

# Pokretljivost u mrežama

## Prva domaća zadaća : Mobile IP

### 1. Otkrivanje usmjeritelja u domaćoj mreži

- Poruke RA za ovaj slučaj šalju se svakih 0.2 do 1.4 sekunde. U okviru poruke vidi se vrijeme primanja RA poruke, kao i vrijeme proteklo od primanja prošle poruke. U zaglavlju ICMP paketa vidi se da advertisement interval iznosi 1500 ms.
- Za prijenos RA poruka koristi se ICMPv6 kontrolni protokol.
- Izvorišna adresa RA poruka je fe80::200:f8ff:fed0:6d26 (MAC adresa 00:00:f8:d0:6d:26), a odredišna adresa RA poruka je ff02::1.
- U zaglavlju RA poruke nalazi se polje *Advertisement interval* s vrijednošću 1500 ms koje označava najduže vremensko razdoblje koje može proći prije nego što pokretni čvor odašilje *Router Solicitation* (RS) poruku usmjeriteljima da ih potakne da pošalju RA poruku, no RA poruke se šalju i prije isteka tog vremena jer usmjeritelji periodički razasliju RA poruke multicastom na lokalnom linku.
- Izvorišna RA poruka je lokalna adresa na razini linka izvedena iz MAC adrese dodavanjem prefiksa fe80::. Odredišna adresa RA poruke adresira sve na lokalnom linku tog usmjeritelja (group address – multicast). To možemo vidjeti u *Ethernet* okviru poruke.
- Prefiks mreže(prva 64 bita adrese) oglašen u RA poruci je 3ffe:200:58:2::. Usmjeritelj Mona šalje RA poruke (adresa tog usmjeritelja je 3ffe:200:58:2::1). To je vidljivo u ICMPv6 zaglavlju poruke.

## 2. Otkrivanje promjene točke priključka

- Između dvije RA poruke poslane od domaćeg agenta je razmak 0.55 s, razmak između druge RA domaćeg agenta poruke i RS poruke koju šalje MN je 1.7 s, razmak između RS poruke pokretnog čvora i RA poruke stranog IPv6 usmjeritelja na stranoj mreži (nakon premještanja) je 1.49 s.
- Izvorišna adresa RS poruke je fe80::202:b3ff:fe46:665b, a odredišna je ff02::2. Izvorišna adresa RA poruke poslane od IPv6 usmjeritelja na stranoj mreži je fe80::204:acff:fee8:d8a, a odredišna je ff02::1. Odredišna adresa RA poruke adresira sve na lokalnom linku tog usmjeritelja (multicast adresa).
- Prefiks posjećene mreže je 3ffe:200:58:3::. To znači da usmjeritelj Grunf šalje RA poruke u posjećenoj mreži.

Pri otkrivanju točke priključka pokretnog čvora koristi se Neighbour Discovery protokol, koji uključuje otkrivanje usmjeritelja koji su priključeni na link, kao i brojne druge mogućnosti.

## 3. Autokonfiguracija trenutne adrese

- Postupak autokonfiguracije kojeg pokretni čvor provodi po primitku poruke RA u stranoj mreži:

Nakon primitka Router Advertisement poruke od usmjeritelja koja sadrži mrežni prefiks (periodičko razaslanje poruke), IPv6 čvor postavlja svoju adresu koristeći MAC adresu i dio prefiksa mreže u kojoj se nalazi (dobivenu preko tog usmjeritelja).

- Postupak formiranja i određivanje trenutne adrese pokretnog čvora pomoću objavljenog prefiksa strane mreže i MAC adrese pokretnog čvora (računalo Margot, 00:02:b3:46:66:5b):

Prvi dio trenutne adrese pokretnog čvora jednak je mrežnom prefiksu (64 bita) mreže u kojoj se nalazi (posjećene mreže), na koju se dodaje dio dobiven pomoću MAC adrese računala. Taj drugi dio dobiva se tako da 48

Prefiks posjećene mreže	3ffe:200:58:3
MAC adresa računala Margot	00:02:b3:46:66:5b
16-bitni umetak	ff:fe

Osnovno zaglavlje sadrži izvorišnu (trenutna adresa MN) i odredišnu (domaći agent HA) adresu, kao i podatak o sljedećem (dodatnom) zaglavlju namijenjenom odredištu (destination header). Zaglavlje namijenjeno odredištu sadrži podatak o sljedećem zaglavlju paketa (ovdje je to zaglavlje pokretljivosti), kao i *Home address* podatak koji pokretni čvor šalje primatelju kao obavijest o svojoj domaćoj adresi. U zaglavlju pokretljivosti nalazi se podatak o kakvoj vrsti poruke se radi

(*Binding update*), te su za tu poruku postavljene (1) zastavice *A* i *H*, zastavica *A* (*acknowledge*) označava da se traži BA poruka kao odgovor, a zastavica *H* (*home registration*) označava da se traži registracija trenutne adrese pokretnog čvora pri njegovom domaćem agentu. Polje *Lifetime* označava koliko traje valjanost te poslano BU poruke.

- Skica dijela IP paketa koji sadrži poruku BA: zaglavlje pokretljivosti (*Mobility header*)

<b><i>Payload protocol</i></b>	<b><i>Length</i></b>	<b><i>Type</i></b>	<b><i>Status</i></b>	<b><i>Lifetime</i></b>
Ipv6 no next header	1(16 bytes)	Binding Acknowledgement	Binding update accepted	250 (1000 s)

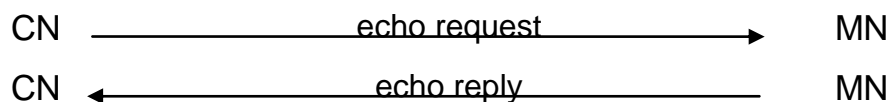
IPv6	Izvorišna adresa		3ffe:200:58:2::1
	Odredišna adresa		3ffe:200:58:3:202:b3ff:fe46:665b
	<i>Next header</i>		IPv6 routing
<i>Routing header</i>	<i>Next header</i>		Mobile IPv6
	<i>Type</i>		Mobile IP
	<i>Home address</i>		3ffe:200:58:2::2
Mobile IPv6 – <i>Mobility header</i>	vrsta poruke ( <i>Type</i> )		<i>Binding Acknowledgement</i>
	status		Binding Update accepted
	polje <i>Lifetime</i>		250 (1000 sec)

Osnovno zaglavlje sadrži izvorišnu (domaći agent HA) i odredišnu (trenutna adresa MN) adresu, kao i podatak o sljedećem (dodatnom) zaglavlju usmjeravanja (*routing header*), koje sadrži podatak o sljedećem zaglavlju paketa (a to zaglavlje pokretljivosti), duljini zaglavlja, tipu usmjeravanja (*Mobile IP*), kao i *Home address*, tj. adresu čvora koji mora prijeći do odredišta (ovdje je to samo domaća adresa pokretnog čvora). U zaglavlju pokretljivosti nalazi se podatak o kakvoj vrsti poruke se radi (*Binding acknowledgement*) i status polje, koje označava je li *Binding Update* zahtjev o promjeni trenutne adrese pokretnog čvora prihvaćen od strane domaćeg agenta.

## 5. Uspostava povratnog usmjeravanja

- U trenutku započinjanja komunikacije MN-a sa CN-om, MN se nalazi u svojoj domaćoj mreži (to vidimo u prva dva para *Echo request/Echo reply* poruka).
- CN i MN razmjenjuju ICMPv6 poruke, a od njih su paketi rednih brojeva 14 i 17 tunelirani preko HA. Ti paketi sadrže dva IPv6 zaglavlja (drugo IPv6 zaglavlje dodaje HA pri tuneliranju).
- Skica tijeka paketa između sugovornika (CN), pokretnog čvora (MN), i domaćeg agenta (HA) prije promjene točke priključka, te prije i poslije uspostave povratnog usmjeravanja. Skice IP dijelova poruka.

### 1 Prije promjene točke priključka:



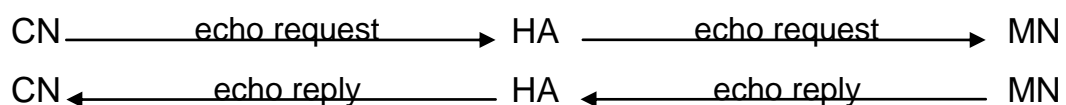
— echo request – izvorišna adresa je adresa sugovornika, a odredišna adresa je adresa pokretnog čvora na domaćem linku (domaća).

Osnovno zaglavlje	Izvorište	Odredište	Iduće zaglavlje
<b>IPv6</b>	3ffe:200:58:3::2	3ffe:200:58:2::2	<b>ICMPv6</b>

— echo reply – izvorišna adresa je domaća adresa MN-a, a odredišna adresa je adresa CN-a

Osnovno zaglavlje	Izvorište	Odredište	Iduće zaglavlje
<b>IPv6</b>	3ffe:200:58:2::2	3ffe:200:58:3::2	<b>ICMPv6</b>

### 2 Prije uspostave povratnog usmjeravanja:



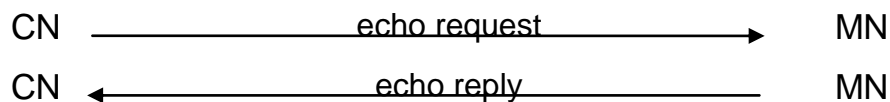
- echo request – izvorišna adresa je adresa CNa, a odredišna adresa je domaća adresa MN, no poruka se tunelira preko domaćeg agenta HA (izvorište prvog IPv6 zaglavlja) do pokretnog čvora u posjećenoj mreži (odredište prvog IPv6 zaglavlja).

Osnovno	Izvorište	Odredište	Iduće
<b>IPv6</b>	3ffe:200:58:2::1	3ffe:200:58:3:202:b3ff:fe46:665b	<b>IPv6</b>
	3ffe:200:58:3::2	3ffe:200:58:2::2	<b>ICMPv6</b>

- echo reply – izvorišna adresa je domaća adresa MNa, a odredišna adresa je adresa CN, no poruka se tunelira preko MNa u posjećenoj mreži (izvorište prvog IPv6 zaglavlja) do domaćeg agenta HA (odredište prvog IPv6 zaglavlja) te zatim do konačnog odredišta CNa..

Osnovno	Izvorište	Odredište	Iduće
<b>IPv6</b>	3ffe:200:58:3:202:b3ff:fe46:665b	3ffe:200:58:2::1	<b>IPv6</b>
	3ffe:200:58:2::2	3ffe:200:58:3::2	<b>ICMPv6</b>

### 3 Nakon uspostave povratnog usmjeravanja



- echo request – izvorišna adresa je adresa sugovornika, a odredišna adresa je adresa pokretnog čvora na domaćem linku (domaća).

Osnovno	Izvorište	Odredište	Iduće
<b>IPv6</b>	3ffe:200:58:3::2	3ffe:200:58:3:202:b3ff:fe46:665b	<b>Routing</b>
	<i>Home address - 3ffe:200:58:2::2</i>		<b>ICMPv6</b>

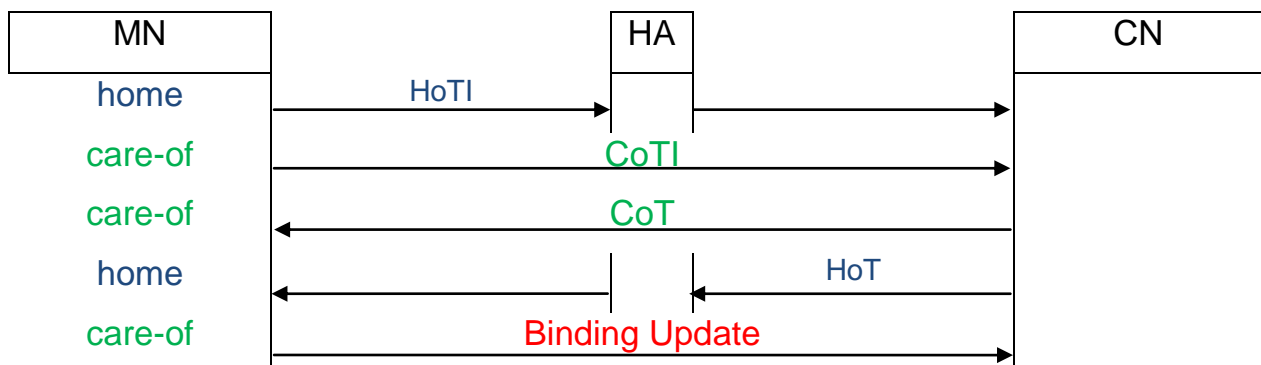
- echo reply – izvorišna adresa je domaća adresa MN-a, a odredišna adresa je adresa CN-a

Osnovno	Izvorište	Odredište	Iduće
<b>IPv6</b>	3ffe:200:58:3:202:b3ff:fe46:665b	3ffe:200:58:3::2	<b>Destination option</b>

Home address - 3ffe:200:58:2::2	ICMPv6
---------------------------------	--------

- Poruke koje služe za uspostavu povratnog usmjeravanja su *Home Test Init* (HoTI), *Care-of Test Init* (CoTI), *Home Test* (HoT), *Care of Test* (CoT). Poruke HoTI i HoT šalju se preko HA. Nakon uspješnog primitka tih poruka, MN šalje CNU *Binding Update* te se daljnja komunikacija odvija izravno.

Kronološki slijed:



- Nakon uspostave povratnog usmjeravanja, vidi se da paketi koje razmjenjuju CN i MN nisu više tunelirani, nego sadrže IPv6 i zaglavlje usmjeravanja (*Routing header*). Redni broj prvog takvog *Echo Request* paketa je 24.

## 6. Sadržaj struktura *Binding Cache* i *Binding Update list*

- Postojeća povezivanja – *Binding Cache* i *Binding Update List*

1 Na pokretnom čvoru, MN

— *Mobile IPv6 Binding cache*

Home Address	Care-of Address	Lifetime	Type

— *Mobile IPv6 Binding update list*

→ paket poslan sugovorniku, čvoru CN

- Recipient CN: 3ffe:200:58:3::2

BINDING home address: 3ffe:200:58:2::2

care-of address: 3ffe:200:58:3:202:b3ff:fe46:665b

expires: 345 sequence: 0 state: 1  
delay: 1 max delay 32 callback time: 345

→ paket poslan domaćem agentu, čvoru HN

- Recipient CN: 3ffe:200:58:2::1

BINDING home address: 3ffe:200:58:2::2

care-of address: 3ffe:200:58:3:202:b3ff:fe46:665b

expires: 924 sequence: 0 state: 1

delay: 3 max delay 32 callback time: 724

## 2 Na domaćem agentu, HA

— *Mobile IPv6 Binding cache*

Home Address	Care-of Address	Lifetime	Type
3ffe:200:58:2::2	3ffe:200:58:3:202:b3ff:fe46:665b	725	2

— *Mobile IPv6 Binding update list*

## 3 Na čvoru sugovorniku, CN

— *Mobile IPv6 Binding cache*

Home Address	Care-of Address	Lifetime	Type
3ffe:200:58:2::2	3ffe:200:58:3:202:b3ff:fe46:665b	249	1

— *Mobile IPv6 Binding update list*

- *Binding Cache* je spremnik pridruženih adresa svakog Mobile IP čvora. Kad čvor primi *Binding Update* poruke, adresa se pohranjuje u spremnik, te se za svaki poslani paket provjerava postoji li podatak o povezivanju u spremniku i ako postoji, paket se usmjerava na trenutnu adresu koristeći dodatno zaglavlje usmjeravanja. Domaći agent HA i čvor sugovornik CN imaju u *Binding Cache* spremniku podatke o domaćoj i trenutnoj adresi pokretnog čvora MN. Ukoliko žele poslati neki paket čvoru s domaćom adresom (*home address*) 3ffe:200:58:2::2, paket se preusmjerava na trenutnu adresu (*care – of address*) MNa 3ffe:200:58:3:202:b3ff:fe46:665b.

*Binding Update List* je popis poslanih *Binding Update* poruka pokretnog čvora za koje nije istekao vijek trajanja (*Lifetime*). Pokretni čvor (MN) jedini je koji ima *Binding Update List*. Vidi se da je MN slao dvije *Binding update* poruke,



jednu čvoru sugovorniku CN s adresom 3ffe:200:58:3::2 i drugu svom domaćem agentu HA na adresu 3ffe:200:58:2::1. U obe poruke MN šalje podatke o svojoj domaćoj adresi i trenutnoj adresi.

## 7. Deregistracija

- Poruke koje služe za otkrivanje promjene točke priključka su *Router Solicitation* i *Router Advertisement*. Za deregistraciju služe poruke *Home Test Init*, *Home Test* i *Binding Update*
- U snimci mrežnog prometa vidi se *Echo request* i *Echo replay* poruka (zbog naredbe ping) od CNa prema MN na trenutnoj adresi. Nakon toga MN se otkriva *Router solicitation* porukom, traži usmjeritelja na svom domaćem linku. Nakon RS poruke, domaći agent HA odgovara *Router advertisement* porukom te se tako saznaje da je došlo do povratka MN u domaću mrežu. Zatim MN na svojoj domaćoj adresi izmjenjuje nekoliko *Neighbor solicitation/advertisement* poruka. Slijede *Binding Update* i *Acknowledgement* poruke kojima se registrira i potvrđuje "nova" (domaća) adresa kao trenutna adresa kod HA. Pokretni čvor sa svoje domaće adrese (koja mu je i trenutna) šalje sugovorniku poruku *Home Test Init* na koju mu CN odgovara sa *Home Test* i zatim se šalje poruka *Binding Update* poruka od MNa CNu tako da njihova komunikacija opet ide izravno. *Echo request* i *Echo replay* poruke koje slijede putuju izravno na domaću adresu MNa iz domaće mreže ( i od te adrese).

Postojeća povezivanja – *Binding Cache* i *Binding Update List*

### 1 Na pokretnom čvoru, MN

— *Mobile IPv6 Binding cache*

Home Address	Care-of Address	Lifetime	Type

— *Mobile IPv6 Binding update list*

## 2 Na domaćem agentu, HA

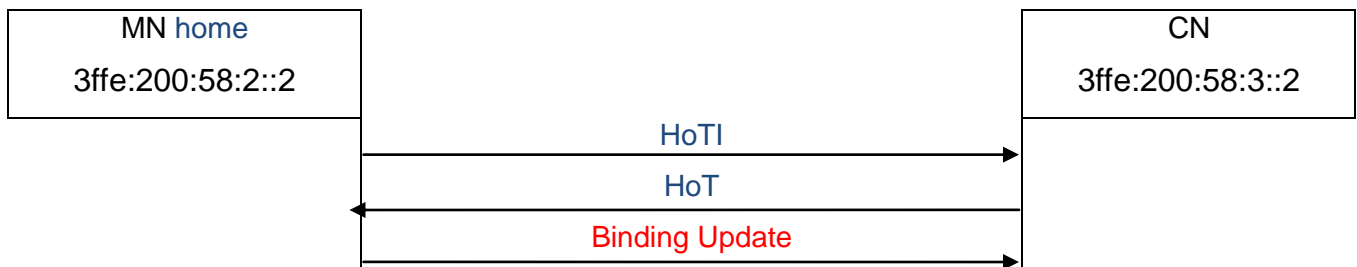
— *Mobile IPv6 Binding cache*

Home Address	Care-of Address	Lifetime	Type

— *Mobile IPv6 Binding update list*

*Binding cache* i *Binding update list* oba entiteta (MNa i HAa) su prazni zato što nakon povratka MNa u domaću mrežu, njegova trenutna adresa više ne vrijedi, obavljena je deregistracija, a i registracija kod stranog IPv6 usmjeritelja je istekla (pa mi je lista poslanih BU poruka prazna).

Tijek poruka HoTI, HoT i BU. U komunikaciji sudjeluju samo MN i CN.



Postojeća povezivanja – *Binding Cache* i *Binding Update List*

## 3 Na čvoru sugovorniku, CN

— *Mobile IPv6 Binding cache*

Home Address	Care-of Address	Lifetime	Type

— *Mobile IPv6 Binding update list*

*Binding Update List* CNa je prazna jer se taj čvor ne kreće, pa ne šalje BU poruke, a *Binding Cache* je prazna jer je MN deregistriran iz strane mreže (vratio se u domaću mrežu).