Operativni sistemi 1

Upravljanje memorijom

Nemanja Maček

Sadržaj

- Uvodne napomene
- Programerske tehnike upravljanja memorijom
- Kontinualna alokacija memorije
- Straničenje
- Segmentacija

Uvodne napomene

- Memorija je niz memorijskih reči od kojih svaka ima jedinstvenu adresu.
- Prilikom izvršavanja procesa:
  - Procesor na osnovu vrednosti programskog brojača čita instrukcije iz memorije.
  - Instrukcije u toku izvršenja mogu zahtevati:
    - čitanje podataka sa drugih lokacija,
    - upis podataka na druge memorijske lokacije.
- Pitanja:
  - Da li proces bez memorije može nešto da uradi?
  - Da li može da se izvrši?
  - Da li ima logike izvršavati proces sa diska?
- Odgovori na ova pitanja kažu da je fizička memorija pored procesora fundamentalni deo računarskog sistema!

Uvodne napomene

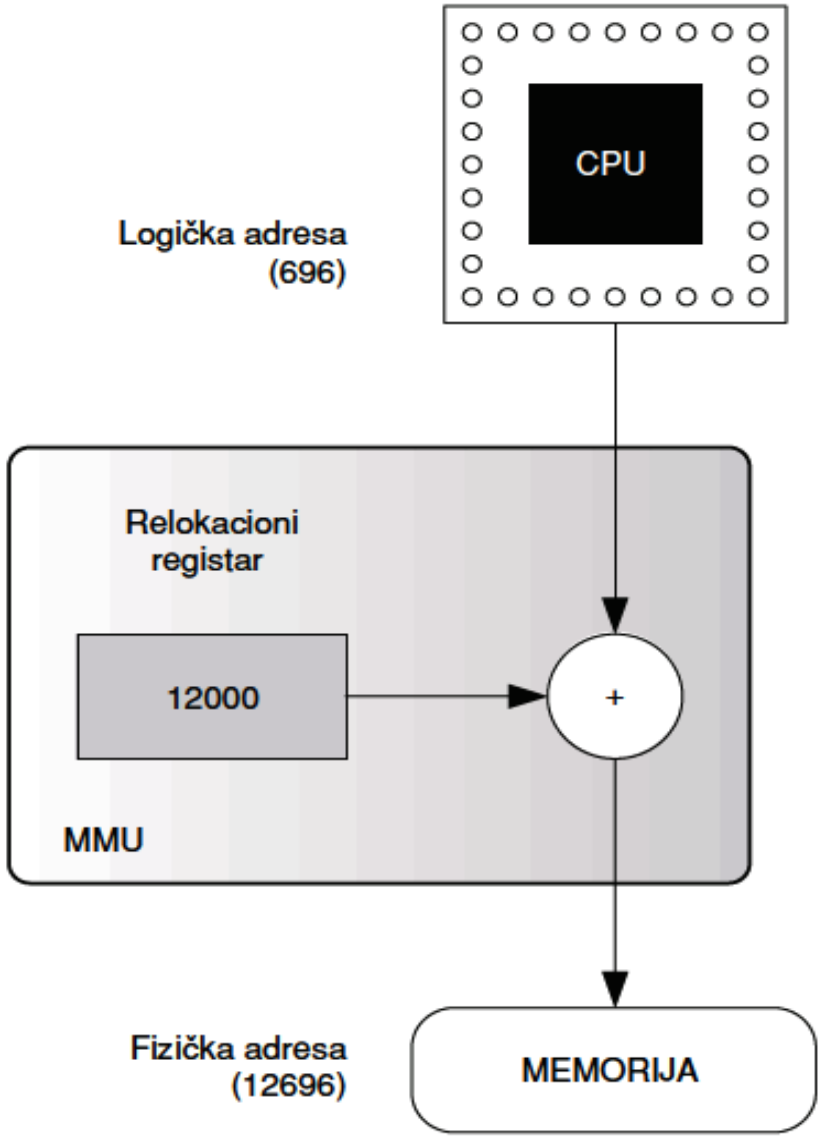
- Sloja za upravljanje memorijom (engl. *memory manager*):
  - vodi računa o korišćenju memorije,
  - dodeljuje memoriju procesima kad je zatraže,
  - oslobađa memoriju od procesa kad završe svoje aktivnosti,
  - vrši razmenu između memorije i diska (kada glavna memorija nije dovoljno velika da sadrži sve procese).
- *Memory manager* takođe:
  - razdvaja fizički i logički adresni proctor,
  - prevodi relativne (relokatibilne) adrese u fiksne (vezivanje adresa),
  - obavlja relokaciju (kompakciju, odnosno defragmentaciju operativne memorije), itd.

Vezivanje adresa

- Program se nalazi na disku kao izvršna binarna datoteka.
- Program se sa diska učitava u memoriju unutar adresnog prostora novokreiranog procesa.
- Veći broj procesa deli operativnu memoriju računara.
  - Programer **ne može unapred odrediti fiksne** memorijske lokacije za smeštaj programa.
  - Zato koristi **simboličke adrese**.
- Kako se simboličke adrese pretvaraju u apsolutne?
  - U izvornom kodu programa imamo **simboličku promenljivu** `count`.
  - Kompajler prevodi ovu simboličku adresu u **relatinu** (relokatibilnu).
    - Promenljiva `count` se npr. vezuje na lokaciju na adresi 14 **u odnosu na početak modula**.
  - OS prevodi relativne adrese u **fiksne** prilikom učitavanja programa u memoriju.
    - Punilac pretvara relokatibilnu adresu u apsolutnu adresu (npr. 74014).
- **Vezivanje adresa** (engl. *binding*) je mapiranje iz jednog adresnog prostora u drugi.

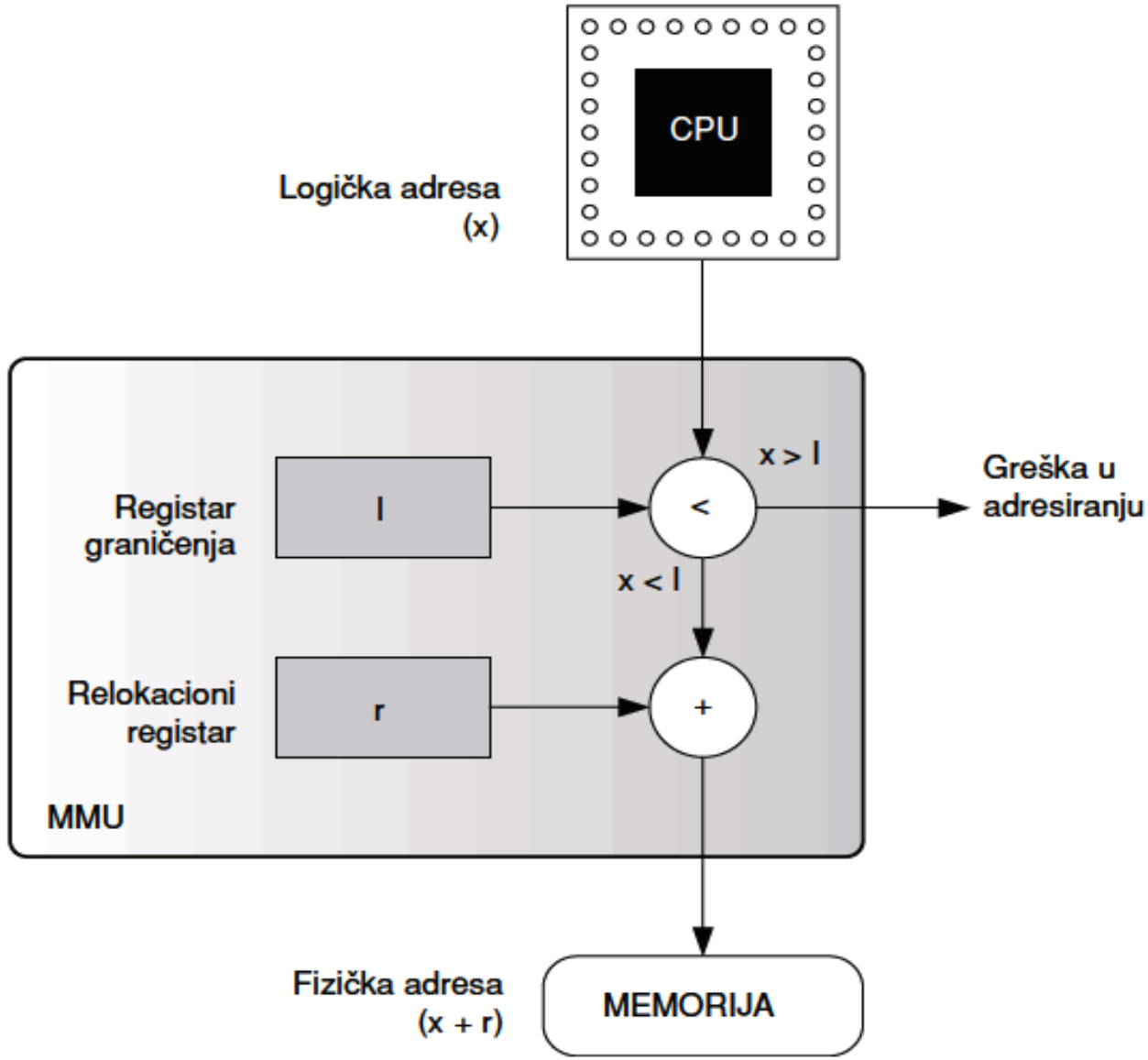
Logički i fizički adresni prostor

- **Logička adresa** je adresa koju generiše procesorka instrukcija.
  - U fazi izvršavanja programa naziva se **virtuelna adresa**.
- **Fizička adresa** je adresa same memorijske jedinice.
- **Logički (virtualni) adresni prostor** je skup svih logičkih adresa koje generiše program.
- **Fizički adresni prostor** je skup svih fizičkih adresa koje njima odgovaraju.
- Jedinica za upravljanje memorijom – **MMU** (engl. *Memory Management Unit*) je hardverski uređaj koji mapira virtuelni adresni prostor u fizički.
- Najprostija MMU šema: **relokacioni registar**.
  - Relokacioni registar definiše adresu **fizičkog početka programa**.
  - Fizička adresa = logička adresa koju generiše program + vrednost relokacionog registra.
  - Logički adresni prostor koji se nalazi u opsegu **[0, max]** se mapira u opseg **[R+0, R+max]**.
    - R je vrednost relokacionog registra (fizička adresa početka programa).
    - Vrednost max je gornja granica.


CPU
Logička adresa
(696)
Relokacioni
registar
12000
+
MMU
Fizička adresa
(12696)
MEMORIJA

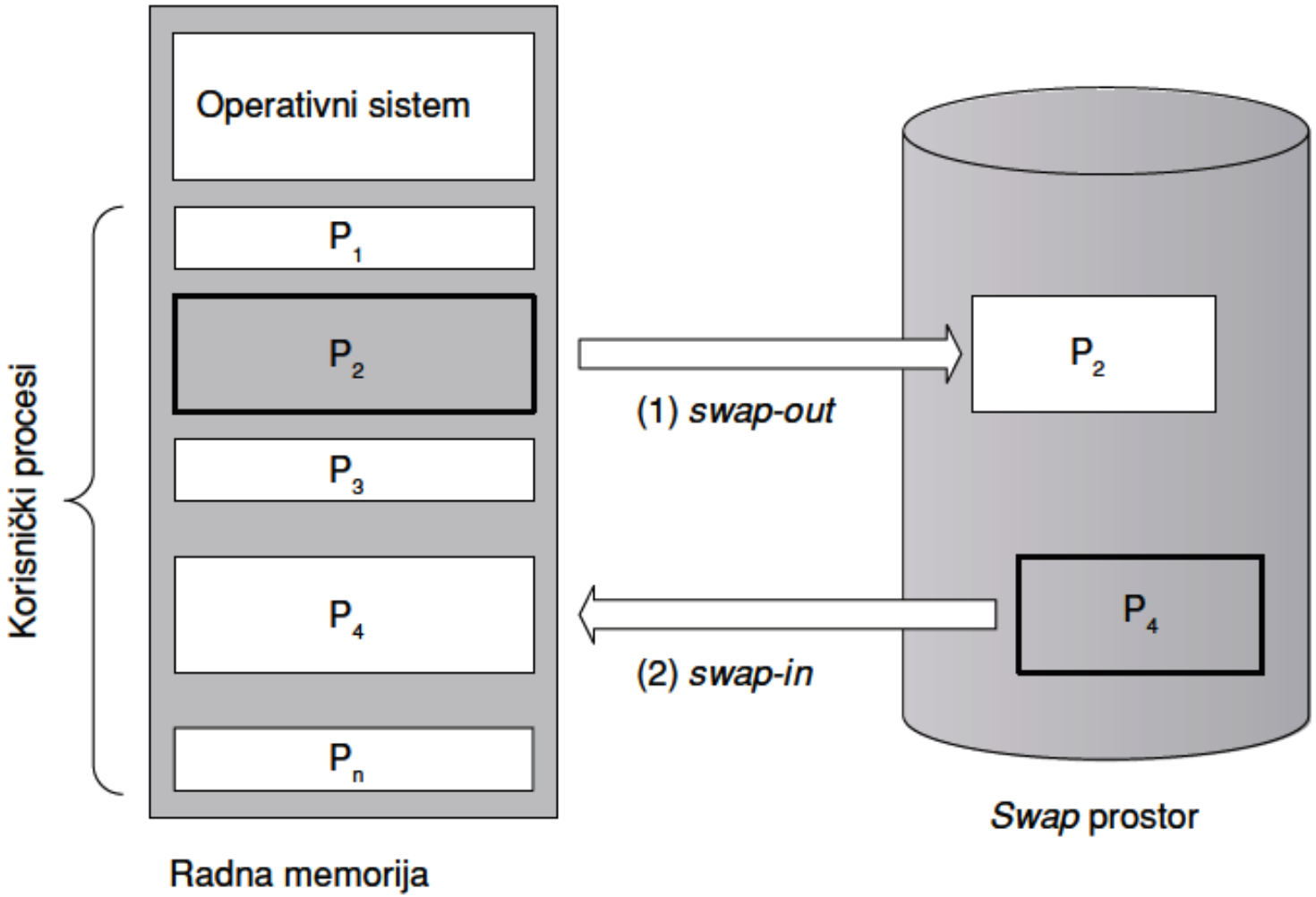
Zaštita memorije

- Zaštita memorije obuhvata:
  - zaštitu OS od korisničkih procesa,
  - međusobnu zaštitu korisničkih procesa po pitanju pristupa memorijskim sekcijama.
- Dva registra:
  - **relokacioni registar** (sadrži najnižu adresu procesa),
  - **limit registar** (sadrži najveći opseg logičkih adresa procesa).
- MMU mapira svaku logičku adresu procesa dinamički:
  - Proverava da li je logička adresa manja od vrednosti limit registra.
  - Ako jeste, dodaje vrednost relokacionog registra.
- Relokacioni i limit registar su dva registra procesora.
  - Pune se onda kada proces dobija procesor na izvršenje.
  - Dispečer čita vrednosti ova dva registra iz konteksta procesa i postavlja ih prilikom aktiviranja procesa.


CPU
Logička adresa
(x)
x > l
Greška u
adresiranju
Registar
graničenja
l
<
x < l
Relokacioni
registar
r
+
MMU
Fizička adresa
(x + r)
MEMORIJA

Razmena (swap)

- Proces se mora prilikom izvršavanja nalaziti u operativnoj memoriji.
- Proces se može **privremeno prebaciti iz memorije na disk**, kako bi se oslobodila memorija.
  - Oslobođena memorija puni se drugim procesom.
  - Posle izvesnog vremena, proces se može **vratiti sa diska u memoriju** kako bi nastavio izvršavanje.
- Koristi se u **prioritetnim šemama za raspoređivanje procesa**.
  - Procesi visokog prioriteta se čuvaju u memoriji.
  - Procesi niskog prioriteta se upisuju na disk i čekaju da se oslobodi memorija.
- Najveći deo vremena u razmeni otpada na transfer podataka između memorije i diska.
  - Trajanje jedne razmene zavisi od:
    - količine podataka za transfer,
    - tipa i karakteristika sekundarnih memorija i pratećeg hardvera.
  - To vreme je znatno veće u odnosu na performanse savremenih procesora!
  - Ne preporučuje se često korišćenje tehnike razmenjivanja!


Operativni sistem
P1
P2
P3
P4
Pn
Korisnički procesi
Radna memorija
(1) swap-out
(2) swap-in
P2
P4
Swap prostor

Dinamičko punjenje memorije programom

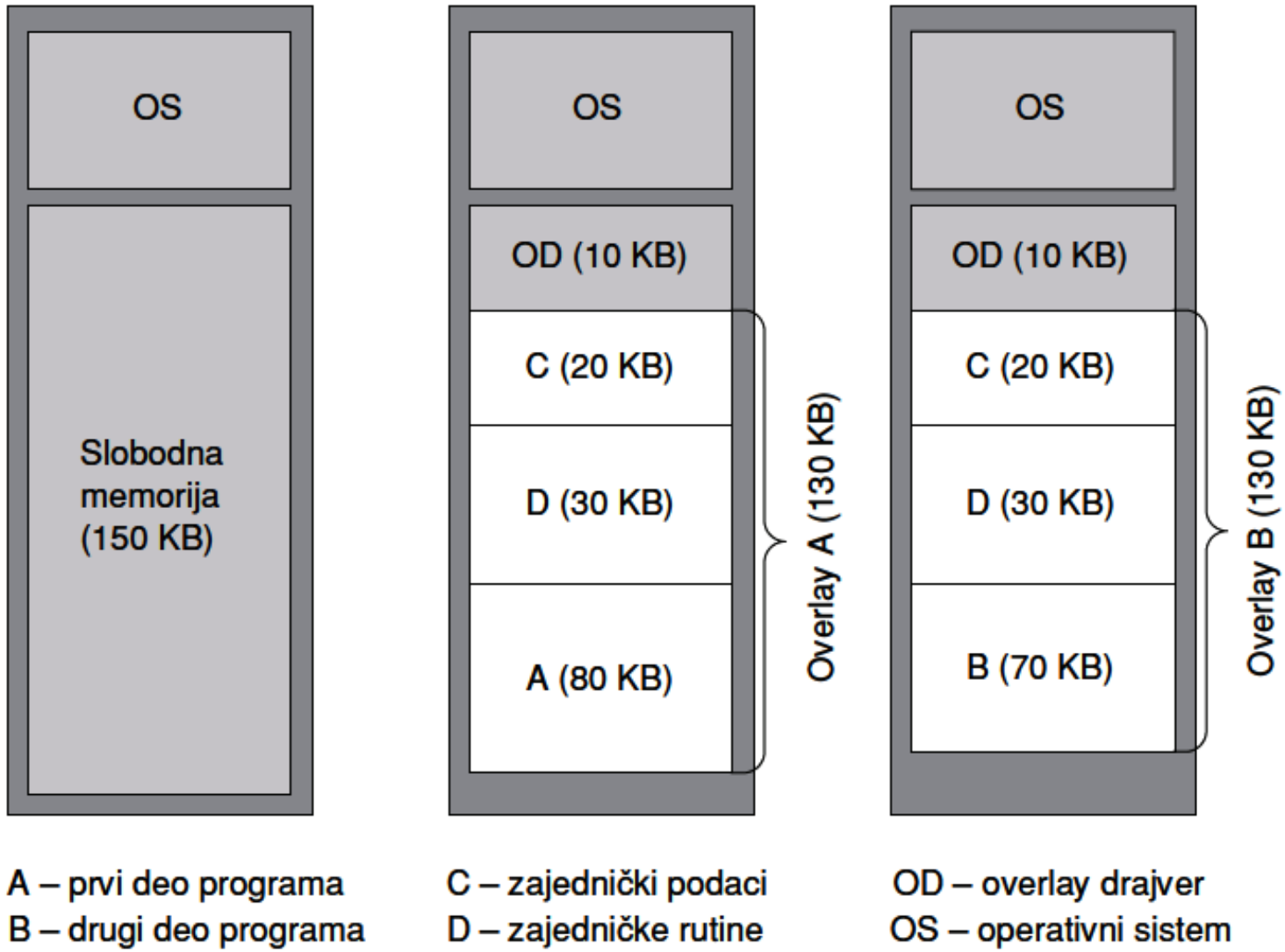
- Suština **dinamičkog punjenja** (engl. *dynamic loading*):
  - U memoriju se smeštaju samo neophodni delovi programa.
  - Odgovarajuće rutine se učitavaju u memoriju samo kada ih program pozove.
- Da bi to bilo moguće, sve rutine programa se čuvaju na disku u **relokatibilnom formatu**.
- Kada se rutina pozove iz programa:
  - proverava se da li je ona već u memoriji,
  - ako nije, poziva se punilac da je učita u memoriju.
- Prednosti:
  - Rutine koje nisu trenutno potrebne ne zauzimaju mesto u memoriji.
  - Zgodno je za velike programe.
  - Ne zahteva specijalnu podršku od operativnog sistema.
    - Programer mora sam da projektuje svoje programe da koriste principe dinamičkog punjenja.
    - OS može pomoći programeru tako što obezbeđuje biblioteku za dinamičko punjenje.

Tehnika preklapanja (engl. *overlay*)

- Primer: program čine dve relativno nezavisne komponente koje se izvršavaju jedna za drugom.
- Programer može da podeliti izvorni kod programa na dva dela.
- Veličine programskih komponenti:
  - prvi deo (80KB),
  - drugi deo (70KB),
  - zajednički podaci (20KB),
  - zajedničke rutine (30KB).
- Za izvršavanje programa potrebno je **najmanje 200KB slobodne memorije**.
  - To znači da program ne može da se izvršava na hipotetičkom sistemu sa 150KB memorije.
- Pošto su komponente nezavisne:
  - Prilikom izvršavanja prvog dela programa, kod drugog dela ne mora biti učitan u memoriju!
  - Drugi deo programa se može izvršavati ukoliko prvi deo nije prisutan u memoriji.

Tehnika preklapanja (engl. *overlay*)

- Možemo da definišemo dve *overlay* komponente:
  - **Overlay A**: zajednički podaci i rutine + **kod za prvi deo programa**
    - Ukupno 130KB.
  - **Overlay B**: zajednički podaci i rutine + **kod za drugi deo programa**
    - Ukupno: 120KB.
- Programu se mora dodati overlay drajver koji upravlja overlay tehnikom.
  - Pretpostavimo da on zauzima 10KB memorije.
- Kako se program izvršava?
  - Prva faza: *overlay* drajver + *overlay* A.
    - Zauzima 140KB i može da se izvrši na sistemu sa 150KB.
  - Kada *overlay* A završi svoje, drajver će učitati u memoriju *overlay* B preko njega.
  - Druga faza: *overlay* drajver i *overlay* B.
    - Zauzima 130KB i može da se izvrši na sistemu sa 150KB memorije.



A – prvi deo programa
B – drugi deo programa

C – zajednički podaci
D – zajedničke rutine

OD – overlay drajver
OS – operativni sistem

Alokacija memorije

- **Kontinualna alokacija memorije**.
  - Logički i fizički adresni prostor procesa sastoje se od kontinualnog niza memorijskih adresa.
  - Prosto rečeno, svaki proces dobija jedan kontinualni deo memorije.
  - Metode:
    - multiprogramiranje sa fiksnim particijama,
    - multiprogramiranje sa particijama promenljive veličine.
- **Diskontinualna alokacija memorije**.
  - Fizički adresni prostor procesa nije realizovan kao kontinualan niz memorijskih adresa.
  - Metode:
    - straničenje,
    - segmentacija,
    - straničenje sa segmentacijom.

Multiprogramiranje sa fiksnim participama

- Podela cele fizičke memorije na više delova **fiksne veličine**.
  - U jednom delu se može naći samo jedan proces.
  - Stepen multiprogramiranja je jednak broju memorijskih particija.
- Novi proces se smešta **u najmanju moguću particiju**.
- Problem: **interna fragmenatcija**.
  - Delovi memorije koji su veći od veličine procesa potpuno neiskorišćeni.
- Svi procesi se stavljaju u **red čekanja** (engl. *input queue*) koji može biti:
  - Jedinstven za ceo sistem.
    - Problem: veliki neiskorišćen prostor (mali procesi u velikim participama).
  - Poseban za svaku particiju.
    - Problem: veći broj malih procesa može čekati u redu za male particije.
    - Velike particije ostaju **neiskorišćene**.
    - U tom slučaju ima dovoljno memorije, ali se ne koristi.

Multiprogramiranje sa particijama promenljive veličine

- Memorija se deli dinamički.
- **Šupljina** (*hole*) je slobodan kontinualni deo memorije.
  - Šupljine raznih veličina su razbacane po memoriji!
  - Kada proces naiđe u sistem traži se šupljina dovoljno velika da zadovolji proces.
  - Sav prostor koji proces ne zauzme od cele šupljine, predstavlja novu šupljinu u koju se može smestiti drugi proces.
- Operativni sistem vodi evidenciju o:
  - particijama koje su dodeljene procesima,
  - slobodnim šupljinama.
- Metode vođenja evidencije:
  - bit mape,
  - povezane liste,
  - sistem udruženih parova.

Bit mape

- Memorija se deli na delove **iste veličine**.
- Svakom delu dodeljujemo po jedan bit: 1 označava da je taj deo zauzet, a 0 da je slobodan.
- Niza nula i jedinica predstavlja **bit mapu** (engl. *bitmap*) **memorije**.
- Pitanje: koje veličine treba da budu ovi delovi memorije?
  - Ako su delovi manji, bit mapa je veća!
    - Veličina delova 32 bita $\rightarrow$ za bit mapu koristimo 1/33 ukupne memorije.
    - Veličina delova 16 bita $\rightarrow$ za bit mapu koristimo 1/17 od ukupne memorije
    - Problem: pretraživanje slobodne memorije (niz nula) je sporo.
  - Ako su delovi veći, memorija je loše iskorišćena.
    - Primer: delovi veličine 4KB.
      - Ako proces zauzme 1KB od nekog dela, 3KB ostaje neiskorišćeno.
      - 3KB ne može biti alocirano od strane drugog procesa jer je formalno zauzeto.

Povezane liste

- **Povezane liste** (engl. *linked lists*) gradimo od slogova sledeće strukture:
  - **tip memorije** (P znači da se radi o procesu, a H da se radi o slobodnoj memoriji),
  - **početna adresa** dela memorije koju opisuje dati slog,
  - **dužina** opisane memorije,
  - **pokazivač** na sledeći slog.
- Upravljanje memorijom se odvija na sledeći način:
  - Prilikom **zauzimanja memorije** u povezanoj listi se traži rupa (slog tipa H) dovoljne veličine.
    - Ako se nađe rupa odgovarajuće veličine, umesto H se upisuje P.
    - Ako je rupa veća ubacuje se i novi čvor tipa H.
  - Kada proces završi sa radom**, oslobođa se zauzeta memorija**.

Sistem udruženih parova (buddy system)

- Koristi se po jedna lista za blokove slobodne memorije veličine 2^n bajtova (1, 2, 4, ...)
- Primer:
  - Imamo 1MB memorije.
  - Treba nam 21 lista (2^0=1, 2^2=2 ... 2^{20}=1MB).
- Na početku rada, cela memorija je prazna.
  - U listi za rupe veličine 1MB imamo jedan slog.
  - Ostale liste su prazne.
- Proces A veličine 70KB nailazi u sistem.
  - Može se smestiti u particiju veličine najmanje 128KB (mora biti stepen od 2).
  - Lista koja sadrži particije te veličine je **prazna**.
  - Particija veličine 1MB deli se na dva dela od 512KB (ovi delovi se zovu **drugovi** – engl. *buddy*).
  - Zatim se prvi deo deli na dva dela od 256KB, pa još jednom, na dva dela od 128KB.
  - U prvu particiju od 128KB **smešta se proces**!

Sistem udruženih parova

- Nakon smeštanja procesa lista od 128Kb sadrži dva čvora:
  - jedan je zauzet – P,
  - drugi je slobodan – H.
- Liste od 256KB i 512KB sadrže po jedan slobodan čvor:

```
P (128KB)   {proces A:70KB, neiskorišćeno:58KB}
H (128KB)
H (256KB)
H (512KB)
```

- Nedostatak ovog sistema je **unutrašnja fragmentacija**.
  - Proces veličine 70KB zauzima čitavu particiju od 128KB.
  - 58KB memorije ostaje neiskorišćeno (unutrašnja fragmentacija).

Sistem udruženih parova

- Proces B veličine 35KB nailazi u sistem.
  - Može se smestiti u particiju veličine 64KB.
  - Lista za takve particije je prazna.
  - Slobodna particija od 128KB deli na dva dela veličine 64KB.
  - Proces B se smešta u jednu particiju, dok druga ostaje prazna.
  - Sada imamo:
    - po jedan čvor u listama za particije veličine 128KB, 256KB i 512KB,
    - dva čvora u listi za particije veličine 64KB.

```
P (128KB)   {proces A:70KB, neiskorišćeno:58KB}
P (64KB)    {proces B:35KB, neiskorišćeno:29KB}
H (64KB)
H (256KB)
H (512KB)
```

Sistem udruženih parova

- Proces C veličine 80KB nailazi u sistem.
  - Može se smestiti u particiju veličine 128KB.
  - Lista za takve particije je prazna.
  - Slobodna particija od 256KB deli na dva dela veličine 128KB.
  - Proces C se smešta u jednu particiju, dok druga ostaje prazna.
  - Sada imamo:

```
P (128KB)   {proces A:70KB, neiskorišćeno:58KB}
P (64KB)    {proces B:35KB, neiskorišćeno:29KB}
H (64KB)
P (128KB)   {proces C:80KB, neiskorišćeno:48KB}
H (128KB)
H (512KB)
```

Sistem udruženih parova

- Stanje memorije nakon dodele memorije procesima A, B i C.
  - Tri procesa ukupne veličine 70+35+80=185KB
  - Zauzimaju 128+64+128=320KB memorije
  - 135KB ostaje neiskorišćeno kao posledica unutrašnje fragmentacije.
- **Susedne rupe iste veličine** predstavljaju drugove.
  - Susedni procesi to nisu.
- Kada neki proces završi rad, particija u kojoj se proces nalazio postaje rupa.
  - Rupa se spaja sa susedom (svojim drugom ukoliko on postoji).
  - Time se formira duplo veća rupa.
  - Važno: veličina novoformirane rupe mora da bude stepen broja dva!
    - Ukoliko to nije slučaj, spajanje se ne vrši.

Algoritmi za izbor slobodne particije

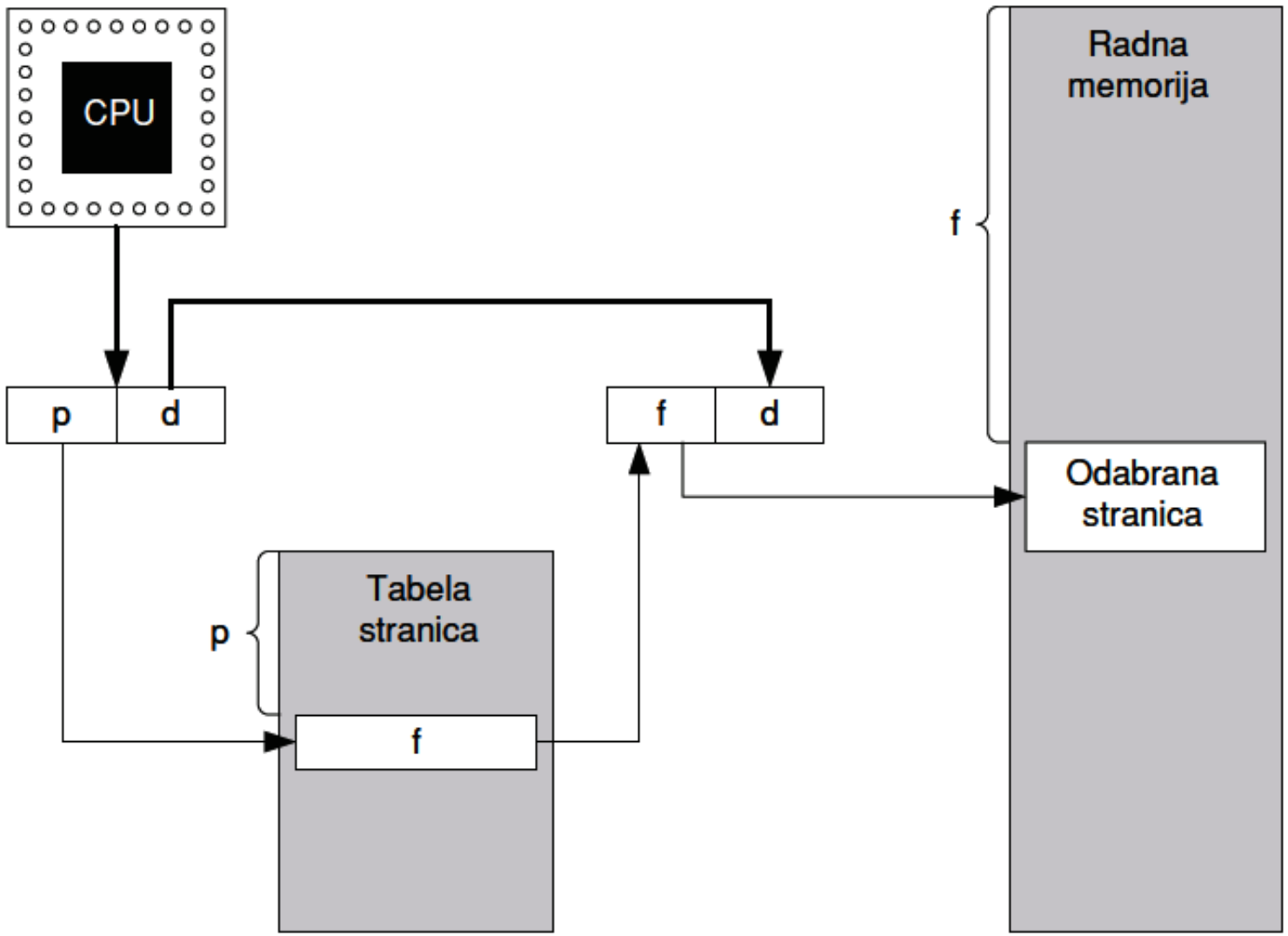
- Po pravilu, postoji više šupljina koje se mogu iskoristiti za smeštaj procesa, a u tom kontekstu postoji i više algoritama za alokaciju šupljina.
- **Prvo podudaranje** (engl. *first-fit*).
  - Pretraživanje se odvija ili od početka liste.
  - Pretraga staje kada se nađe prva odgovarajuća šupljina bez obzira što ima i boljih rešenja.
  - Vreme pretraživanja je minimalno, jer se ne pretražuje cela lista.
- **Najbolje podudaranje** (engl. *best-fit*).
  - Procesu se **dodeljuje najmanja šupljina** koja je dovoljno velika za smeštaj procesa.
  - Od postojeće šupljine nakon smeštaja procesa **ostaje najmanja moguća šupljina**.
  - Pretražuje se cela lista (**intenzivna pretraga**) osim ako nije uređena po veličini.
- **Najgore podudaranje** (engl. *worst-fit*).
  - Procesu se **dodeljuje najveća slobodna šupljina**.
  - Od postojeće šupljine nakon smeštaja procesa **ostaje najveća moguća šupljina**.
  - Pretražuje se cela lista (**intenzivna pretraga**) osim ako nije uređena po veličini.

Fragmentacija

- **Unutrašnja (interna) fragmentacija**.
  - Procesu je dodeljena memorijska particija veća od memorije koju zahteva proces.
  - Preostala memorija je neupotrebljiva.
- **Spoljašnja (eksterna) fragmentacija**.
  - Ukupan memorijski prostor može da zadovolji zahtev procesa ali **nije kontinualan**.
- Eksterna fragmentacija se može smanjiti **kompakcijom memorije**.
  - Sadržaj memorije se ispremešta.
  - Dobijaju se veće šuplljine, odnosno kontinualan prazan prostor.
  - Problem:
    - Sistem mora da prekida procese i da ih privremeno prebacuje na disk.
    - To je vremenski zahtevno.
    - Kompakcija svakako unosi degradaciju performansi sistema.

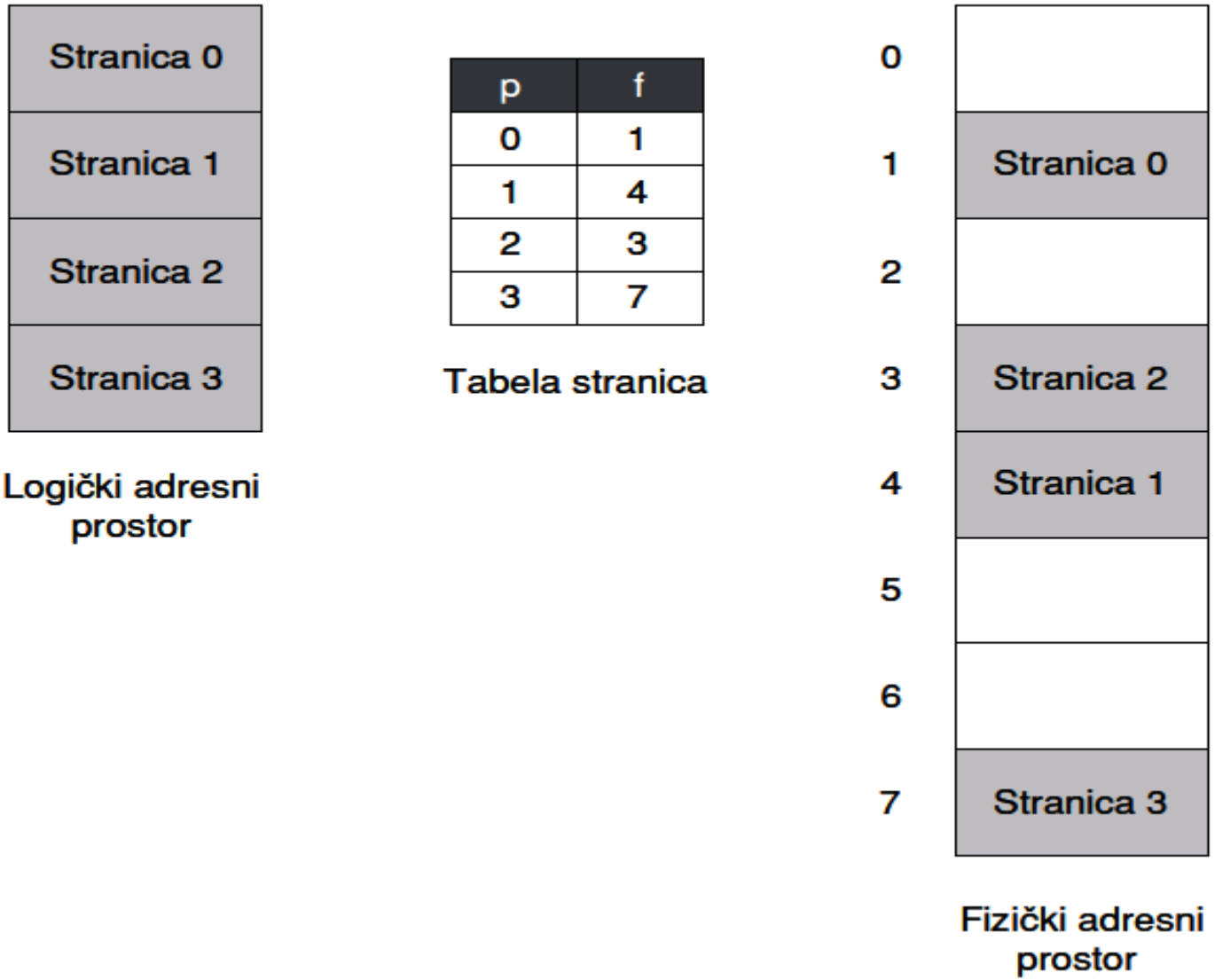
Straničenje

- Straničenje je metoda sa **hardverskom podrškom na nivou procesora**.
- Fizička memorija se deli na blokove fiksne veličine: **okvire** (engl. *page frames*).
- Logički adresni prostor se deli na blokove istih veličina: **stranice** (engl. *pages*).
  - Veličine stranica su po pravilu stepen broja 2.
- Svakoj logičkoj stranici odgovara jedna fizička.
- Korespodencija između njih se čuva u **tabeli stranica** (engl. *page table*).
  - Kontinualni logički prostor procesa može da se razbaca po fizičkoj memoriji.
- Svaka logička adresa koju generiše procesor se deli na dva dela:
- **Broj stranice** (engl. *page number*) – *p*.
  - Koristi se kao indeks u tabeli stranica koja sadrži baznu adresu okvira.
  - Bazna adresa predstavlja viši deo adrese.
- **Pomeraj unutar stranice** (engl. *page offset*) **–** *d*.
  - Definiše položaj u odnosu na samu stranicu.


CPU
p
d
f
d
Radna
memorija
f
Odabrana
stranica
Tabela
stranica
p
f

Straničenje

- Primer: imamo memoriju veličine 32B.
  - Definišimo 8 okvira veličine 4B.
  - Korisnički proces zauzima 4 logičke stranice.
    - Stranica 0 – logičke adrese 0-3.
    - Stranica 1 – logičke adrese 4-7.
    - Stranica 2 – logičke adrese 8-11.
    - Stranica 3 – logičke adrese 12-15.
  - Kako se interpretiraju logičke adrese (tabela stranica data na sledećem slajdu)?
  - Na primer, kako ćemo interpretirati logičku adresu 5?


Stranica 0
Stranica 1
Stranica 2
Stranica 3
Logički adresni prostor
p
f
0
1
1
4
2
3
3
7
Tabela stranica
Broj okvira
0
1
2
3
4
5
6
7
Stranica 0
Stranica 2
Stranica 1
Stranica 3
Fizički adresni prostor

Straničenje

- Logička adresa 5 se mapira na sledeći način:
  - Adresa 5 je logička stranica 1 sa pomerajem 1.
  - Na osnovu tabele stranica to je okvir 4 sa pomerajem 1.
  - Dakle, adresa je 16+1=17.

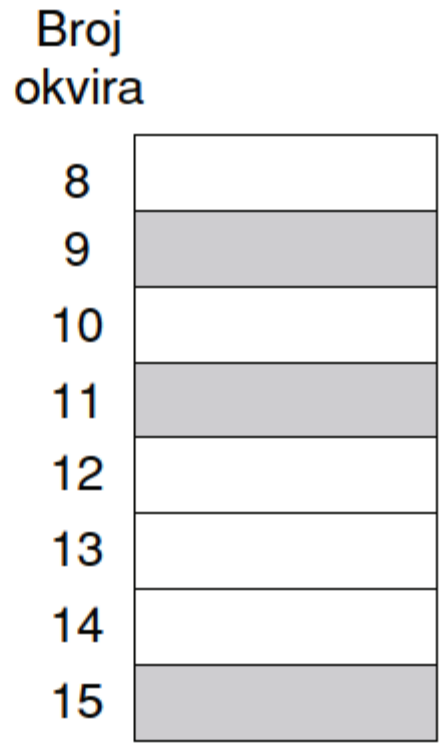
Straničenje

- Proces koji ulazi u stanje izvršavanja mora da dobije potrebnu memoriju.
- Za dati proces preračunava **koliko mu stranica memorije treba**.
  - Svaka stanica mora da se mapira u okvir.
  - Ako proces zatheva *n* stranica, tada se alocira *n* okvira.
  - Okviri se pune procesom.
  - Mapiranje stranica-okvir upisuje u tabelu stranica.
  - Alokacija se vrši na osnovu liste slobodnih okvira.
- Kao posledica, raspored zauzetih i slobodnih stranica je slučajan.

Nov proces na disku

f
10
13
14
12
8

Lista slobodnih okvira



Fizički adresni prostor

Pre dodele stranica novom procesu

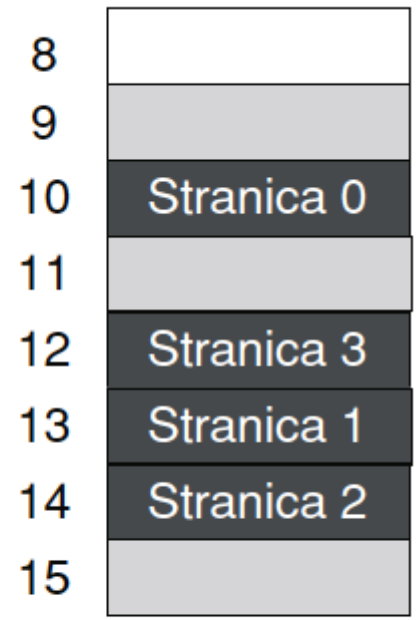
Nakon dodele stranica novom procesu

p	f
0	10
1	13
2	14
3	12

Tabela stranica novog procesa

f
8

Lista slobodnih okvira



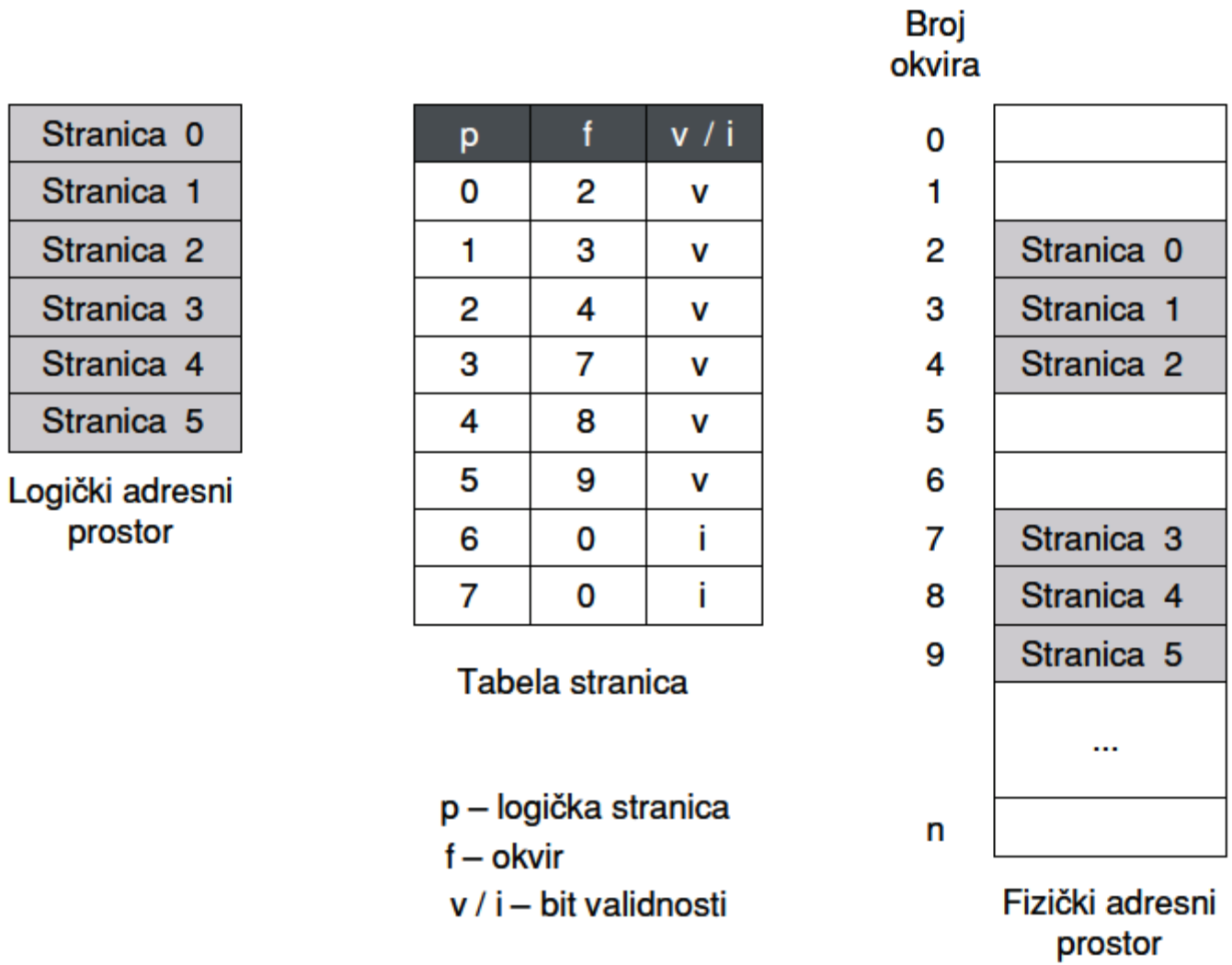
Fizički adresni prostor

Straničenje

- Šta je važno napomenuti u vezi straničenja?
  - Korisnik svoj deo memorije doživljava kao **kontinualni prostor**.
  - Mapiranje logičkog i fizičkog prostora je zadatak OS-a i **transparentno je za korisnika**.
  - **Eksterne fragmentacije nema**, jer se svaki okvir može iskoristiti za smeštaj dela bilo kog procesa.
  - **Interna fragmentacija postoji**.
- Koliko se memorije može adresirati?
  - Primer:
    - Tabela stranica je 32 bitna.
    - Veličina stranice je 4KB.
    - Može se adresirati $2^{32}*4*2^{10}$=16TB fizičkog adresnog prostora.

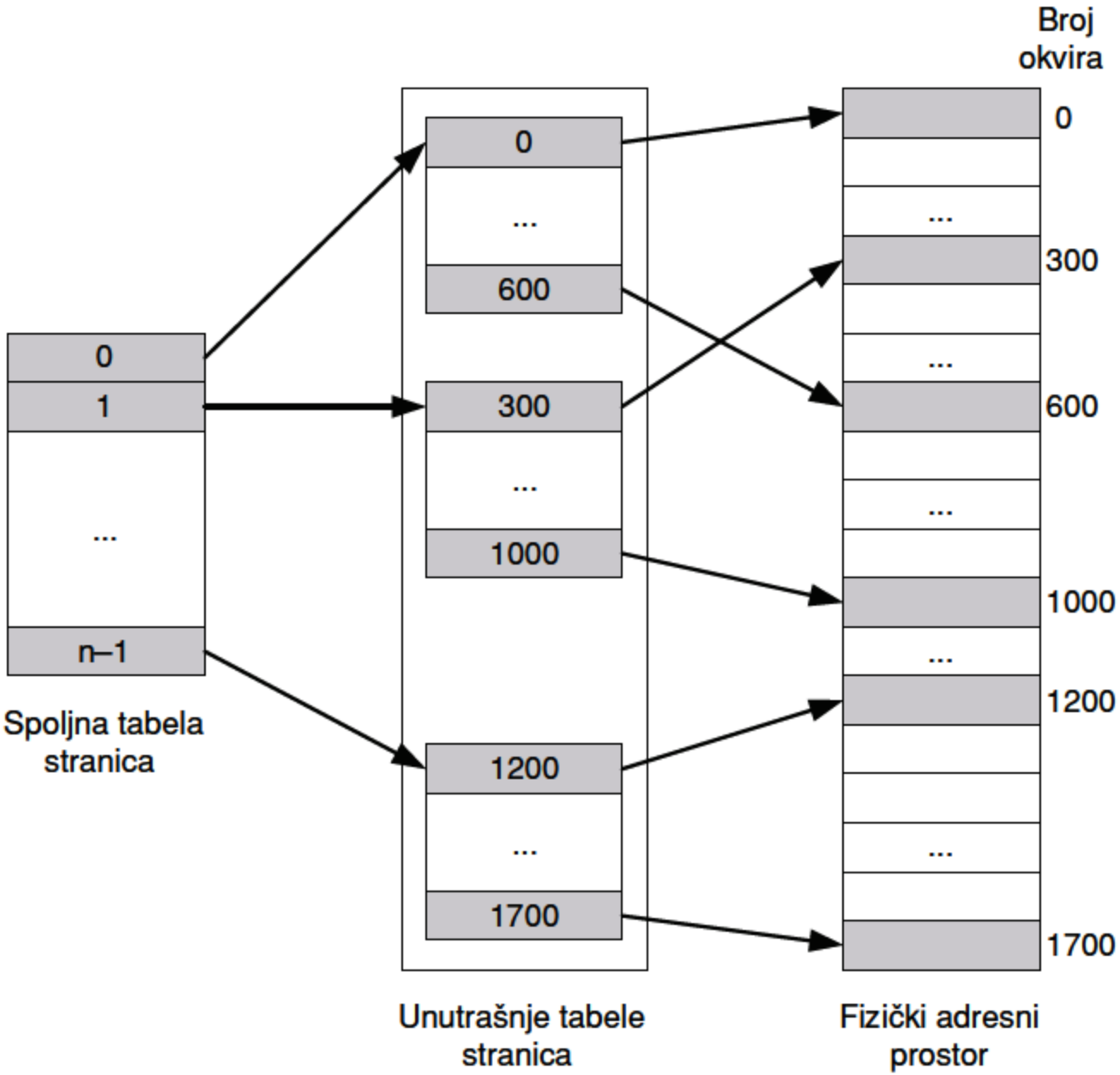
Zaštita memorije

- Zaštita memorije postiže se uvođenjem novih bitova koji imaju specijalno značenje.
- **Bit validnosti v** ukazuje da je vrednost u tabeli stranica važeća, ispravna i da se okvir može se koristiti za mapiranje.
  - To se ponekad koristi da se nekom programu zabrani pristup određenim logičkim adresama.
  - Primer (slika na sledećem slajdu):
    - Svaka referenca programa koja pripada logičkim stranicama 6 i 7 završiće se kao ilegalan zahtev.
    - Razlog: te stranice su u tabeli proglašene kao nevažeće (engl. *invalid bit*).
- **Bit za zaštitu od upisa rw** (odnosno ro) određuje da li je stranica sa punim pristupom ili je zaštićena (može se samo čitati).
  - Poželjno je zaštititi stanice koje sadrže kod programa (sprečava se nehotično prepisivanje).


Stranica 0
Stranica 1
Stranica 2
Stranica 3
Stranica 4
Stranica 5
Logički adresni prostor
p
f
v / i
0 2 v
1 3 v
2 4 v
3 7 v
4 8 v
5 9 v
6 0 i
7 0 i
Tabela stranica
p – logička stranica
f – okvir
v / i – bit validnosti
Broj okvira
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
n
Stranica 0
Stranica 1
Stranica 2
Stranica 3
Stranica 4
Stranica 5
...
Fizički adresni prostor

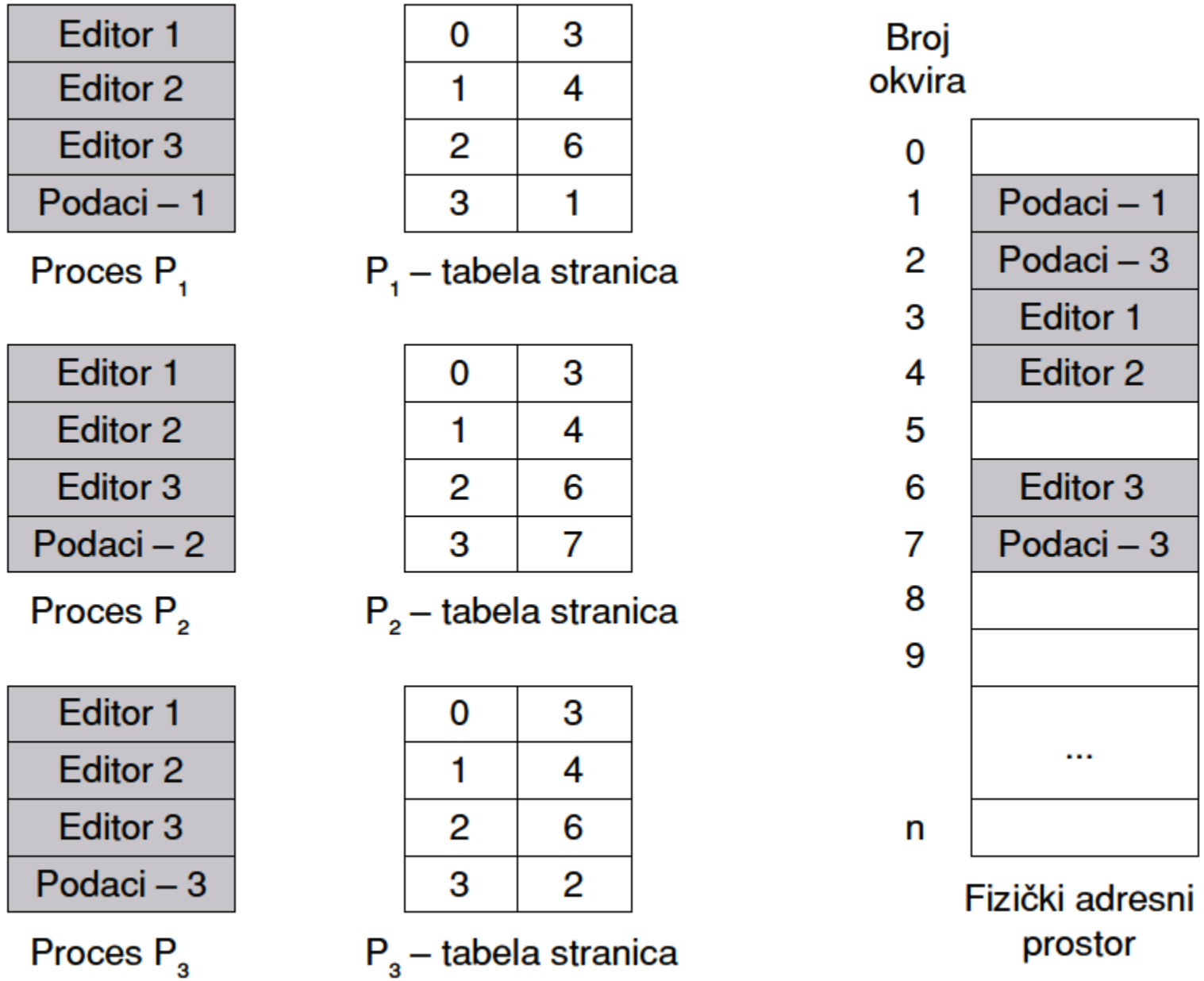
Hijerarhijsko straničenje

- Logički adresni prostor savremenih računara je 2^{32} ili 2^{64}.
- U takvim situacijama, tabele stranica su jako velike!
- Primer:
  - 32 bitni system,
  - stranice veličine 4KB (2^{12}),
  - tabela stranica se sastoji od milion ulaza (2^{32} / 2^{12} = 2^{20}).
  - Ako se svaki ulaz sastoji od 4 bajta tada tabela stanica obuhvata 4MB.
- Međutim, ne treba svakom procesu milion ulaza (ceo logički adresni prostor).
  - Tabela stranica se može podeliti na više manjih delova.
  - Najjednostavniji primer je **dvonivovsko straničenje**.
  - **Spoljna tabela stranica** koja ukazuje na stranice u kojima su smeštene **prave tabele stranica**.


Broj okvira
0
1
...
n–1
Spoljna tabela stranica
0
...
600
300
...
1000
1200
...
1700
Unutrašnje tabele stranica
0
...
300
...
600
...
1000
...
1200
...
1700
Fizički adresni prostor

Deljene stranice

- Jedna od prednosti straničenja je mogućnost **deljenja zajedničkog koda** između većeg broja procesa.
- Primer:
  - Sistem na kome više korisnika istovremeno izvršava isti tekst editor.
  - Kada ne bi bilo deljenja svaki korisnički proces, pored sekcija podataka morao bi da učita za sebe posebnu kopiju koda tekst editora u memoriju.
  - Ako se kod editora ne modifikuje u toku izvršavanja, deljenje stranica se može iskoristiti:
    - Jednu kopiju koda u memoriji koristiće svi procesi.
    - Njihove tabele stranica ukazivaće na isti memorijski prostor u kome se nalazi tekst editor.

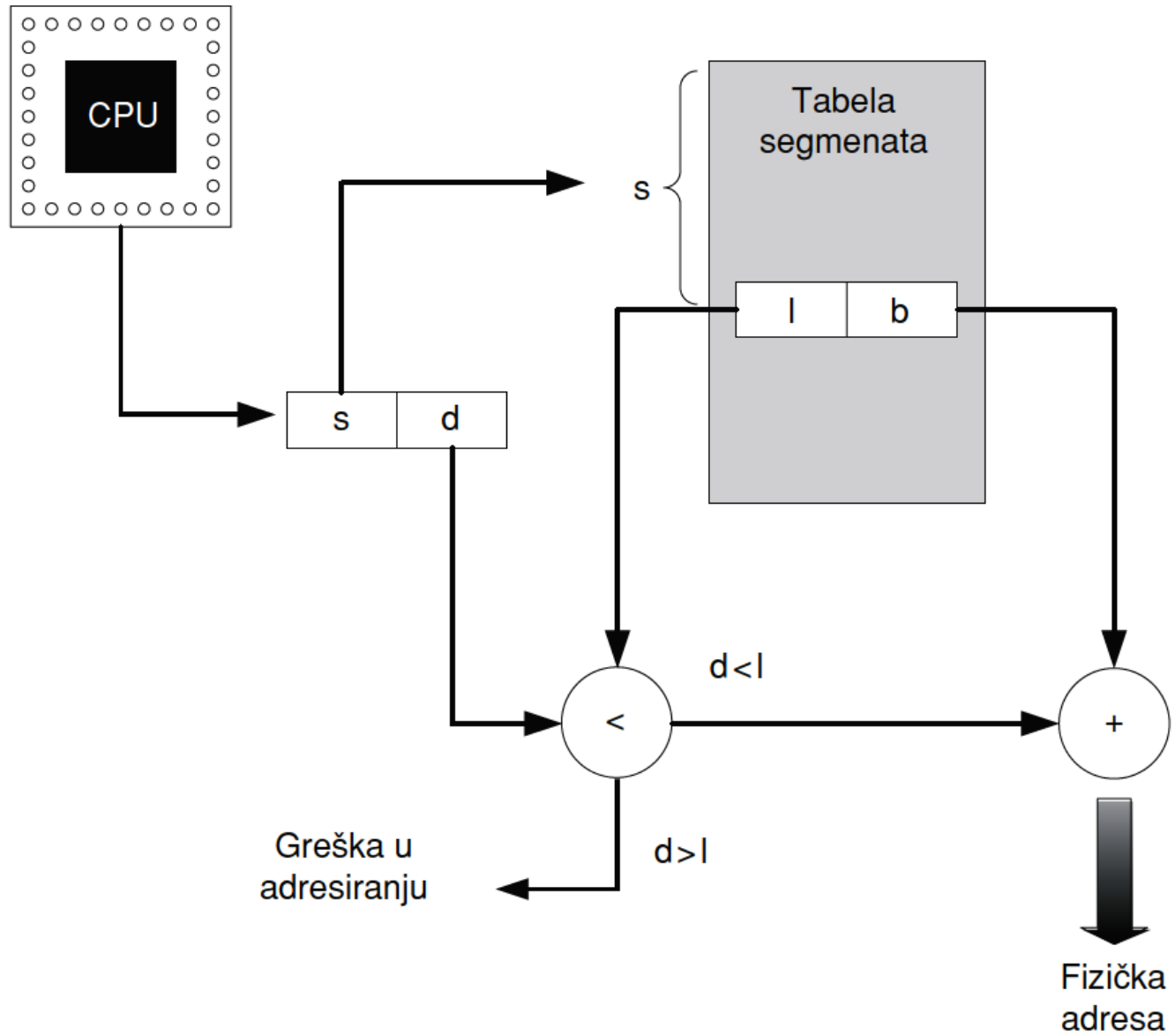

Editor 1
Editor 2
Editor 3
Podaci – 1
Proces P1
0 3
1 4
2 6
3 1
P1 – tabela stranica
Editor 1
Editor 2
Editor 3
Podaci – 2
Proces P2
0 3
1 4
2 6
3 7
P2 – tabela stranica
Editor 1
Editor 2
Editor 3
Podaci – 3
Proces P3
0 3
1 4
2 6
3 2
P3 – tabela stranica
Broj okvira
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
...
n
Podaci – 1
Podaci – 3
Editor 1
Editor 2
Editor 3
Podaci – 3
Fizički adresni prostor

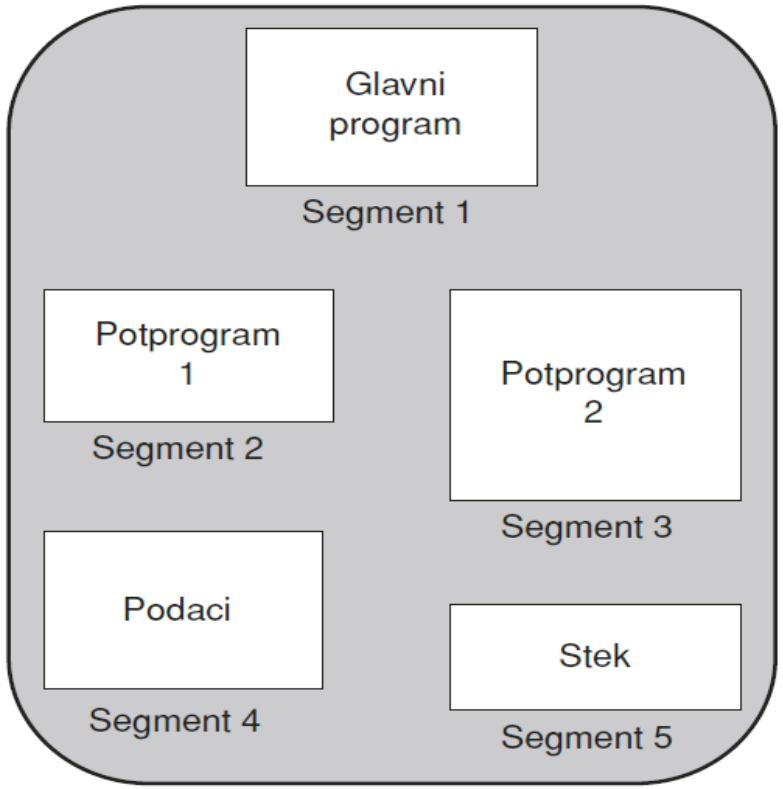
Segmentacija

- Logički adresni prostor se sastoji kolekcije segmenata.
- Svaki segment ima jedinstveno ime i dužinu.
- Logička adresa se se sastoji od dva dela:
  - **imena segmenta** (umesto imena obično se zadaje broj koji predstavlja ID segmenta),
  - **pomeraja unutar segmenta**.
- Kod segmenatacije je prisutna **eksterna fragmentacija**.
  - Slobodna memorija se ne može iskoristiti za smeštaj segmenta ukoliko ne postoji dovoljno velika šupljina.
  - Problem se može umanjiti **kompakcijom memorije**.

Segmentacija

- U metodi segmentacije korisničke adrese su dvodimezione.
- Mapiranje u fizičke adrese se obavlja preko **tabele segmenata**.
- Svaki ulaz u tabeli segmenata sadrži dva parametra:
  - **Baznu adresu segmenta** (početna fizičku adresu segmenta u memoriji)
  - **Limit segmeta** (dužina segmenta).
- Kako se logička adresa mapira u fizičku?
  - **Broj segmenta** (s) se koristi kao **ulaz u tabelu** segmenta.
  - Iz tabele se čitaju **bazna adresa** segmenta (b) i **limit** (l).
  - Ako je:
    - Pomeraj veći od limita (d > l):
      - Imamo grešku u adresiranju.
    - Pomeraj manji od limita (d < l):
      - Fizička adresa = bazna adresa + pomeraj.

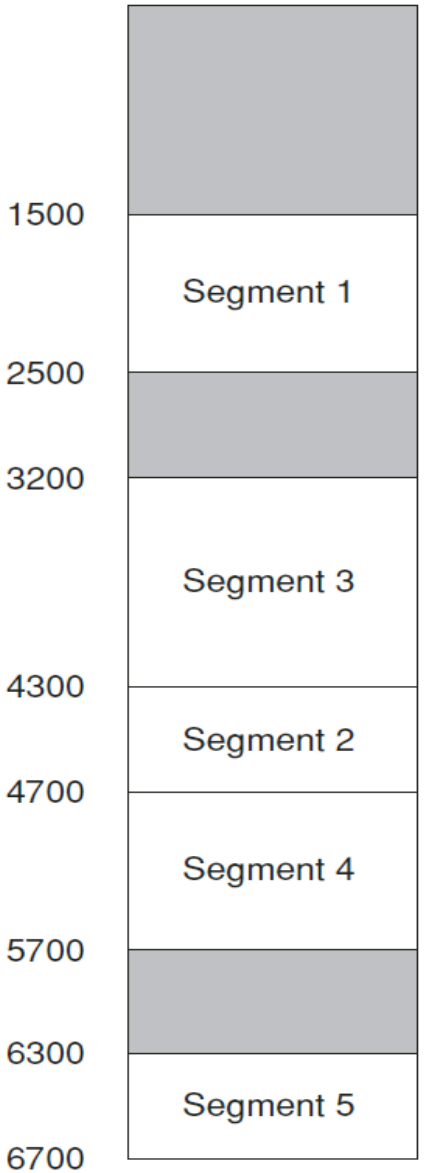

CPU
Tabela segmenata
s
l
b
s
d
d<l
<
+
Greška u adresiranju
d>l
Fizička adresa



Logički adresni prostor

Segment	Bazna adresa	Ograničenje
1	1500	1000
2	4300	400
3	3200	1100
4	4700	1000
5	6300	400

Tabela segmenata



Fizički adresni prostor

Segmentacija

- Tabela segmenata može sadržati i neke oblike zaštite segmenata.
  - Najčešće koristi zaštita od izmene sadržaja.
  - Segmenti sa kodom mogu biti definisani kao **nepromenljivi** (engl. *read only*).
- Segmenti koji se ne menjaju se mogu **deliti**.
  - Na taj način se obavlja efikasna ušteda memorije.
  - Primer:
    - Dva procesa koji koriste isti editor teksta.
    - Svaki proces ima svoju tabelu segmenata.
    - Segment koji sadrži kod editora biće zajednički.

Logički adresni prostor procesa P_1

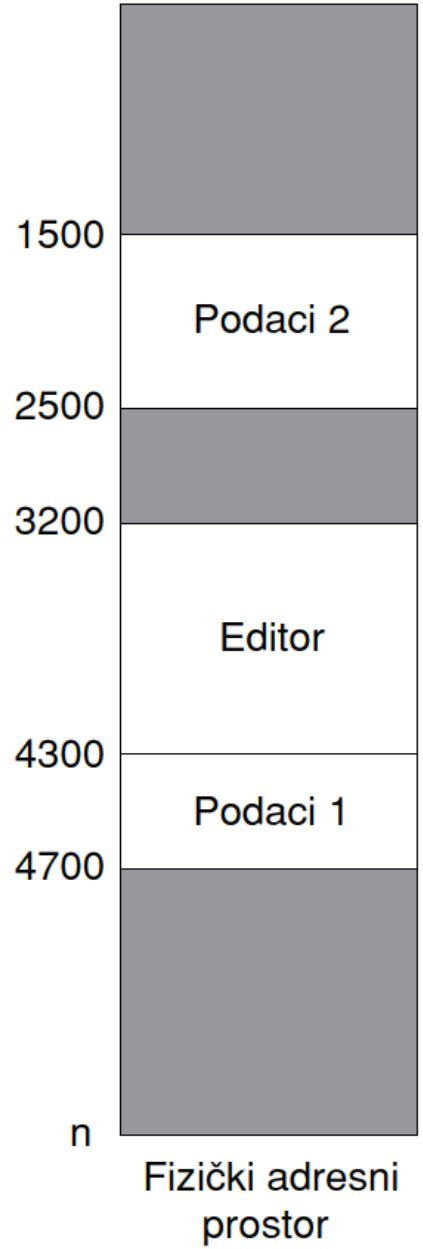
S	Bazna adresa	Ograničenje
1	3200	1100
2	4300	400

Tabela segmenata procesa P_1

Logički adresni prostor procesa P_2

S	Bazna adresa	Ograničenje
1	3200	1100
2	1500	2500

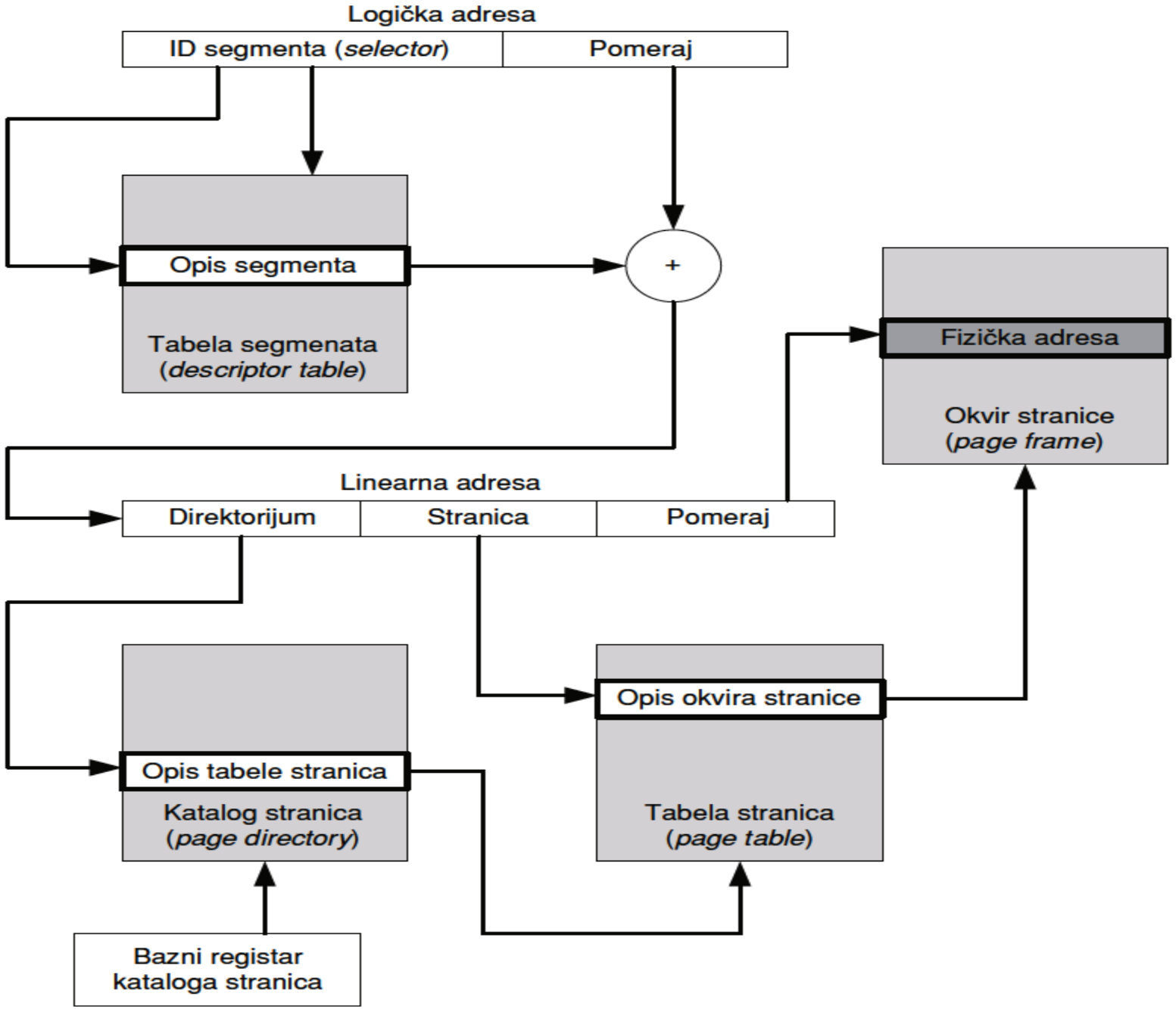
Tabela segmenata procesa P_2



Fizički adresni prostor

Segmentacija sa straničenjem

- Na procesorima ugrađenu podršku i za segmentaciju i za straničenje, mogu se kombinovanti metode diskontinualne alokacije.
- Straničenje poništava eksternu fragmentaciju segmenata!
- Primer: **segmentacija sa dvonivovskom straničenjem**.


Logička adresa
ID segmenta (*selector*)
Pomeraj
Opis segmenta
Tabela segmenata
(*descriptor table*)
+
Fizička adresa
Okvir stranice
(*page frame*)
Linearna adresa
Direktorijum
Stranica
Pomeraj
Opis okvira stranice
Opis tabele stranica
Katalog stranica
(*page directory*)
Tabela stranica
(*page table*)
Bazni registar
kataloga stranica

Literatura

1. B. Đorđević, D. Pleskonjić, N. Maček (2005): Operativni sistemi: teorija, praksa i rešeni zadaci. Mikro knjiga, Beograd.
2. R. Popović, I. Branović, M. Šarac (2011): Operativni sistemi. Univerzitet Singidunum, Beograd.

Hvala na pažnji

Pitanja su dobrodošla.