



Diplomski studij

**Informacijska i
komunikacijska tehnologija:**

Telekomunikacije i informatika

Računarstvo:

Programsko inženjerstvo i
informacijski sustavi

Računarska znanost

Ak.g. 2008./2009.

Raspodijeljeni sustavi

1.

Uvod u raspodijeljene sustave

7.9.2009.

- ◆ Definicija, obilježja i vrste raspodijeljenih sustava
- ◆ Otvorenost, transparentnost i skalabilnost
- ◆ Arhitektura raspodijeljenih sustava
- ◆ Modeli raspodijeljene obrade:
 - klijent – poslužitelj
 - objavi – pretplati
 - ravnopravni sudionici
 - pokretni kod i programski agenti
- ◆ Studijski primjer: raspodijeljeni sustav weba

Andrew S. Tannenbaum:

- ◆ Skup neovisnih računala koji korisniku izgleda kao jedan cjeloviti sustav.

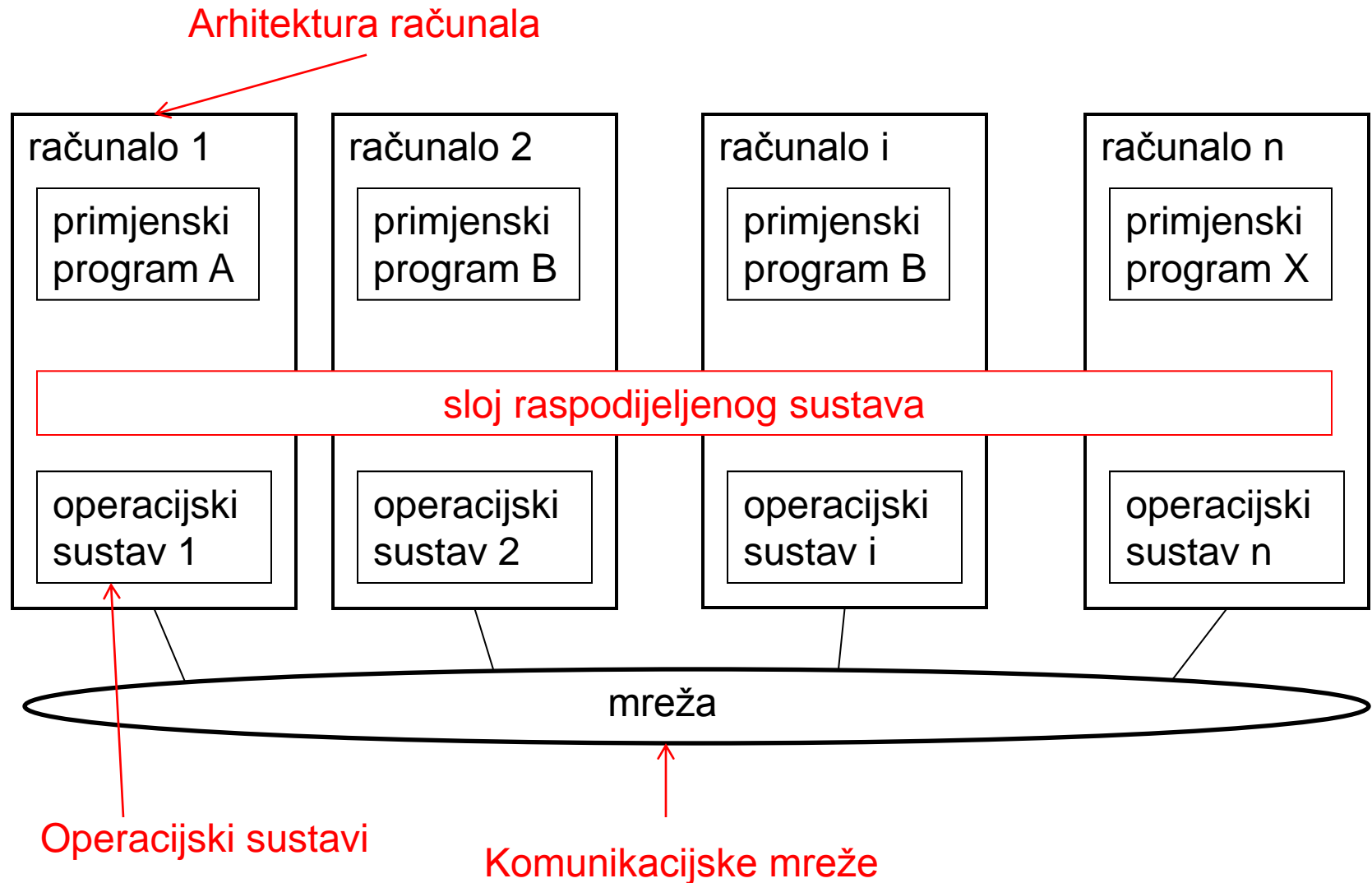
George Coulouris:

- ◆ Sustav u kojem programske i sklopovske komponente umreženih računala komuniciraju i usklađuju svoje aktivnosti isključivo razmjenom poruka.

Leslie Lamport:

- ◆ Sustav u kojem kvar računala za koje uopće ne znate da postoji može učiniti vaše računalo neupotrebljivim.

Definicija raspodijeljenog sustava (2)



Programski posrednički sloj, međuoprema (engl. *middleware*)

- ◆ prikriva činjenicu da su procesi i sredstva (resursi) raspodijeljeni na više računala u mreži
- ◆ omogućuje povezivanje i suradnju aplikacija, sustava i uređaja,
- ◆ omogućuje interakciju programa na aplikacijskoj razini,
- ◆ nalazi se između operacijskog sustava i primjenskih programa,
- ◆ nalazi se iznad mrežnog, a ispod aplikacijskog sloja

Inherentna raspodijeljenost:

- ◆ korisnika, informacija, sredstava, ...

Funkcionalno odvajanje:

- ◆ različite namjene, različite mogućnosti, različite uloge (korisnik – davatelj usluge, proizvođač – potrošač,)

Opterećenje:

- ◆ raspodjela i uravnoteženje

Pouzdanost:

- ◆ više komponentata na različitim mjestima

Cijena, troškovi

....

Raspodijeljeni računalni sustavi:

- ◆ grozd, nakupina (engl. *cluster*)
- ◆ spleť (engl. *grid*)

Raspodijeljeni informacijski sustavi:

- ◆ sustav za obradu transakcija (engl. *Transaction Processing System*)
- ◆ integracija poslovnih primjena (engl. *Enterprise Application Integration*)

Sustavi za pružanje informacijskih i komunikacijskih usluga:

- ◆ sloj usluga i aplikacija (engl. *Service & Application Layer*)

Prožimajući sustavi (engl. *pervasive system*)

- ◆ senzorska mreža (engl. *sensor network*)

Paralelne aktivnosti:

- ◆ autonomne komponente sustava istodobno izvode više aktivnosti

Komunikacija razmjenom poruka:

- ◆ komponente sustava razmjenjuju podatke porukama, ne dohvaćaju ih iz zajedničke memorije

Dijeljenje sredstava:

- ◆ zajedničkim sredstvima pristupa više komponenata sustava

Nema globalnog stanja:

- ◆ niti jedan proces ne zna stanje svih procesa u svim komponentama sustava

Nema globalnog vremenskog takta:

- ◆ sve komponente sustava nisu pokretane istim vremenskim taktom tako da je ograničena mogućnost vremenskog usklađivanja

◆ **Otvorenost**

- otvoreni sustav (engl. *open system*): pruža usluge sukladno normiranim pravilima te definiranoj sintaksi i semantici

◆ **Transparentnost**

- prikrivanje odabranih značajki raspodijeljenog sustava
- utječe na složenost, performanse i troškove sustava
- oblikuje se sukladno korisničkim zahtjevima

◆ **Skalabilnost**

- sposobnost razmjerne prilagodbe veličini (broj korisnika – količina sredstva), rasprostranjenosti (lokalno, regionalno, globalno, ...) i načinu upravljanja (jedna ili više administrativnih domena)

Norma (standard) je specifikacija koja je:

- ◆ široko prihvaćena u industriji (**de facto standard**) ili zastupana od normizacijskog tijela (**de jure standard**),
- ◆ dobro definirana,
- ◆ neutralna, tj. vlasnički neovisna i
- ◆ javno dostupna.

Otvorenost je pretpostavka za:

- ◆ međudjelovanje (engl. *interoperability*)
- ◆ prenosivost (engl. *portability*)
- ◆ proširljivost (engl. *extensibility*)

Transparentnost pristupa (engl. *access transparency*)

- ◆ Prikrivanje razlika u predočavanju podataka i pristupa sredstvima (različite arhitekture računala, operacijski sustavi, baze podataka)

Lokacijska transparentnost (engl. *location transparency*)

- ◆ Prikrivanje lokacije sredstva: položaj sredstva u sustavu ne treba biti i nije poznat korisniku
- ◆ Imenovanje sredstva omogućuje dostup sredstvu putem imena, što omogućuje promjenu njegove lokacije, ali ne tijekom uporabe

Migracijska transparentnost (engl. *migration transparency*)

- ◆ Prikrivanje promjene lokacije: promjena lokacije sredstva ne utječe na način dostupa sredstvu

Relokacijska transparentnost (engl. *relocation transparency*)

- ◆ Prikrivanje premještanja/kretanja sredstva: sredstvo smije mijenjati položaj tijekom uporabe

Replikacijska transparentnost (engl. *replication transparency*)

- ◆ Prikrivanje više istovrsnih sredstava ili više preslika nekog sredstva, što zahtijeva isto ime za sve replike
- ◆ Lokacijska transparentnost pretpostavka je replikacijsku

Konkurencijska transparentnost (engl. *concurrency transparency*)

- ◆ Prikrivanje istodobne uporabe istog resursa od drugih korisnika: zajednička/dijeljena uporaba sredstva uz očuvanje konzistentnosti

Transparentnost na kvar (engl. *failure transparency*)

- ◆ Prikrivanje kvara: otkrivanje kvara i obnavljanje sustava nakon kvara nije uočljivo korisnicima
- ◆ Problem otkrivanja kvara: veliko opterećenje može se očitovati kao kvar (npr. nema odgovora u očekivanom vremenu)

Da bi se uz promjenu broja korisnika održale performanse sustava uz prihvatljive troškove treba:

više (istovrsnih) dijelova	koliko?
prostorno raspodijeljenih	gdje?
koji komuniciraju asinkrono	kako?

Oblikovanje raspodijeljenih sustava:

- ◆ Kakav je stupanj transparentnosti potreban i kako utječe na performanse?
- ◆ Kakva je skalabilnost sustava s motrišta veličine, rasprostranjenosti i upravljanja potrebna?

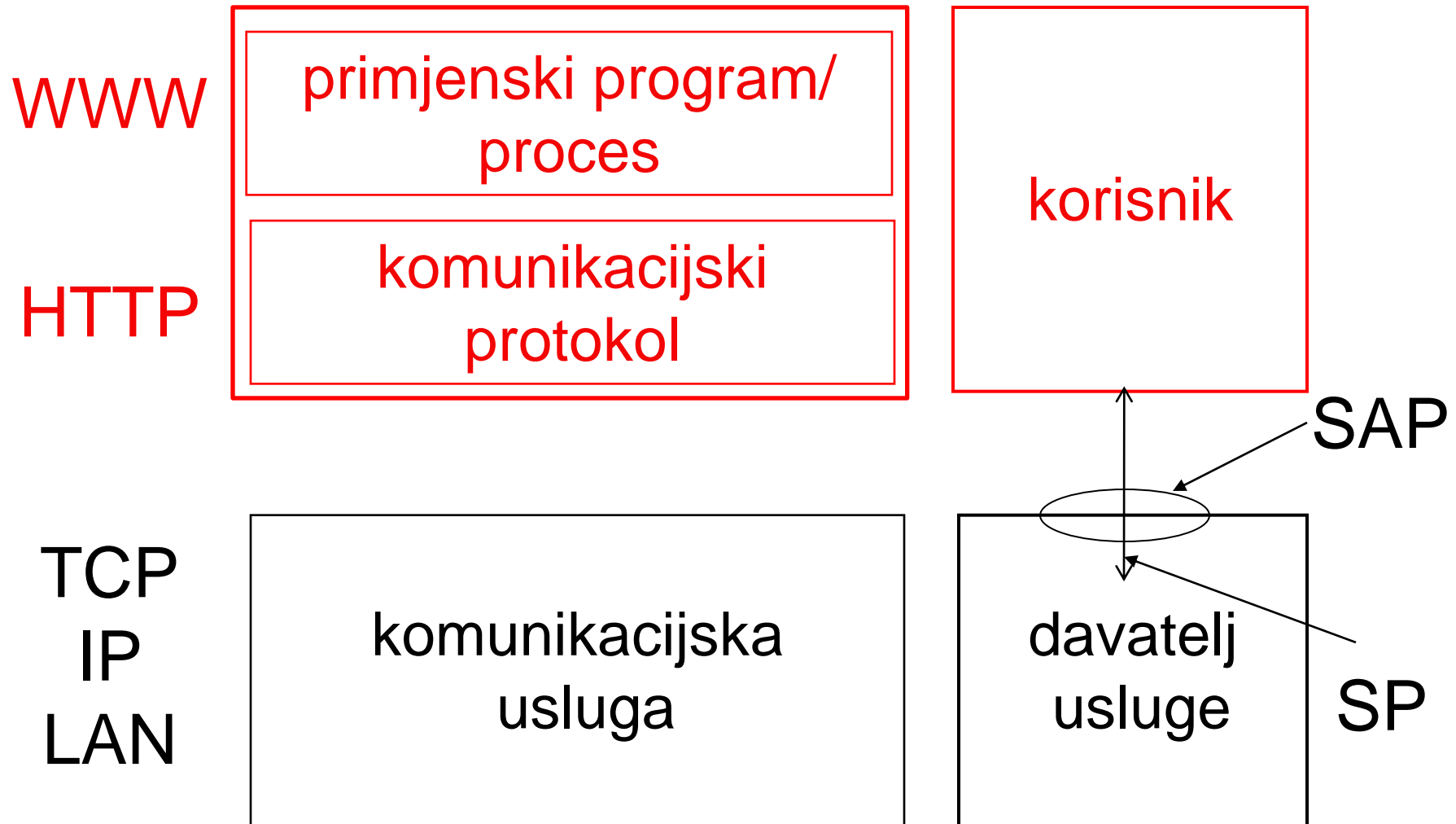
Slojeviti modeli

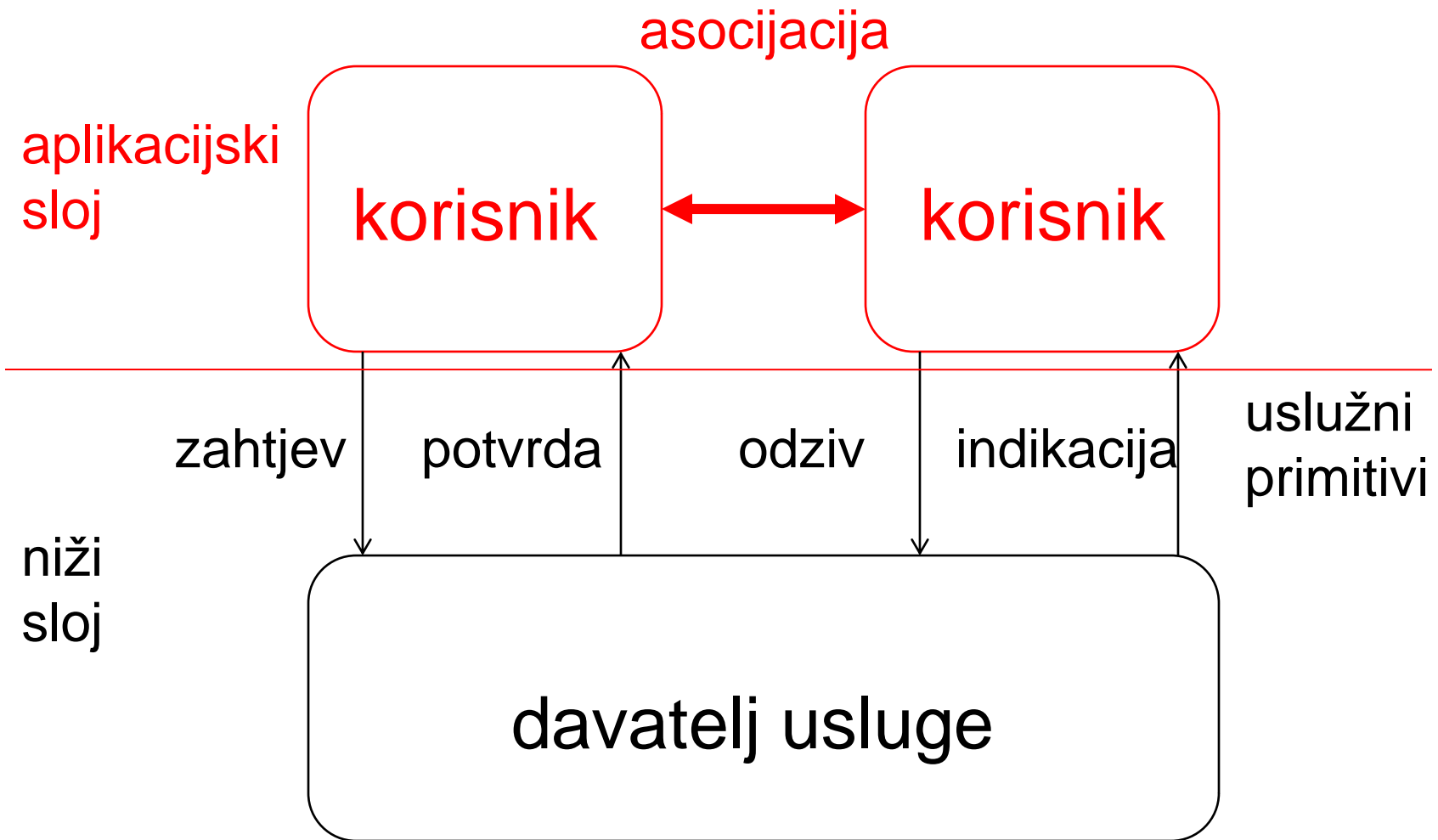
- ◆ U središtu pozornosti aplikacijski sloj (sloj primjene)
 - primjenski programi i primjenski procesi te
 - usluge koje im pružaju niži slojevi

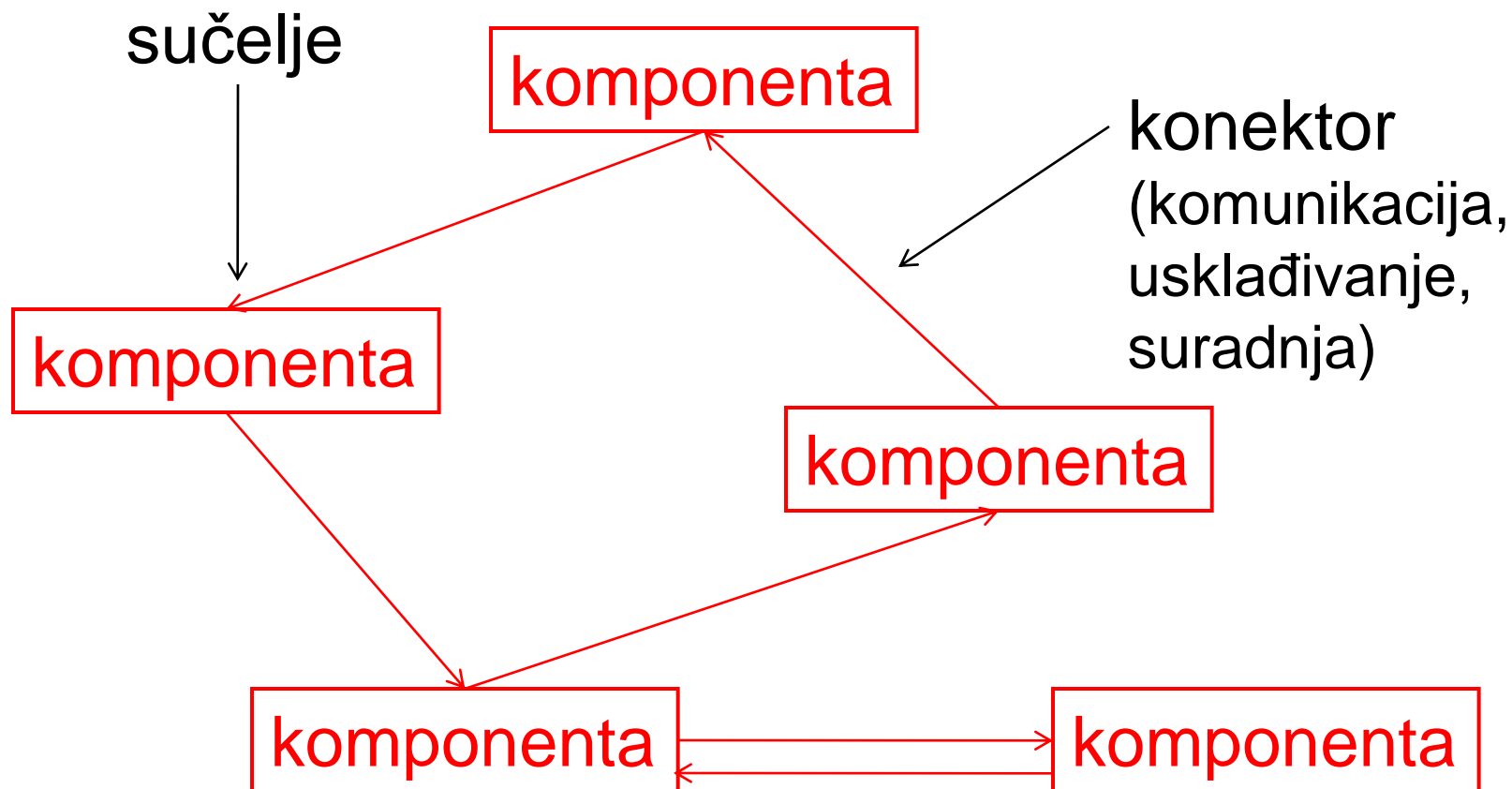
Objektni modeli

- ◆ objekti: komponente sustava s dobro definiranim sučeljem
- ◆ mehanizam komunikacije, usklađivanja i suradnje komponenata

Jezik: UML







Programska arhitektura:

- ◆ logička organizacija sustava: programske komponente sustava, njihova organizacija i interakcija

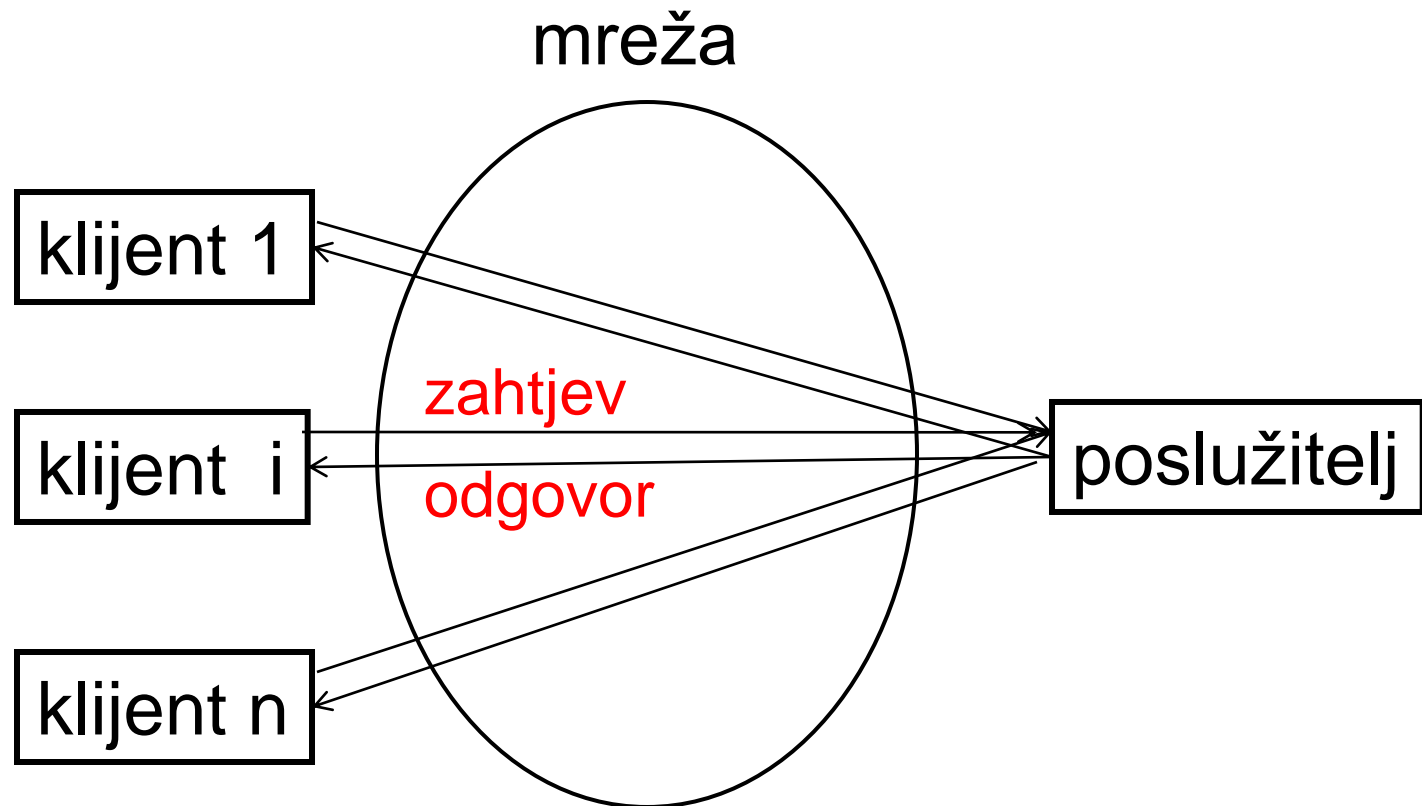
Sustavka arhitektura:

- ◆ smještaj programskih komponenata na jedno računalo (centralizirana arhitektura) ili više njih (decentralizirana arhitektura)

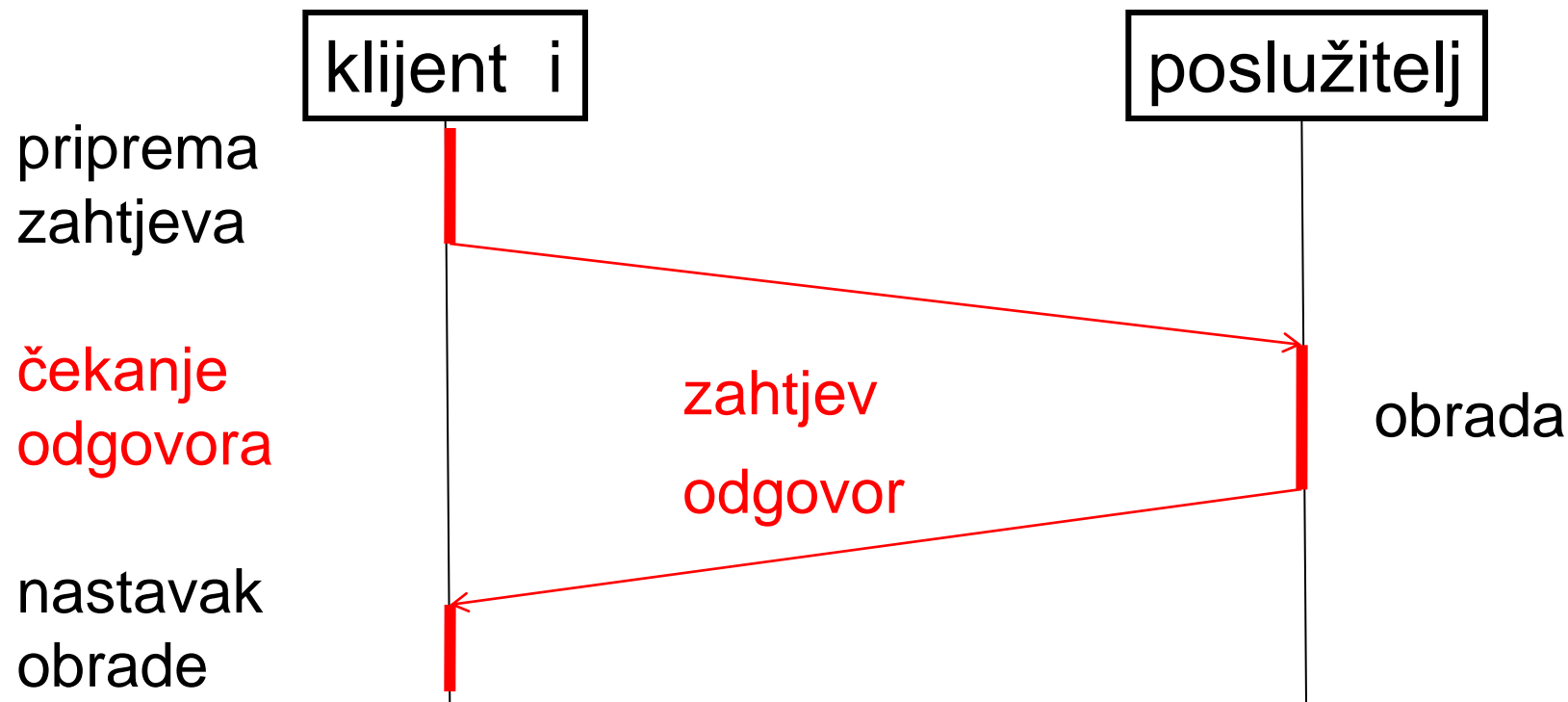
Modeli raspodijeljene obrade:

- ◆ klijent-poslužitelj, objavi-pretplati, ravnopravni sudionici, pokretni kod/programski agent

- ◆ klijent: traži uslugu (zahtjev)
- ◆ poslužitelj: pruža uslugu (odgovor) za više/mnogo klijenta



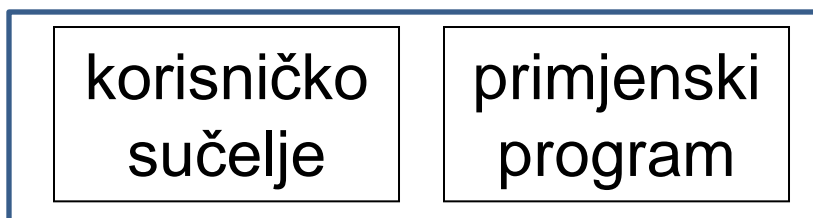
- ◆ Klijent šalje zahtjev i čeka odgovor
- ◆ Poslužitelj: prihvaća i obrađuje zahtjev te vraća odgovor



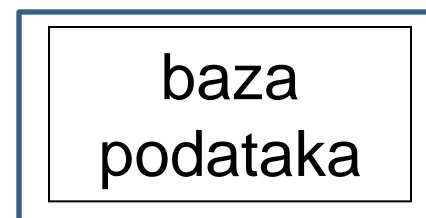
Dvoredna arhitektura klijent – poslužitelj (engl. *two-tier*)



mršavi klijent (engl. *thin client*)



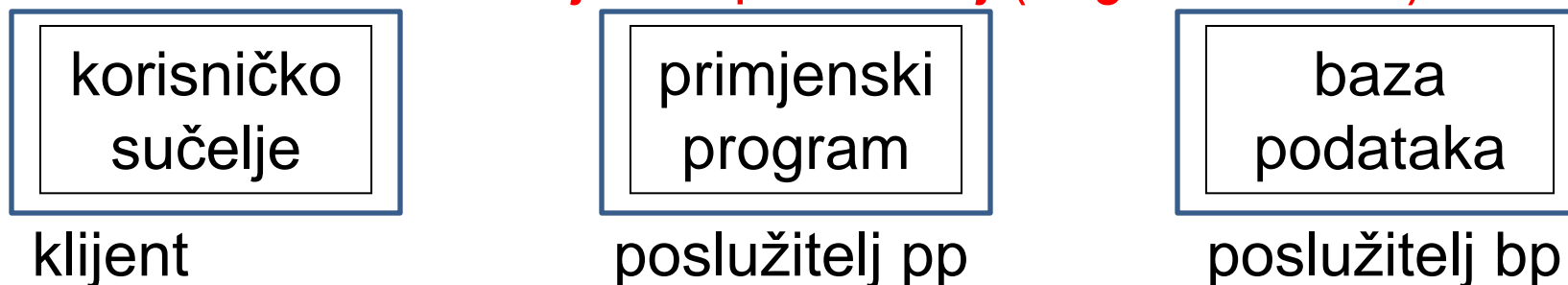
poslužitelj



debeli klijent (engl. *fat client*)

poslužitelj

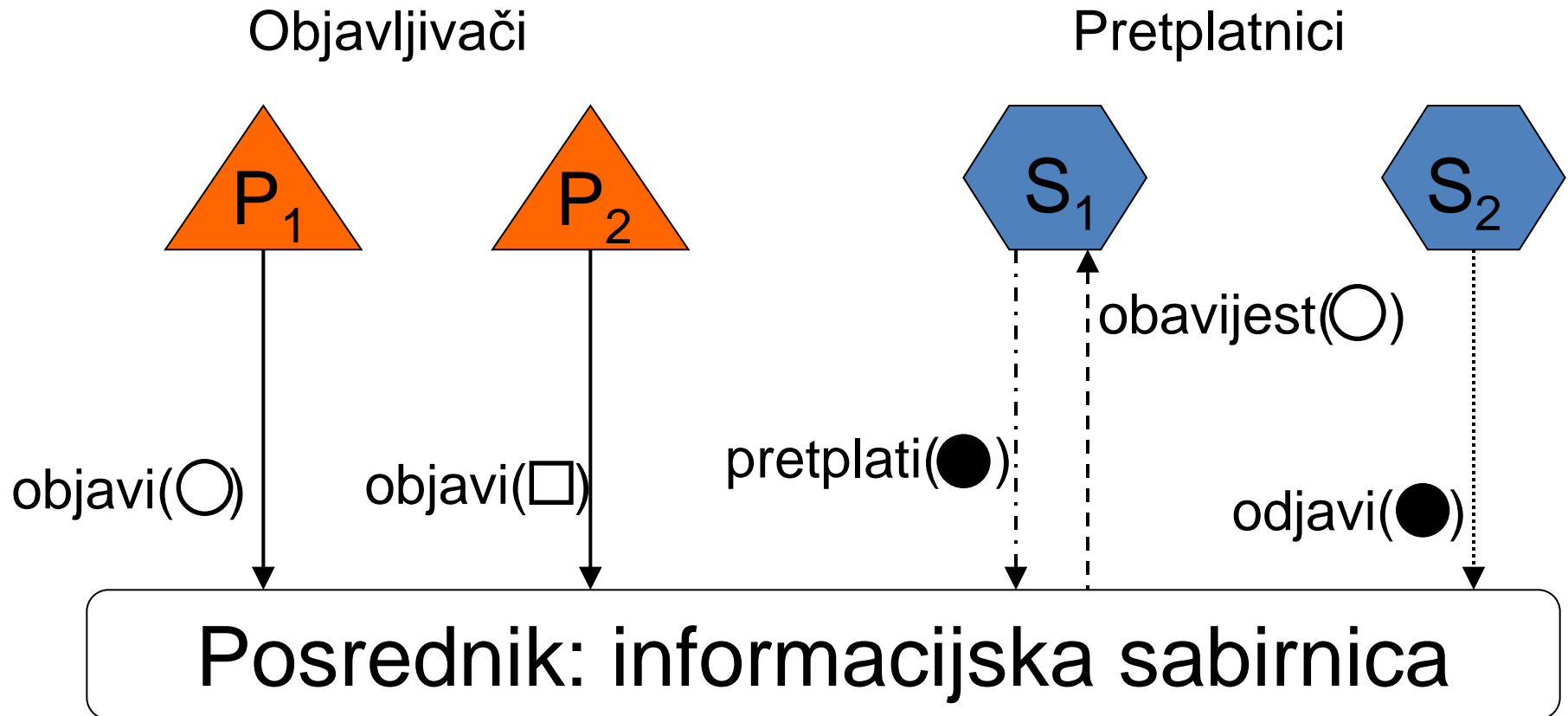
Troredna arhitektura klijent – poslužitelj (engl. *three-tier*)



- ◆ objekt-izvor: objavljivač obavijesti (engl. *publisher*)
- ◆ objekt-odredište: pretplatnik na obavijest (engl. *subscriber*)
- ◆ posrednik između objekta-izvora i objekta-odredišta:
 - informacijska sabirnica
 - povezuje objavljivače obavijesti s pretplatnicima

Analogija:

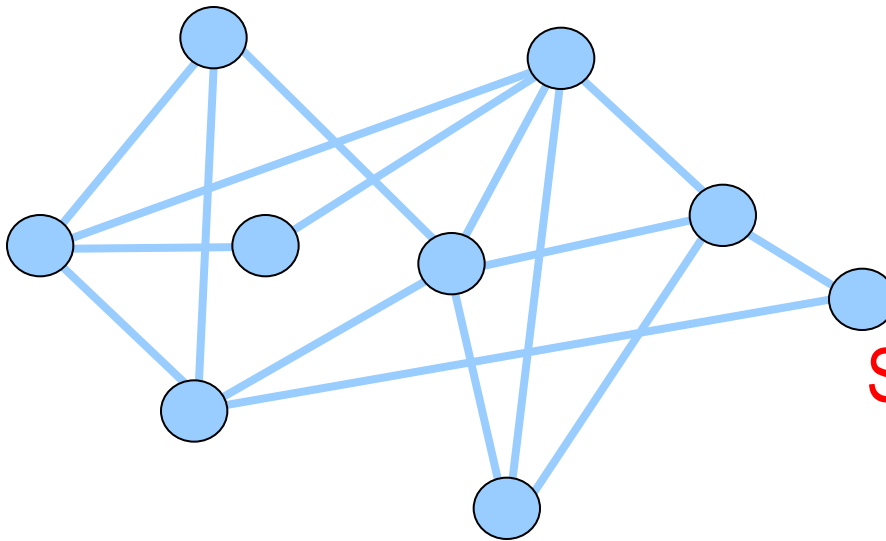
- ◆ novinske agencije (Reuters, HINA, ...)



- ◆ ravnopravni sudionik (engl. *peer*) je onaj koji obavlja funkciju i poslužitelja i klijenta
- ◆ ravnopravni sudionici međusobno komuniciraju (engl. *Peer-to-Peer*, P2P) tako da se povezuju u mrežu na aplikacijskom sloju koja predstavlja “prekrivajuću mrežu” (engl. *overlay network*) nad stvarnom mrežnom topologijom
- ◆ svaki čvor “plaća” sudjelovanje u mreži nudeći dio vlastitih sredstava ostalim čvorovima
- ◆ model ravnopravnih sudionika potencijalno nudi neograničena sredstva u velikim mrežama s puno čvorova

Decentralizirani distribuirani sustav

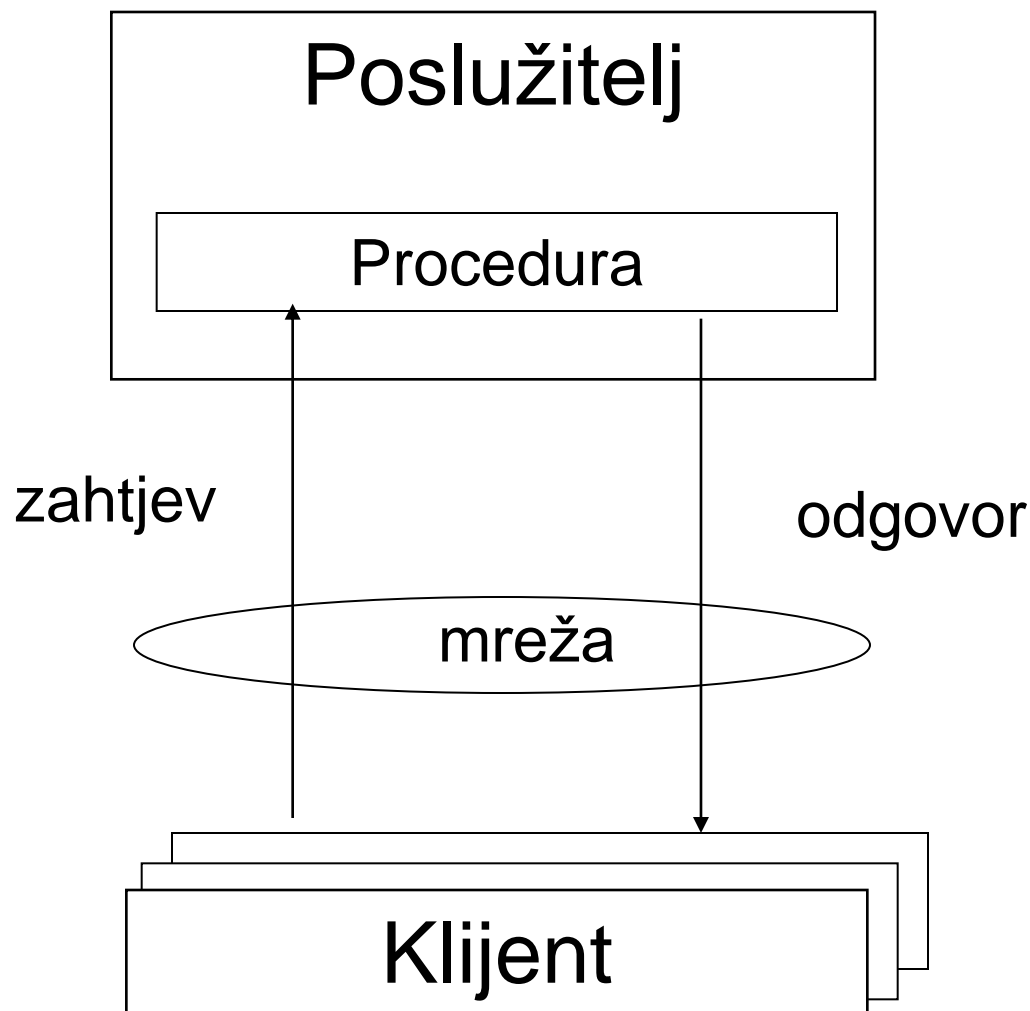
- nema centralizirane koordinacije među *peerovima*
- ne postoji jedna točka ispada



Samoorganizirajuća mreža čvorova

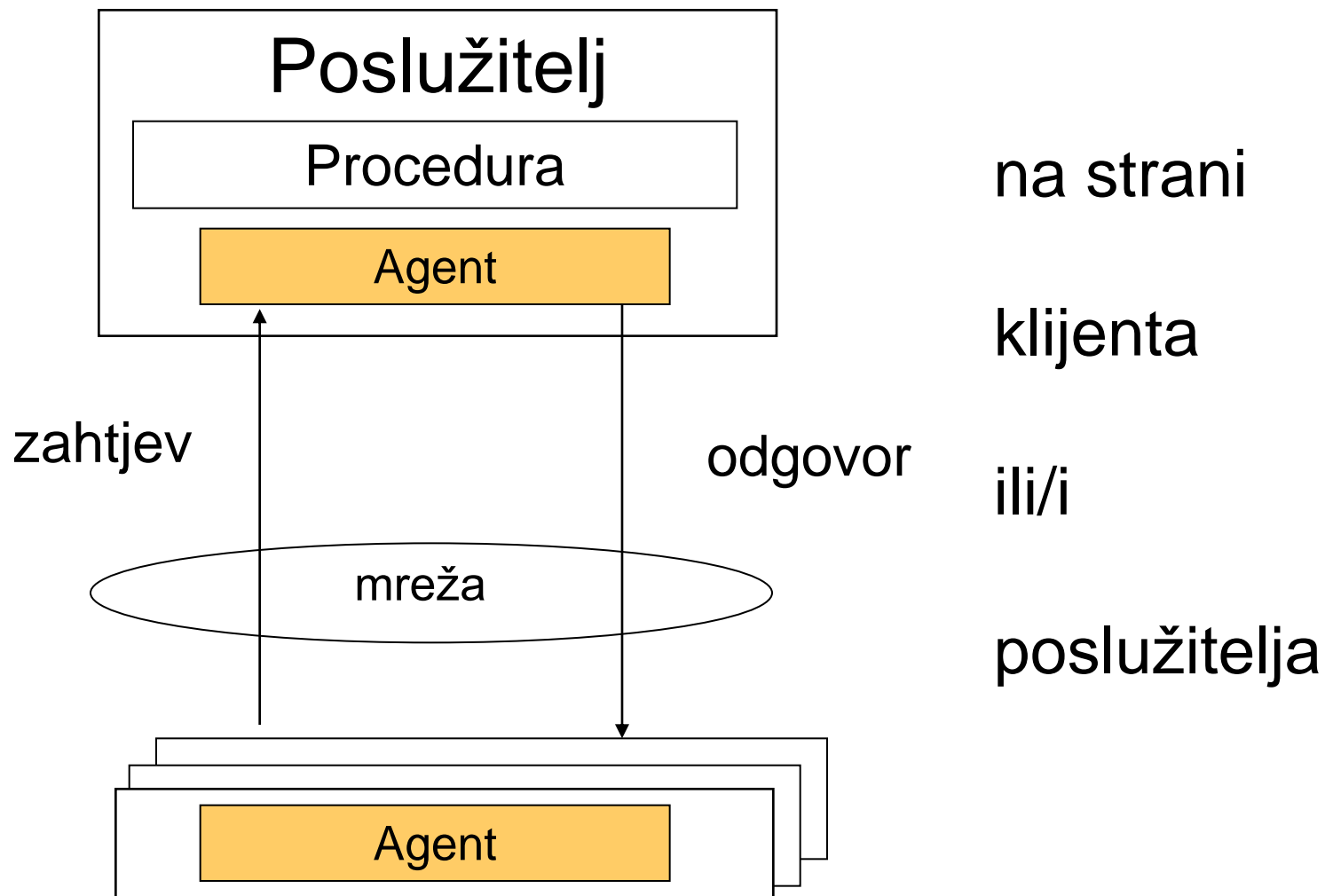
- *peerovi* su međusobno neovisni

- ◆ **Migracija programa** (engl. *code migration*): razmjena programa između umreženih čvorova;
 - Migracija procesa s jednog računala na drugo zbog uravnoteženja opterećenja, (uvođenja) konkurentnosti, (proširenja) funkcionalnosti,
- ◆ **Programski agent** (engl. *software agent*): program koji obavlja neki posao za svog korisnika ili vlasnika, a raspolaže svojstvima kao što su inteligencija, samostalnost, reaktivnost, proaktivnost i druga
- ◆ **Pokretni agent** (engl. *mobile agent*): programski agent koji predodčuje korisnika u mreži i za njega obavlja neki posao krećući se samostalno između čvorova u mreži;

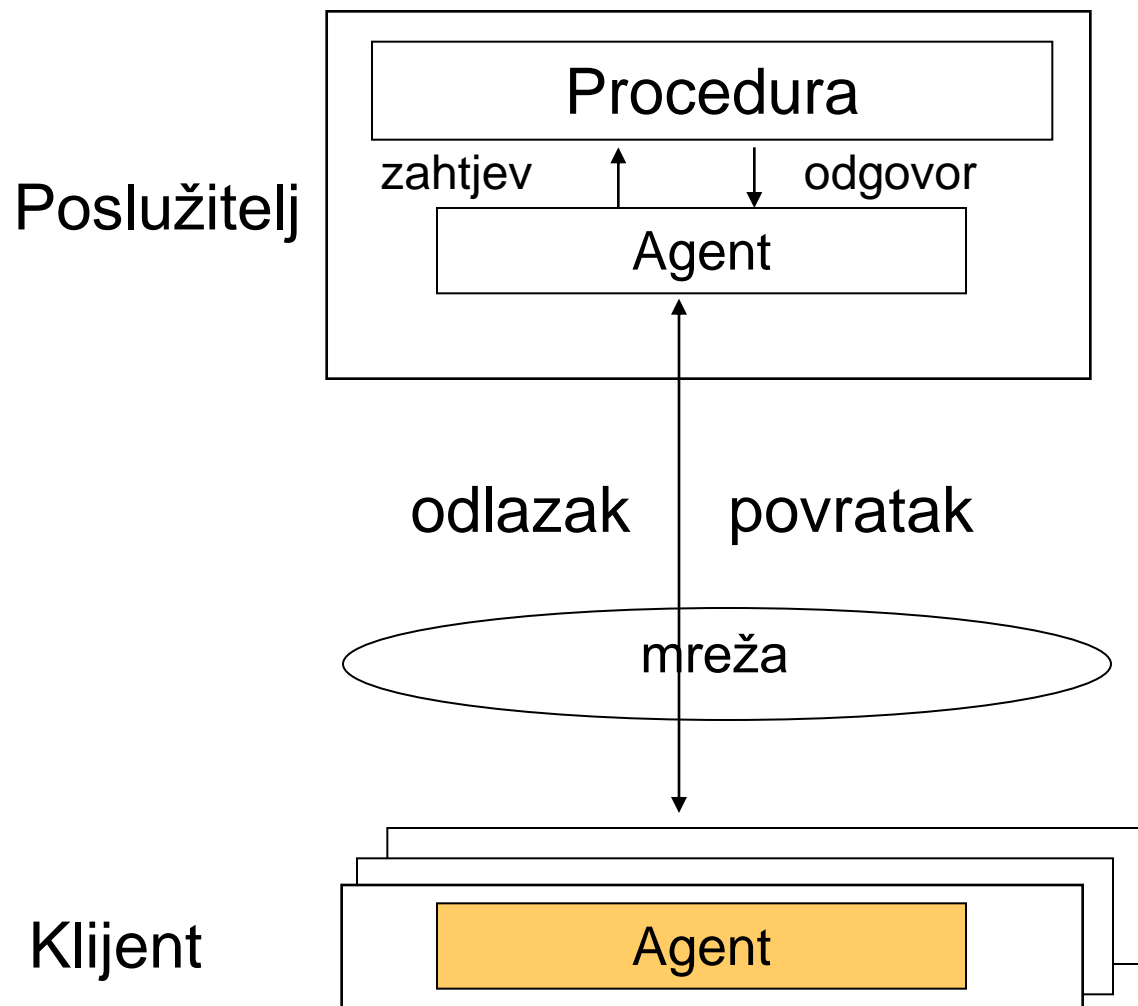


Programski model:

Poziv udaljene procedure
(RPC – *Remote Procedure Call*)



... do pokretnog programskog agenta



Programski model:

Udaljeno
programiranje
(RP – *Remote
Programming*)

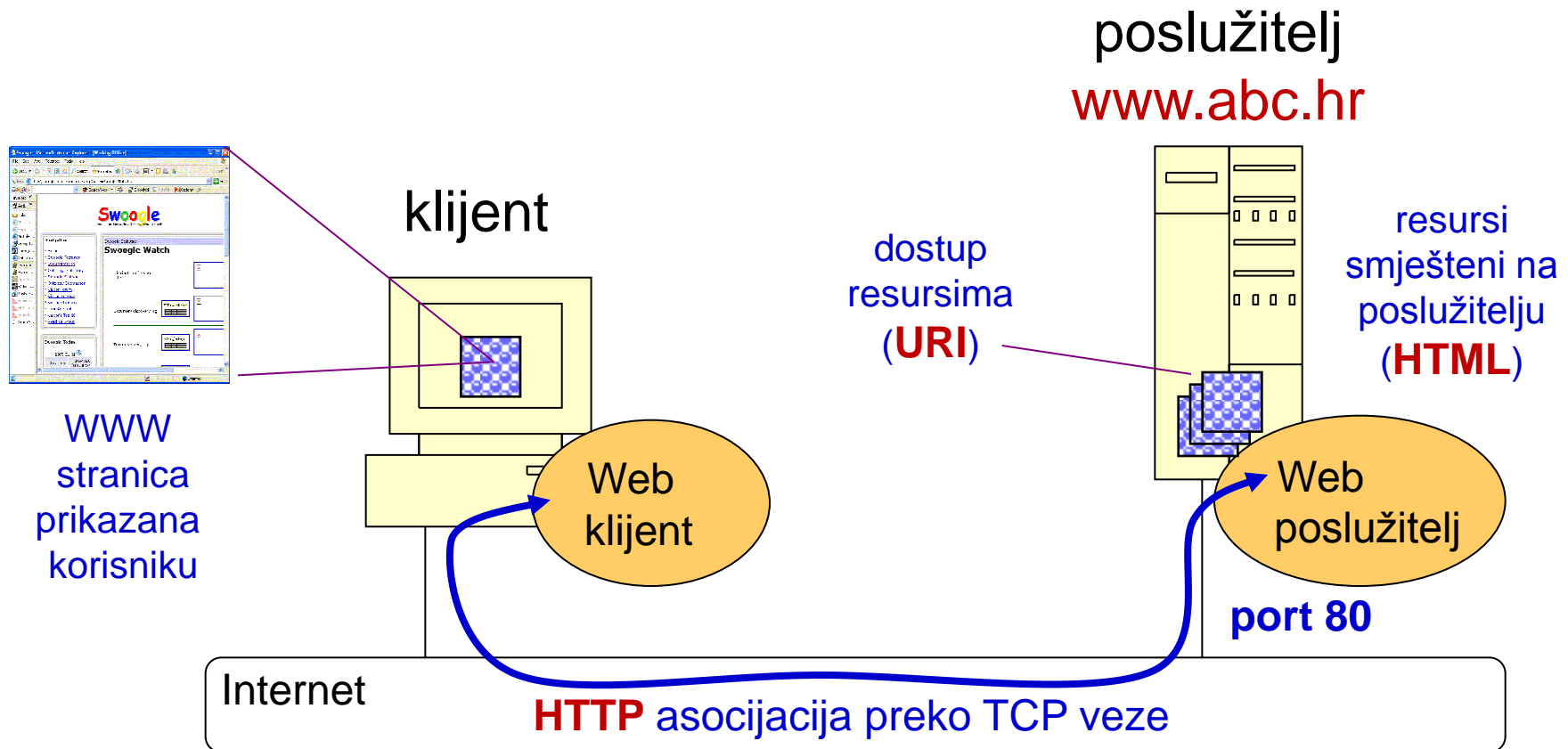
Studijski primjer:

Raspodijeljeni sustav weba

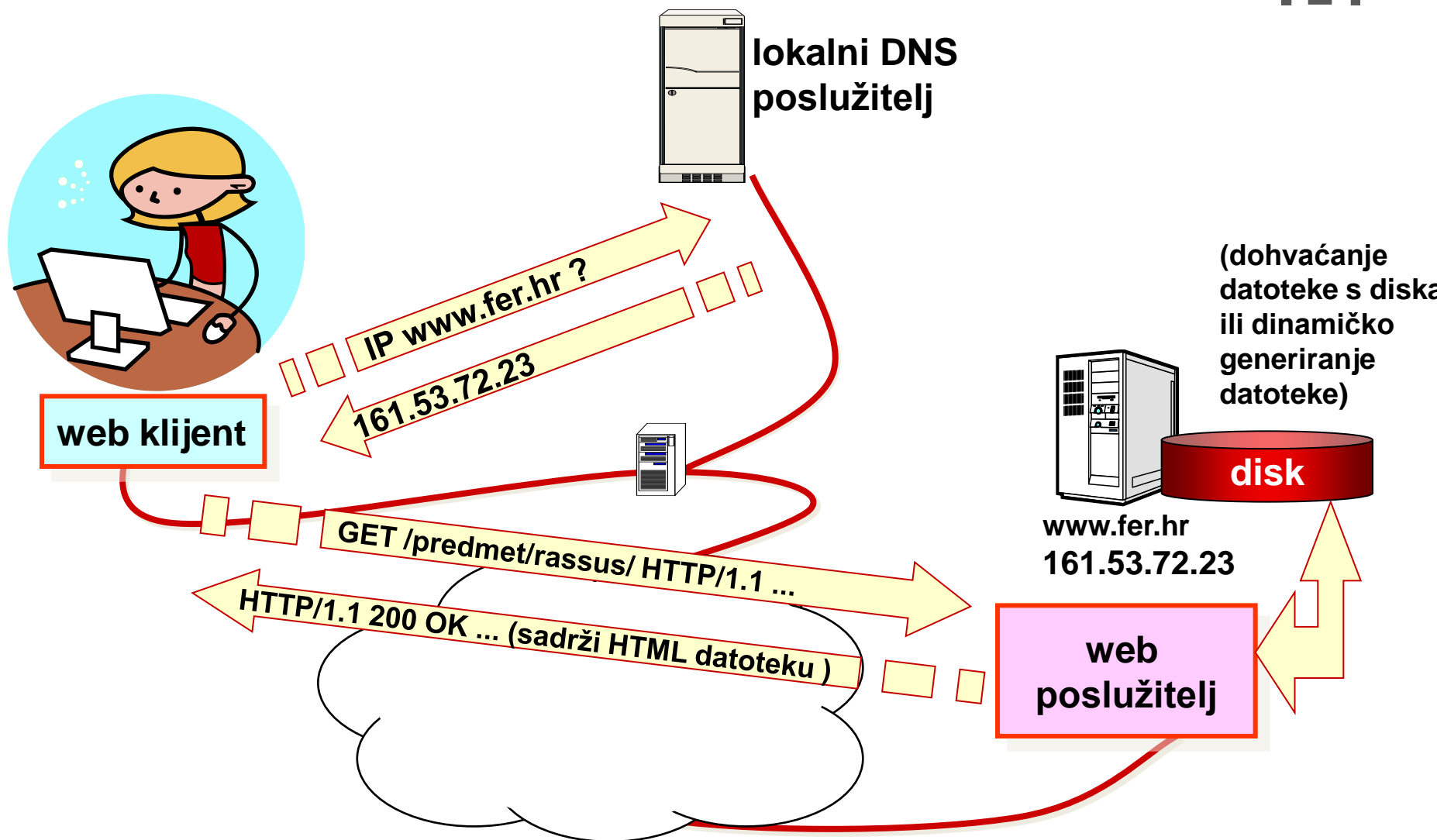
- ◆ Internetska aplikacija
- ◆ Model klijent – poslužitelj
- ◆ Otvoreni sustav s transparentnim pristupom i konkurencijskom transparentnosti
- ◆ Transformacija weba:
 - od “korisnik čita sadržaj” prema “korisnik stvara sadržaj” (Web 2.0)
 - od “korisnik odabire sadržaj” prema “korisnik traži uslugu” (usluge weba, *Web Services*)

Podsjetimo se kako web izgleda ...

Sustav za upravljanje sadržajem
(CMS – Content Management System)



... i kako web radi



Odabrana “web-adresa” (URI): <http://www.fer.hr/predmet/rassus>

Stanje tržišta: kolovoz 2009

Izvor: <http://marketshare.hitslink.com/report.aspx?qprid=0>

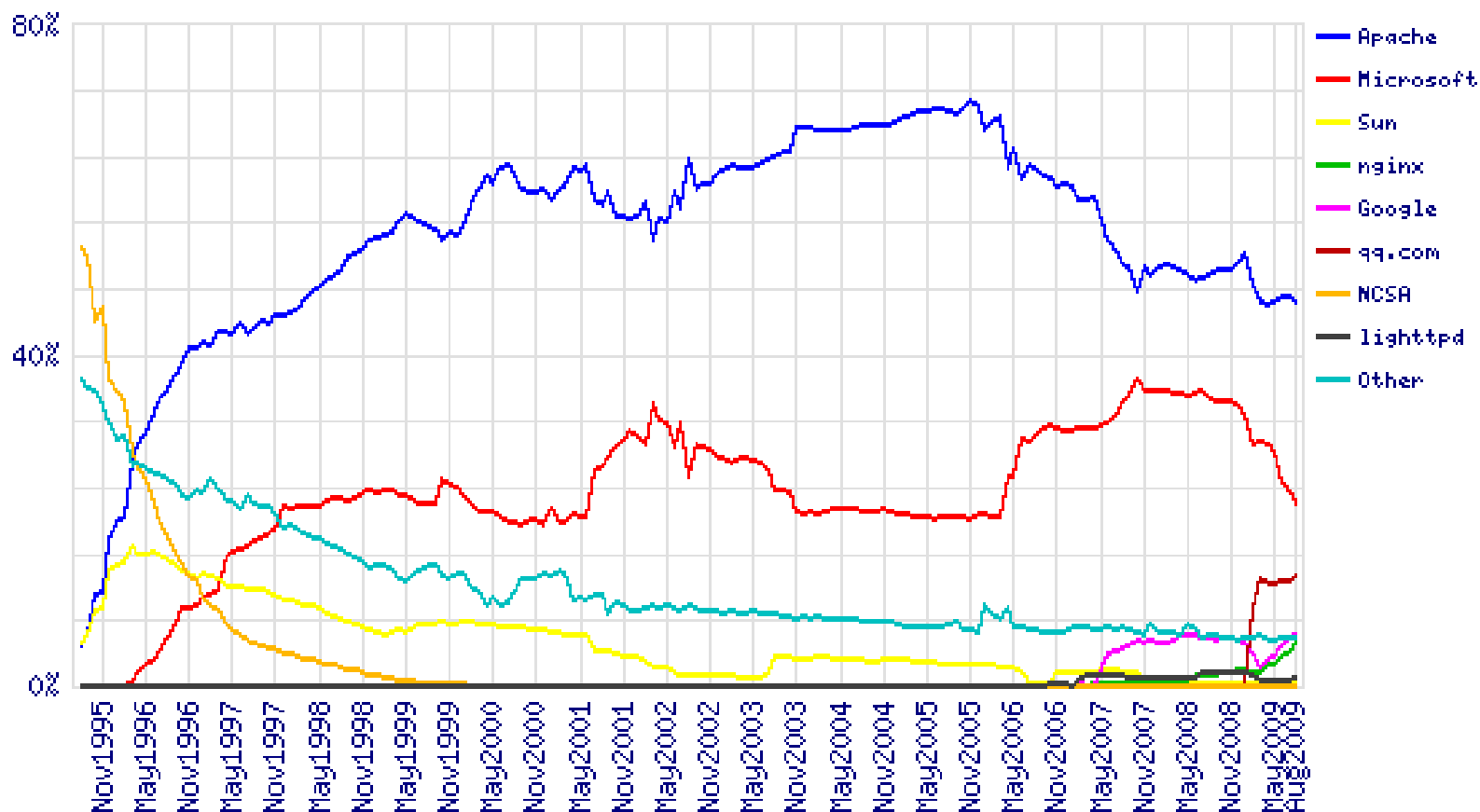
Total Market Share



Kakvi su trendovi?

Stanje tržišta: kolovoz 2009

Izvor: http://news.netcraft.com/archives/web_server_survey.html



(CMS – Content Management System)

Aplikacija weba:

- ◆ priprema sadržaja,
- ◆ automatsko generiranje navigacijskih elemenata,
- ◆ omogućavanje indeksiranje i pretraživanja,
- ◆ uspostavljenje korisničkih prava i praćenje uporabe,
- ◆ definiranje sigurnosnih postavki i
- ◆ drugo.

FER: Quilt CMS

Lokacijska transparentnost:

- ◆ postiže se simboličkim imenima koja se u sustavu domenskih imena (DNS) prevode u lokacije poslužitelja (mrežne adrese):
 - korisnik rabi simbolička imena, položaj poslužitelja (sjedišta weba) kao i bilo kojeg resursa ne treba biti je poznat korisniku

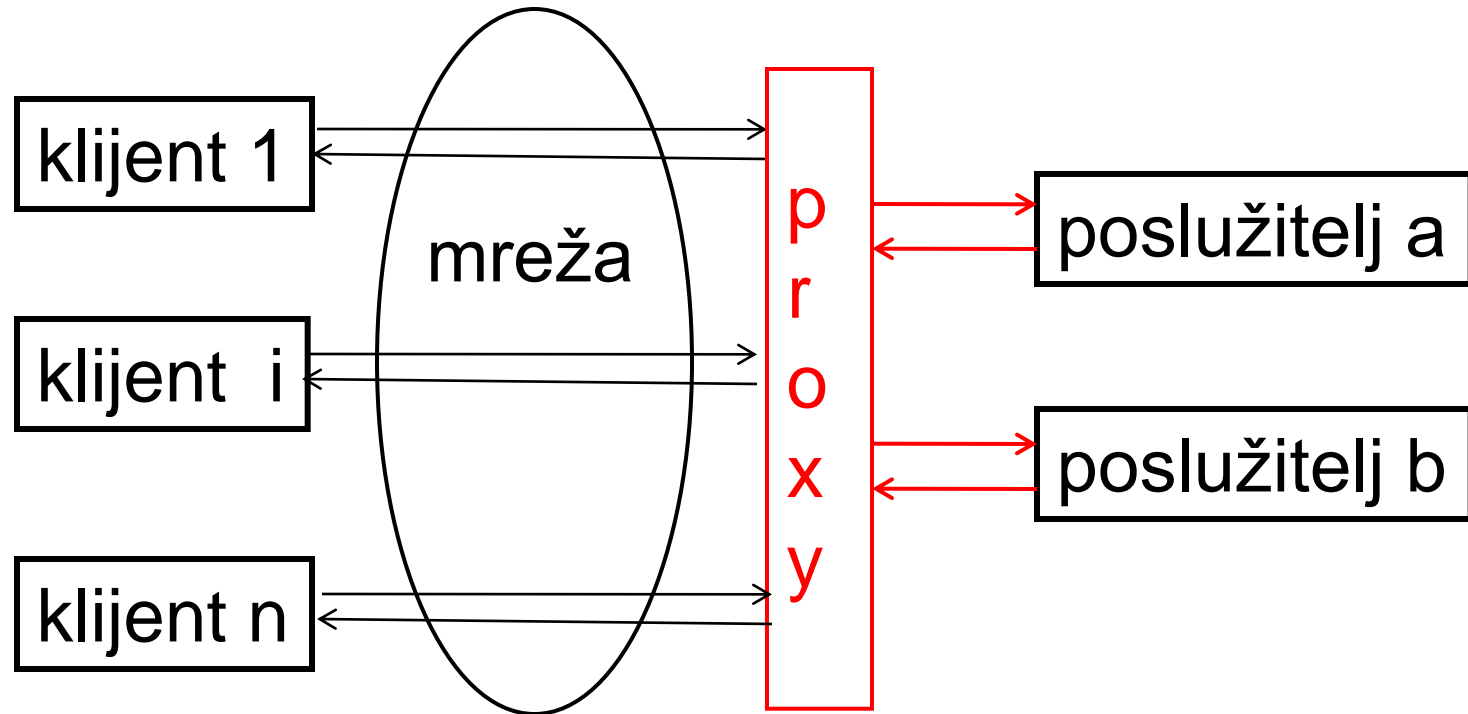
Migracijska transparentnost:

- ◆ ne mijenja se simboličko ime, već samo mijenja lokacija poslužitelja (mrežna adresa) u DNS-u

Relokacijska transparentnost:

- ◆ ne zahtijeva se, poslužitelj je stacionaran i ne kreće se tijekom pružanja usluge

Poslužitelji kojima se dostupa putem zastupnika (engl. *proxy*)



Kako replikacijska transparentnost pridonosi transparentnosti na kvarove i skalabinosti?

Migracijska transparentnost:

- ◆ omogućen pristup poslužitelju s različitih lokacija (pristupnih točaka)
 - nomadski pristup (iz stana/doma ili s fakulteta na CARnet)

Relokacijska transparentnost:

- ◆ omogućeno kretanje, tj. promjena lokacije (promjena pristupne točke) tijekom pristupa poslužitelju
 - pristup putem pokretne mreže (Mobile CARNet)

Svi modeli raspodijeljenih sustava sastoje se od procesa koji međusobno komuniciraju razmjenom poruka

Temeljni formalizmi:

- ◆ Interakcijski model: procesi, komunikacija, vremenska usklađenost odvijanja i komunikacije procesa
- ◆ Model kvara: kvarovi i njihov utjecaj na odvijanje i komunikaciju procesa
- ◆ Model sigurnosti: prijetnje odvijanju i komunikaciji procesa te mjere zaštite

- ◆ Kojim aspektima transparentnosti pridonosi sustav imenovanja domena (DNS)?
- ◆ Napravite analizu transparentnosti raspodijeljenog sustava elektroničke pošte.
- ◆ Prikažite i objasnite primjer troredne arhitekture weba.
- ◆ Kakvi bi se problemi pojavili kad bi se više repliciranih poslužitelja weba priključilo na mrežu izravno, a ne putem zastupnika (*proxy*)?