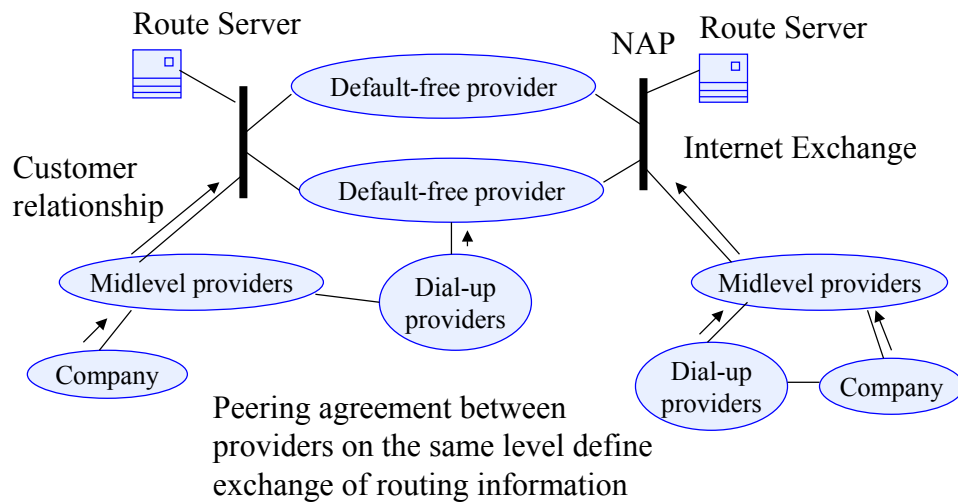


## Introduction to exterior routing

## Autonomous Systems

- AS – Autonomous System on Internetin hallinnollinen alue, eli osa verkosta, jolla on yksi omistaja.
- AS:lla käytössä on yleensä yksi (sisäinen) reititysprotokolla, esim OSPF.
- AS välillä käytetään ulkoista reititystä.
  - Border Gateway Protocol versio 4 (BGP-4)
  - Ei käsitellä tässä kurssissa

## Organization of the Internet as Autonomous Systems



S-38.121 / S-03 / RKa, NB

CIDR-3

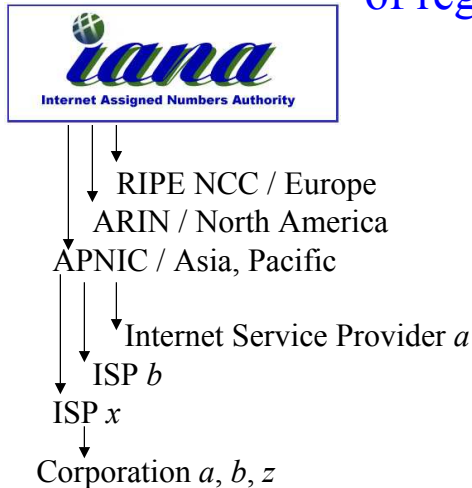
## History of the Internet Core

- .....1985 Arpanet
- .....1987 NSFNET 56k lines
- .....1992 NSFNET T1 lines (1.5M)
- .... 1995 NSFNET T3 lines (24M)
- 1995 NSFNET decommissioned
- 1995... Commercial (UUNET, MCI, Sprint...)

S-38.121 / S-03 / RKa, NB

CIDR-4

## Internet Addresses are assigned by a hierarchy of registrars



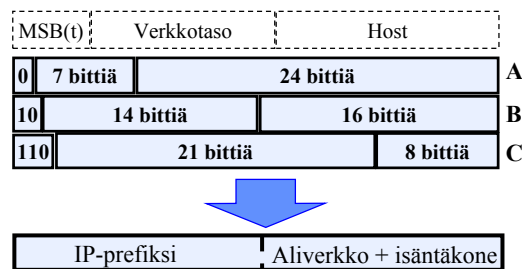
- This model leads to provider addressing.
- Due to provider addressing, an IS needs to advertise shorter prefixes, leading to savings in routing table size in the backbone

## CIDR - Classless Inter-Domain Routing

## CIDR - Classless Inter Domain Routing

- Internetin kasvun aiheuttamia ongelmia
  - B-luokan osoitteet loppumassa
    - A-luokka liian iso, C-luokka liian pieni (256 osoitetta)
    - Vain 16384 B-luokan verkkoa
  - B-luokan osoitteiden huono käyttöaste
    - B-luokka usein liian iso (65534 osoitetta)
  - Reititystaulujen kasvu
- Internetin kasvu on pakottanut ottamaan käyttöön CIDR osoitearitmetiikan, jolla IP-osoitteavaruus saadaan tehokkaampaan käyttöön.
- CIDR otettiin käyttöön 1992
- CIDR vaikuttaa useisiin reititysprotokolliin

## CIDR perustuu 32-bitin IP-osoitteen jakamiseen vapaasti verkko- ja häntäosaan



- Joukko peräkkäisiä C-luokan osoitelohkoja esitetään näin:  
194.51.120.0 - 194.51.127.255 =  
alku = 194.51.120.0  
maski = 255.255.248.0

## Kertaus: osoitearitmetiikka

- Esimerkki

	192.24.134.23	osoite
JA	255.255.248.0	maski
<hr/>		
	192.24.128.0	verkko

	192.24.143.23	osoite
JA	0.0.7.255	EI (maski)
<hr/>		
	0.0.6.23	isäntäkone

	11000000.00011000.10000	110.00010111	address
	11111111.11111111.11111	000.00000000	mask

verkko                      isäntä (aliverkko+isäntä)

## Kertaus: osoitearitmetiikka

- Esimerkki

	192.24.134.23	osoite
JA	255.255.248.0	maski
<hr/>		
	192.24.128.0	verkko

	192.24.143.23	osoite
JA	0.0.7.255	EI (maski)
<hr/>		
	0.0.6.23	isäntäkone

	192.24.134.23	osoite	(vaihtoehtoinen tapa)
–	192.24.128.0	verkko	
<hr/>			
	0.0.6.23	isäntäkone	

## CIDR muuttaa reittien mainostusperiaatetta

- Sääntö 1:
  - Reititys kohteeseen tapahtuu aina pisimmän matchaavan osoitteen perusteella
    - Useaan AS:ään liittyvien (moni-kotisten) verkkojen osoitteita ei voi aggregoida tavalliseen tapaan.
- Sääntö 2:
  - Verkko, joka aggregoi useita reittejä, tuhoaa paketit, jotka matchaavat summattuun osoitteeseen, mutta eivät yhteenkään summan tekijään. Tällä estetään silmukoiden muodostumista.

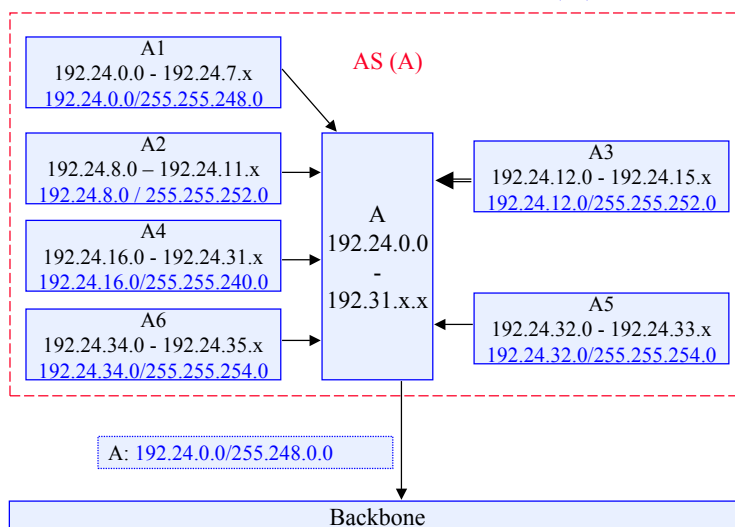
## Esimerkki (1)

- ISP:n asiakkaat
  - A1:  $\leq 2048$  osoitetta (8 C-luokan verkkoa)
  - A2:  $\leq 1024$  osoitetta (4 C-luokan verkkoa)
  - A3:  $\leq 1024$  osoitetta (4 C-luokan verkkoa)
  - A4:  $\leq 4096$  osoitetta (16 C-luokan verkkoa)
  - A5:  $\leq 512$  osoitetta (2 C-luokan verkkoa)
  - A6:  $\leq 512$  osoitetta (2 C-luokan verkkoa)

## Esimerkki (2)

- ISP:n asiakkaat
  - A1: ≤ 2048 osoitetta (8 C-luokan verkkoa)
    - 192.24.0 – 192.24.7 [192.24.0.0 / 255.255.248.0](#)
  - A2: ≤ 1024 osoitetta (4 C-luokan verkkoa)
    - 192.24.8 – 192.24.11 [192.24.8.0 / 255.255.252.0](#)
  - A3: ≤ 1024 osoitetta (4 C-luokan verkkoa)
    - 192.24.12 – 192.24.15 [192.24.12.0 / 255.255.252.0](#)
  - A4: ≤ 4096 osoitetta (16 C-luokan verkkoa)
    - 192.24.16 – 192.24.31 [192.24.16.0 / 255.255.240.0](#)
  - A5: ≤ 512 osoitetta (2 C-luokan verkkoa)
    - 192.24.32 – 192.24.33 [192.24.32.0 / 255.255.254.0](#)
  - A6: ≤ 512 osoitetta (2 C-luokan verkkoa)
    - 192.24.34 – 192.24.35 [192.24.34.0/255.255.254.0](#)

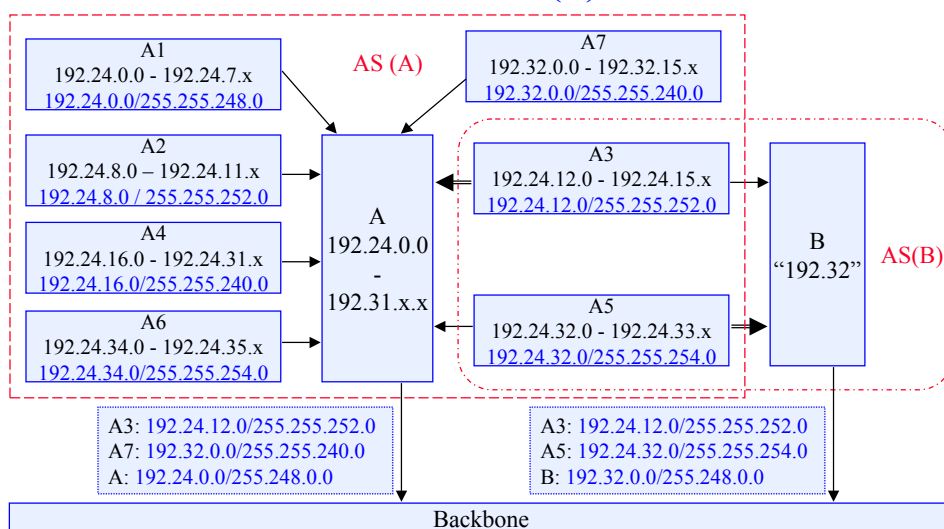
## Esimerkki (3)



## Esimerkki (4)

- Oletetaan, että on toinen AS (B)
  - Verkko 192.32.0.0 / 255.248.0.0
- A3 ja A5 liittyvät kahteen AS:ään
  - A3 mainostetaan ensisijaisesti A:n kautta
  - A5 mainostetaan ensisijaisesti B:n kautta
- A7 on siirtynyt AS (A) → AS (B)
  - Verkko 192.32.0.0 / 255.255.240.0

## Esimerkki (5)





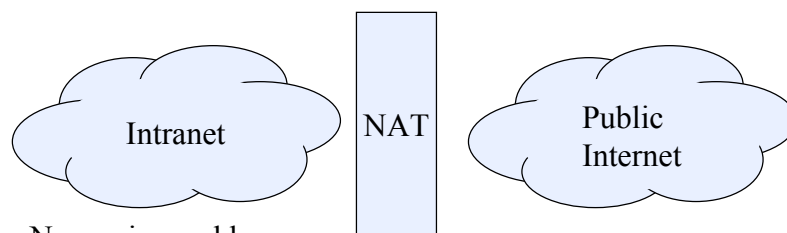
## CIDR affects most routing protocols

### Protocols that support CIDR

- Exterior protocols
  - Support: BGP-4
  - No support: EGP, BGP-3
- Interior protocols
  - Support: RIP-2, OSPF, E-IGRP
  - No support: RIP, IGRP

## Network Address Translation (NAT) preserves address space and improves security

### Network Address Translation



Non-unique addresses

- 10/8
- 172.16/12
- 192.168/16

⇒ Not routable in public Internet