

An abstract graphic on the left side of the slide, featuring a stylized letter 'A' or a similar shape. It is composed of thick, curved lines in shades of orange and pink, set against a black background.

**Procesorsko
vrijeme**

Tipovi raspoređivanja

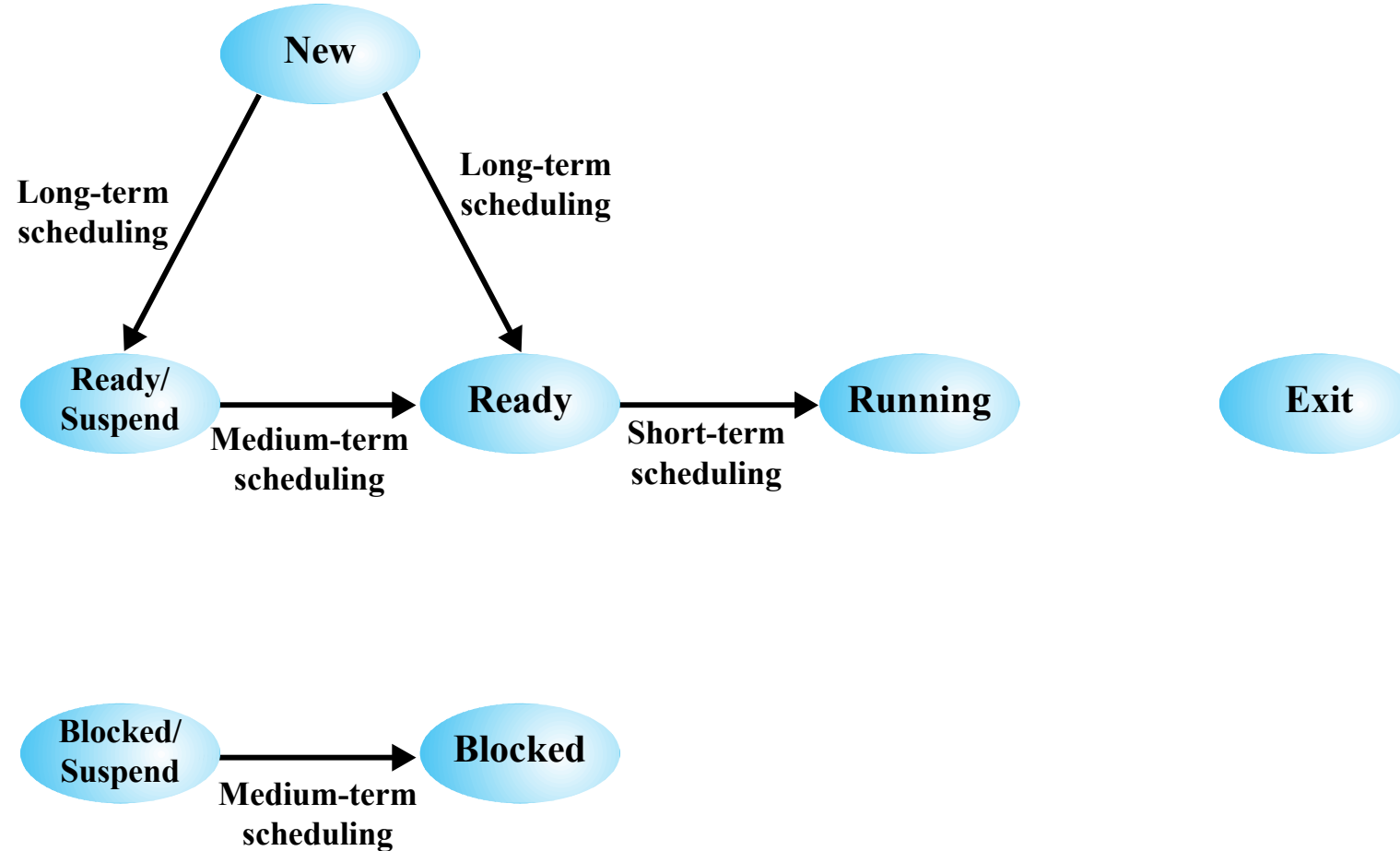
Dugoročno planiranje	Odluka o dodavanju skupu procesa koji će se izvršiti.
Srednjoročno planiranje	Odluka o dodavanju procesa koji su djelomično ili u potpunosti u glavnoj memoriji.
Kratkoročno planiranje	Odluka o tome koji će dostupni proces izvršiti procesor.
U/I raspoređivanje	Odlukom o tome koji je proces na čekanju za U/I zahtjev rješavat će dostupni U/I uređaji.

Planiranje procesorskog vremena

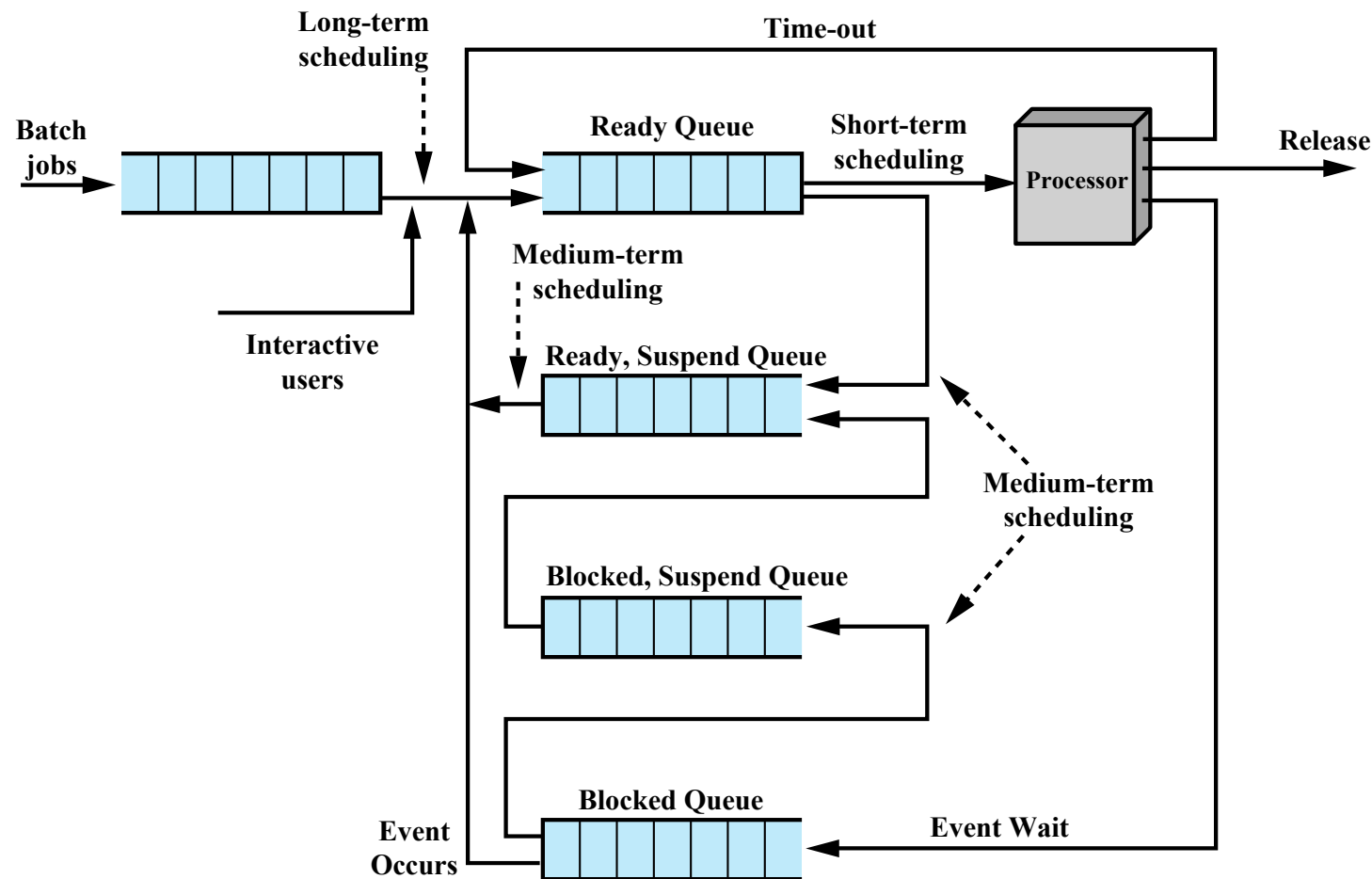
- Cilj je dodijeliti procese koje će izvršiti procesor na način koji zadovoljava ciljeve sustava, kao što su vrijeme odgovora, propusnost i učinkovitost procesora
- Podijeljen u tri odvojene funkcije:



Planiranje i stanja procesa

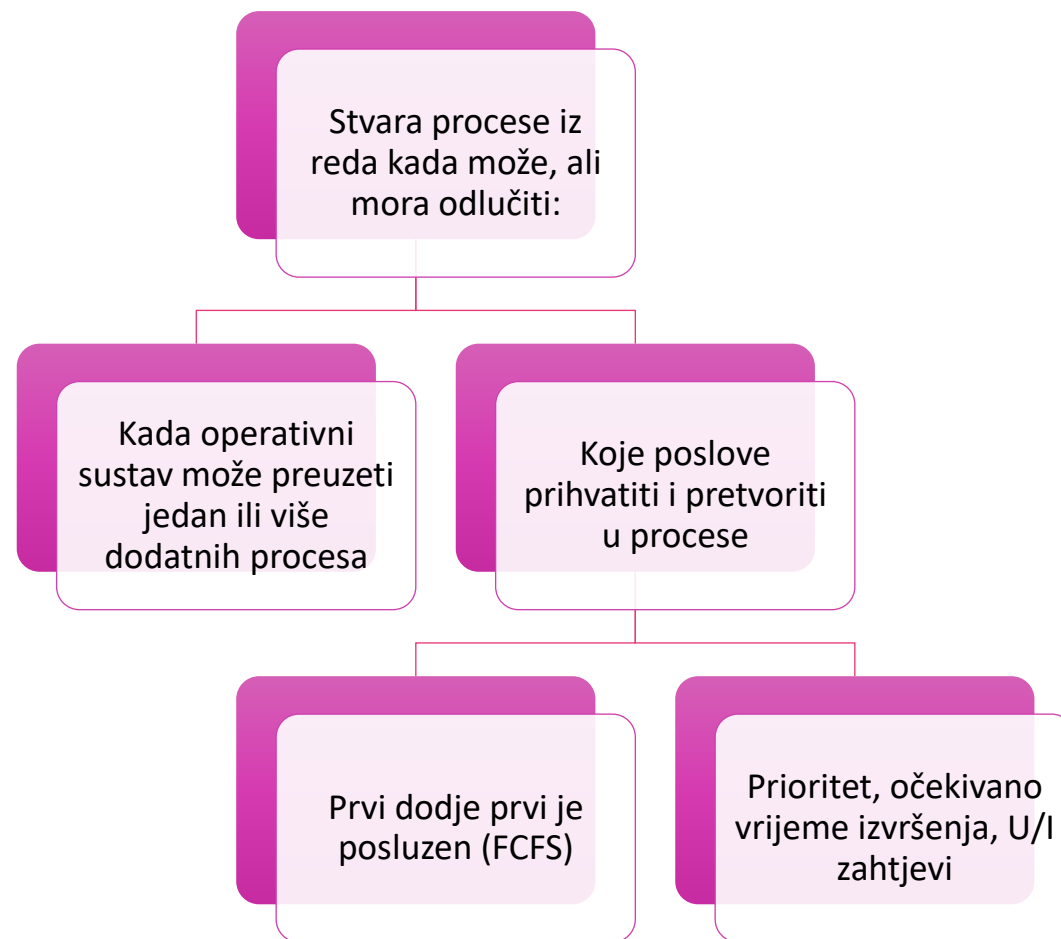


Dijagram čekanja za planiranje



Dugoročno planiranje

- Određuje koji se programi prihvaćaju u sustav za obradu
- Kontrolira stupanj višeprograma
 - Što je više procesa stvoreno, manji je postotak vremena u kojem se svaki proces može izvršiti
 - Može ograničiti pružanje zadovoljavajuće usluge trenutnom skupu procesa



Srednjoročno planiranje

- Dio funkcije zamjene
- Odluke o zamjeni temelje se na potrebi upravljanja stupnjem višeprogramiranja
 - Uzima u obzir zahtjeve za memorijom izmijenjenih procesa

Kratkoročno planiranje

- Poznat kao dispečer
- Izvršava se najčešće
- Donosi preciznu odluku o tome koji proces će se sljedeće izvršiti
- Poziva se kada se dogodi događaj koji može dovesti do blokiranja trenutnog procesa ili koji može pružiti priliku da se unaprijedi proces koji se trenutno izvodi u korist drugog

Primjeri:

- Sat prekida
- I/O prekida
- Pozivi operativnog sustava
- Signali (npr. semafori)

Kriteriji za kratkoročno planiranje

- Glavni cilj je dodijeliti vrijeme procesora za optimizaciju određenih aspekata ponašanja sustava
- Za ocjenu algoritma raspoređivanja potreban je skup kriterija

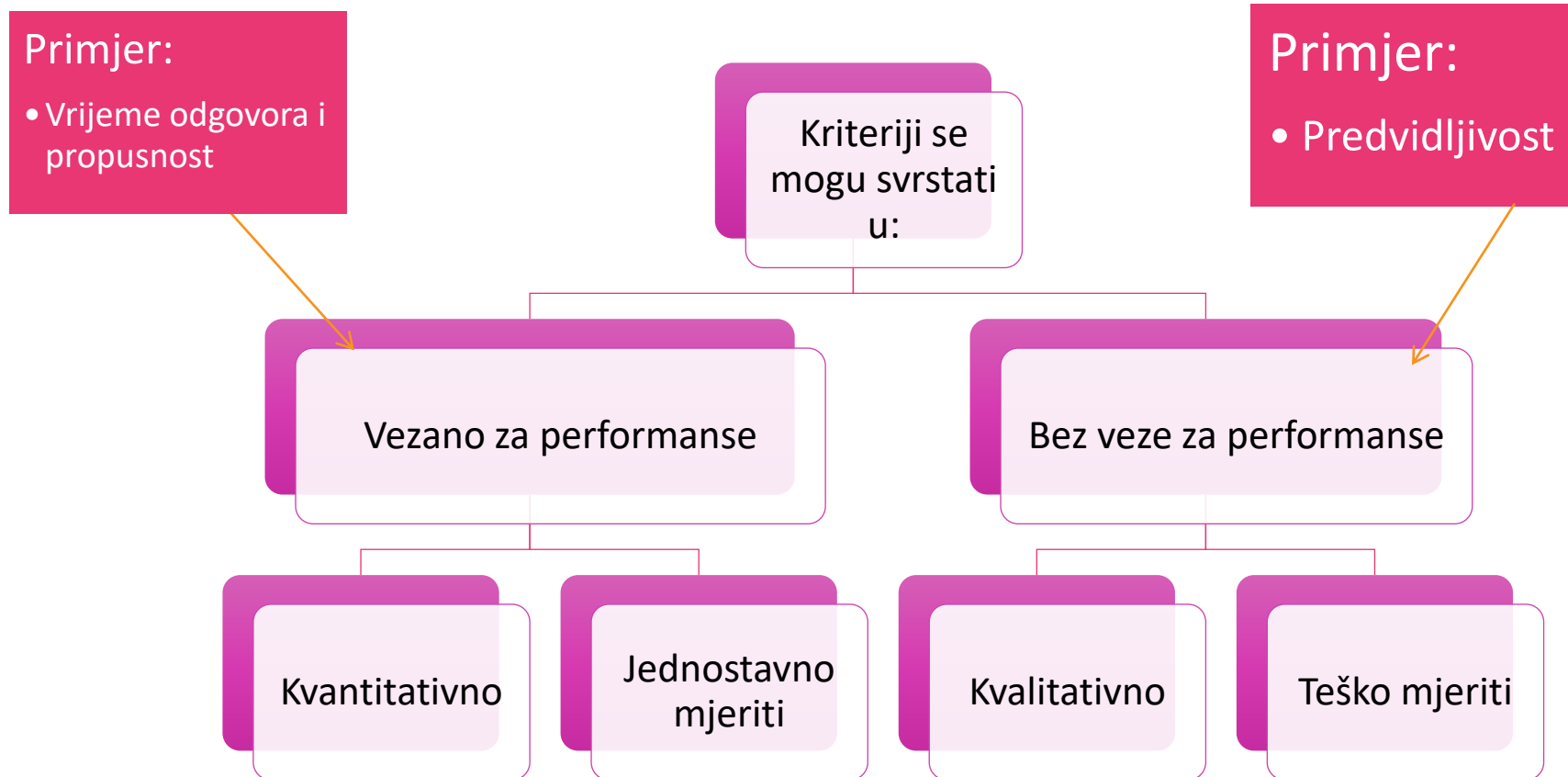
Kriteriji orijentirani na korisnika

- Odnosi se na ponašanje sustava kako ga percipira pojedinačni korisnik ili proces (kao što je vrijeme odgovora u interaktivnom sustavu)
- Važno za gotovo sve sustave

Kriteriji orijentirani na sustav

- Fokus je na učinkovitom korištenju procesora (brzina kojom se procesi dovršavaju)
- Općenito od manjeg značaja za jednokorisničke sustave

Kriteriji kratkoročnog planiranja: performanse



Kriteriji raspoređivanja

- Orijentiran na korisnika, vezan za performanse
 - Vrijeme obrade
 - Ovo je vremenski interval između podnošenja procesa i njegovog završetka. Uključuje stvarno vrijeme izvršenja plus vrijeme provedeno na čekanju resursa, uključujući procesor. Ovo je prikladna mjera za skupni posao.
 - Vrijeme odziva
 - Za interaktivni proces, to je vrijeme od podnošenja zahtjeva do početka primanja odgovora. Često proces može početi proizvoditi neki izlaz korisniku dok nastavlja s obradom zahtjeva. Dakle, ovo je bolja mjera od vremena obrade s gledišta korisnika. Disciplina planiranja trebala bi pokušati postići nisko vrijeme odgovora i maksimizirati broj interaktivnih korisnika koji primaju prihvatljivo vrijeme odgovora.
 - Rokovi
 - Kada se rokovi dovršetka procesa mogu odrediti, disciplina planiranja trebala bi podrediti druge ciljeve onom maksimiziranju postotka ispunjenih rokova.

Kriteriji raspoređivanja

- Orijentirano na korisnike, ostalo
 - Predvidljivost
 - Određeni posao trebao bi se izvoditi u približno istom vremenu i po približno istoj cijeni bez obzira na opterećenje sustava. Velike varijacije u vremenu odgovora ili vremenu obrade ometaju korisnike. To može signalizirati velike promjene u radnom opterećenju sustava ili potrebu za podešavanjem sustava radi otklanjanja nestabilnosti.

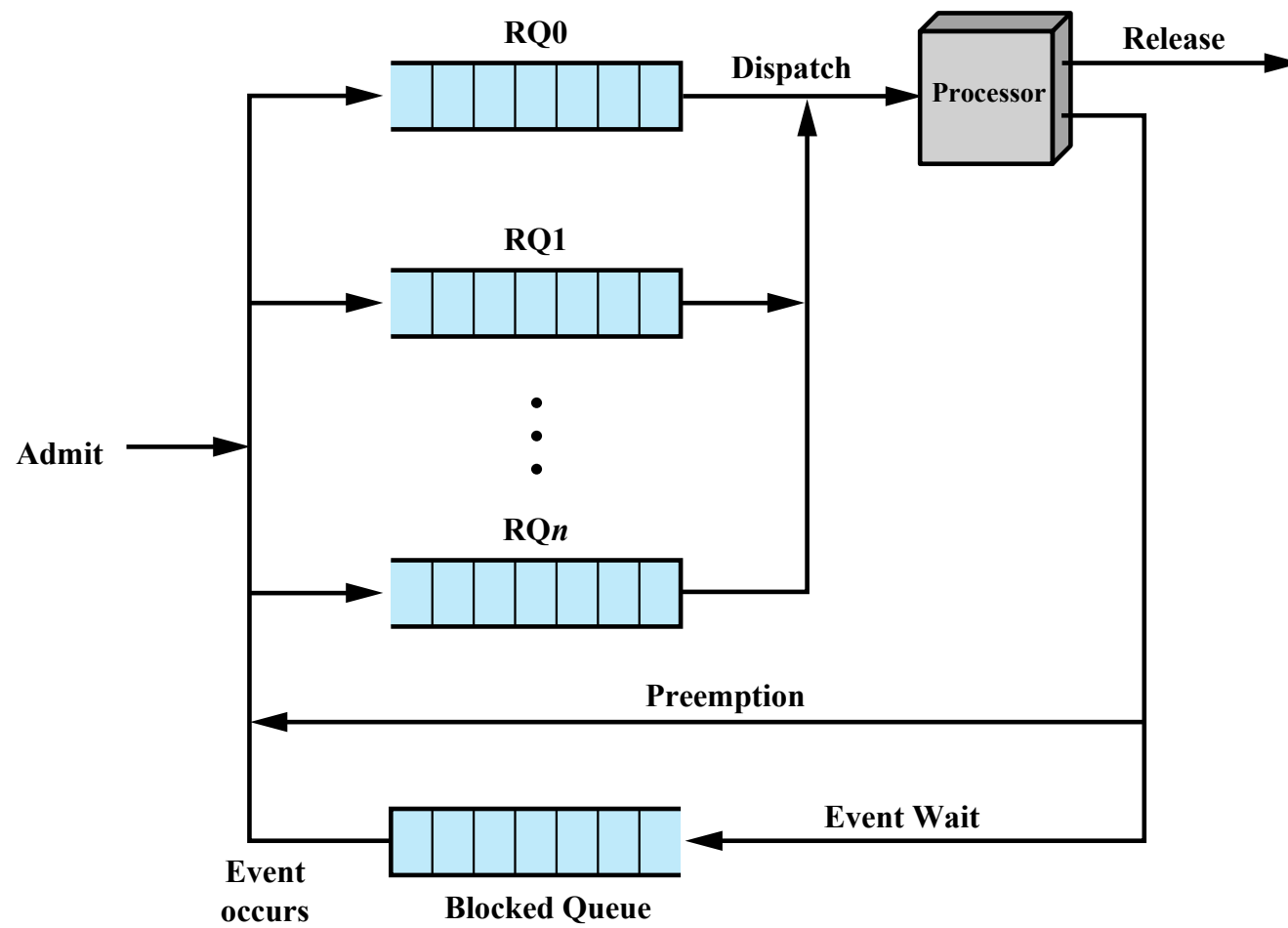
Kriteriji raspoređivanja

- Orijentiran na sustav, povezan s performansama
 - Propusnost
 - Politika planiranja trebala bi pokušati maksimizirati broj dovršenih procesa po jedinici vremena. Ovo je mjera koliko se posla obavlja. To očito ovisi o prosječnoj duljini procesa, ali je također pod utjecajem politike rasporeda, što može utjecati na korištenje.
 - Iskorištenost procesora
 - Ovo je postotak vremena u kojem je procesor zauzet. Za skupi zajednički sustav ovo je značajan kriterij. U sustavima s jednim korisnikom i u nekim drugim sustavima, kao što su sustavi u stvarnom vremenu, ovaj kriterij je manje važan od nekih drugih.

Kriteriji raspoređivanja

- Orijentirano na sustav, ostalo
 - Poštenje
 - U nedostatku uputa od strane korisnika ili drugih smjernica koje isporučuje sustav, procese treba tretirati na isti način i nijedan proces ne bi trebao pretrpjeti izgladnjivanje.
 - Provođenje prioriteta
 - Kada se procesima dodijele prioriteta, politika raspoređivanja treba favorizirati procese višeg prioriteta.
 - Balansiranje resursa
 - Politika planiranja trebala bi zadržati resurse sustava zauzetima. Treba dati prednost procesima koji će nedovoljno iskoristiti resurse pod stresom. Ovaj kriterij također uključuje srednjoročno i dugoročno planiranje.

Korištenje prioriteta



Karakteristike različitih politika rasporeda

	FCFS	Round Robin	SPN	SRT	HRRN	Feedback
Funkcija odabira	$\max[w]$	konstantno	$\min[s]$	$\min[s - e]$	$\max(w + s)/s$	
Način odlučivanja	Nepreventivno	Pravovremeno (u vremenskom kvantu)	Nepreventivno	Pravovremeno (pri dolasku)	Nepreventivno	Pravovremeno (u vremenskom kvantu)
Propusnost	Nije naglašeno	Može biti nizak ako je kvant premali	Visoka	Visoka	Visoka	Nije naglašeno
Vrijeme odziva	Može biti visoka, pogotovo ako postoji velika varijacija u vremenu izvršenja procesa	Pruža dobro vrijeme odziva za kratke procese	Pruža dobro vrijeme odziva za kratke procese	Pruža dobro vrijeme odgovora	Pruža dobro vrijeme odgovora	Nije naglašeno
Dodatni utrošak	Minimalan	Minimalan	Može biti visok	Može biti visok	Može biti visok	Može biti visok
Utjecaj na procese	Penalizira kratke procese; kažnjava I/O-vezane procese	Pošteno postupanje	Penalizira duge procese	Penalizira duge procese	Dobar balans	Može favorizirati I/O-vezane procese
Izgladnjivanje	Ne	Ne	Moguće	Moguće	Ne	Moguće

Funkcija odabira

- Određuje koji se proces, među spremnim procesima, odabire sljedeći za izvršenje
- Može se temeljiti na prioritetu, zahtjevima za resursima ili karakteristikama izvršenja procesa
- Ako se temelji na karakteristikama izvedbe, tada su važne količine:
 - w = vrijeme provedeno u sustavu do sada, čekanje
 - e = vrijeme provedeno u dosadašnjem izvršenju
 - s = ukupno vrijeme usluge potrebno za proces, uključujući e ; općenito, ovu količinu mora procijeniti ili dostaviti korisnik

Način odlučivanja

- Određuje trenutke u vremenu u kojima se izvršava funkcija odabira
- dvije kategorije:
 - Nepreventivni
 - Preventivni

Nepreventivna vs preventivna

Nepreventivna

- Jednom kada je proces u stanju pokretanja, nastaviti će se sve dok se ne završi ili se blokira za I/O

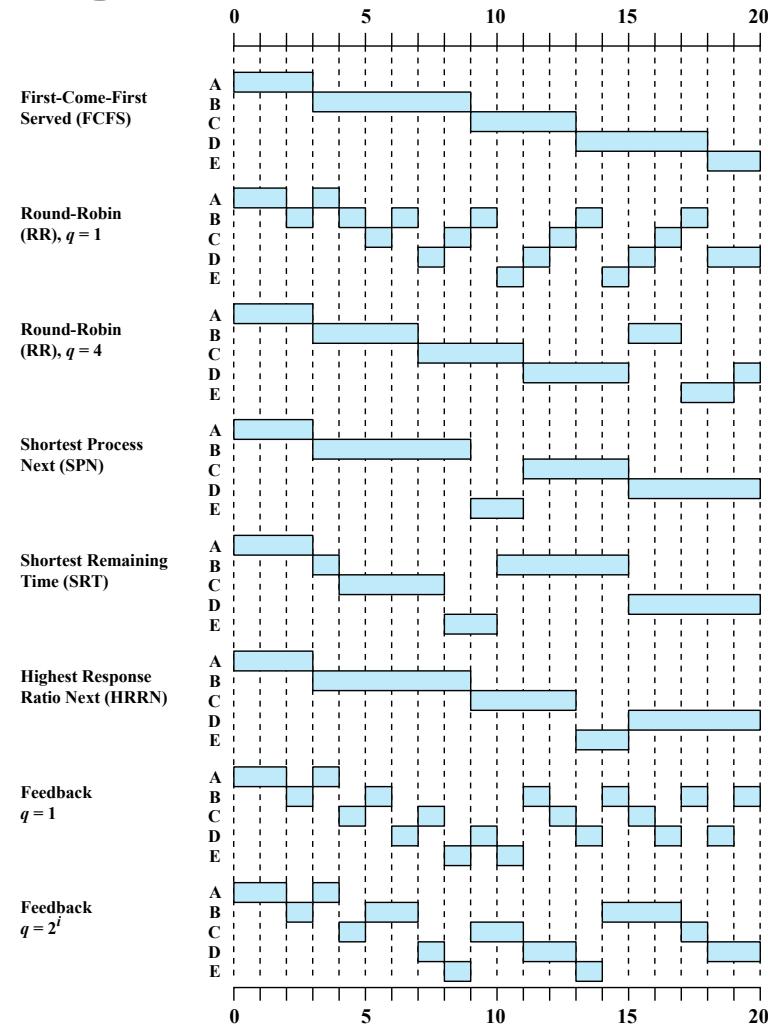
Preventivna

- Operativni sustav može prekinuti proces koji je trenutno pokrenut i premjestiti u stanje spremnosti
- Odluka da se isključi može se izvršiti kada stigne novi proces, kada dođe do prekida koji blokira proces stavlja u stanje Ready ili periodično, na temelju prekida sata

Primjer planiranja procesa

Process	Arrival Time	Service Time
A	0	3
B	2	6
C	4	4
D	6	5
E	8	2

Usporedba algoritama planiranja



Usporedba algoritama planiranja

Process	A	B	C	D	E	
Arrival Time	0	2	4	6	8	
Service Time (T_s)	3	6	4	5	2	Mean
FCFS						
Finish Time	3	9	13	18	20	
Turnaround Time (T_r)	3	7	9	12	12	8.60
T_r/T_s	1.00	1.17	2.25	2.40	6.00	2.56
RR $q = 1$						
Finish Time	4	18	17	20	15	
Turnaround Time (T_r)	4	16	13	14	7	10.80
T_r/T_s	1.33	2.67	3.25	2.80	3.50	2.71
RR $q = 4$						
Finish Time	3	17	11	20	19	
Turnaround Time (T_r)	3	15	7	14	11	10.00
T_r/T_s	1.00	2.5	1.75	2.80	5.50	2.71
SPN						
Finish Time	3	9	15	20	11	
Turnaround Time (T_r)	3	7	11	14	3	7.60
T_r/T_s	1.00	1.17	2.75	2.80	1.50	1.84
SRT						
Finish Time	3	15	8	20	10	
Turnaround Time (T_r)	3	13	4	14	2	7.20
T_r/T_s	1.00	2.17	1.00	2.80	1.00	1.59
HRRN						
Finish Time	3	9	13	20	15	
Turnaround Time (T_r)	3	7	9	14	7	8.00
T_r/T_s	1.00	1.17	2.25	2.80	3.5	2.14
FB $q = 1$						
Finish Time	4	20	16	19	11	
Turnaround Time (T_r)	4	18	12	13	3	10.00
T_r/T_s	1.33	3.00	3.00	2.60	1.5	2.29
FB $q = 2i$						
Finish Time	4	17	18	20	14	
Turnaround Time (T_r)	4	15	14	14	6	10.60
T_r/T_s	1.33	2.50	3.50	2.80	3.00	2.63

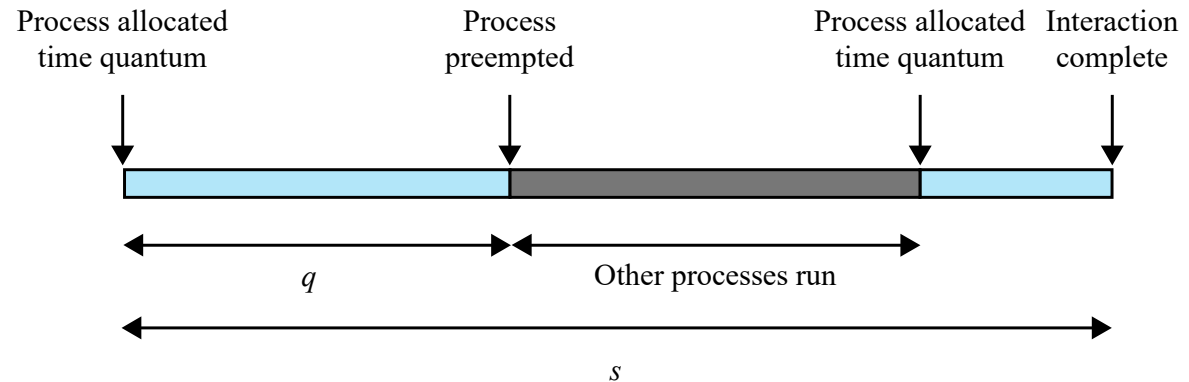
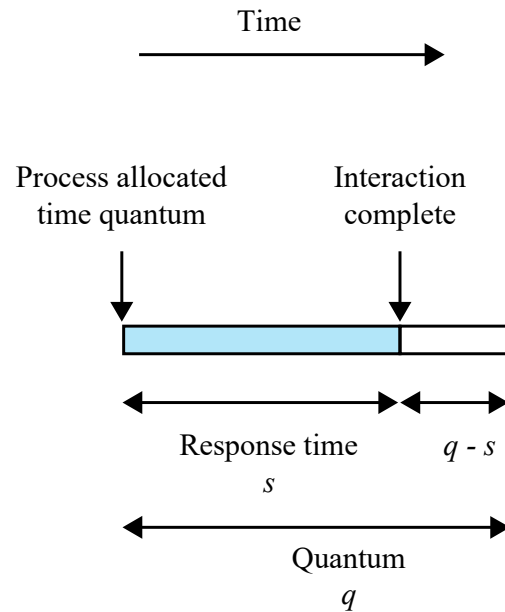
Prvi dođe-prvi uslužen (FCFS)

- Najjednostavniji algoritam raspoređivanja
- Također poznat kao FIFO ili stroga shema čekanja
- Kako svaki proces postaje spreman, pridružuje se redu čekanja
- Kada se trenutno pokrenuti proces prestane izvršavati, za pokretanje se odabire proces koji je najduže bio u redu čekanja
- Radi puno bolje za duge procese od kratkih
- Nastoji dati prednost procesima vezanim za procesor u odnosu na U/I vezane procese

Round Robin (U krug)

- Koristi prednost na temelju sata
- Također poznat kao odsječak vremena jer se svakom procesu daje dio vremena prije nego što se isključi
- Glavni problem dizajna je duljina vremenskog kvanta ili odsječka koji će se koristiti
- Posebno učinkovit u sustavu opće namjene za podjelu vremena ili sustavu za obradu transakcija
- Jedan nedostatak je njegov relativni tretman procesa vezanih za procesor i U/i-vezanih procesa

Utjecaj veličine kvanta vremena



Shortest Process Next (SPN)

- Npreventivna politika u kojoj se sljedeći odabire proces s najkraćim očekivanim vremenom obrade
- Kratak proces će skočiti na čelo reda
- Mogućnost izgladnjivanja za duže procese
- Jedna od poteškoća je potreba da se zna, ili barem procijeni, potrebno vrijeme obrade svakog procesa
- Ako je procjena programera znatno ispod stvarnog vremena rada, sustav može prekinuti posao

Shortest Remaining Time (SRT)

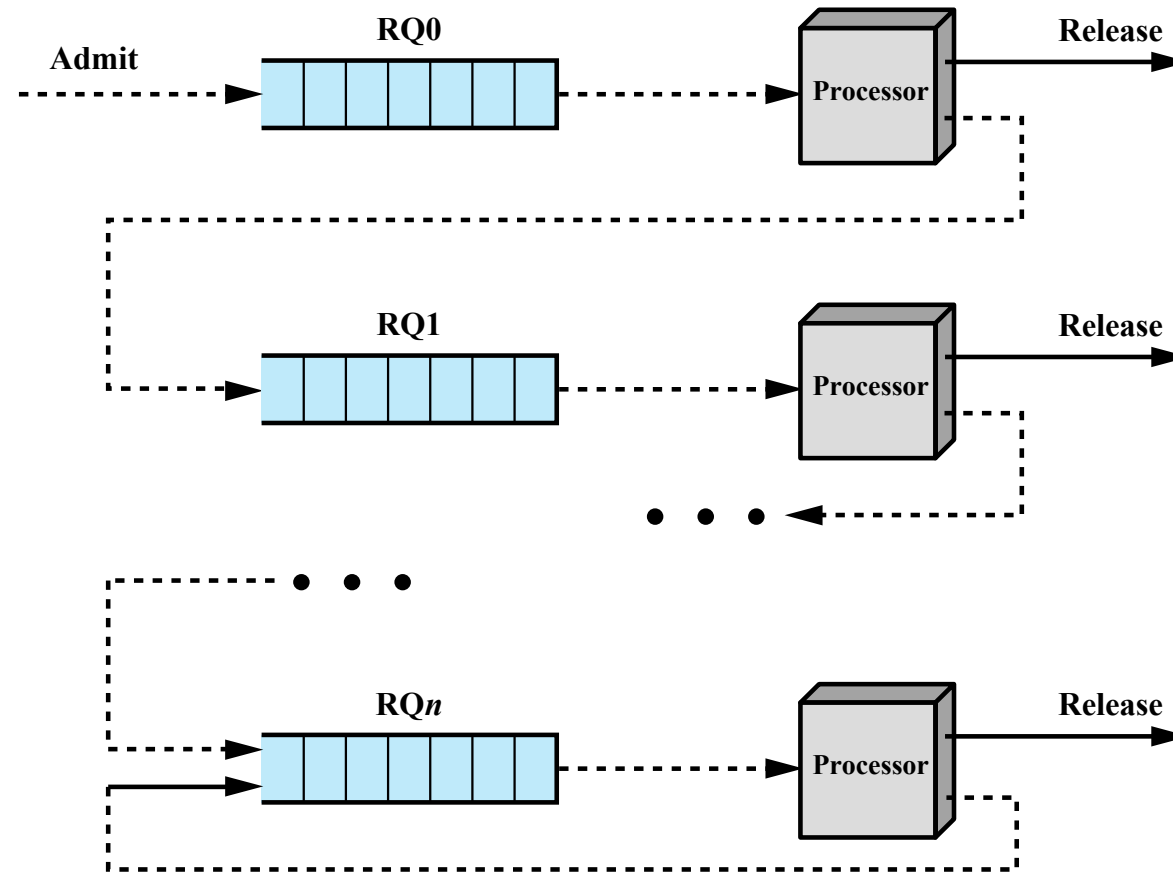
- Preventivna verzija SPN-a
- Planer uvijek bira proces koji ima najkraće očekivano preostalo vrijeme obrade
- Rizik od gladovanja dužih procesa
- Trebao bi dati vrhunsku izvedbu vremena obrade SPN-u jer se kratkom poslu daje trenutnu prednost pred dugotrajnim poslom

Highest Response Ratio Next (HRRN)

- Odabire sljedeći proces s najvećim omjerom
- Privlačan jer uzima u obzir starost procesa
- Dok se favoriziraju kraći poslovi, starenje bez usluge povećava omjer tako da će duži proces na kraju nadmašiti konkurentske kraće poslove

$$\text{Ratio} = \frac{\text{time spent waiting} + \text{expected service time}}{\text{expected service time}}$$

Feedback Scheduling



Usporedba performansi

- Svaki algoritam raspoređivanja koji odabere sljedeću stavku koja će se poslužiti neovisno o vremenu usluge pridržava se odnosa:

$$\frac{T_r}{T_s} = \frac{1}{1 - \rho}$$

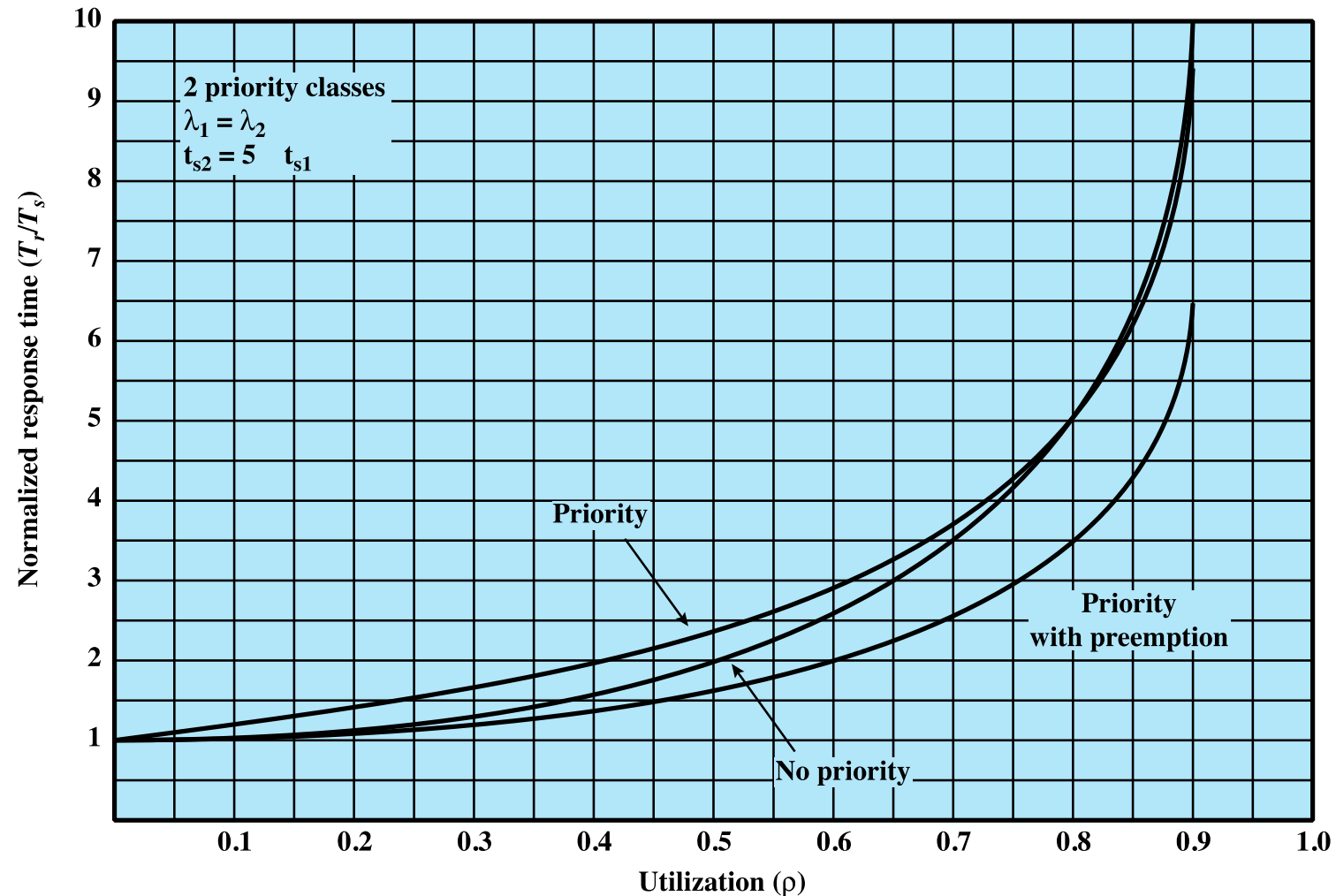
where

T_r = turnaround time or residence time; total time in system, waiting plus execution

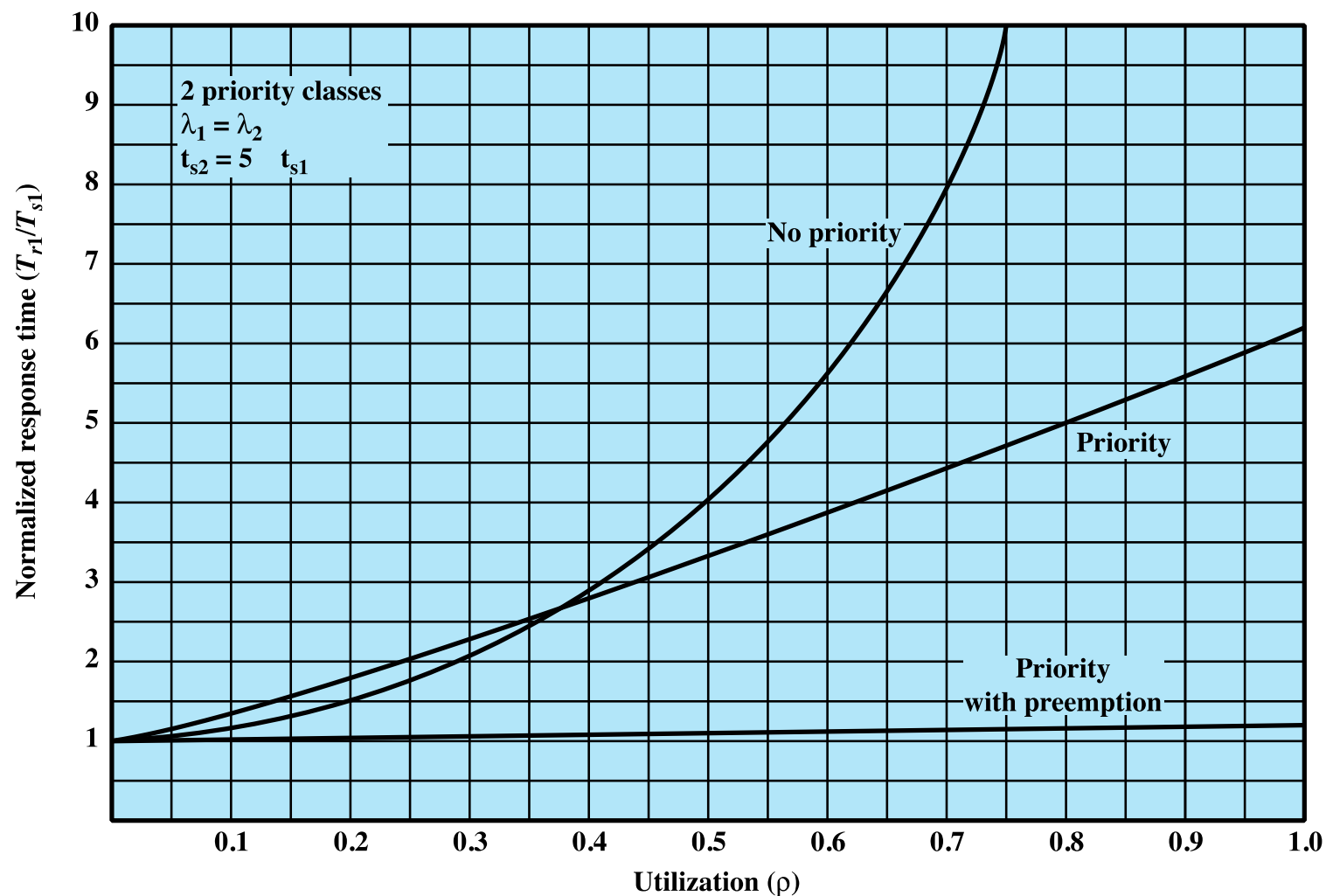
T_s = average service time; average time spent in Running state

ρ = processor utilization

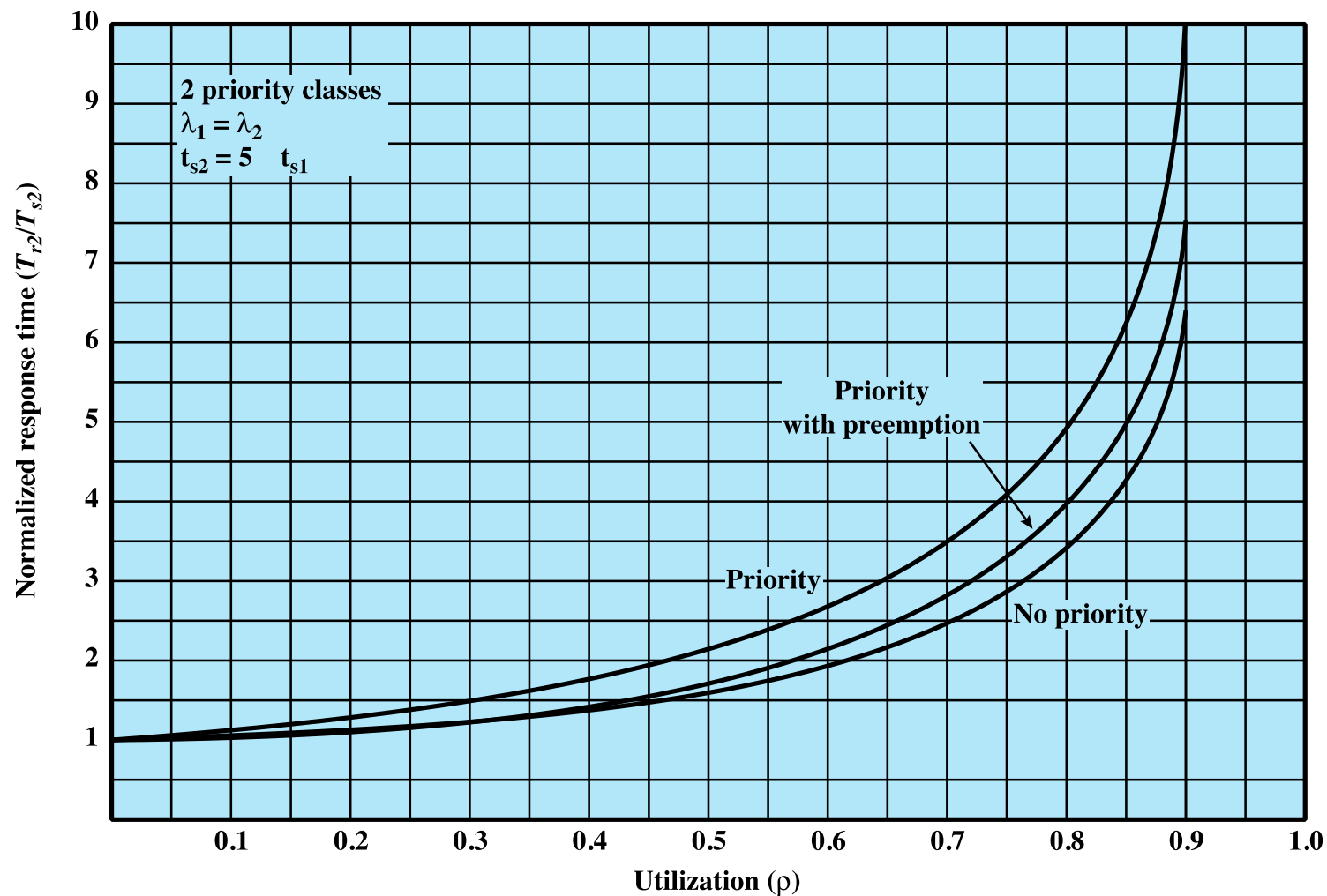
Ukupno normalizirano vrijeme odgovora



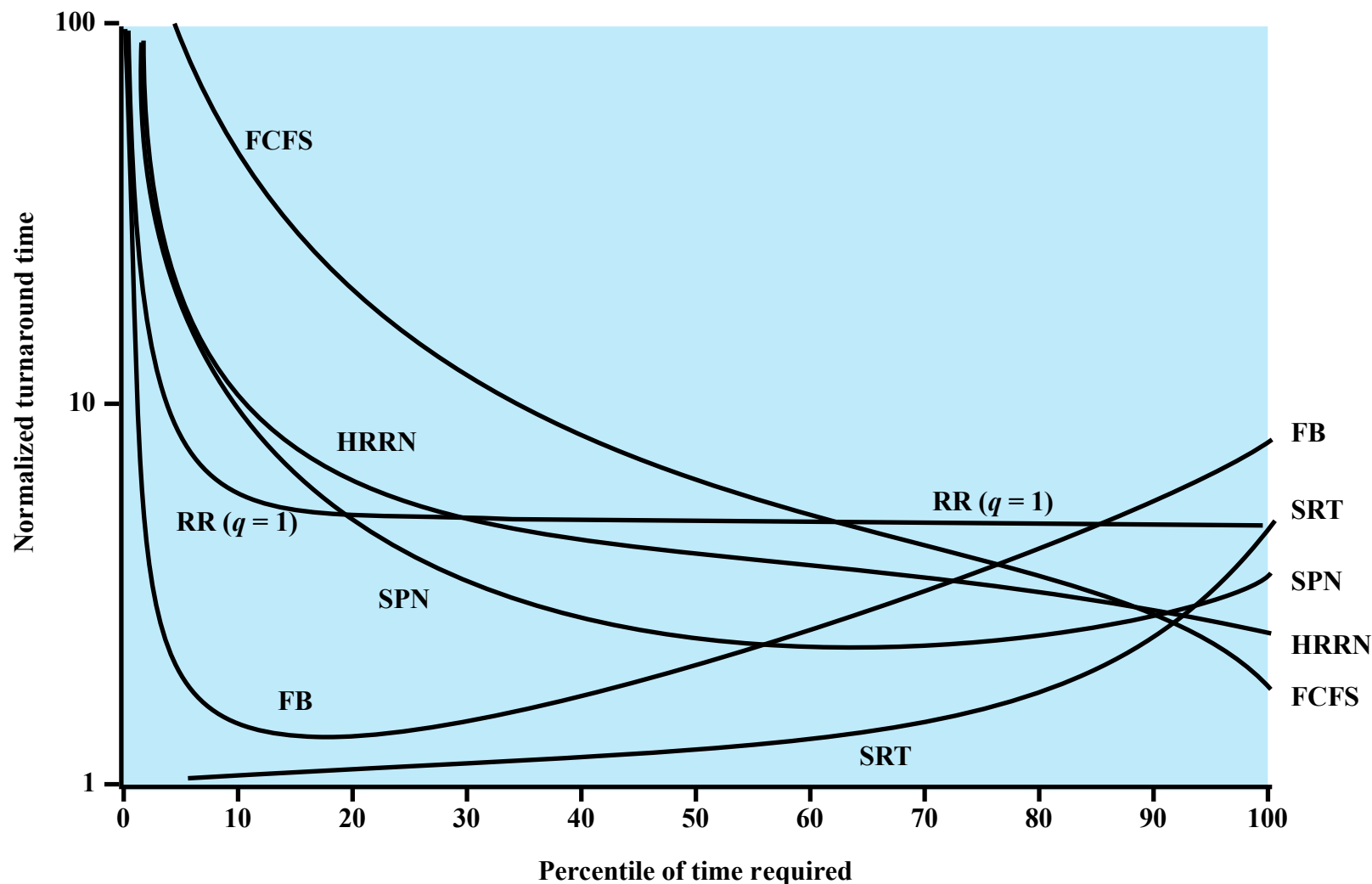
Normalizirano vrijeme odgovora za kraće procese



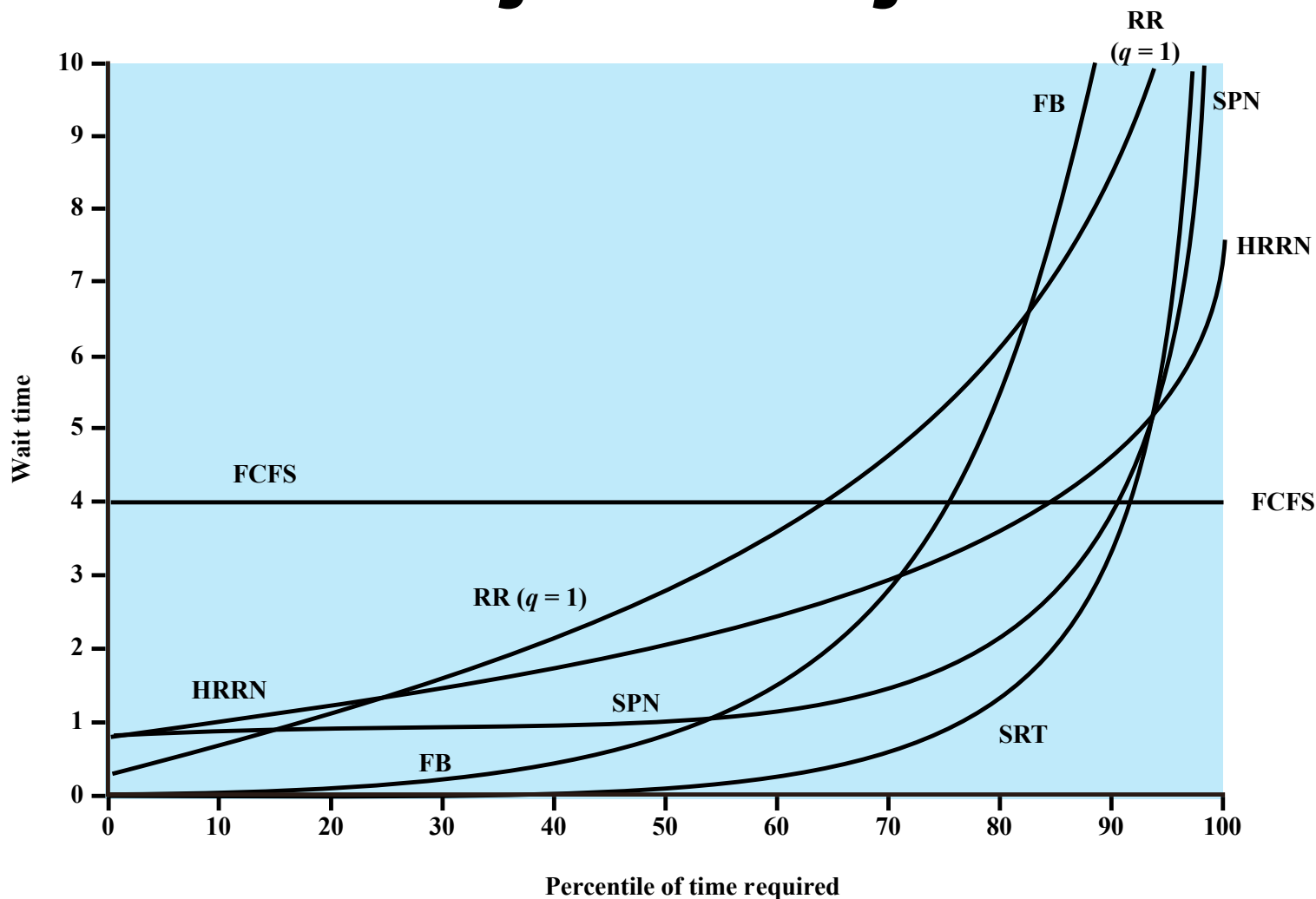
Normalizirano vrijeme odgovora za duže procese



Rezultat simulacije za normalizirano vrijeme obrta



Rezultat simulacije za vrijeme čekanja



Fair-Share Scheduling

- Planiranje odluka na temelju skupova procesa
- Svakom korisniku je dodijeljen dio procesora
- Cilj je pratiti korištenje kako bi se dalo manje korisnicima koji su imali više udjela i više onima koji su imali manje udjela vremena

Fair-Share Scheduler (FFS)

- Sljedeće formule vrijede za proces j u grupi k :

$$CPU_j(i) = \frac{CPU_j(i-1)}{2}$$

$$GCPU_k(i) = \frac{GCPU_k(i-1)}{2}$$

$$P_j(i) = Base_j + \frac{CPU_j(i)}{2} + \frac{GCPU_k(i)}{4 \times W_k}$$

- gdje je:
 - $CPU_j(i)$ = mjera iskorištenosti procesora od strane procesa j kroz interval i
 - $GCPU_k(i)$ = mjera iskorištenosti procesora grupe k kroz interval i
 - $P_j(i)$ = prioritet procesa j na početku intervala i ; niže vrijednosti = višim prioritetima
 - $Base_j$ = osnovni prioritet procesa j
 - W_k = ponderiranje dodijeljeno grupi k , uz ograničenje da je $0 < W_k < 1$ i $\sum W_k = 1$.

Tradicionalno UNIX raspoređivanje

- Koristi se u SVR3 i 4.3 BSD UNIX
 - Ti su sustavi prvenstveno usmjereni na interaktivno okruženje s dijeljenjem vremena
- Dizajniran da pruži dobro vrijeme odziva za interaktivne korisnike, istovremeno osiguravajući da pozadinski poslovi niskog prioriteta ne gladuju
- Koristi povratne informacije na više razina korištenjem kružnog rada unutar svakog od prioritetnih redova
- Koristi prednost od jedne sekunde
- Prioritet se temelji na vrsti procesa i povijesti izvršenja

Formula za raspoređivanje

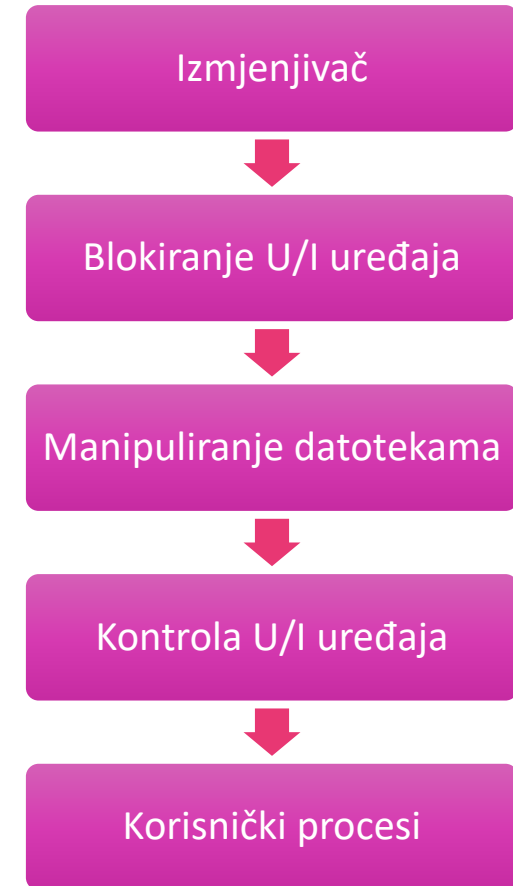
- Za proces j vrijede sljedeće formule:

$$CPU_j(i) = \frac{CPU_j(i-1)}{2}$$
$$P_j(i) = Base_j + \frac{CPU_j(i)}{2} + nice_j$$

- gdje je
 - $CPU_j(i)$ = mjera iskorištenosti procesora od strane procesa j kroz interval i
 - $P_j(i)$ = prioritet procesa j na početku intervala i ; niže vrijednosti = viši prioritet
 - $Base_j$ = osnovni prioritet procesa j
 - $nice_j$ = faktor prilagodbe kojim upravlja korisnik

Pojasevi

- Koristi se za optimizaciju pristupa blokiranim uređajima i omogućavanje operativnom sustavu da brzo reagira na pozive sustava
- U opadajućem redoslijedu prioriteta, pojasevi su:



Sažetak

- Algoritmi za raspoređivanje
 - Kriteriji kratkoročnog rasporeda
 - Korišćenje prioriteta
 - Alternativne politike rasporeda
 - Usporedba performansi
 - Raspored poštenog udjela
- Vrste rasporeda procesora
 - Dugoročno planiranje
 - Srednjoročno planiranje
 - Kratkoročno planiranje
- Tradicionalno UNIX raspoređivanje



**Thank you for
your attention!**