
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!)

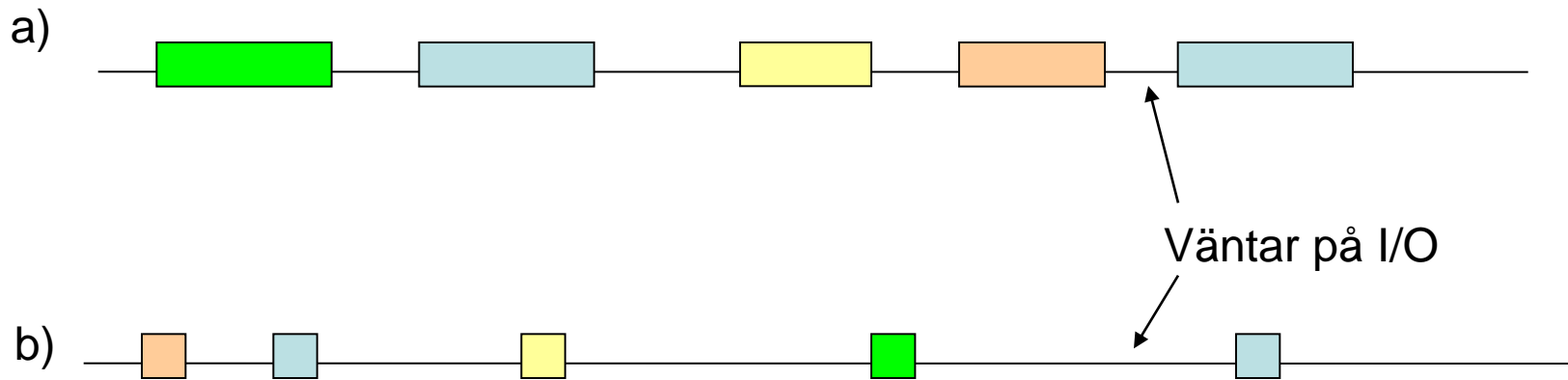
När behövs skedulering?

- 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/Millennium; fast där ej processer i egentlig mening)
- Preemptive skedulering
 - En process kan endast exekvera en fixerad maxtid åt gången
 - Om processen fortfarande 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



$$\text{Nyttjandegrad} = 1 - (\text{tid för kontextbyte} / \text{tidskvantum})$$

Skeduleringskriterier

- 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

Skeduleringskriterier

- 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_j^e

- 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 beräkningsintensiva 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

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

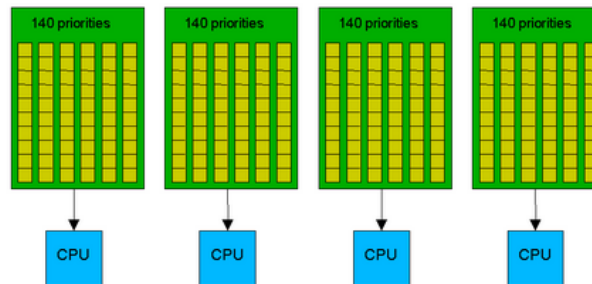
- Hard real time – deadlines måste till varje pris hållas (t.ex. krockkudde i bil)
 - Soft real time – det är tolererbart att nu och då missa en deadline (t.ex. en mjukvaruvideospelare)

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
$$\text{quantum} = (\text{quantum} \gg 1) + (20 - \text{nice}) / 4 + 1:$$
$$\text{nice} = -20 \text{ (högsta)} \quad - \quad +19 \text{ (lågsta)}$$
 - 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)

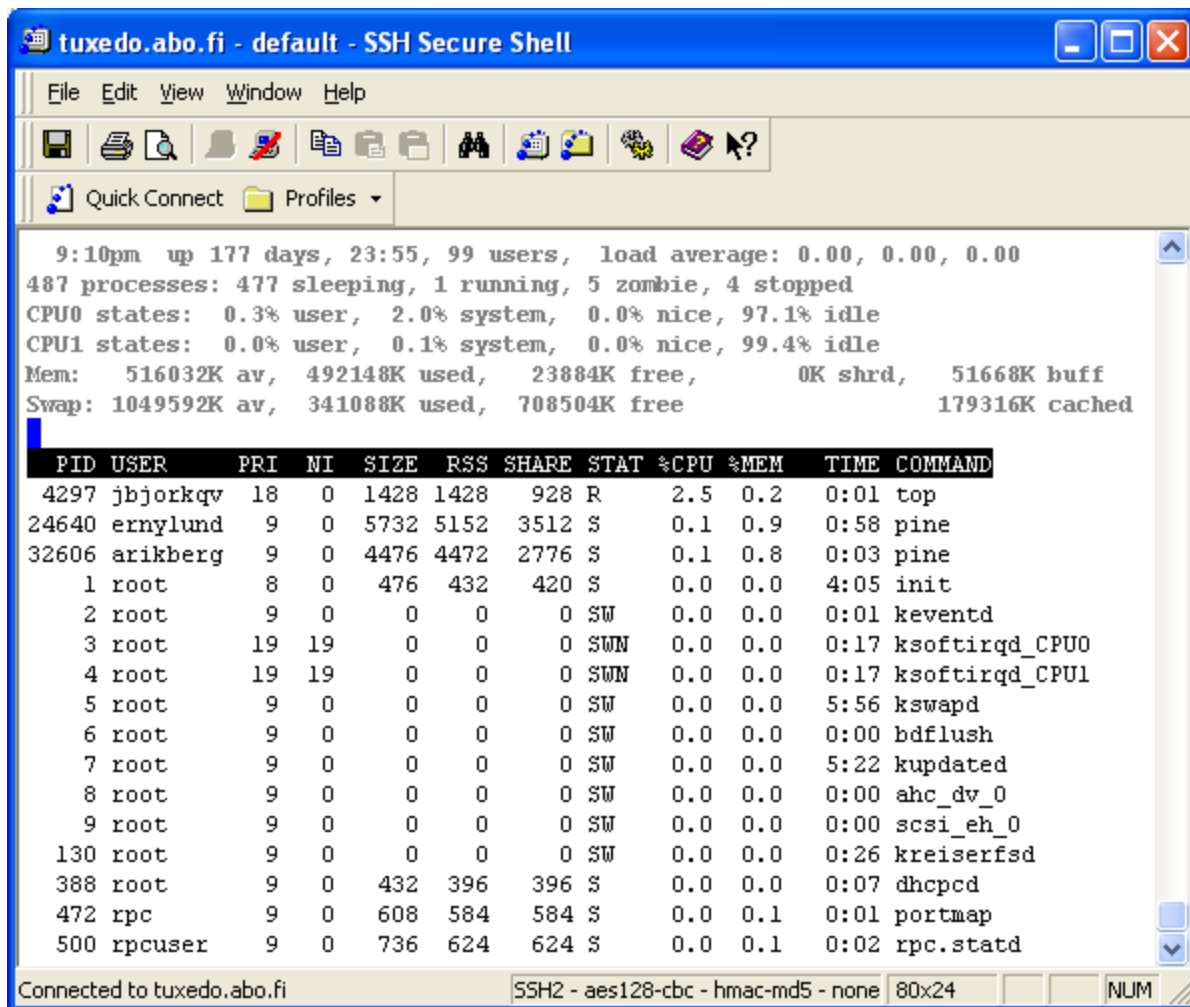
- I Linux 2.6 infördes ny skedulering:
 - Målsättning: en $O(1)$ skedulerare
 - Implementerad via prioritetssköer
- Bättre responstider (bättre byggda möjligheter att avbryta pågående exekveringsstigar)
- Realtidsegenskaperna väsentligt förbättrade



Skeduling i Linux (3)

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

Processlist - Linux



The screenshot shows a terminal window titled "tuxedo.abo.fi - default - SSH Secure Shell". The window contains system statistics and a process list. The statistics include system uptime, user count, load averages, process counts, CPU usage for CPU0 and CPU1, and memory/swap usage. The process list is a table with columns: PID, USER, PRI, NI, SIZE, RSS, SHARE, STAT, %CPU, %MEM, TIME, and COMMAND.

```
9:10pm up 177 days, 23:55, 99 users, load average: 0.00, 0.00, 0.00
487 processes: 477 sleeping, 1 running, 5 zombie, 4 stopped
CPU0 states: 0.3% user, 2.0% system, 0.0% nice, 97.1% idle
CPU1 states: 0.0% user, 0.1% system, 0.0% nice, 99.4% idle
Mem: 516032K av, 492148K used, 23884K free, 0K shrd, 51668K buff
Swap: 1049592K av, 341088K used, 708504K free 179316K cached
```

PID	USER	PRI	NI	SIZE	RSS	SHARE	STAT	%CPU	%MEM	TIME	COMMAND
4297	jbjorkqv	18	0	1428	1428	928	R	2.5	0.2	0:01	top
24640	ernylund	9	0	5732	5152	3512	S	0.1	0.9	0:58	pine
32606	arikberg	9	0	4476	4472	2776	S	0.1	0.8	0:03	pine
1	root	8	0	476	432	420	S	0.0	0.0	4:05	init
2	root	9	0	0	0	0	SW	0.0	0.0	0:01	keventd
3	root	19	19	0	0	0	SWN	0.0	0.0	0:17	ksoftirqd_CPU0
4	root	19	19	0	0	0	SWN	0.0	0.0	0:17	ksoftirqd_CPU1
5	root	9	0	0	0	0	SW	0.0	0.0	5:56	kswapd
6	root	9	0	0	0	0	SW	0.0	0.0	0:00	bdflood
7	root	9	0	0	0	0	SW	0.0	0.0	5:22	kupdated
8	root	9	0	0	0	0	SW	0.0	0.0	0:00	ahc_dv_0
9	root	9	0	0	0	0	SW	0.0	0.0	0:00	scsi_ah_0
130	root	9	0	0	0	0	SW	0.0	0.0	0:26	kreiserfsd
388	root	9	0	432	396	396	S	0.0	0.0	0:07	dhcpcd
472	rpc	9	0	608	584	584	S	0.0	0.1	0:01	portmap
500	rpcuser	9	0	736	624	624	S	0.0	0.1	0:02	rpc.statd

Connected to tuxedo.abo.fi SSH2 - aes128-cbc - hmac-md5 - none 80x24 NUM

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 synkroniseringsobject
- 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

Windows Task Manager

File Options View Help

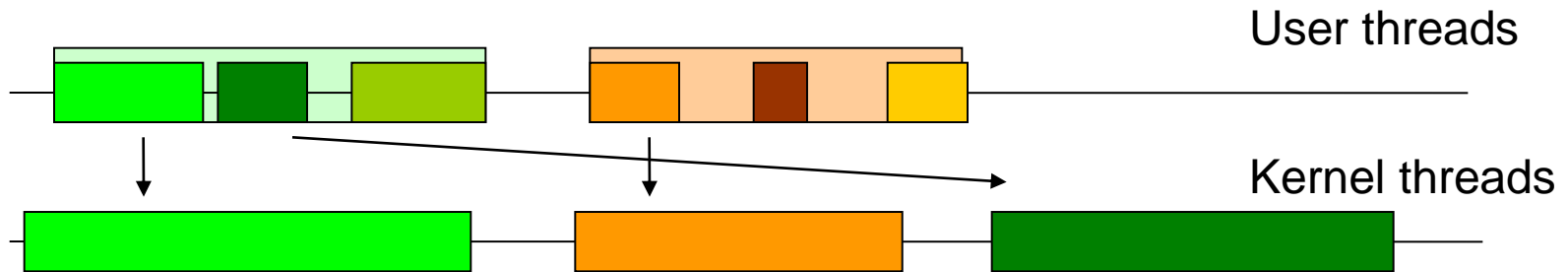
Applications Processes Services Performance Networking Users

Image Name	PID	User Name	CPU	Working Set (Mem...)	Peak Working S...	PF Delta	I/O Reads	I/O W
taskmgr.exe	4984	jbjorkqv	16	8 948 K	8 956 K	12	2	
nlnotes.exe	5760	jbjorkqv	11	60 416 K	62 852 K	2	7 868	3
dwm.exe	3480	jbjorkqv	05	44 356 K	69 712 K	12	1	
explorer.exe	3508	jbjorkqv	01	65 080 K	80 156 K	1	1 983	2
g2mlauncher....	412	jbjorkqv	01	10 312 K	10 320 K	0	1	
ntaskldr.exe	5820	jbjorkqv	00	20 520 K	20 528 K	0	2 877	
chrome.exe	5456	jbjorkqv	00	96 520 K	106 676 K	0	29 148	23
putty.exe	5260	jbjorkqv	00	9 700 K	9 736 K	0	6	
wuauclt.exe	5208	jbjorkqv	00	5 252 K	5 264 K	0	1	
ClamWin.exe	5056	jbjorkqv	00	32 320 K	32 344 K	0	1 586	
POWERPNT.EXE	4212	jbjorkqv	00	47 836 K	77 624 K	0	2 297	16
Dropbox.exe	4028	jbjorkqv	00	46 752 K	46 808 K	0	10 351	
AutoUpdateS...	3960	jbjorkqv	00	6 548 K	6 608 K	0	8	
g2mstart.exe	3916	jbjorkqv	00	8 812 K	8 840 K	0	52	

Show processes from all users End Process

Processes: 68 CPU Usage: 34% Physical Memory: 52%

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.

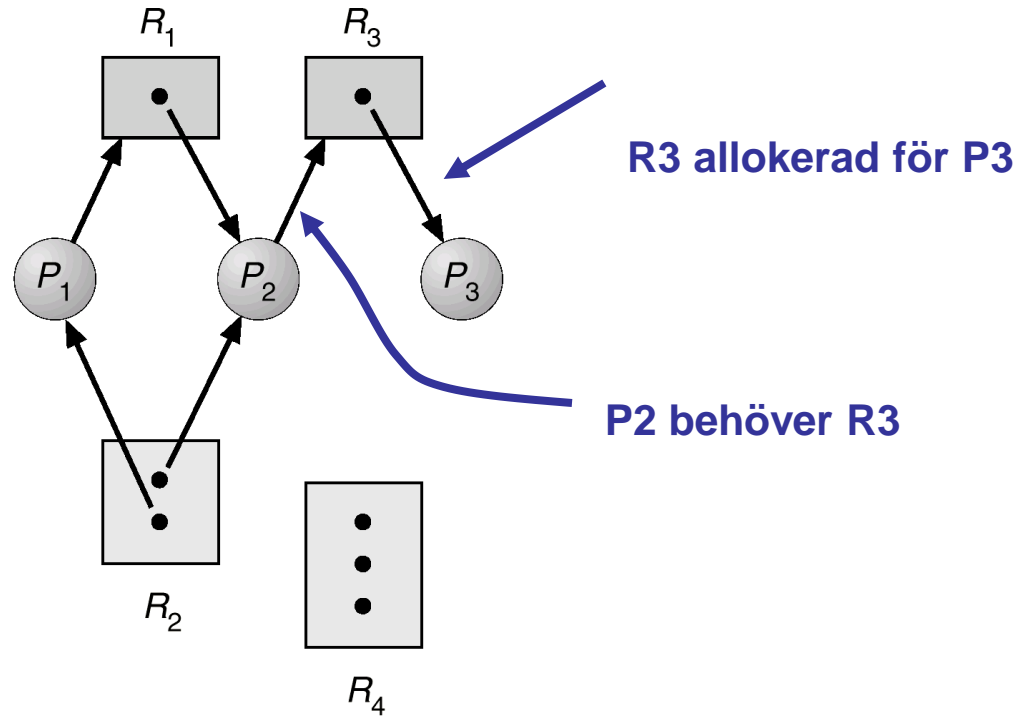
Villkor för låsning

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 preemption)
 - 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

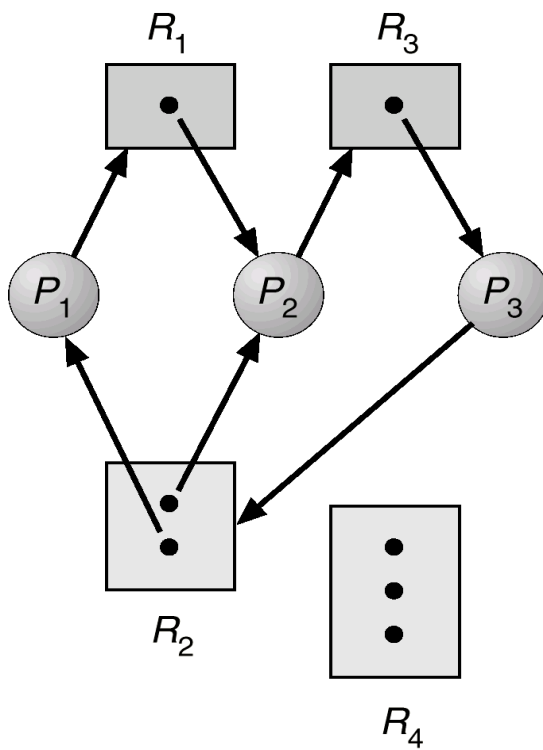
Resursallokeringsgraf

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

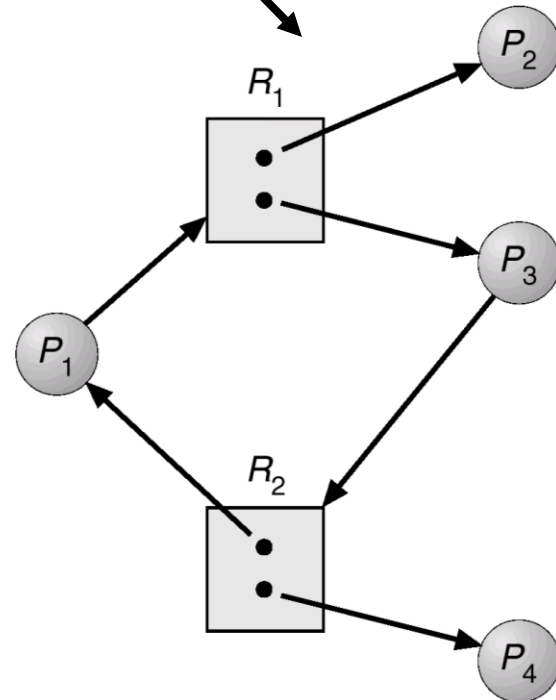


Identifisering (2)

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 tillbaka till kontrollpunkt tidigare i exekveringsstigen
- Avsluta process
 - Avsluta den process som håller en resurs

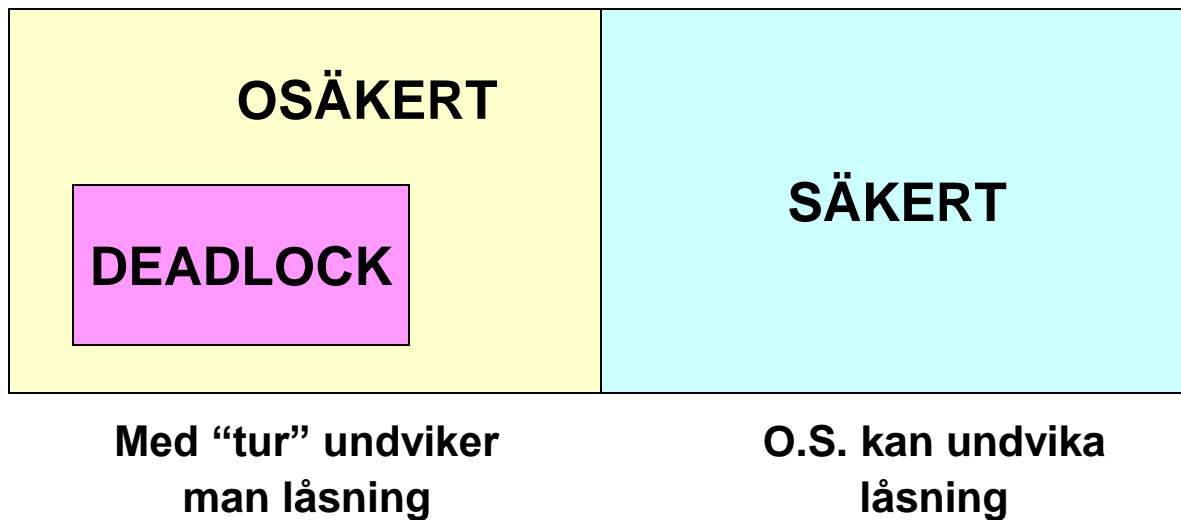
Förhindrande av låsning

- Se till att någon av de fyra villkoren tidigare INTE uppfylls
- Mutual 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



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 $\langle p1, p0, p2 \rangle$ är en fungerande 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