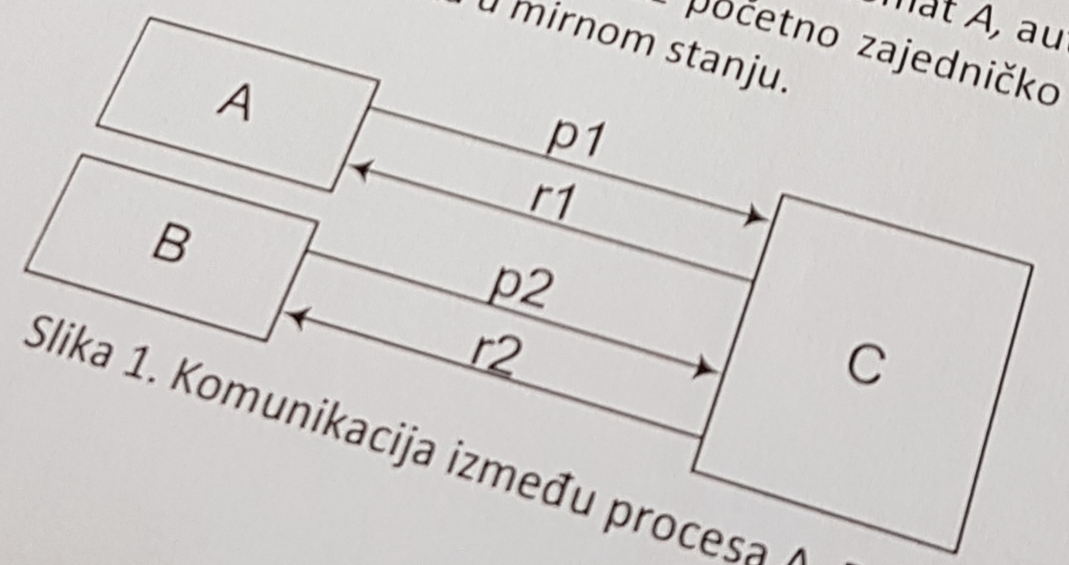
Zadatak 1.
(6 bodova)

Prikažite modelom konačnog automata komunikaciju tri procesa prikazanih na Slici 1 koji komuniciraju na sljedeći način:
Procesu C proces A šalje poruku *p1*, a proces B poruku *p2*. Proces C prvo prima poruku *p1*, a zatim poruku *p2*. Po primitku obje poruke proces C mora poslati potvrde o primitku prethodno primljenih poruka. Proces C potvrđuje procesu A primitak poruke *p1* potvrdom *r1*, a procesu B primitak poruke *p2* potvrdom *r2*. Redoslijed slanja potvrda je proizvoljan.

a) [3] Nacrtajte grafove stanja za automat *A*, automat *B* i automat *C* te navedite značenja pojedinih stanja i prijelaza.
b) [1] Odredite sljedove prijelaza (uniloge) za automat *A*, automat *B* i automat *C*.
c) [2] Nacrtajte globalni graf stanja uz početno zajedničko stanje (a_0, b_0, c_0) u kojem su sva tri automata u mirnom stanju.

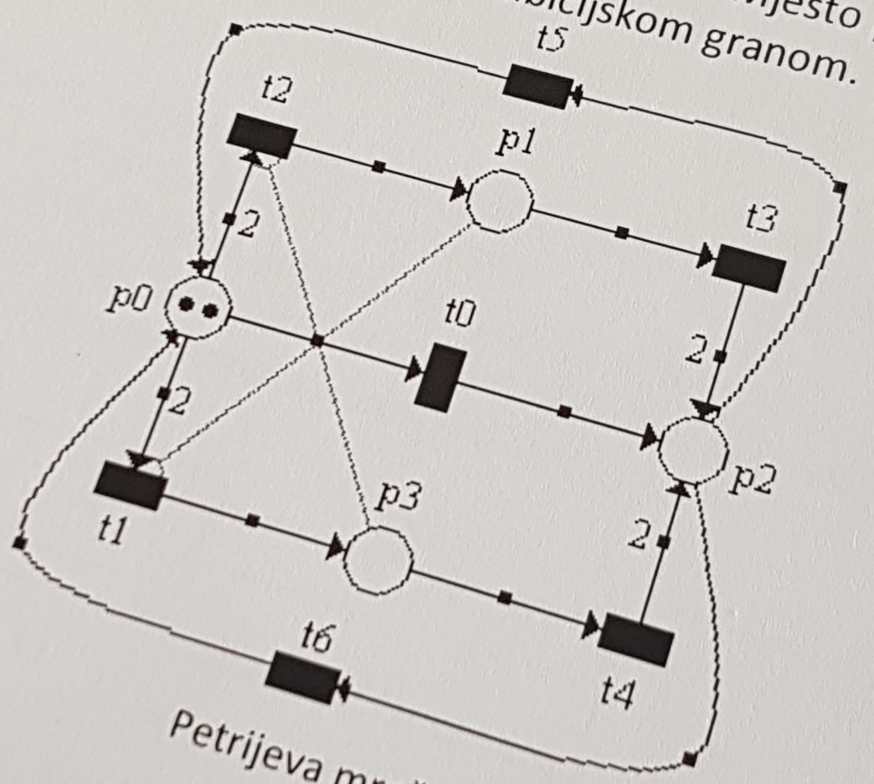


Slika 1. Komunikacija između procesa A, B i C

Zadatak 2.
(5 bodova)

Za Petrijevu mrežu zadanu na slici nacrtajte graf stanja i odredite svojstva mreže.

Napomene: Oznaka 2 uz pojedinu granu (npr. između mjesta p0 i prijelaza t1) označava dvostruku povezanost mjesta i prijelaza. Mjesto p3 je s prijelazom t2 (kao i mjesto p1 s prijelazom t1) povezano inhibicijskom granom.



Petrijeva mreža

a) [2] Graf stanja:

b) [1] Svojstva:

Ograničena: DA, koliko:____ NE

Sigurna: DA NE

Perzistentna: DA NE

Reverzibilna: DA NE

Konzervacijska: DA NE

Aktivna: DA NE

c) [1] Ako postoje konfliktni prijelazi navedite u kojem stanju su koji prijelazi u konfliktu:

d) [1] Ako postoje simultani prijelazi navedite u kojem stanju su koji prijelazi simultani:

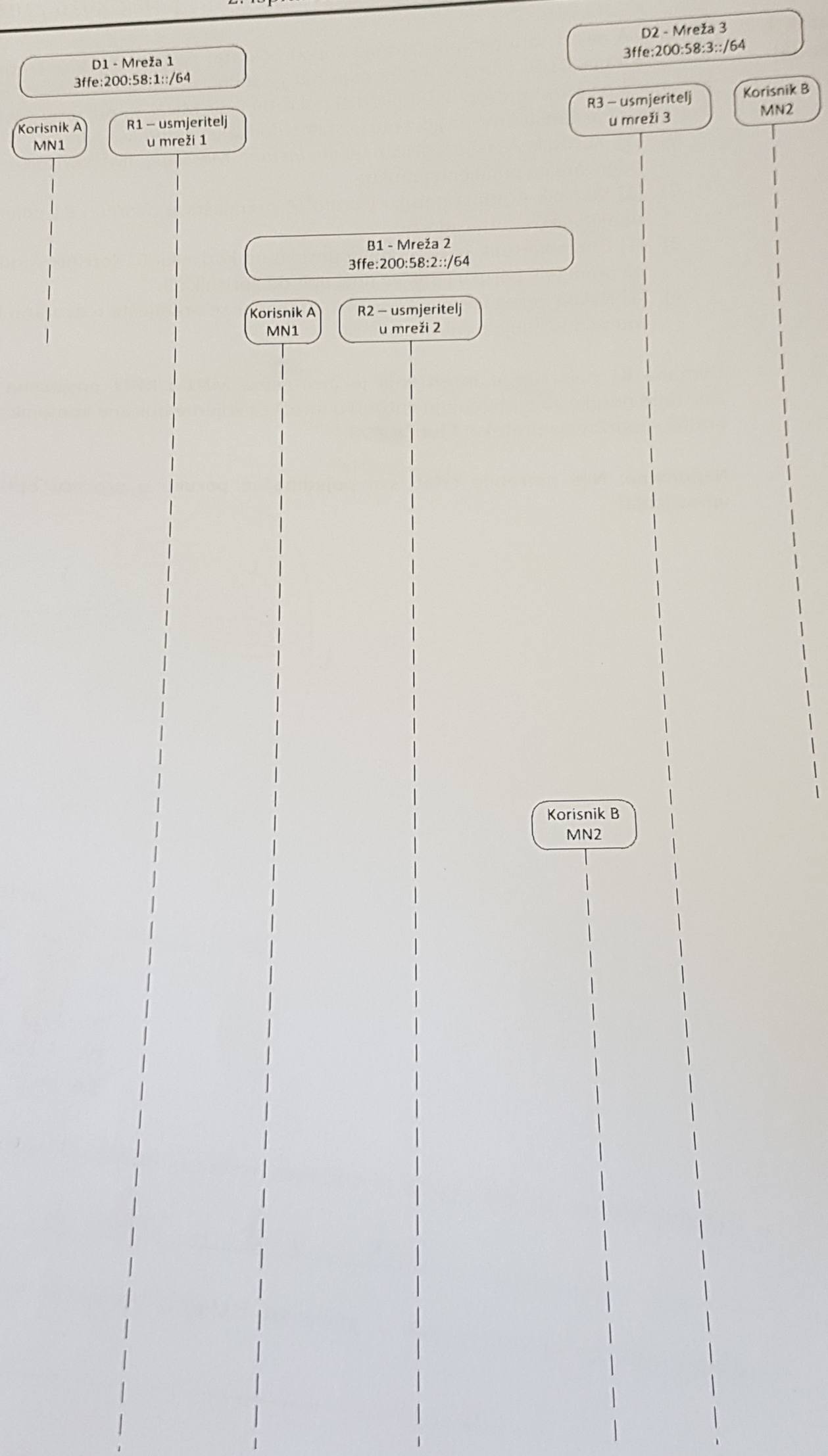
Zadatak 3.
(4 boda)

Korisnik A nalazi se u dvorani D1 gdje koristi pokretni čvor MN1. Za pokretni čvor MN1 dvorana D1 je domaća mreža gdje mu je stalno dodijeljena domaća adresa. Korisnik B nalazi se u dvorani D2 i koristi pokretni čvor MN2. Za pokretni čvor MN2 dvorana D2 je domaća mreža gdje mu je stalno dodijeljena domaća adresa.

1) [1] Korisnik A šalje poruku (engl. *Instant Message*, IM) korisniku B koji odgovara na primljenu poruku.
2) [1] Korisnik A prima poruku i zatim se premješta u dvoranu B1 gdje mu se dodjeljuje trenutna adresa.
3) [1] Ubrzo korisnik A prima novu poruku od korisnika B. Korisnik A odgovara na primljenu poruku i dobiva novi upit od korisnika B.
4) [1] Nakon nekog vremena korisnik B također se premješta u dvoranu B1 gdje mu se dodjeljuje trenutna adresa.

Dvorana B1 nalazi se u mreži koja je čvorovima MN1 i MN2 posjećena mreža. Skicirajte poruke koje izmjenjuju entiteti u mreži za vrijeme opisane komunikacije. Svi entiteti podržavaju protokol Mobile IPv6.

Napomena: Nije potrebno crtati sve pojedinačne poruke u procesu optimizacije upravljanja!


D1 - Mreža 1
3ffe:200:58:1::/64
Korisnik A
MN1
R1 – usmjeritelj
u mreži 1
B1 - Mreža 2
3ffe:200:58:2::/64
Korisnik A
MN1
R2 – usmjeritelj
u mreži 2
D2 - Mreža 3
3ffe:200:58:3::/64
R3 – usmjeritelj
u mreži 3
Korisnik B
MN2
Korisnik B
MN2

[2] Objasnite problem „brojanja u beskonačnost“ kod protokola RIP. Na koje se načine ovaj problem može riješiti?

router koij prima rutu od drugog rutera ne zna je li on sam dio te rute, ako je beskonacno dolazi do petlje, detekcija ispada poveznice 6x30s

rjesenja --> split horizon (nikada ne oglasavati rutu s routera odakle je dobivena)
split horizon with poisoned reverse (javiti da je zanemario tu rutu)
hold down timer 60-12s -> zanemariti bilokoje informacije o ruti

[2] Objasnite dodatno zaglavlje usmjeravanja koje definira protokol IPv6 i primjer njegove primjene.

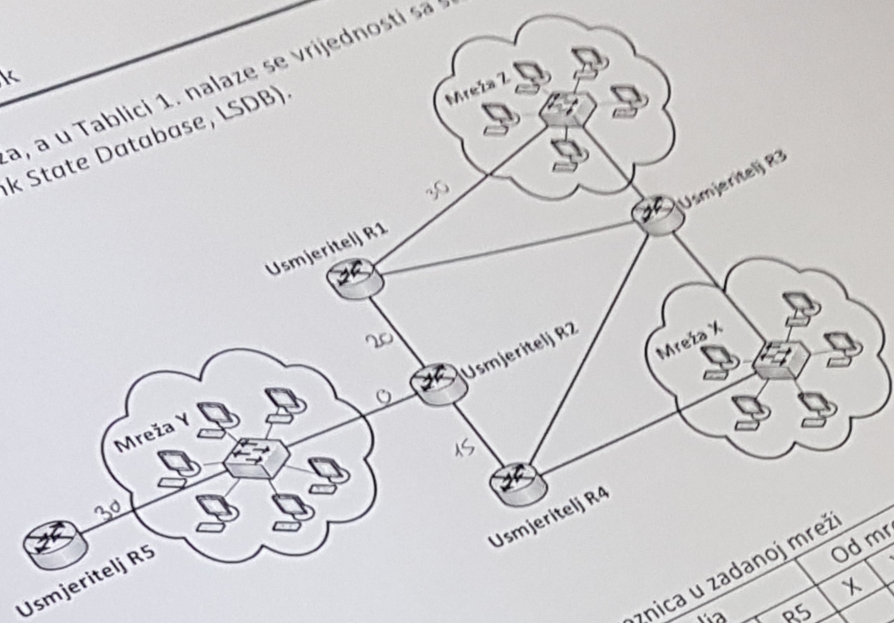
4. zaglavlje usmjeravanja - sadrzi podatke o velicini zaglavlja, vrsti usmjeravanja, primjer --> popis cvorova koje datagram treba proci na putu od izvorista do odredista

Zadatak 5.
(3 boda)

[2] Objasnite i skicirajte problem trokutastog usmjeravanja koji se pojavljuje kod protokola Mobile IPv4. Kada je ovaj problem najizraženiji?
[1] Objasnite kako se ovaj problem optimizira korištenjem protokola Mobile IPv6.

Zadatak 6. **(8 bodova)**

Na slici je zadana IP-mreža, a u Tablici 1. nalaze se vrijednosti sa stanjima poveznica u zadanoj mreži (OSPF Link State Database, LSDB).



Tablica 1. Stanja poveznica u zadanoj mreži

		Od usmjeritelja					Od mreže		
		R1	R2	R3	R4	R5	X	Y	Z
Do usmjeritelja	R1		20	10		25			0
	R2	5				10		0	0
	R3	10			20		0		
	R4		15				0		0
	R5			10				0	
Do mreže	X				15	20			
	Y			15			30		
	Z	30			30				

[3] Popunite tablice usmjeravanja usmjeritelja.

Usmjeritelj R1

Odredište	Prvi skok	Metrika
Mreža X	R3	10
Mreža Y	R2	5
Mreža Z	–	30

Usmjeritelj R2

Odredište	Prvi skok	Metrika
Mreža X	R4	15
Mreža Y	–	15
Mreža Z	R1	20

Usmjeritelj R3

Odredište	Prvi skok	Metrika
Mreža X	–	10
Mreža Y	R1	10
Mreža Z	–	30

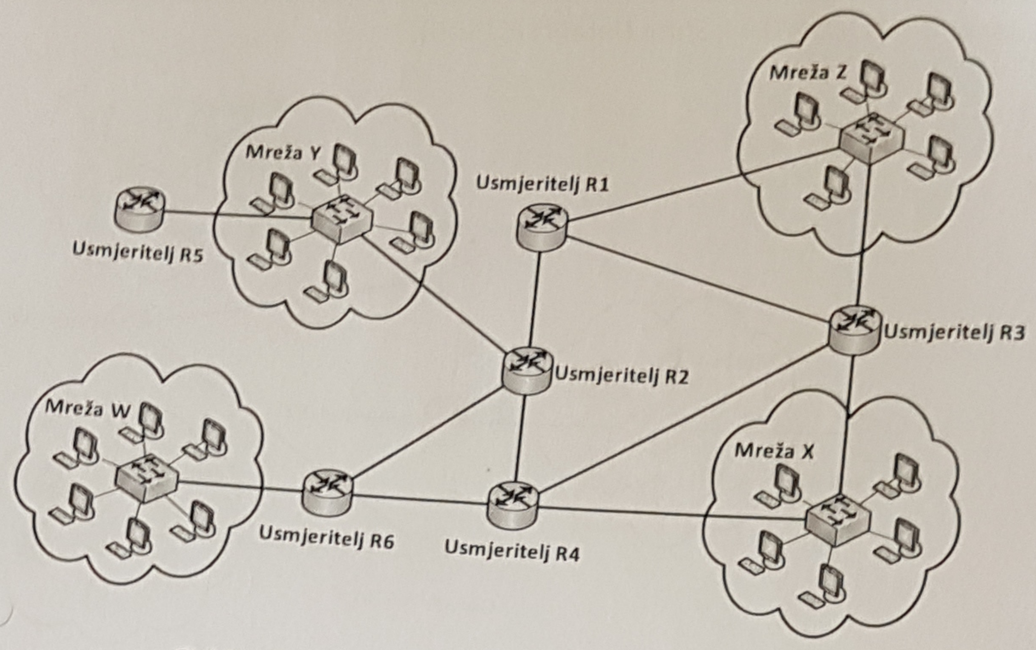
Usmjeritelj R4

Odredište	Prvi skok	Metrika
Mreža X	–	20
Mreža Y	R2	25
Mreža Z	R3	10

Usmjeritelj R5

Odredište	Prvi skok	Metrika
Mreža X	R3	–
Mreža Y	–	30
Mreža Z	R3	–

U mrežu su naknadno dodani usmjeritelj R6 i mreža W, a u Tablici 2. nalaze se vrijednosti sa stanjima poveznica u promijenjenoj mreži.



10 20
5 25
15

Tablica 2. Stanja poveznica u promijenjenoj mreži

		Od usmjeritelja						Od mreže			
		R1	R2	R3	R4	R5	**R6**	X	Y	Z	**W**
Do usmjeritelja	R1		20	10						0	
	R2	5			25		**15**		0		
	R3	10			10			0		0	
	R4		15	20			**10**	0			
	R5								0		
	R6		**10**		**15**						**0**
Do mreže	X			10	20						
	Y		15			30					
	Z	30		30							
	W						**20**				

[3] Popunite tablice usmjeravanja usmjeritelja nakon završetka inicijalne sinkronizacije provedene zbog dodavanja usmjeritelja R6 u mrežu.

Usmjeritelj R1

Odredište	Prvi skok	Metrika
Mreža X	R3	10
Mreža Y	R2	5
Mreža Z	—	30
Mreža W	R2	5

Usmjeritelj R2

Odredište	Prvi skok	Metrika
Mreža X	R4	15
Mreža Y	—	15
Mreža Z	R1	20
Mreža W	R6	10

Usmjeritelj R3

Odredište	Prvi skok	Metri
Mreža X	—	10
Mreža Y	R1	
Mreža Z	—	30
Mreža W	R1	

Usmjeritelj R4

Odredište	Prvi skok	Metrika
Mreža X		
Mreža Y		
Mreža Z		
Mreža W		

Usmjeritelj R5

Odredište	Prvi skok	Metrika
Mreža X		
Mreža Y		
Mreža Z		
Mreža W		

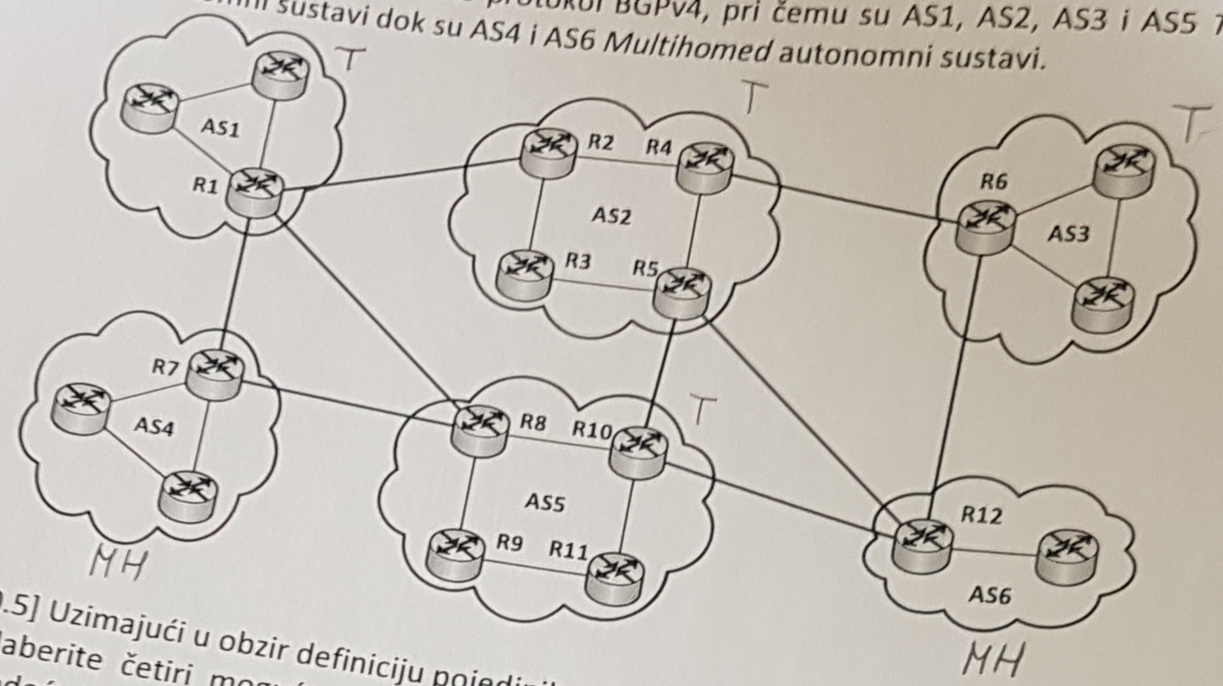
Usmjeritelj R6

Odredište	Prvi skok	Metrika
Mreža X		
Mreža Y		
Mreža Z		
Mreža W		

[2] Objasnite razmjenu poruka između usmjeritelja R2, R4 i R6 u fazama upoznavanja i inicijalne sinkronizacije.

Zadatak 7.
(4 boda)

U mreži na slici koristi se protokol BGPv4, pri čemu su AS1, AS2, AS3 i AS5 *Transit* autonomni sustavi dok su AS4 i AS6 *Multihomed* autonomni sustavi.



[0.5] Uzimajući u obzir definiciju pojedinih autonomnih sustava, od navedenih putova odaberite četiri moguća puta između usmjeritelja R1 i R12 te za njih popunite sljedeću tablicu:

- ✓ AS1 – AS2 – AS6
- ✓ AS1 – AS2 – AS3 –AS6
- ✓ AS1 – AS5 – AS2 – AS6
- ~~AS1 – AS4 – AS5 – AS2 – AS6~~
- ✓ AS1 – AS5 – AS2 – AS3 –AS6
- ~~AS1 – AS4 – AS5 – AS2 – AS3 – AS6~~

[2] U Tablici postavite vrijednosti atributa navedenih putova uzimajući u obzir sljedeće:

a) prvi i četvrti put koji se prenose unutar polja NLRI potječu iz AS1, nije poznato kako je dobiven drugi put, dok treći put potječe iz AS5;
b) AS6 preferira put 3 nad putom 2, zatim put 2 nad putom 1 i na kraju put 1 nad putom 4;
c) usmjeritelji u AS1 konfigurirani su tako da put 2 ima najmanji prioritet, zatim slijedi put 3, pa put 4, dok put 1 ima najveći prioritet.

Atribut	Vrijednosti atributa putova između usmjeritelja R1 i R12			
	Put 1	Put 2	Put 3	Put 4
Origin				
Local pref.				
MED				
Next Hop				

[0.5] Koji od atributa iz gornje tablice su obavezni BGP atributi puta:
Origin, Local pref.

[1] Objasnite postupak odabira puta od usmjeritelja R1 (AS1) prema usmjeritelju R12 (AS6) uzimajući u obzir postavljene vrijednosti atributa pri čemu je redoslijed atributa prilikom donošenja odluke sljedeći: *local preference, origin, AS path, MED.*

Zadatak 8.
(3 boda)

Zadatak 8.
(3 boda)

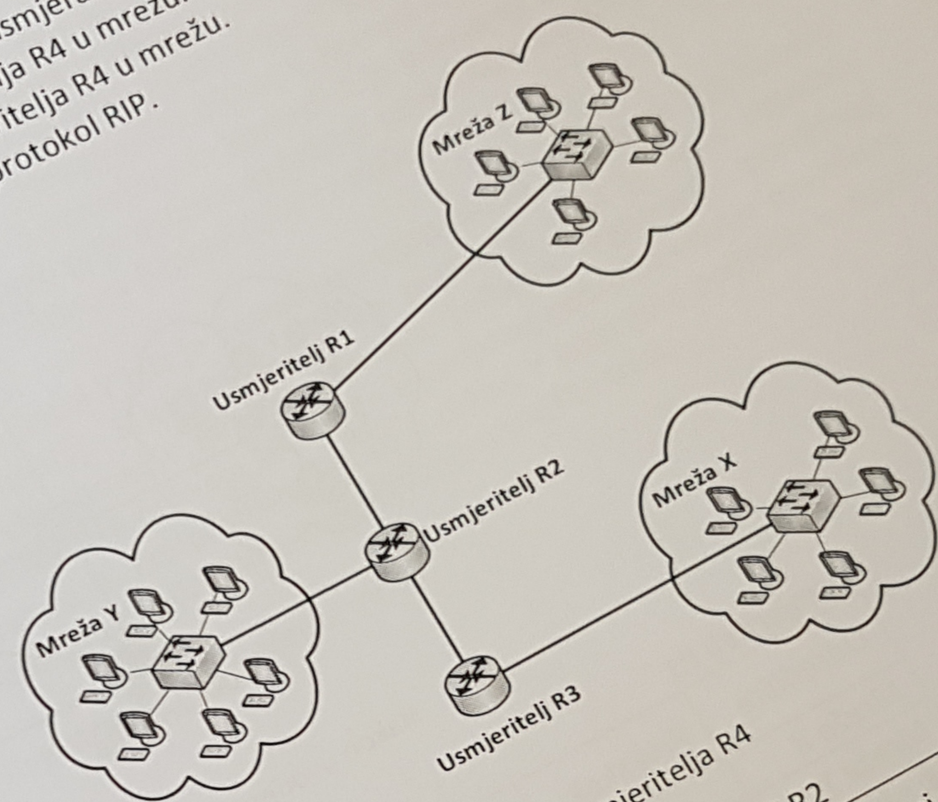
Za mreže na slikama popunite tablice usmjeravanja za usmjeritelje R1, R2, R3 i R4:

a) [1.5] prije uvođenja usmjeritelja R4 u mrežu.

b) [1.5] nakon uvođenja usmjeritelja R4 u mrežu.

Svi usmjeravajući entiteti koriste protokol RIP.

a)



Prije uvođenja usmjeritelja R4

Usmjeritelj R1

Odredište	Prvi skok	Metrika
Mreža X		
Mreža Y		
Mreža Z		

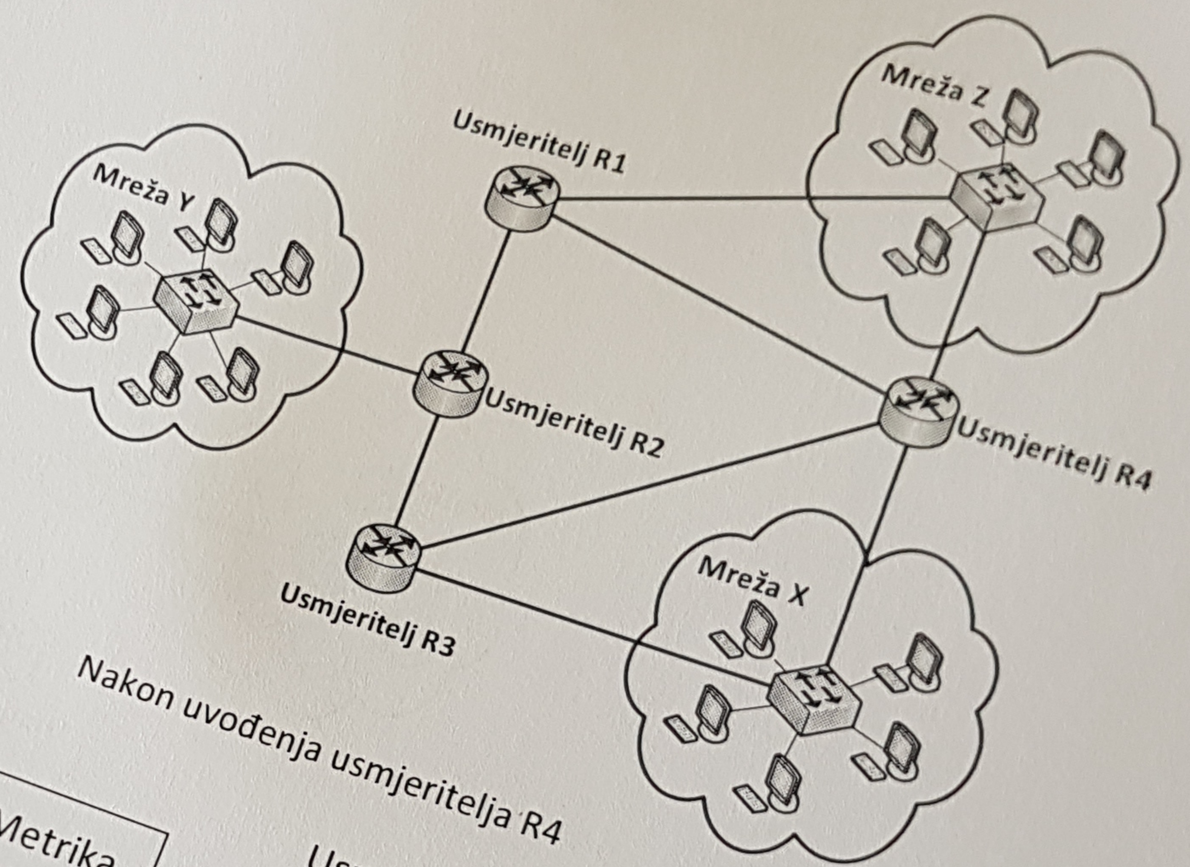
Usmjeritelj R2

Odredište	Prvi skok	Metrika
Mreža X		
Mreža Y		
Mreža Z		

Usmjeritelj R3

Odredište	Prvi skok	Metrika
Mreža X		
Mreža Y		
Mreža Z		

b)



Nakon uvođenja usmjeritelja R4

Usmjeritelj R1

Odredište	Prvi skok	Metrika
Mreža X		
Mreža Y		
Mreža Z		

Usmjeritelj R2

Odredište	Prvi skok	Metrika
Mreža X		
Mreža Y		
Mreža Z		

Usmjeritelj R3

Odredište	Prvi skok	Metrika
Mreža X		
Mreža Y		
Mreža Z		

Usmjeritelj R4

Odredište	Prvi skok	Metrika
Mreža X		
Mreža Y		
Mreža Z		

Zadatak 9.
(4 boda)

Korisnik T pretplatnik je operatora A koji djeluje u državi X. Operator A ima potpisan sporazum o prelaženju s operatorom B koji djeluje u državi Y. Korisnik T bio je dva puta na službenom putu u gradu M u državi Y, prvi puta prije 20 godina, a drugi puta prije 10 godina. Po dolasku u zračnu luku glavnog grada države Y, korisnik je uključio svoj pokretni uređaj koji se registrirao u mreži operatora B. Korisnik T je putovanje prema gradu M nastavio vlakom te je neposredno prije dolaska na krajnje odredište promijenio područje usmjeravanja unutar mreže operatora B (posjećena mreža).

a) Prije 20 godina u državi Y bila je postavljena GSM-mreža, a korisnik T je koristio pokretni GSM-uređaj. Skicirajte i ukratko pojasnite kako je tada izgledala razmjena poruka između mrežnih čvorova prilikom registracije pokretnog uređaja korisnika T te prilikom promjene lokacijskog područja unutar posjećene mreže operatora B. Pretpostavite da se u državi Y lokacijska područja u GSM-mreži podudaraju s područjima usmjeravanja u UMTS-mreži.

1. [1] Registracija u posjećenoj mreži
2. [1] Promjena lokacijskog područja u posjećenoj mreži

b) Skicirajte i ukratko pojasnite kako je izgledala razmjena poruka između mrežnih čvorova prilikom registracije pokretnog uređaja korisnika T te prilikom promjene područja usmjeravanja unutar posjećene mreže kada je u državi Y uvedena UMTS-mreža, a korisnik T je koristio pokretni UMTS-uređaj.

1. [1] Registracija u posjećenoj mreži

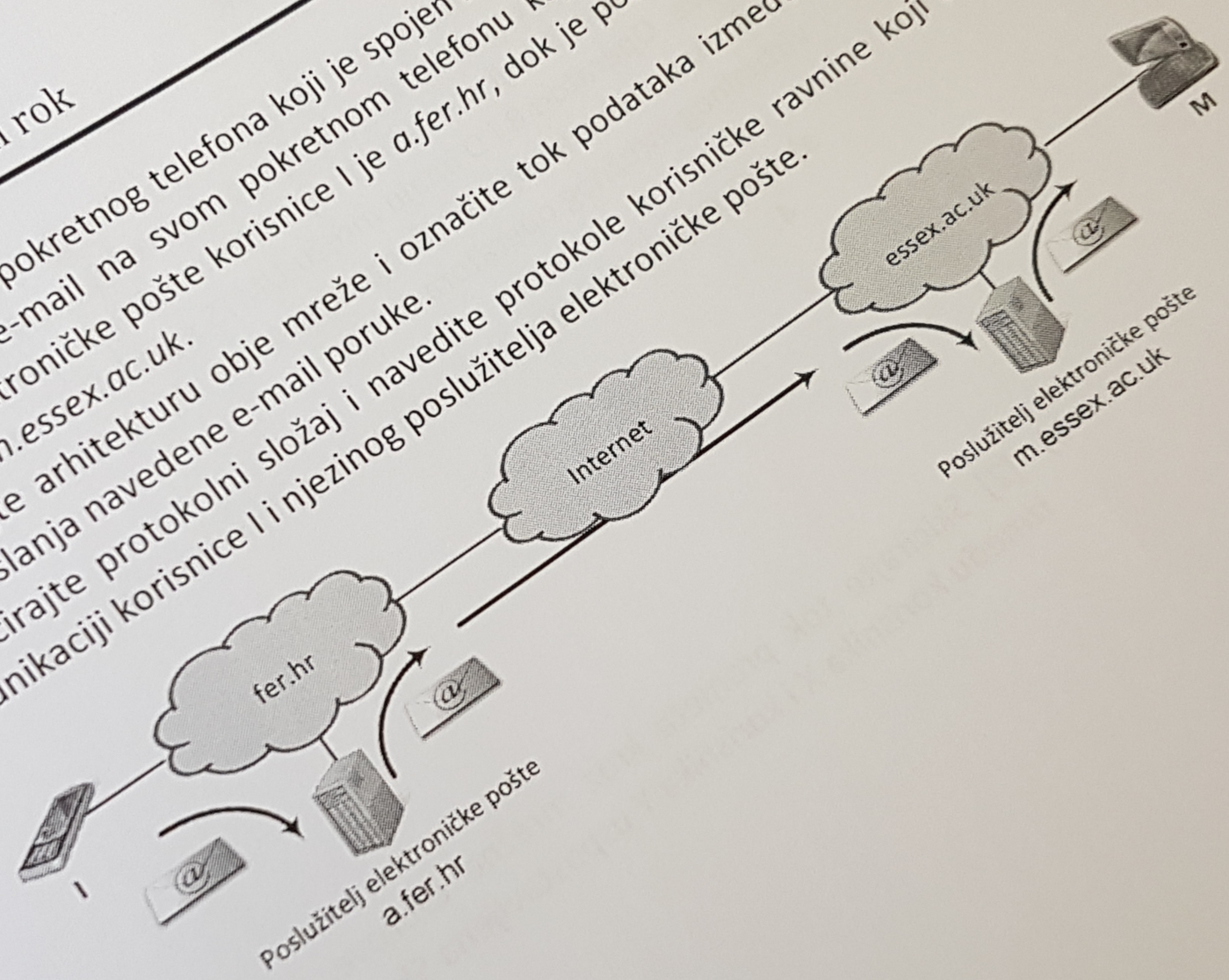
2. [1] Promjena područja usmjeravanja u posjećenoj mreži

Zadatak 10.
(5 bodova)

Korisnica I sa svog pokretnog telefona koji je spojen na LTE-mrežu šalje e-mail korisniku M koji čita taj e-mail na svom pokretnom telefonu koji je spojen na EDGE-mrežu. Poslužitelj elektroničke pošte korisnice I je *a.fer.hr*, dok je poslužitelj elektroničke pošte korisnika M *m.essex.ac.uk*.

[3] Skicirajte arhitekturu obje mreže i označite tok podataka između mrežnih čvorova prilikom slanja navedene e-mail poruke.

[2] Skicirajte protokolni složaj i navedite protokole korisničke ravnine koji sudjeluju u komunikaciji korisnice I i njezinog poslužitelja elektroničke pošte.



Zadatak 11.
(3 boda)

Pokretni virtualni mrežni operator A je MVNO tipa 2 koji s mrežnim operatorom B ima potpisan ugovor o korištenju njegove mreže, a pokretni virtualni mrežni operator C je MVNO tipa 3 koji s mrežnim operatorom D ima potpisan ugovor o korištenju njegove mreže. Operatori B i D imaju mrežu UMTS s podrškom za HSDPA. Korisnik X pretplatnik je pokretnog virtualnog mrežnog operatora A, a korisnik Y pretplatnik je pokretnog virtualnog mrežnog operatora C.

a) [1] Objasnite razliku između pokretnih virtualnih mrežnih operatora tipa 3 i tipa 4.

b) [2] Skicirajte tok prometa kroz mrežne čvorove navedenih operatora ako je između korisnika X i korisnika Y uspostavljena Skype-sesija.

Zadatak 12.
(3 boda)

Opišite postupak pristupa Internetu putem mreže LTE [2] te skicirajte arhitekturu mreže i označite tok podataka između mrežnih čvorova koji sudjeluju u pristupu Internetu [1].

Zadatak 13.
(4 boda)

Korisnik želi protokolom CoAP dohvatiti podatke o izmjerenoj temperaturi s poslužitelja. Skicirajte i pojasnite tijek komunikacije između CoAP klijenta i CoAP poslužitelja te razliku u slučaju da:

a) [2] razmjenjuju podatke na pouzdan odnosno nepouzdan način.

b) [2] su podaci koje korisnik želi dohvatiti dostupni odmah odnosno da tek naknadno postanu dostupni.

atak 14
(4 boda)

Zaokružite točan odgovor. Svaki točan odgovor donosi 1 bod, a netočan -0.5.

1. Petrijeva mreža je reverzibilna ako se iz barem jednog stanja može vratiti u početno stanje.
   a) DA
   b) NE

2. U protokolu IPv6 datagrami se mogu fragmentirati samo na izvorištu.
   a) DA
   b) NE

3. Protokol RIP prilikom računanja rute uzima u obzir kapacitet poveznice te računa najkraći put korištenjem Dijkstrinog algoritma.
   a) DA
   b) NE

4. Femtoćelije služe za spajanje standardnih pokretnih uređaja na mrežu pokretnog operatora preko DSL-a ili širokopojasnog kabelskog pristupa.
   a) DA
   b) NE