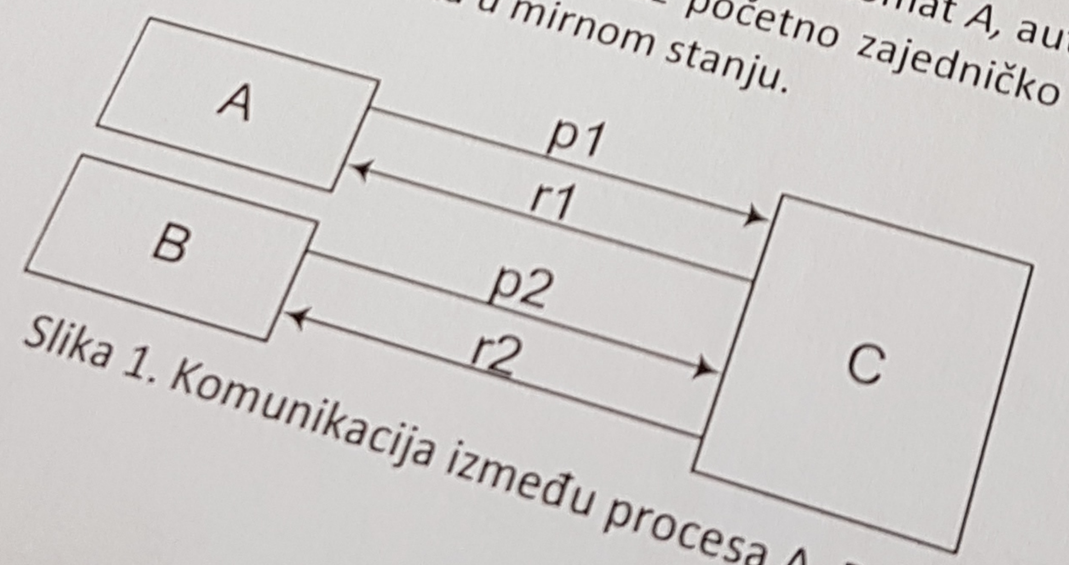
Zadatak 1.
(6 bodova)

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.

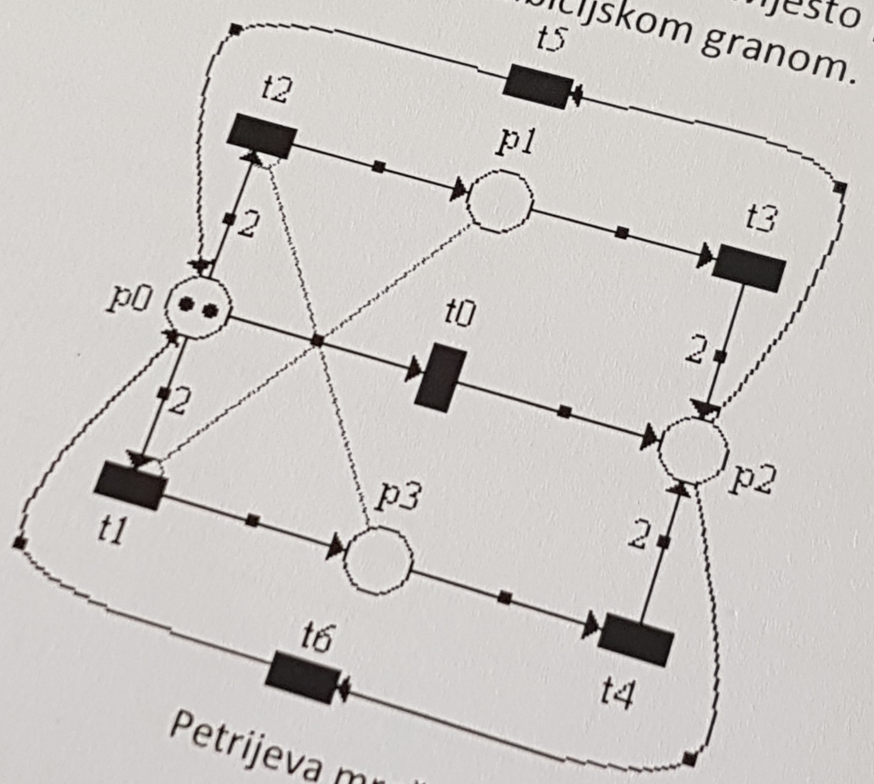


Slika 1. Komunikacija između procesa A, B i C

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:

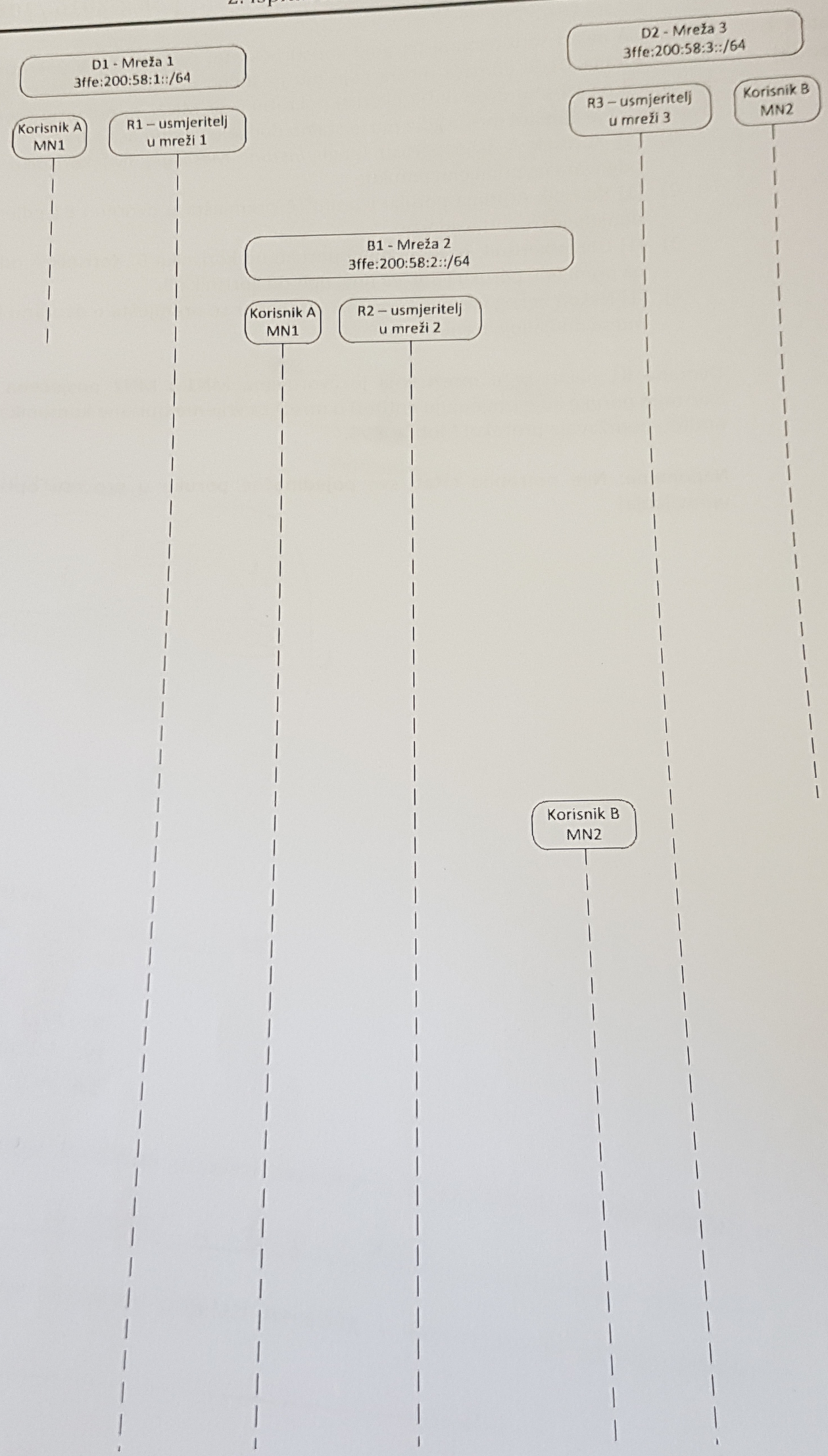
Zadatak 3.
(4 boda)

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. ispitni rok

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

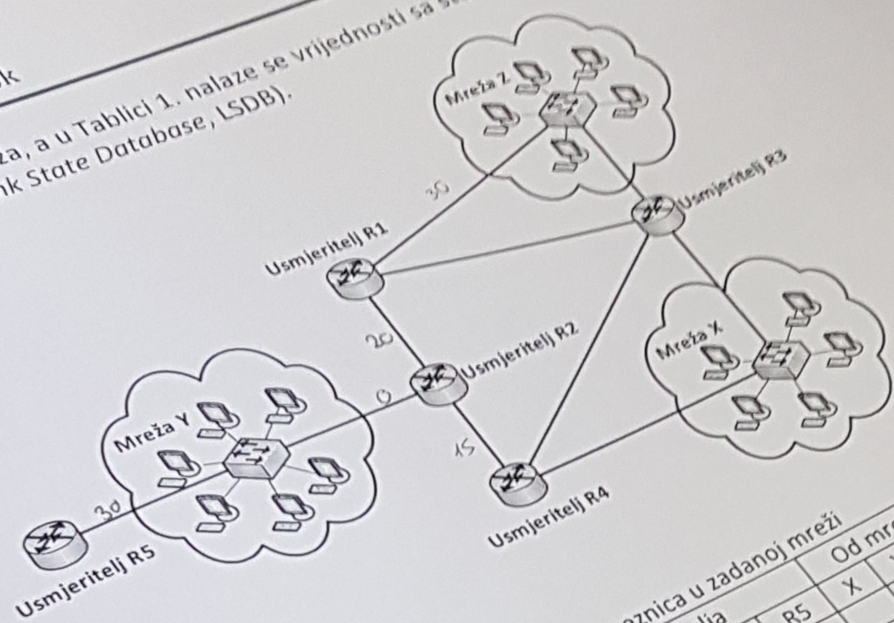
[2] Objasnite dodatno zaglavlje usmjeravanja koje definira protokol IPv6 i primjer njegove primjene.

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

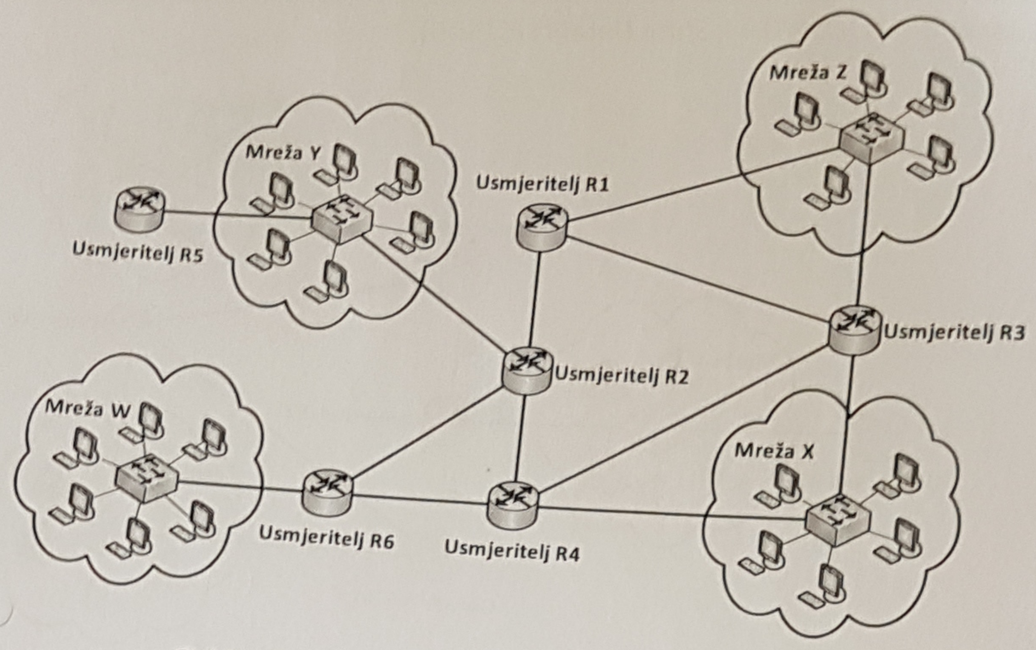
Usmjeritelj R4

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		

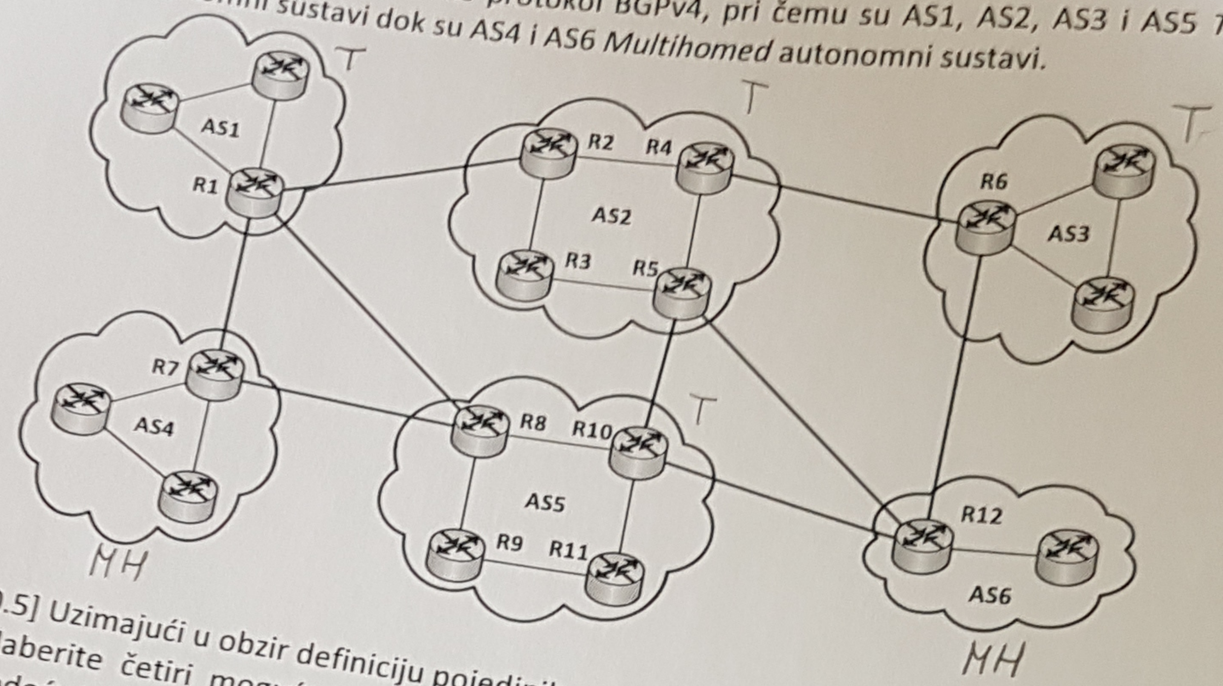
Usmjeritelj R6

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)

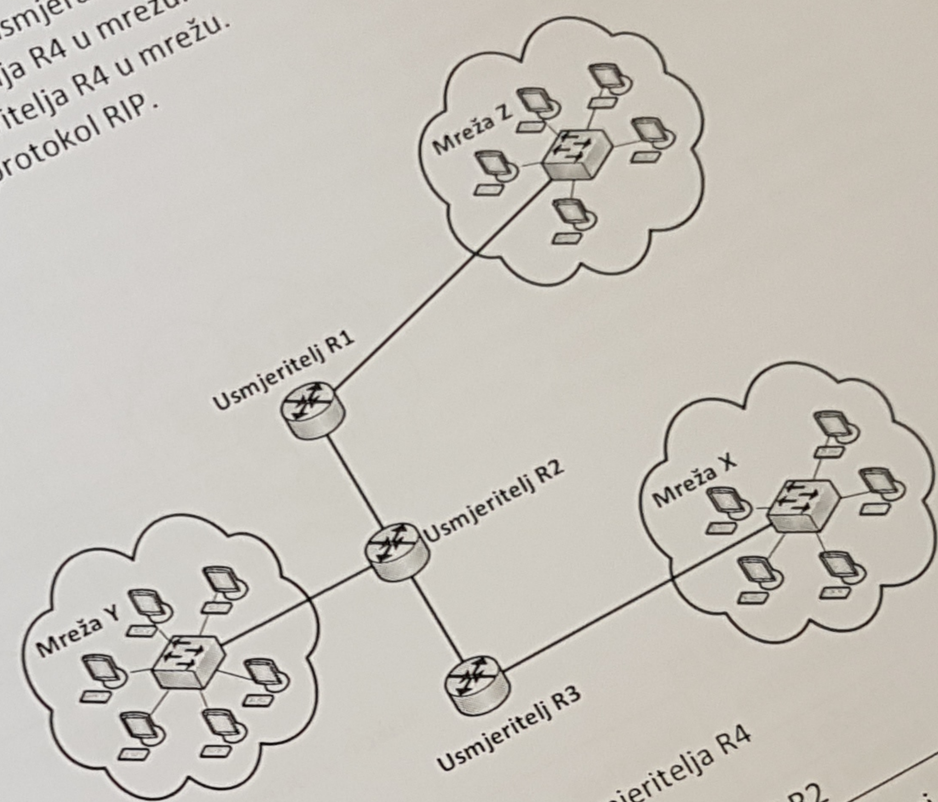
Za mreže na slikama popunite tablice usmjeravanja za usmjeritelje R1, R2, R3 i R4:

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		

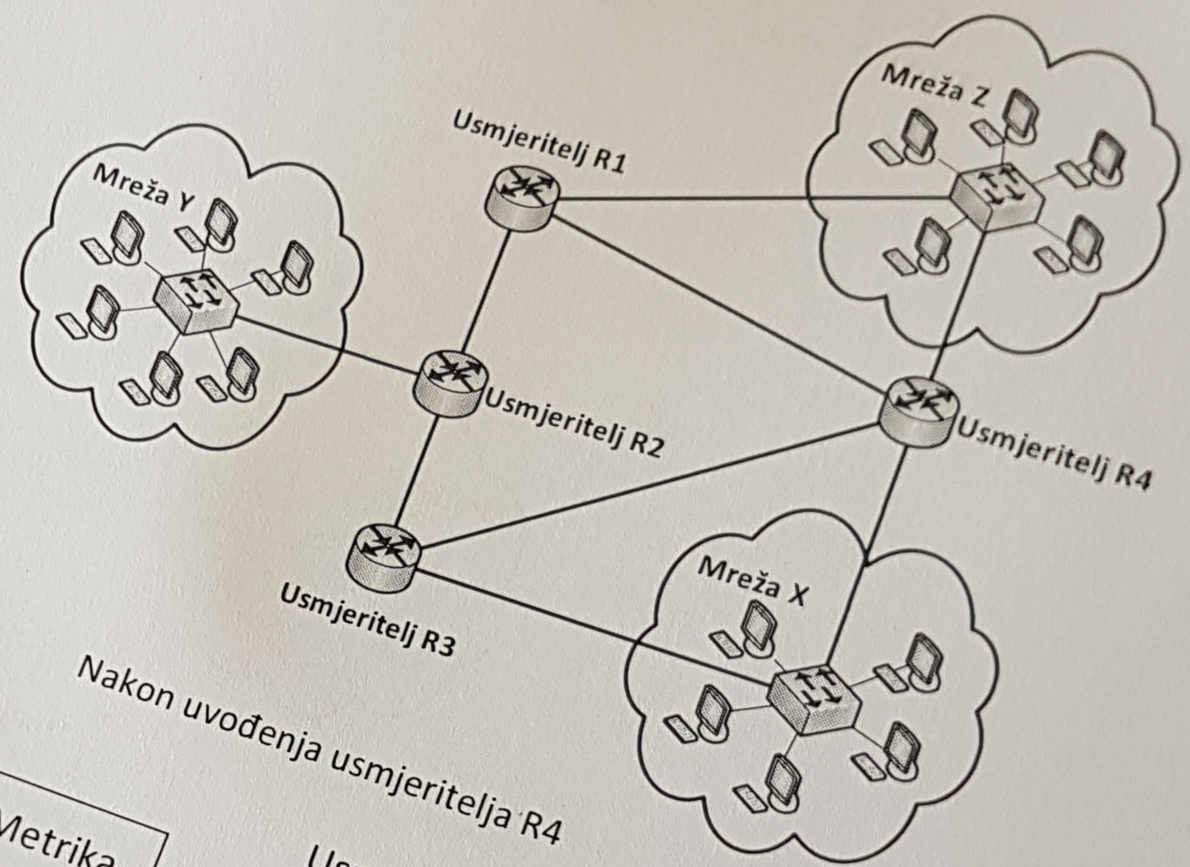
Usmjeritelj R2

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

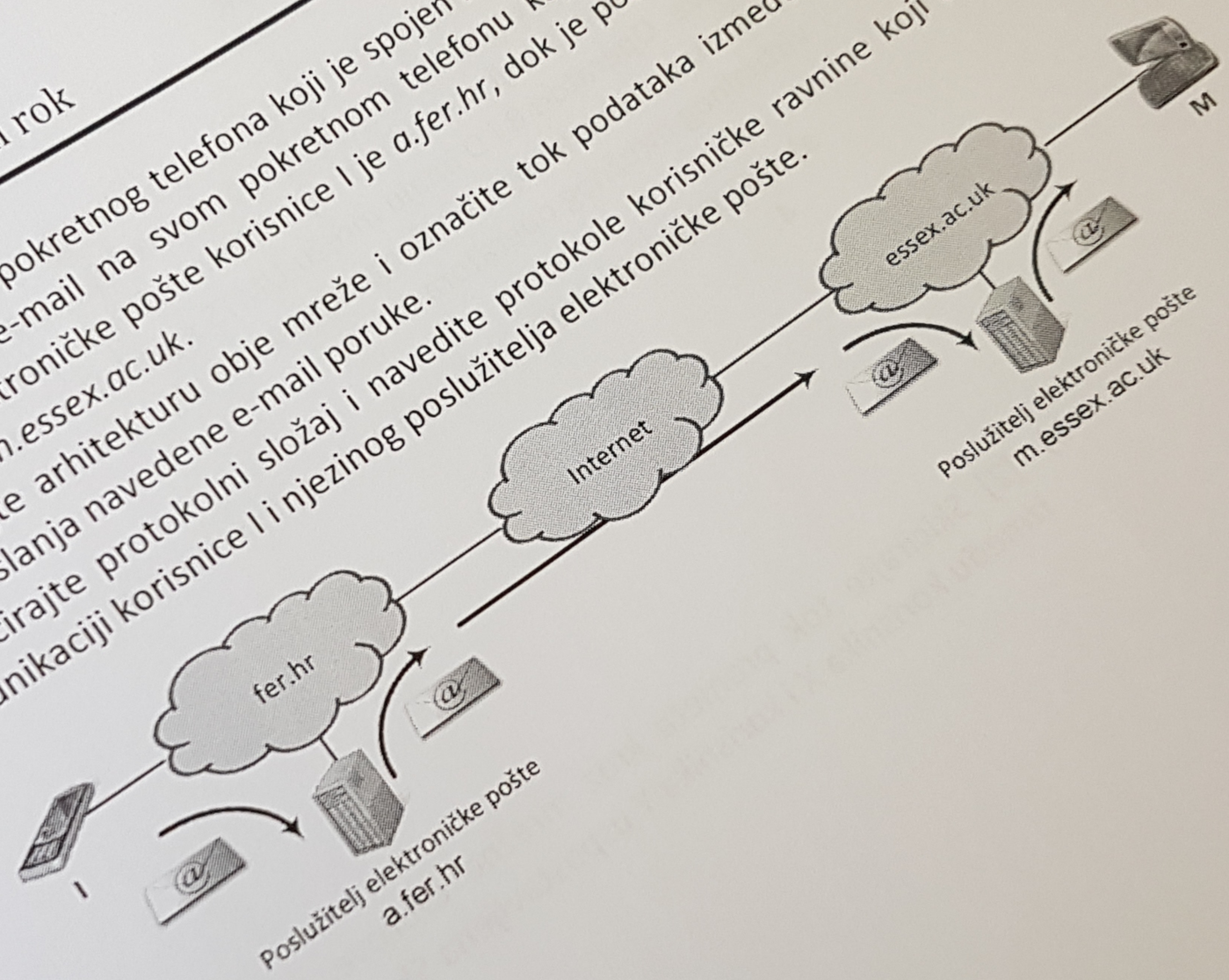
2. [1] Promjena područja usmjeravanja u posjećenoj mreži

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