



Diplomski studij

Informacijska i
komunikacijska tehnologija
Telekomunikacije i
informatika

Računarstvo
Računarska znanost
Programsko inženjerstvo i
informacijski sustavi

Raspodijeljeni sustavi

Pitanja za provjeru znanja s odgovorima
2. blok predavanja

Ak.g. 2011./2012.

Napomena:

*Preporučena literatura su bilješke s predavanja i
interna skripta.*

Zadatak Objasnite što je replika podatka, a što je nekonzistentnost replike podatka.

8.1

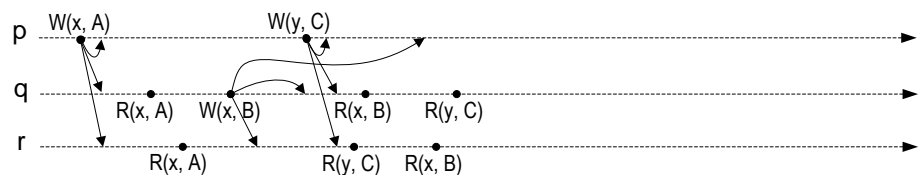
Replika podatka je jedna kopija podatkovnog objekta u raspodijeljenoj okolini. Nekonzistentnost replika podataka se javlja kada dvije ili više replika u raspodijeljenoj okolini u nekom trenutku u vremenu se nalaze u različitim stanjima.

Zadatak Objasnite što je povezana konzistentnost operacija u raspodijeljenim sustavima? Na primjeru procesa p, q i r prikažite slijed operacija čitanja i pisanja koji je a) u skladu i b) nije u skladu s načelima povezane konzistentnosti.

8.2

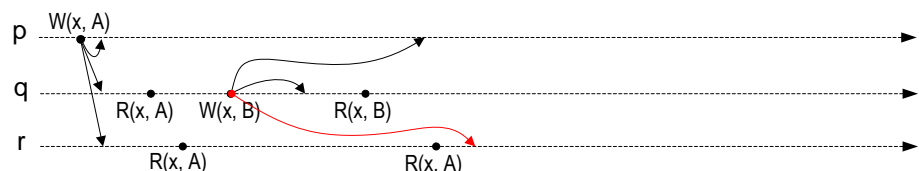
Redoslijed izvođenja povezanih operacija pisanja vidljiv je svim procesima na jednak način, dok redoslijed izvođenja operacija pisanja koje nisu povezane svakom procesu može biti prikazan na drugačiji način.

a)



Čitanje q: A->B->C; Čitanje r: A->C->B

b)

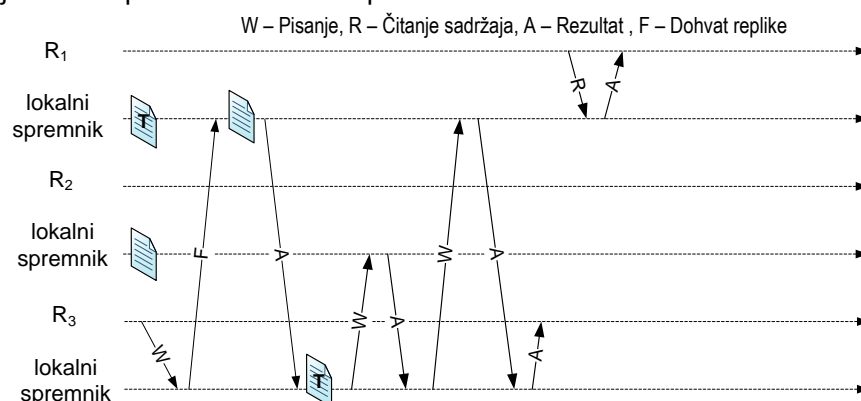


Čitanje q: A->B; Čitanje r: A->A

Zadatak Raspodijeljeni sustav uključuje tri računala (R_0 , R_1 , R_2) s lokalnim spremnicima. U lokalnom spremniku računala R_1 nalazi se trajna replika dokumenta, dok se u lokalnom spremniku računala R_2 nalazi obična replika dokumenta. Korisnik putem računala R_3 provodi operaciju pisanja nad dokumentom primjenom postupka *lokalnog obnavljanja stanja replike*. Skicirajte i objasnite korake postupka.

8.3

R_3 upućuje zahtjev za provođenje operacije pisanja lokalnom spremniku sustava replika. Obzirom da to računalo u lokalnom spremniku ne sadrži trajnu repliku, računalo dohvaća trajnu repliku s R_1 u svoj lokalni spremnik. Replika na R_1 se pretvara u običnu repliku. Nakon prenošenja trajne replike u lokalni spremnik od R_3 , obnavlja se njeno stanje i prosljeđuje se ostalim računalima u sustavu. Nakon što ta računala pošalju potvrdu, R_3 prosljeđuje potvrdu korisniku koji je započeo operaciju pisanja. Ostali korisnici zatim imaju mogućnost provođenja operacije čitanja nad najbližom replikom u sustavu replika.



Zadatak 8.4 U sustavu replika koji se sastoji od glavnog poslužitelja i $n=4$ podjednako opterećena pomoćna poslužitelja, odredite metodu održavanja konzistentnosti replika za koju će prosječno mrežno (prometno) opterećenje poslužitelja L biti najmanje. Pri tome pretpostavite da korisnike isključivo poslužuju pomoćni poslužitelji, da je prosječna frekvencija upita $f_u=5$ upita/s, prosječna frekvencija promjena $f_p=1$ promjena/min te da su prosječne veličine upita/odgovora, operacija za promjenu sadržaja i replika $l_p=1$ kB, $l_o=50$ kB i $l_r=100$ kB. Usporedite dobivena opterećenja s centraliziranim slučajem kada korisnike poslužuje glavni poslužitelj.

PUSH metoda s prosljeđivanjem obavijesti o promjenama: Nakon svake promjene, glavni poslužitelj šalje svakom pomoćnom poslužitelju obavijest o promjenama. Za prvi sljedeći korisnički zahtjev, svaki od pomoćnih poslužitelja šalje glavnom poslužitelju upit za novom replikom na koji mu glavni poslužitelj odgovara novom verzijom replike.

$$L_1 = n \cdot f_p \cdot l_p + n \cdot f_p \cdot l_p + n \cdot f_p \cdot l_r = n \cdot f_p \cdot (2 \cdot l_p + l_r) = 6,8 \text{ kB/s}$$

PUSH metoda s prosljeđivanjem operacija za promjenu sadržaja: Nakon svake promjene, glavni poslužitelj šalje svakom pomoćnom poslužitelju obavijest o operacijama koje je potrebno izvršiti nad prethodnom verzijom replike da bi se ona dovela u konzistentno stanje.

$$L_2 = n \cdot f_p \cdot l_o = 3,33 \text{ kB/s}$$

PUSH metoda s prosljeđivanjem cjelokupnog sadržaja replika: Nakon svake promjene, glavni poslužitelj šalje novu verziju replike svakom pomoćnom poslužitelju.

$$L_3 = n \cdot f_p \cdot l_r = 6,67 \text{ kB/s}$$

PULL metoda: Nakon svakog upita, pomoćni poslužitelj provjerava kod glavnog poslužitelja je li došlo do promjene stanja replike koju pohranjuje lokalno. U $1/(n \cdot f_p)$ od $1/f_u$ slučajeva će poslužitelj odgovoriti novom verzijom replike, a u $1/(f_u - n \cdot f_p)$ od $1/f_u$ slučajeva će odgovoriti porukom da nije došlo do promjene.

$$L_4 = f_u \cdot l_p + n \cdot f_p \cdot l_r + (f_u - n \cdot f_p) \cdot l_p = 16,6 \text{ kB/s}$$

Centralizirani slučaj: Glavni poslužitelj odgovara replikom na svaki korisnički upit.

$$L_5 = f_u \cdot (l_p + l_r) = 505 \text{ kB/s}$$

Zadatak 9.1 Objasnite razliku između ispada sustava i neispravnosti u sustavu.

Ispad sustava je stanje sustava koje se detektira kroz nemogućnost korištenja jedne ili više njegovih usluga. Posljedica je neispravnosti te ukazuje na nju. Neispravnost je nedostatak u programskom kodu, oblikovanju sustava ili komunikacijskom kanalu koji može uzrokovati ispad sustava.

Zadatak 9.2 Pretpostavite da grupa procesa treba postići sporazum. U slučaju da su dva procesa grupe u stanju bizantskog ispada, koji je minimalni ukupni broj procesa u grupi za postizanje sporazuma?

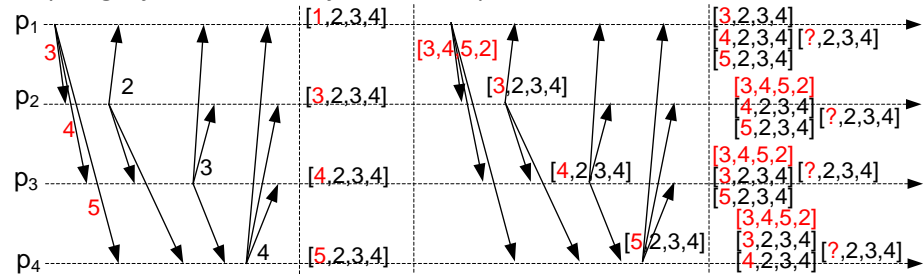
$$k = 2, N = 3k + 1 = 7.$$

Zadatak 9.3 Objasnite razliku protokola three-phase commit u odnosu na two-phase commit.

Three-phase commit je sličan protokolu two-phase commit osim što koordinator nakon odluke za izvođenje operacije šalje poruku PREPARE_COMMIT na koju procesi odgovaraju s READY_COMMIT. Nakon što primi poruku READY_COMMIT od svih procesa, koordinator šalje GLOBAL_COMMIT.

**Zadatak
9.4**

U grupi od 4 procesa (p_1, p_2, p_3 i p_4) proces p_1 je neispravan (pretpostavite bizantski ispad). Grupa procesa želi postići sporazum o identifikatorima ostalih procesa grupe. U koracima 1 i 3 procesi međusobno razmjenjuju podatke, a u koracima 2 i 4 prikupljaju i analiziraju primljene podatke. Nacrtajte na slici podatke koje procesi razmjenjuju u koracima 1 i 3, a za korake 2 i 4 navedite podatke koje pojedini proces ima na raspolaganju radi donošenja odluke o sporazumu.

**Zadatak
10.1**

Disk za trajno spremanje podataka ispunjava 50 zahtjeva u sekundi. Srednje vrijeme obrade zahtjeva operacija pisanja i čitanja je 10 ms. Disk ima prosječno 1 zahtjev u repu. Koliko je prosječno vrijeme čekanja na obradu zahtjeva?

Srednje vrijeme obrade zahtjeva je $S = 10 \text{ ms/z}$.

Propusnost sustava je $X = 50 \text{ z/s}$.

Broj zahtjeva u repu je $Q = 1 \text{ z}$.

Vrijeme zadržavanja zahtjeva u sustavu je $R = Q / X = (1 \text{ z}) / (50 \text{ z/s}) = 20 \text{ ms}$.

Vrijeme zadržavanja R uključuje vrijeme čekanja u repu (W) i vrijeme obrade zahtjeva (S): $R = W + S$.

Vrijeme čekanja na obradu je $W = R - S = 20 \text{ ms} - 10 \text{ ms} = 10 \text{ ms}$.

**Zadatak
10.2**

Web aplikacija uključuje podršku korisnicima putem chat usluge. Kupci sami odabiru jedan od 10 repova čekanja. Mjerenja pokazuju da zahtjevi prosječno dolaze 3 upita u minuti te da svaki kupac prosječno čeka 3 minute u repu i prosječno provodi 2 minute u konverzaciji. Koliko je srednje vrijeme zadržavanja kupaca za zadani sustav?

Prosječno vrijeme posluživanja je $S = 2 \text{ min/z}$.

Broj pristiglih zahtjeva u jednom repu je $L = 3 \text{ z/min}$.

U stabilnom stanju sustava $X = L$.

Prosječna zaposlenost sustava je $U = S L = (2 \text{ min/z}) (3 \text{ z/min}) = 6$.

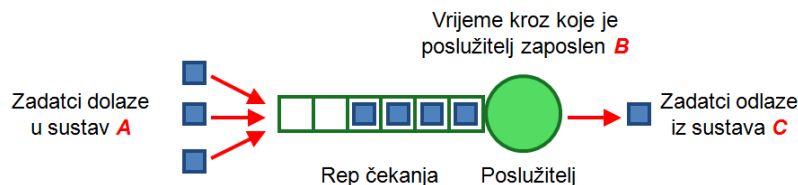
Faktor iskorištenja je $ro = U / N = 6 / 10 = 0,6$.

Srednje vrijeme zadržavanja korisnika u sustavu je $R = S / (1 - ro) = 2 / (1 - 0,6) = 5 \text{ min}$.

Srednje vrijeme čekanja u repu je $W = R - S = 5 \text{ min} - 2 \text{ min} = 3 \text{ min}$.

**Zadatak
10.3**

Prikažite elemente osnovnog modela repa čekanja. Koje su osnovne veličine, a koje izvedene u modelu repa čekanja? Kako je definirano stacionarno stanje sustava?



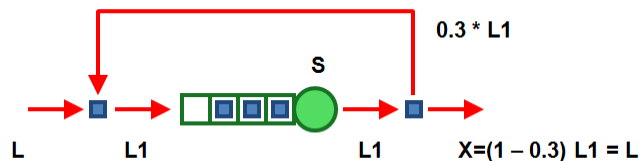
Osnovne veličine modela su vrijeme promatranja (T), broj dolazaka (A), broj odlazaka (C) i vrijeme zaposlenosti poslužitelja (B).

Izvedene veličine modela su ulazni ritam ($L=A/T$), izlazni ritam ($X=C/T$), srednje vrijeme posluživanja ($S=B/C$) i zaposlenost poslužitelja ($U=B/T$).

U stacionarnom stanju sustava je $X = L$.

**Zadatak
10.4**

Upiti dolaze na poslužitelj s učestalošću od 12 upita u sekundi te zahtijevaju 0,75 sekundi za obradu. Za 30 % paketa dogodi se pogreška pri obradi te se oni moraju ponovno obraditi. Izračunajte koliko vremena paket prosječno provede u sustavu?



Broj pristiglih upita u sekundi $L = 0.5 \text{ p/s}$

Prosječno vrijeme obrade upita $S = 0.75 \text{ s/p}$

Vjerojatnost pogreške pri obradi $p = 0.3$

$L1 = p L1 + L \Rightarrow L1 = L / (1 - p)$

$L1 = L / (1 - p) = 0.5 / 0.7 = 0.714 \text{ p/s}$

Prosječna zaposlenost poslužitelja

$U = L1 * S = 0.714 \text{ p/s} * 0.75 \text{ s/p} = 0.536 \text{ (53.6 \%)}$

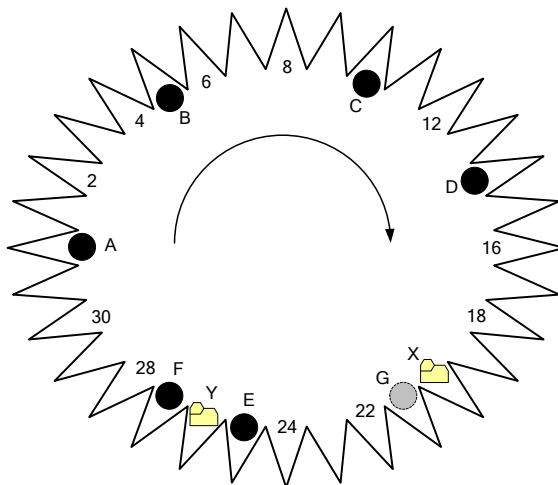
Srednje vrijeme čekanja u repu

$W = S * U / (1 - U) = 0.866 \text{ s/p}$

Srednje vrijeme zadržavanja na poslužitelju

$R1 = W + S = 0.866 \text{ s/p} + 0.75 \text{ s/p} = 1.616 \text{ s/p}$

Prosječno vrijeme zadržavanja u sustavu $R = R1 / (1 - p) = 2.31$

**Zadatak
11.1**

Na slici je prikazana mreža Chord koja se sastoji od 6 čvorova (A, B, C, D, E i F) i koristi prostor identifikatora duljine $N=32$ (dovoljno je $m=5$ bita za kodiranje). Ukoliko je $H_1(A)=0$, $H_1(B)=5$, $H_1(C)=10$, $H_1(D)=14$, $H_1(E)=25$ i $H_1(F)=27$, odgovorite na sljedeća pitanja:

1. Popunite tablice usmjeravanja čvorova A i F.

Routing table A(0)

1, 5
2, 5
4, 5
8, 10
16, 25

Routing table F(27)

28, 0
29, 0
31, 0
3, 5
11, 14

2. Na kojem će se čvoru pohraniti podatak X s ključem $H_2(X)=20$? Na čvoru E(25).
3. Odredite slijed čvorova preko kojih se usmjerava upit od čvora A s ciljem pronalaska podatka Y s ključem $H_2(Y)=26$. A-E-F
4. Dodan je novi čvor G ($H_1(G)=21$) u mrežu. Što će se promijeniti u tablici usmjeravanja čvora A? Umjesto 16, 25 pisat će 16, 21.

Zadatak 11.2 Kako se izvodi pretraživanje kod strukturiranih, a kako kod nestrukturiranih sustava sustava P2P (*peer-to-peer*)? Koji od ovih sustava su skalabilni i zašto?

U nestrukturiranim sustavima P2P, podatak je pohranjen na *peeru* koje ga kreira, a njegova kopija može biti pohranjena i na nekim drugim *peerovima* u mreži. Zbog toga se u ovim sustavima pretraživanje izvodi preplavlivanjem mreže i slučajnim izborom (*random walk*). Kod strukturiranih sustava P2P, podatak je pohranjen na *peeru* koji je zadužen za ključ tog podatka. Pretraživanje se provodi traženjem podatka po njegovom ključu. Strukturirani sustavi su skalabilni zato što se kod njih pretraživanje odvija u $\log(n)$ koraka, gdje je n broj *peerova* u mreži.

Zadatak 11.3 Objasnite načine na koje se indeks dokumenata može podijeliti između čvorova u raspodijeljenim tražilicama.

Indeks dokumenata se dijeli prema dokumentima ili riječima. U prvom slučaju je svaki čvor zadužen za podskup dokumenata iz kolekcije za koji izgrađuje invertirani indeks, a pri rješavanju upita kontaktira se svaki čvor koji generira odgovor na temelju vlastite kolekcije. U drugom slučaju je svaki čvor zadužen za dio rječnika kompletne kolekcije. Procesira je upita je jednostavnije nego u prethodnom slučaju, no problem je kreiranje i održavanje ovakvog raspodijeljenog indeksa.

Zadatak 11.4 Objasnite parametre kojima se određuje kvaliteta tražilice i grafički prikažite omjer ovih parametara za tipičnu i idealnu tražilicu.

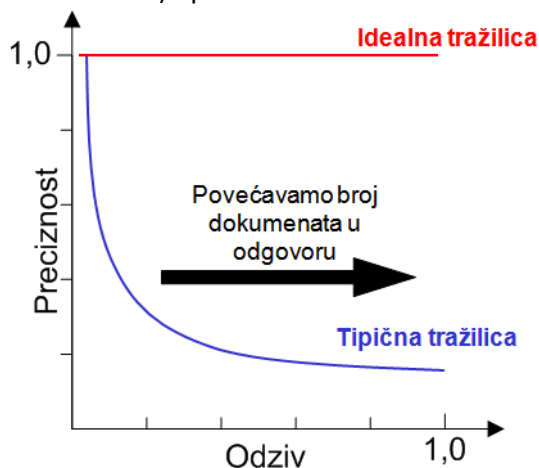
Najvažniji parametri su odziv i preciznost. Odziv (engl. *recall*) je postotak relevantnih dokumenata iz odgovora u odnosu na ukupni broj relevantnih dokumenata u kolekciji:

$$Recall = \frac{|A \cap R|}{|R|}$$

Preciznost (engl. *precision*) je postotak relevantnih dokumenata iz odgovora u odnosu na ukupni broj dokumenata u odgovoru:

$$Precision = \frac{|A \cap R|}{|A|}$$

Graf prikazuje da se porastom odziva smanjuje preciznost (dakle kada u odgovoru imamo veći skup dokumenata) tipične tražilice.



Zadatak Skicirajte i ukratko objasnite slojevit arhitekturu spleta računala.

12.1

Sloj osnovnih sredstava upravlja osnovnim funkcionalnostima spleta računala. On implementira lokalne operacije koje su specifične svakom sredstvu po vrsti i implementaciji te omogućuje korištenje tih operacija na višim slojevima.

Sloj komunikacijskih protokola definira protokole komunikacije i autentifikacije koji su potrebni za transakcije u spletu.

Sloj protokola za sredstva omogućuje korisniku interakciju s udaljenim resursima i uslugama. On definira protokole za sigurno pregovaranje, pokretanje, praćenje, kontrolu, obračun (engl. *accounting*) i naplatu dijeljenih operacija i individualnih resursa.

Sloj zajedničkih usluga definira protokole i usluge koji su zaduženi za upravljanje grupom sredstava, a ne za pojedino sredstvo.

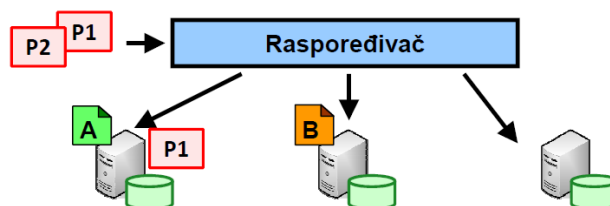
Na vrhu se nalazi **sloj korisničkih aplikacija**.



Zadatak Na primjeru opišite značajke raspoređivanja zasnovanog na korištenju prostorne lokalnosti.

12.2

Kod prostorne lokalnosti, poslovi se raspoređuju na čvorove koji sadrže podatke potrebne za izvođenje posla. Drugim riječima, poslovi se približavaju podacima.



Zadatak Prikažite i opišite elemente modela grozda računala.

12.3

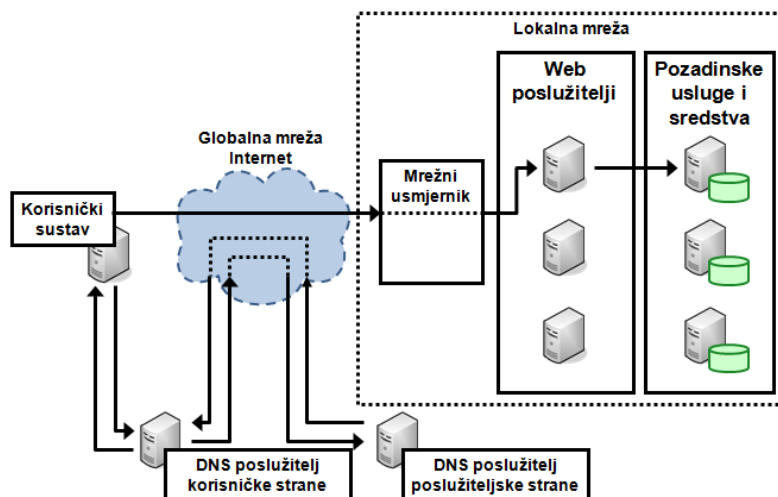
Korisnički sustav je aplikacija kojom korisnik ostvaruje pristup i koristi sredstva i usluge na grozdu računala.

DNS poslužitelj korisničke strane je poslužitelj pomoću kojeg korisnički sustav razlučuje adrese udaljenih računala na Internetu.

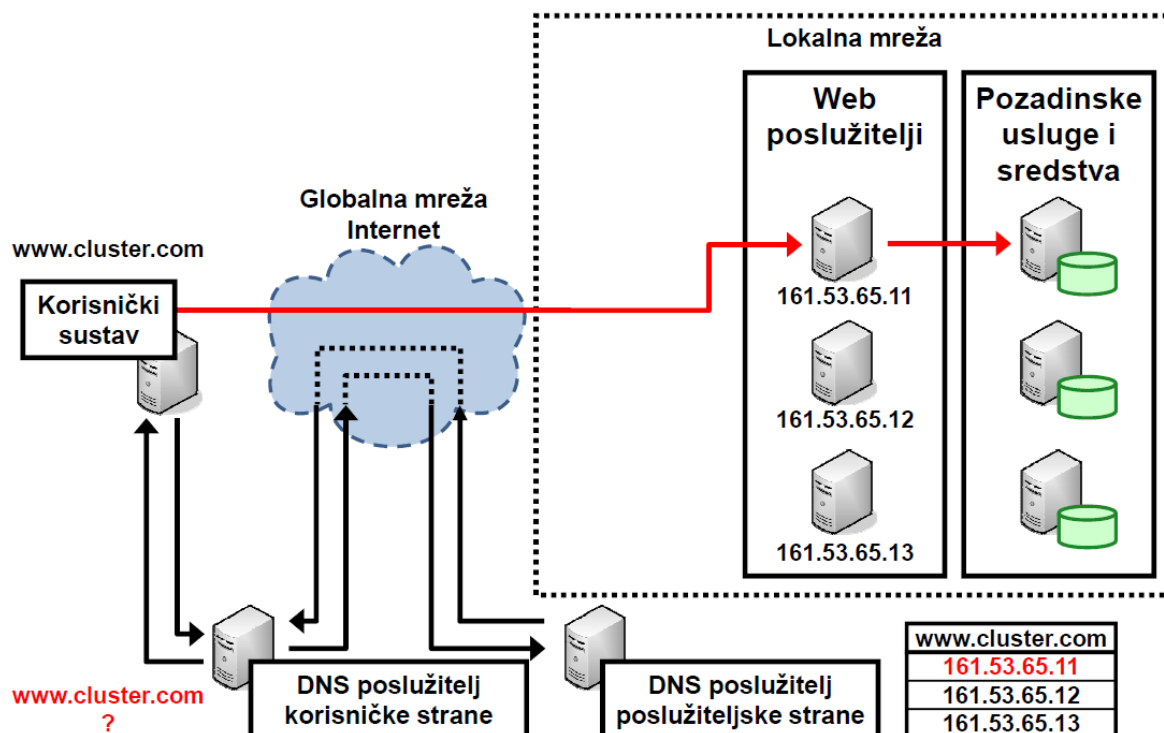
DNS poslužitelj poslužiteljske strane je poslužitelj koji razlučuje adrese poslužitelja u lokalnoj mreži.

Mrežni usmjernik je uređaj koji prihvaća, analizira i usmjerava pristigle zahtjeve.

Web poslužitelji i pozadinska sredstva i usluge su osnovni elementi grozda računala.



Zadatak 12.4 Nadopunite skicu i objasnite primjer ostvarivanja razmjernog rasta sustava primjenom metode *DNS poslužitelja*.



Kod ostvarivanja razmjernog rasta sustava primjenom metode *DNS poslužitelja*, korisnički sustav upućuje zahtjev korisničkom DNS poslužitelju. On taj zahtjev prosljeđuje poslužiteljskom DNS poslužitelju. Poslužiteljski DNS poslužitelj odabire jedno od postojećih odredišnih računala te njegovu IP adresu šalje kao odgovor. Korisnički sustav prima odgovor s adresom odredišnog računala i upućuje zahtjev dodijeljenom poslužitelju.