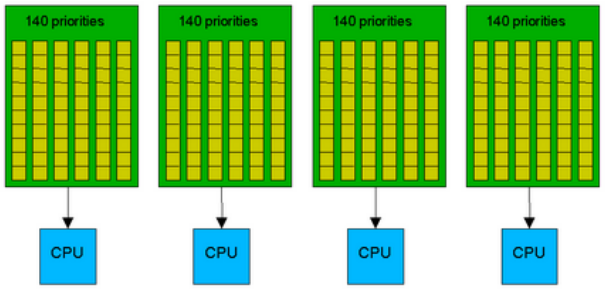
- CPU-tiden indelas i epoker
- Varje process har ett tidskvantum som för varje process beräknas i början av epoken
  - Om en process använder sitt tidskvantum, kan denna process inte längre skeduleras i denna epok
- En epok avslutas då alla processer i tillståndet *redo* har använt sitt kvantum
  - Nästa tidskvantum för varje process omräknas nu enligt

    ```
    quantum = (quantum >> 1) + (20 – nice) / 4 +1:
    ```

    ```
    nice = -20(högsta)  - +19 (lägsta)
    ```
  - Om en process har konsumerat sitt tidskvantum, ges processen ett nytt kvantum som motsvarar dess *nice* värde
- OBS: En tråd är en lätt process, dvs. skeduleras som en process

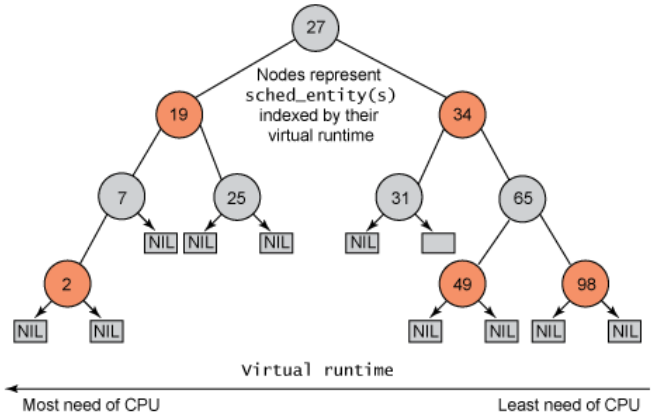
Skedulering i Linux (2)

- I Linux 2.6 infördes ny skedulering:
  - Målsättning: en O(1) skedulerare
    - Implementerad via prioritetsköer
- Bättre responstider (bättre byggda möjligheter att avbryta pågående exekveringsstigar)
- Realtidsegenskaperna väsentligt förbättrade

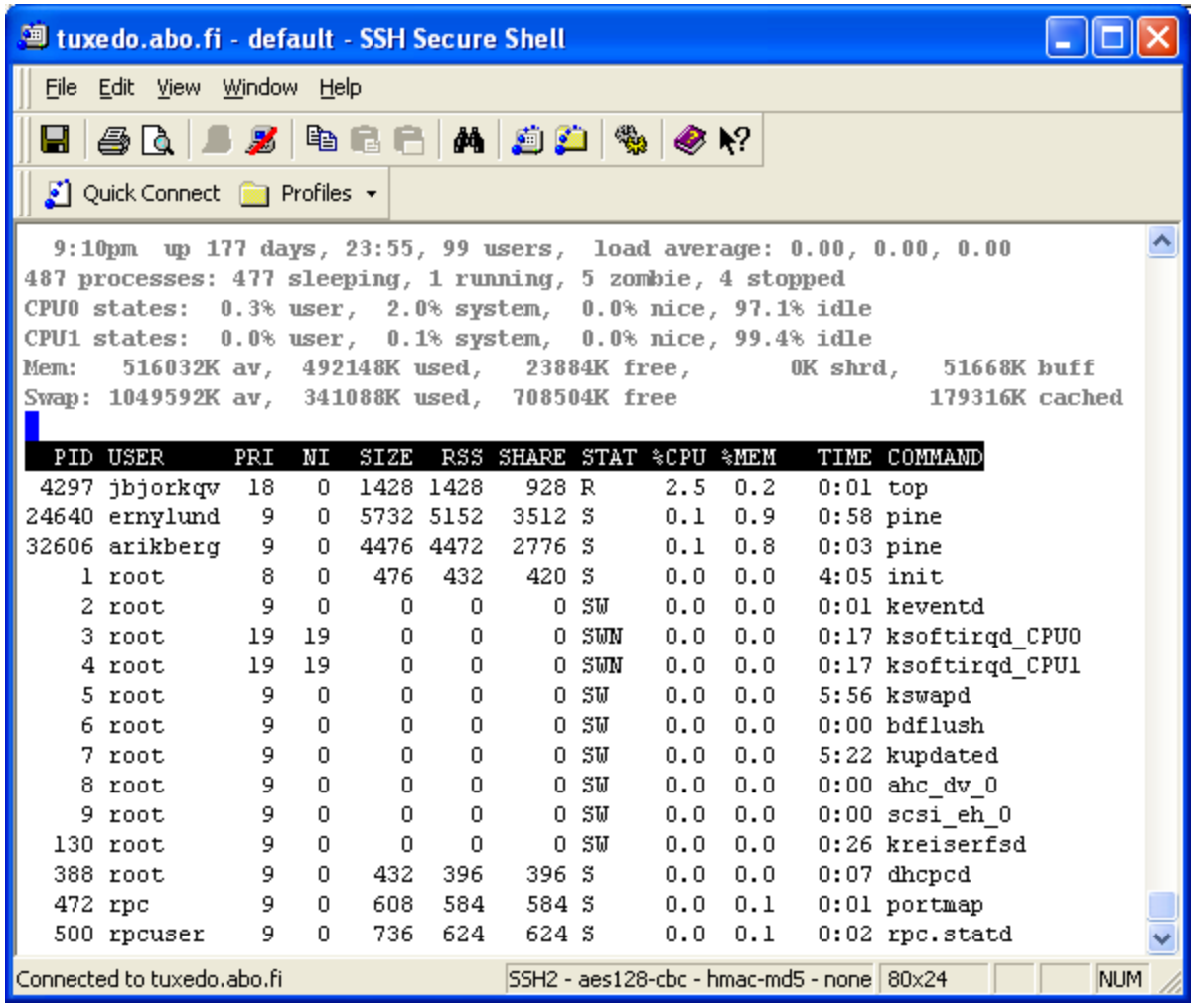


Skeduling i Linux (3)

- För tilläfället (sedan version 2.6.23) används skeduleraren CFS (Completely Fair Scheduler)
- Baserar sig på ”red-black tree”
  - Självorganiserat balanserat träd



Processlista - Linux



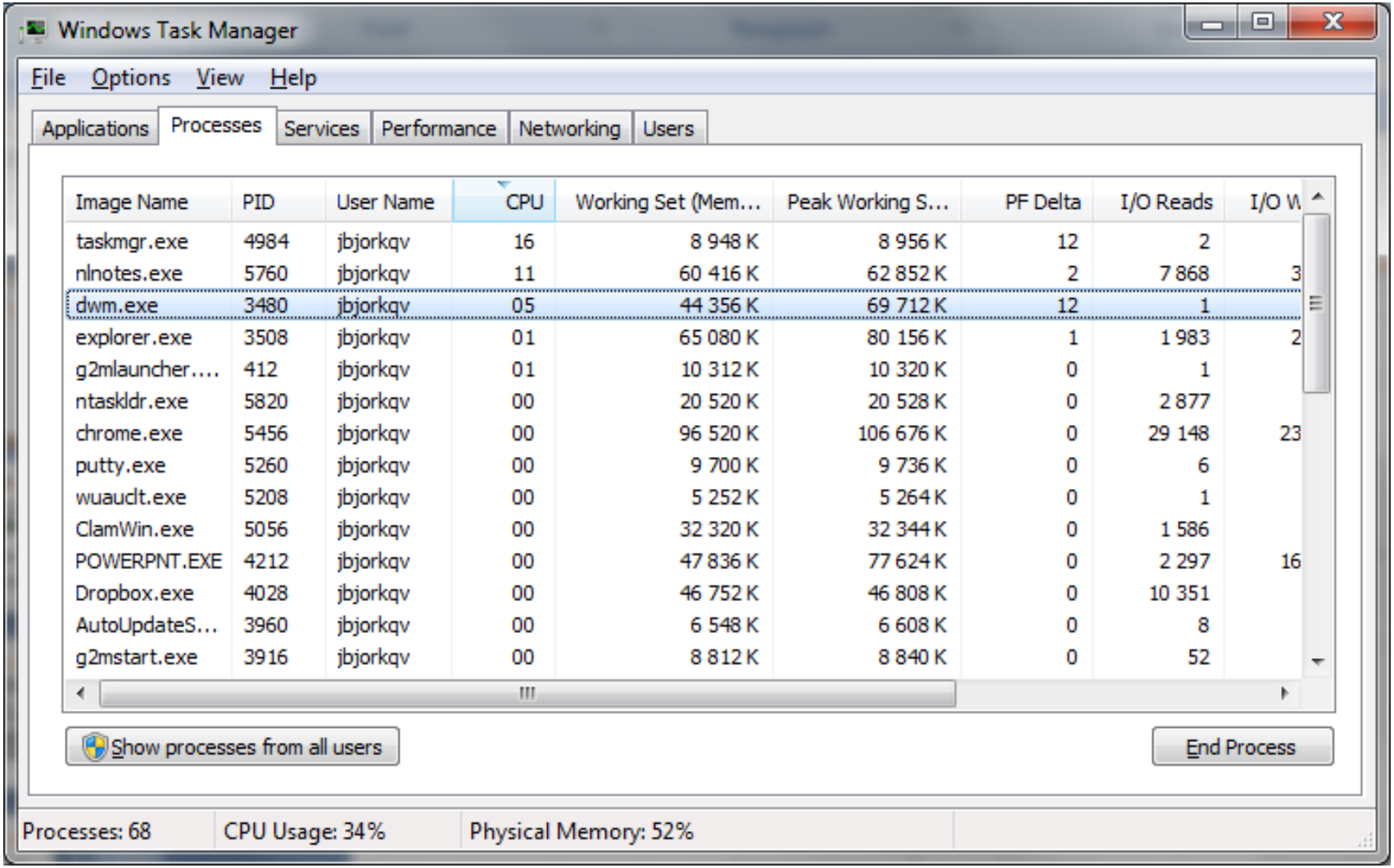
Skedulering WinNT

- Skedulering sker alltid per tråd-basis
- Varje tråd associeras med en grundprioritet i intervallet 1-31, där 1-15 (dynamisk prioritet) är för vanliga trådar
- Varje process tilldelas en nuvarande prioritet, som kan vara högre än grundprioritet
  - höjs t.ex. efter en I/O operation
  - då en tråd har väntat på ett synkroniseringobject
- Trådarna placeras enligt nuvarande prioritet i prioritetsköer: trådar med högsta prioritet får exekvera

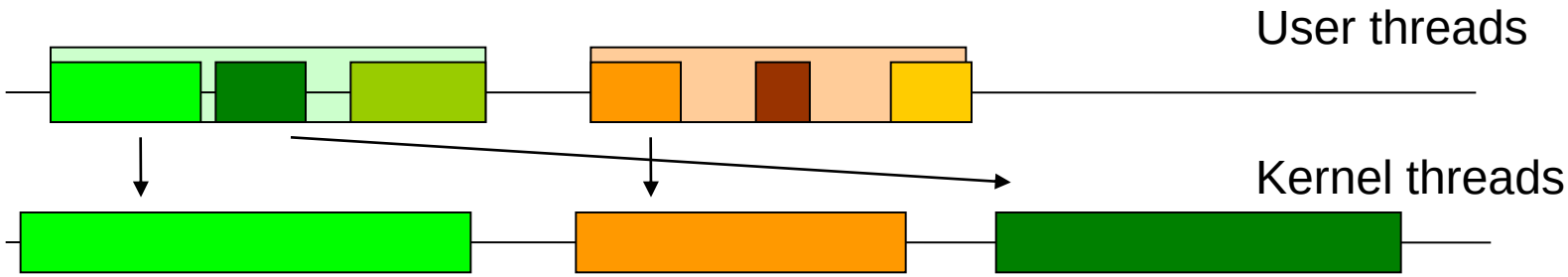
Prioriteter i Win2000

	real-time	high	above normal	normal	below normal	idle priority
time-critical	31	15	15	15	15	15
highest	26	15	12	10	8	6
above normal	25	14	11	9	7	5
normal	24	13	10	8	6	4
below normal	23	12	9	7	5	3
lowest	22	11	8	6	4	2
idle	16	1	1	1	1	1

Processlista – Win7



Skedulering av trådar



- User threads
  - Trådar skeduleras inom själva processen
- Kernel threads
  - Tråden ses som det skedulerbara objektet

Låsning

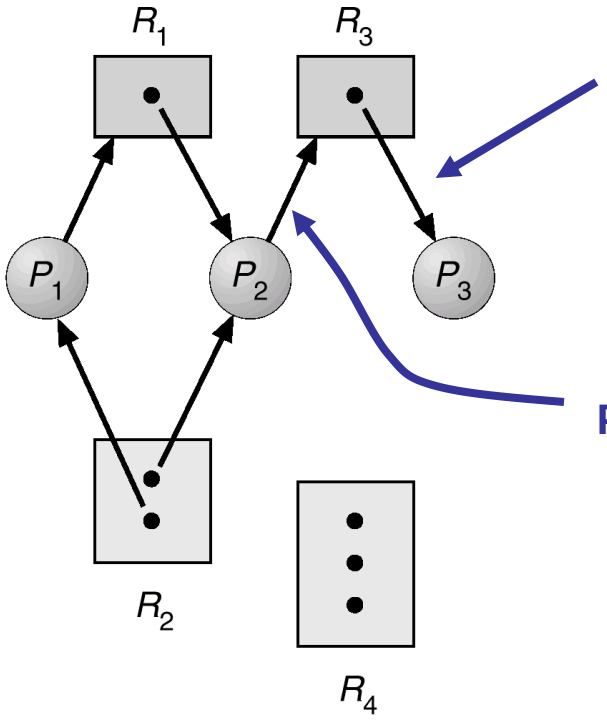
- Definition: *En mängd processer är låsta om varje process i mängden väntar på en händelse som endast en annan process i mängden kan generera*
- Ex. gatukorsning med bilar från fyra håll: samtliga bilar väntar på att bilen från höger skall köra först
  - typiska ”skolexempel”: Två processer: bägge behöver både printer och CD-rom samtidigt. Vid ett tillfälle har den ena processen allokerat printern, den andra CD-rommen. Bägge väntar på den resurs den andra processen har allokerat.

Villkor för låsning

1. Ömsesidig uteslutning (Mutal exclusion)
   - Endast en process åt gången kan accessera en resurs
2. Hold and wait
   - En process behåller resurser allokerade medan den väntar på andra resurser
3. Ingen preemption (No preemtion)
   - Resurser kan endast frigöras frivilligt av den process om allokerat dem
4. Cirkulärt väntande (Circular wait condition)
   - Dessutom måste ett speciellt tillstånd vara gällande: Det måste finnas ett cirkulärt väntande på resurser

Identifiering

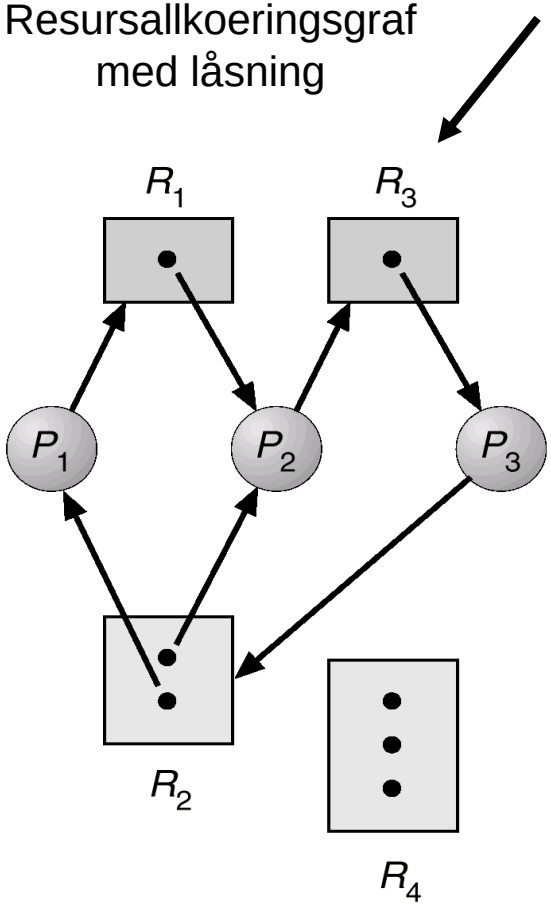
Resursallokeringsgraf



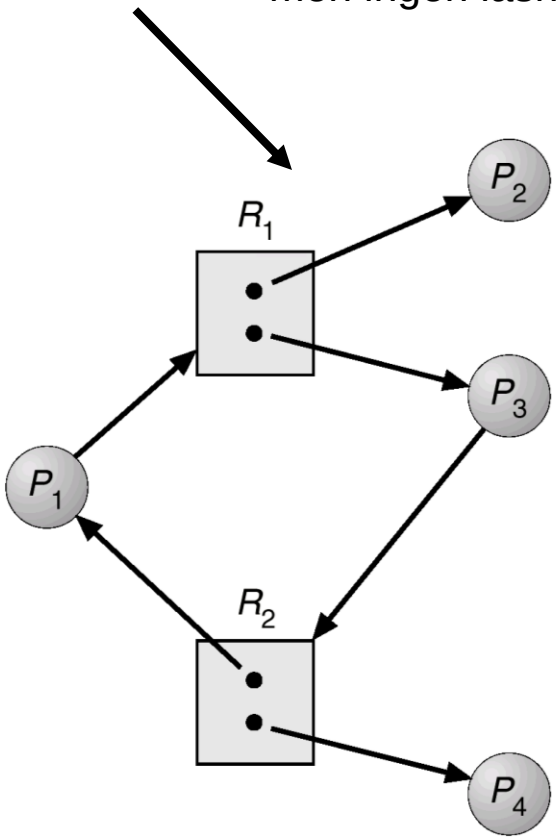
En cirkel i en resursallokeringsgraf innebär en låst situation om det endast finns en resurs av varje typ

Identifiering (2)

Resursallkoeringsgraf
med låsning



Resursallokeringsgraf,
men ingen låsning



Låsningar – hur bearbeta?

- Strunta i problemet – kanske aldrig blir relevant
- identifiering och reparation – identifiera situationen och åtgärda
- dynamiskt undvikande genom noggran resursallokering
- förhindra, genom att se till att de fyra villkoren inte uppfylls

Struts”algoritmen”

- Stick huvet i sanden och glöm problemet.
- De flesta OS tillämpar åtminstone ställvis - det finns delsystem som potentiellt kan låsa sig, men man antar att sannolikheten är mycket liten

Reparation

- Preemption
  - Ta resurs från process och ge till annan behövande progress
- Rollback
  - Gör det möjligt att gå tillbacka till kontrollpunkt tidigare i exekveringsstigen
- Avsluta process
  - Avsluta den process som håller en resurs

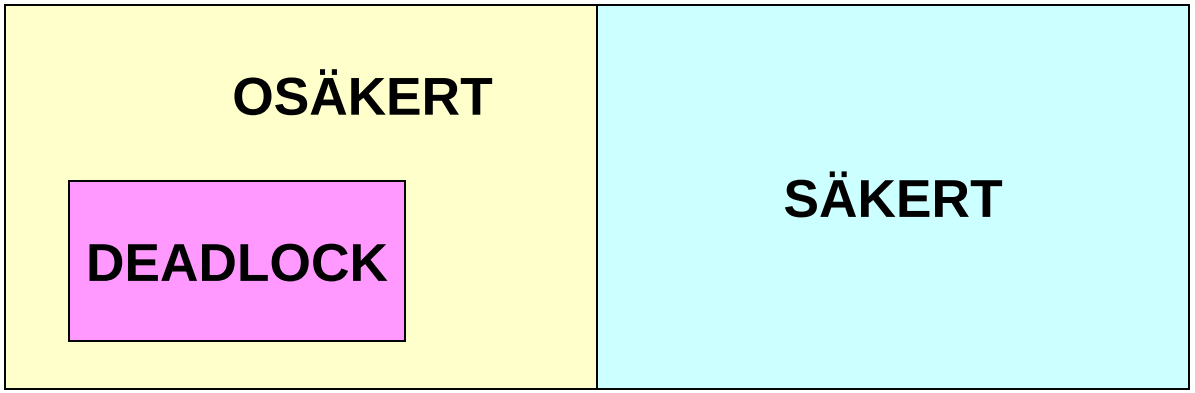
Förhindrande av låsning

- Se till att någon av de fyra villkoren tidigare INTE uppfylls
- Mutal exclusion
  - Man kan använda sig a köer istället (t.ex printerköer, disk-access-köer etc.)
- Hold and wait
  - T.ex. processer måste begära sina resurser från början, om ej lyckas, frigörs alla
- No preemption
  - Vanligen inte en så fungerande strategi
- Circular wait
  - Vanligen genom att resurser alltid måste begäras i en given ordningsföljd

Undvikande av låsning

- Säkra och osäkra tillstånd
  - Säkert tillstånd: Det finns minst ett sätt att fortsätta så att låsning ej uppstår
  - Osäkert tillstånd: Det finns inget säkert sätt att undvika låsning
  - Låsning: Det går inte att gå vidare

Undvikande av låsning



Med “tur” undviker man låsning

O.S. kan undvika låsning

Undvikande av låsning

Varje process har ett maximalt resursbehov (specificerat i början). Vi kan nu avgöra om tillståndet är säkert eller osäkert

Exempel:

Det finns totalt 12 resurser. För tillfället är allokeringar enligt följande

Process	Max behov	Allokerade	Behov
P0	10	5	5
P1	4	2	2
P2	9	2	7

I detta exempel <p1, p0, p2> är en fungarande sekvens

Vad händer om p2 allokerar ännu en resurs?

Hur låsning undviks i Linux

- Använder sig av ett mycket begränsat antal synkroniseringsobjekt (semaforer)
- Semaforer måste alltid begäras i en given ordning
  - semaforer begärs i stigande ordningsföljd