

S-38.192 Verkkopalvelujen tuotanto

Luento 2: Verkko-osoitteiden manipulaatiopalvelut

Miksi ?

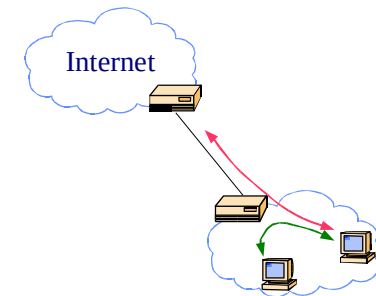
- **Ongelma:**
 - A,B ja C -luokkiin perustuva osoitejako johti osoitevaruuden fragmentoitumiseen ja huonoon hyötysuhteeseen. Jaettavien osoitelohkojen loppuminen uhkasi jo lyhyelläkin aikavälillä.
- **Ratkaisu:**
 - Pitkällä tähtäimellä
 - Uusi Internet Protokolla, joka mahdollistaisi suuremman määrän osoitteita
 - Lyhyellä tähtäimellä
 - Osoitteiden luokattomuus. Liitetään osoitteeseen peite, jonka perusteella määrätään verkon koko kahden potenssina.
 - **Hyödynnetään samoja osoitteita useammassa kohdassa verkkoa, mikäli kyseisten verkon osien ei tarvitse (ainakaan täydessä laajuudessa) kommunikoida muualle verkkoon.**

Miksi ?

- Kahden IP-verkon välillä, jos toisessa verkossa käytetään lokaaleja IP-osoitteita (osoitteita, joita **ei** voida käyttää globaaliin kommunikaatioon):
 - 10.0.0.0/8
 - 172.16.0.0/12
 - 192.168.0.0/16
- Sama osoitevaruus on käytössä molemmissa verkoissa:
 - Lokaaleja osoitteita (kaksi riippumatonta organisaatiota voi käyttää sisäisesti samoja osoitteita)
 - Globaaleja osoitteita (toinen organisaatioista on saattanut kuulua jonkun muun operaattorin verkkoon ja kuitenkin halunnut säilyttää ko verkon osoitteet)

Miten ?

- Hyödynnetään havaintoa, että vain pieni osa yksittäisen nysä/tynkä alueen (**stub network**) laitteista kommunikoi alueen ulkopuolelle
 - Saman aikaisesti (dynaamisuus)
 - Yleensä (staattisuus)
- Tynkäalue voi olla mikä tahansa internet, joka on muun verkon kannalta yhdestä pisteestä liitetty ja jonka sisällä on yhtenäinen osoitteistus.





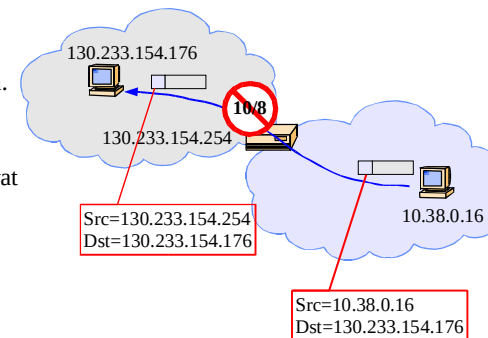
Vaihtoehtoja

- Network Address Translation (NAT)
 - Yhdyskäytävä suorittaa jokaiselle IP-paketille IP-otsikon osoitteen muunnoksen
 - IP-otsikon tarkistussumma
 - Siirto-otsikon muuttuminen
 - TCP-pseudo-otsikko
 - Sovellustason osoitemuunnos
- Realm Specific IP (RSIP)
 - Yhdyskäytävä luovuttaa päätelaitteelle julkisen osoitteen rajalliseksi ajaksi (vertaa DHCP)
 - Informaatio tunneloidaan lokaalissa alueessa yhdyskäytävälle, joka välittää paketin julkiseen verkkoon



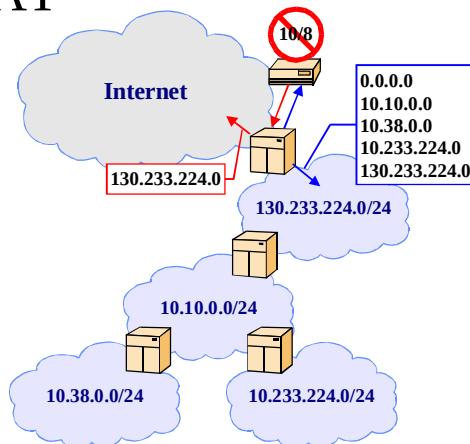
Network Address Translation

- **NATin tehtävä** on muuntaa IP-pakettien osoitekenttien sisältöä niiden kulkiessa kahden verkon välillä, joihin NAT on yhteydessä.
 - Periaatessa: yksinkertainen
 - Teknisesti: toimintaan liittyy useita vaiheita jotka aiheuttavat ongelmia



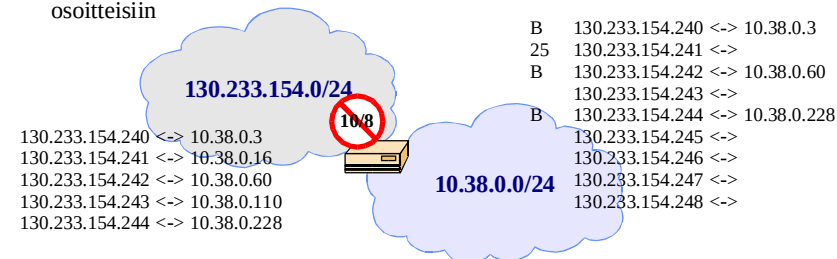
NAT

- NAT tarjoaa yhdyskäytäväpalvelua kahden osoitereaalisuuden välillä
 - NAT **ei** ole reititin
 - **Välityspalvelulla tarkoitetaan osoitteen muunnosta muotoon, joka mahdollistaa normaalin välittämisen toisessa osoitereaalisuudessa**
 - NAT voi kuitenkin olla integroituna reitittimen ohjelmistoon
- NAT **voi** puuttua reititysilmoiuksiin tarkastamalla, että tynkäalueen muunnettavia osoitteita (verkkoja) ei mainosteta muualle Internetiin.



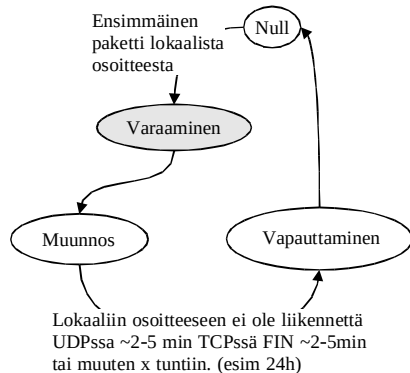
Vaihtoehdot

- **Staatittainen NAT**
 - Niille päätelaitteille, joilla on 'jatkuva' tarve kommunikoida muun maailman kanssa tehdään staatittainen varaus tiettyihin osoitteisiin
- **Dynaaminen NAT**
 - Mikäli ei ole tietoa tarpeista tai ne ovat satunnaisia, varataan joukko osoitteita, joita NAT hyödyntää dynaamisesti





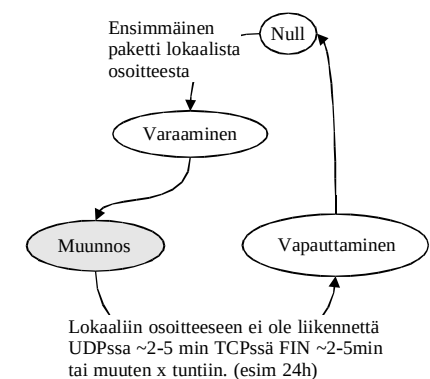
Dynaaminen NAT – toiminta



- Tilakoneella on kolme tilaa
 - Osoitteen varaaminen**
 - Lokaalin verkon **päätelaite aloittaa kommunikaation** NATin kautta tai ulkoapäin halutaan kommunikoida lokaalin verkon päätelaitteelle.
 - Globaali osoite liitetään lokaaliin osoitteeseen**, jonka jälkeen kaikki 'yhteydet' kyseisestä lokaalista osoitteesta saavat NATissa kyseisen globaalin osoitteen.



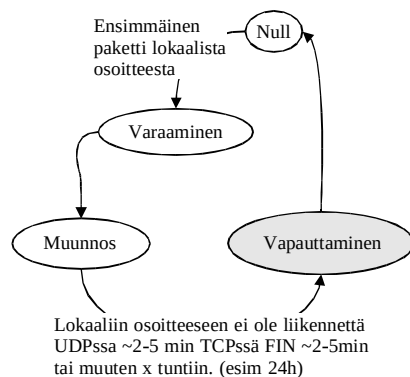
Dynaaminen NAT – toiminta



- Osoitteen haku ja muunnos**
 - Kyseiseltä lokaalin verkon päätelaitteelta on tullut paketteja jo aiemmin ja sille on tehty jo osoitteen liittäminen
 - Suoritetaan tarvittavat muunnokset** ja aktivoidaan mahdollisesti tarvittavat sovellusriippuvat osat (ALG)



Dynaaminen NAT – toiminta



- Osoitteen vapauttaminen**
 - Lokaalin **päätelaitteen kommunikaatio** globaaliin verkkoon on **päättynyt** eikä globaalia osoitetta enää tarvitse varata sen käyttöön.
 - Viimeisellä TCP-yhteydellä on tullut FIN ja siihen liittyvä kuittaus
 - Paketteja ei ole liikkunut 5 minuuttiin
 - Avoimella TCP-yhteydellä ei ole toimintaa x tuntiin



NATin vaikutuksia

- Seuraus 1**
 - IP-otsikon sisältö muuttuu (binäärinen)
- Vaikutus**
 - IP-otsikon tarkistussumma täytyy laskea uudestaan
 - Tarkistussumma on yhden komplementti -> tarvitsee laskea erotus muuttuneelle osoittekentälle ja lisätä se tarkistussummaan
- TCP:n tarkistussumman täytyy laskea uudelleen (TCP:n pseudo-otsikko sisältää IP-osoitteet).
 - Sama yhden komplementti laskenta kuin IP:lle

NATin vaikutuksia

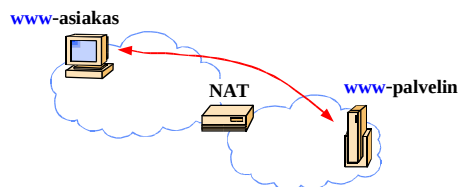
- **Seuraus 2**
 - Sovellusprotokollan sisältämä osoitetieto muuttuu
 - Perinteinen päästä päähän integriteetti katoaa
- **Vaikutus**
 - Mikäli osoite on koodattu numeroina voi paketin pituus muuttua
(10.38.0.16 <-> 130.233.154.242)
 - TCPn tarkistussumma vaatii muutoksen
- TCPn järjestysnumero (sequence number) ja kuittausnumero (acknowledge number) vaativat muutokset.
- Tarvitaan erillinen tilakone huolehtimaan lähtevien pakettien ja vastaanotettujen kuittausten välisestä sovellusriippuvasta muunnoksesta.

Application Level Gateway

- ALG on
 - NATin spesifinen toteutus tietyille sovellusprotokollalle
 - Sidottu tiettyyn protokollaporttiin tuleviin paketteihin
 - Suorittaa yksittäisen protokollan vaatimat muutokset paketin rakenteeseen
 - Ylläpitää tilakonetta yskittäisille datavoille, jotta tarvittavat muutokset voidaan suorittaa.
- Tyypillisiä ALG-protokollia
 - FTP
 - HTTP
 - ICMP
 - Telnet
 - H.323

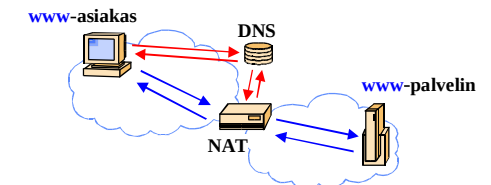
Julkisesta verkosta lokaaliin verkkoon ?

- **Kysymys:**
 - Miten Internetiin kytketty päätelaite voi ottaa yhteyden NATin takana olevaan toiseen päätelaitteeseen ?
- **Ongelma:**
 - www-palvelin käyttää lokaalia osoitetta (esim 10/8 -verkosta), koska sen pääasiallinen käyttö on sisäinen www-palvelu
 - 10-verkon osoitteet eivät ole tiedossa julkisenverkon puolella



Julkisesta verkosta lokaaliin verkkoon ?

- **Ratkaisu:**
 - Käytetään **nimipalvelua** hyväksi
 - Operoidaan täydellisillä piiriniimillä
 - Nimeen liitetään julkisenverkon NAT-osoite (staattinen tai dynaaminen)
 - Käytetään DNS-ALG:tä luomaan tarvittavat tilakoneet

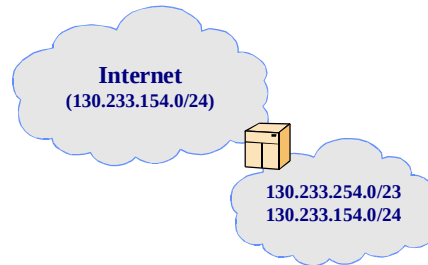




Kaksinkertainen NAT

- **Esimerkki:**

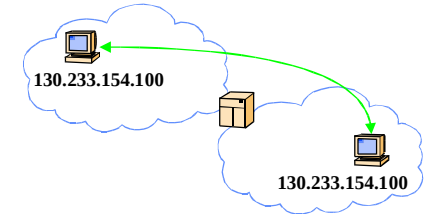
- Organisaatiolla
 - Oli aiemmin 256-osoitteen lohko (130.233.154.0)
 - Vaihtoivat 512-osoitteeseen (130.233.254.0/23)
 - Sisäisesti säilytettiin vanha osoiteavaruus.
- Operaattori
 - Jakoi luovutetun 256-osoitteen lohkon uudelle käyttäjälle



Kaksinkertainen NAT

- **Ongelma:**

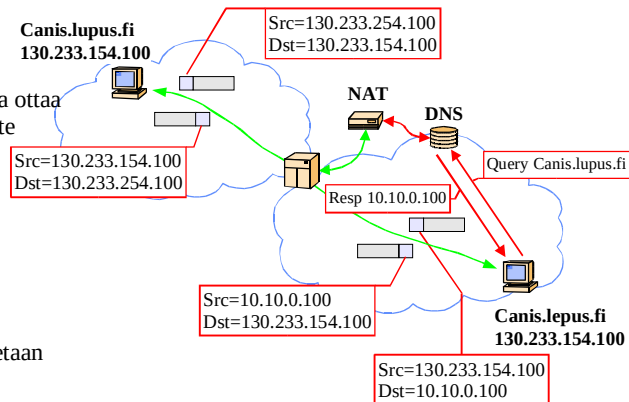
- Kuinka kaksi konetta voivat kommunikoida keskenään, kun niillä on konfliktivoivat osoitteet (tarkoituksella)



Kaksinkertainen NAT

- **Ratkaisu:**

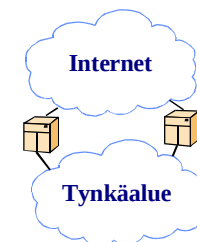
- Operoidaan piiriniimillä
- Tarvitaan DNS-ALG, joka ottaa huomioon onko haettu laite julkisessa vai lokaalissa versiossa osoiteavaruutta
 - Mikäli ulkoisessa avaruudessa annetaan pseudo-osoite, joka muutetaan NAT:ssa todelliseksi
 - Mikäli sisäisessä annetaan sisäinen osoite



Monikotisuus

- Periaatteessa NAT on tarkoitettu tynkääalueisiin, eli on vain yksi liityntä ulkomaailmaan
 - Vikaantumisriski on suuri
- Monikotisuudella saavutetaan varmuutta mutta toisaalta tarvittava logiikka kasvaa
 - Kuinka taata, että kaikki yhteyden paketit kulkevat yksittäisen NATin kautta
 - TCP:n tilakone sekoaa, jos paketteja puuttuu runsaasti

- Kuinka NATien välinen konfiguraatio pysyy hallinnassa
 - Samoja osoitteita ei jaeta useammassa paikassa kerrallaan

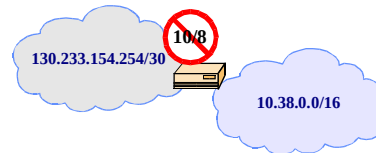




Porttitason NAT

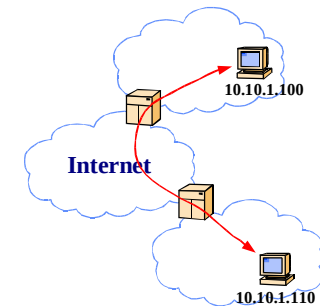
- Porttitason NATissa useat päätelaitteet jakavat saman globaalin IP-osoitteen
- Hyödynnetään porttinumeroita asiakkaiden erottelussa
- Vaarana **ylivuoto**
- **Esimerkki:**
 - Julkisia osoitteita on 255 kpl
 - Lokaaleja osoitteita on 1000 kpl
 - Liikenteestä 50 % suuntautuu ulos

B	130.233.154.250:8080	<->	10.38.0.3:80
25	130.233.154.250:4434	<->	10.38.100.1:143
B	130.233.154.251:5000	<->	10.38.0.60:123
B	130.233.154.252:4400	<->	10.38.8.60:600
5	130.233.154.253:2500	<->	10.38.11.60:20
B	130.233.154.254:8000	<->	10.38.0.100:22



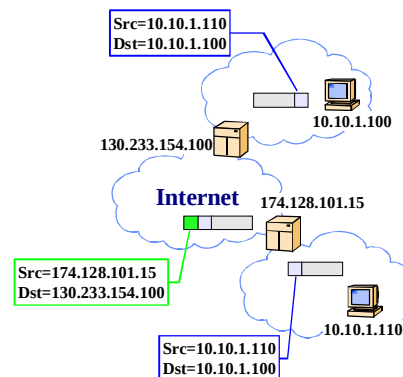
Jaettu tynkäalue

- Tynkäalue voi olla myös paloitetu useampaan osaan eri puolille operaattorin verkkoa
- Näiden yhdistämiseen tarvitaan
 - Vuokrajohtoa (ei eleganttia)
 - VPN (usein turhaan)
 - Kaksinkertainen NAT (turhan hankalaa)
 - **Tunnelointia**



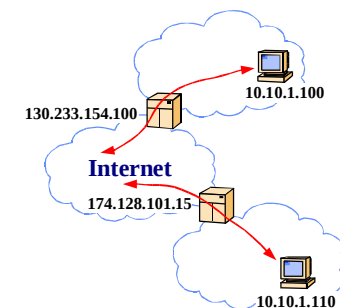
Tunnelointi

- Tunneloinnissa IP-paketti välitetään toisen paketin hyötykuormana
- Tunnelilla on määrätty päätepisteet
 - Alku, jossa kehystetään
 - Loppu, jossa puretaan
- Kehystyksessä
 - Voidaan kopioida alkuperäisen paketin välitystietoja, jos halutaan vaikuttaa paketin välitykseen julkisessa verkossa (ToS -kenttä)



Entäpä tästä Internetiin

- Kommunikointi Internetiin
 - Kaksi erillistä NATia
 - Kaksi erillistä julkista osoiteavaruutta
 - Yksi NAT
 - Yksi julkinen osoiteavaruus
 - Yksi asiakasosoite (tunnelin toinen pää)





NATin ongelmia

- Edellyttää harvaa liikennematriisia
 - Vain pieni osajoukko päätelaitteista kommunikoi tynkääalueen ulkopuolelta tai ulkopuolelta kommunikoidaan pieneen osaan tynkääalueen päätelaitteista
 - Muuten hyöty pienenee
 - Osoitteiden uudelleen käytettävyydessä
 - Prosessoinnin raskaudessa
- Lisää riskiä globaalisti väärin osoitekonfiguraatioihin
- Pienentää tiettyjen sovellusten kapasiteettia (ftp, http jne)
- Piilottaa loppukäyttäjän identiteetin
- Monimutkaistaa nimipalvelua
- Ei sovi IPSecin kanssa
 - IPSecissä hyödynnetään osoitteita, joten osoitemuutos johtaa salausavaimen korruptoitumiseen

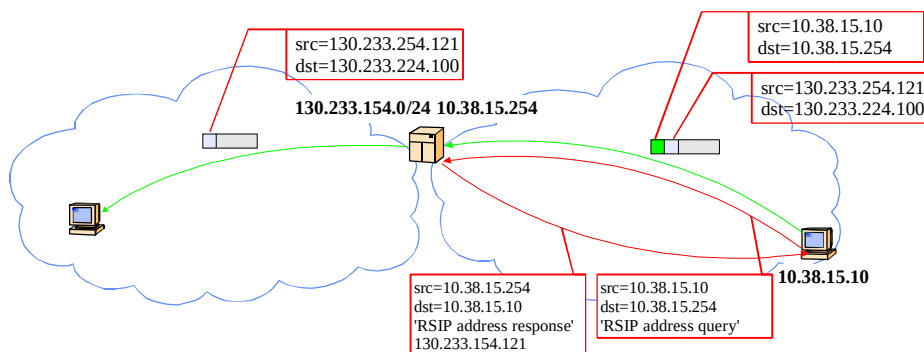


Realm Specific IP

- **RSIP on tarkoitettu** korvaamaan NATin käyttö siellä missä se on mahdollista
- RSIP **ei** riko päästä päähän integriteettiä
- RSIP **vaatii** päätelaitteisiin muutoksia
- Komponentit
 - RSIP palvelin
 - Hallinnoi julkisia osoitteita
 - RSIP yhdyskäytävä
 - Yhdyskäytävä, joka toimii RSIP-tunnelin päätepisteenä
 - RSIP asiakas
 - Tarjoa sovellukselle läpinäkyvän yhteyden julkiseen verkkoon palvelimelta saamalla osoitteella



RSIP – toiminta



RSIP

- Toiminta muistuttaa DHCP:n toimintaa
 - **DHCP**: Haetaan koneelle IP-osoite
 - **RSIP**: Haetaan koneelle IP-osoite, jota käytetään kommunikointiin julkiseen verkkoon
 - IP-osoitteella on *elinaika*, jonka jälkeen varaus täytyy vahvistaa uudelleen
- RSIP voi perustua myös porttitason toimintaan
 - Yhdyskäytävän täytyy pitää kirjaa kenelle (mille lokaalille osoitteelle) tunneloidaan mikäkin paketti samasta julkisesta osoitteesta
- RSIP voi perustua myös muihin kanavointi kriteereihin
 - IPSec !!!

Kommunikointi julkisesta verkosta ?

- RSIP voidaan yhdistää DNS:n kanssa kuten NAT
 - Piirinimen haku liittää julkisen osoitteen käyttöön. Kyseinen liitos informoidaan lokaalin verkon päätelaitteelle
 - Raskas prosessi
 - Haku ei välttämättä johda liikenteeseen
 - Porttitason toiminnassa ???
- RSIP ei ole primäärinen ratkaisu julkisten palveluiden toteuttamiselle

IPv6 <-> IPv4

- RSIP tarjoaa joustavan menetelmän lokaalin verkon siirtymiselle IPv6:n käyttöön
 - Julkiseen verkkoon kulkevat paketit tunneloidaan lokaalissa verkossa
- Päätelaitteelta edellytetään kahta protokollapinoa
 - Oletusarvo nykyisissä TCP/IP ohjelmistoissa

RSIP ongelmia

- Suurin yksittäinen ongelma
 - VAATII TUKEA PÄÄTELAITTEELTA
 - Useita, vastaanottaja riippuvaisia, IP-osoitteita
 - Tunnelointi
- Muita ongelmia
 - Levitys- ja jakeluliikenteen toteuttaminen