



UPPSALA
UNIVERSITET

Addressing & the network layer





UPPSALA
UNIVERSITET

What is in an address?

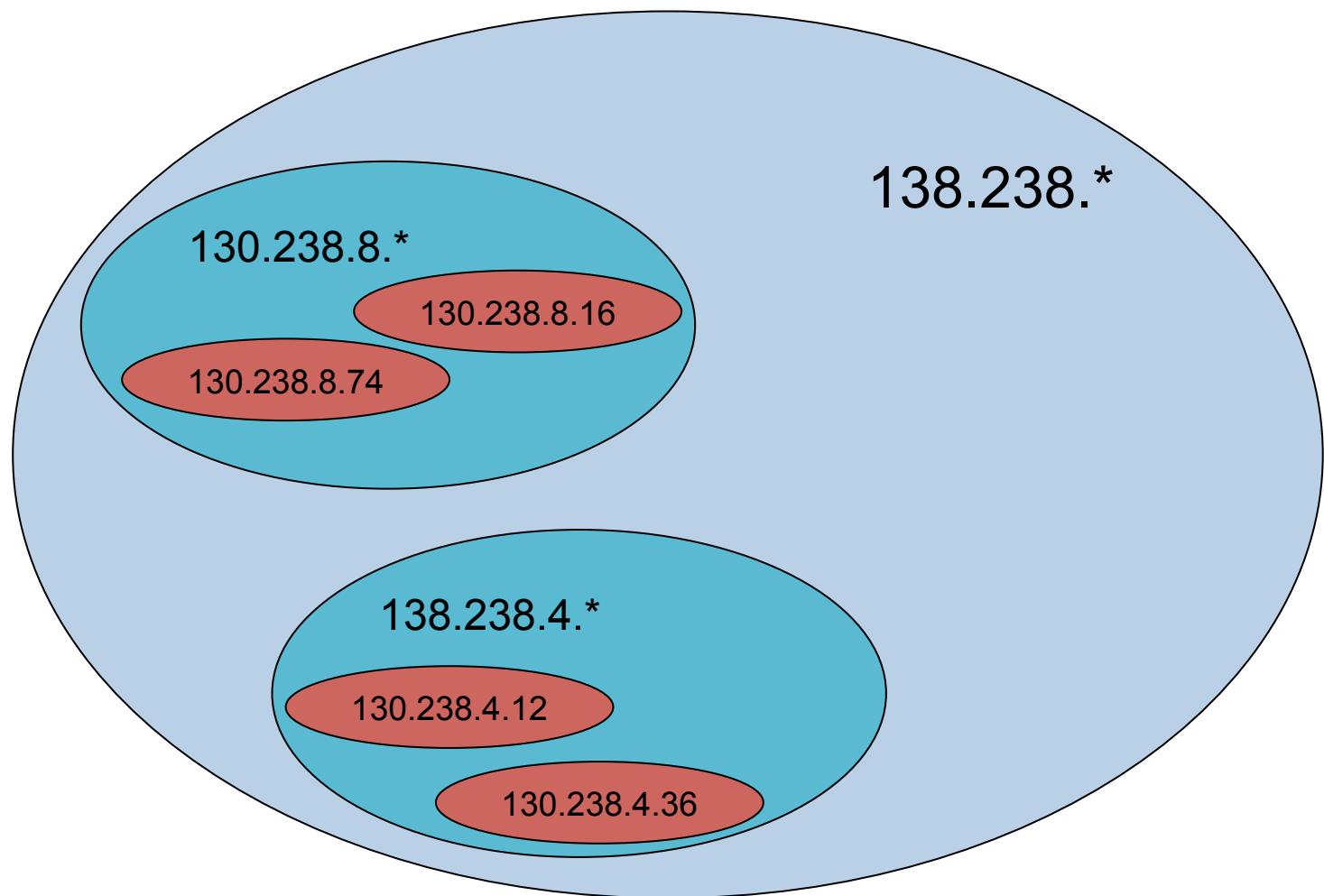
- <http://www.it.uu.se/katalog/lIn>
- 018-471 27 81
- 130.238.14.76
- bazinga.it.uu.se
- 10:dd:b1:9c:ca:e0
- lIn@it.uu.se
- ITC 19219

Which of these addresses and identifiers have a
hierarchical structure?

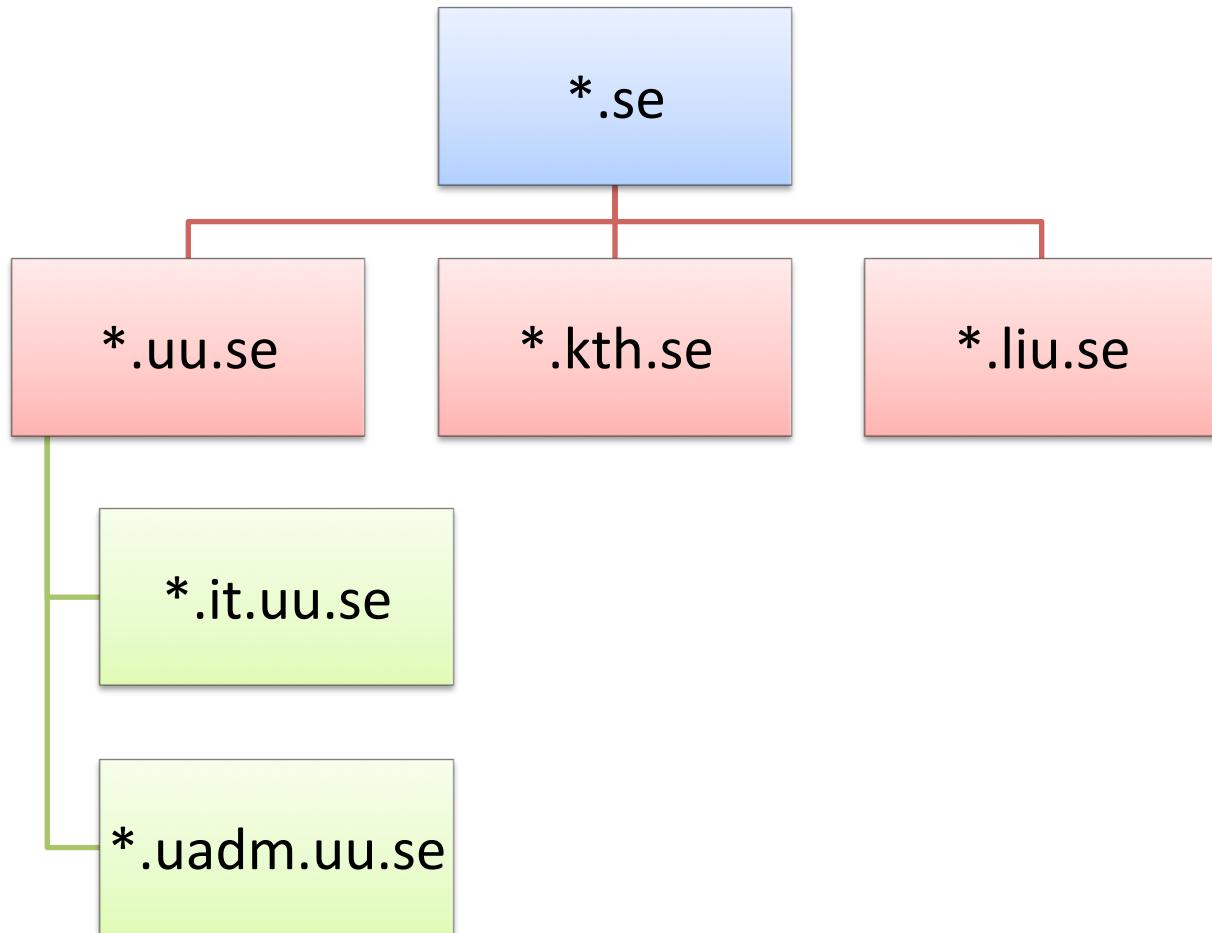


UPPSALA
UNIVERSITET

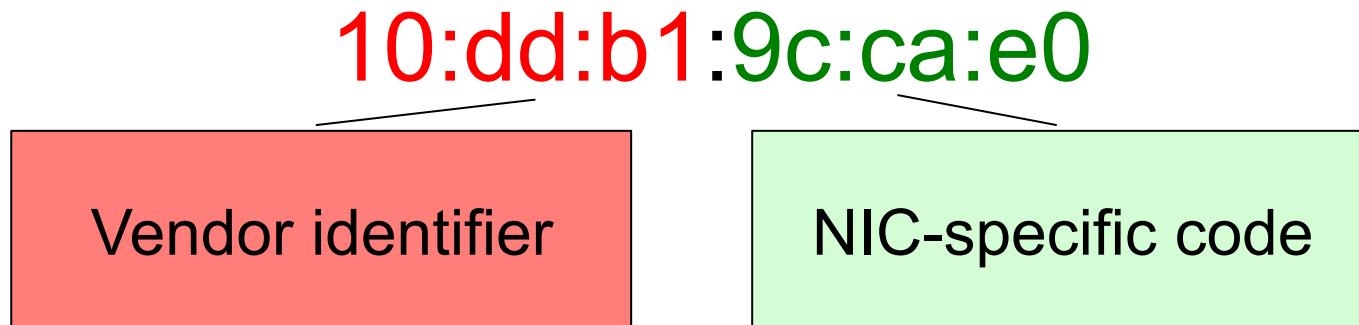
Structured address spaces: IP



Structured address spaces: FQDN



Flat address spaces: MAC address



Give an example when it is better to use flat address spaces rather than hierarchical.



UPPSALA
UNIVERSITET

Key problems in naming systems

- Bootstrapping
 - What is my name?
 - What are everyone else's name?
- Relay point
 - Who takes care of what I don't know of?
- Searching
 - How do I locate other nodes?



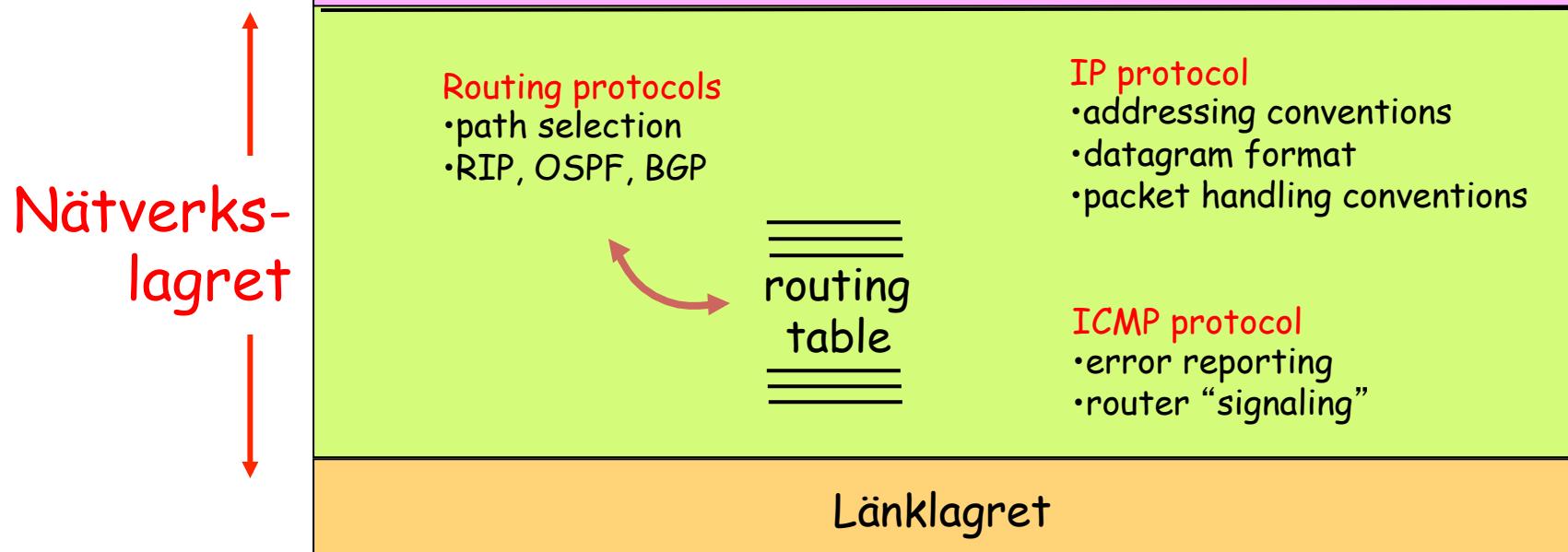
UPPSALA
UNIVERSITET

Translation mechanisms

- Domain name system
- ARP/RARP
- ...

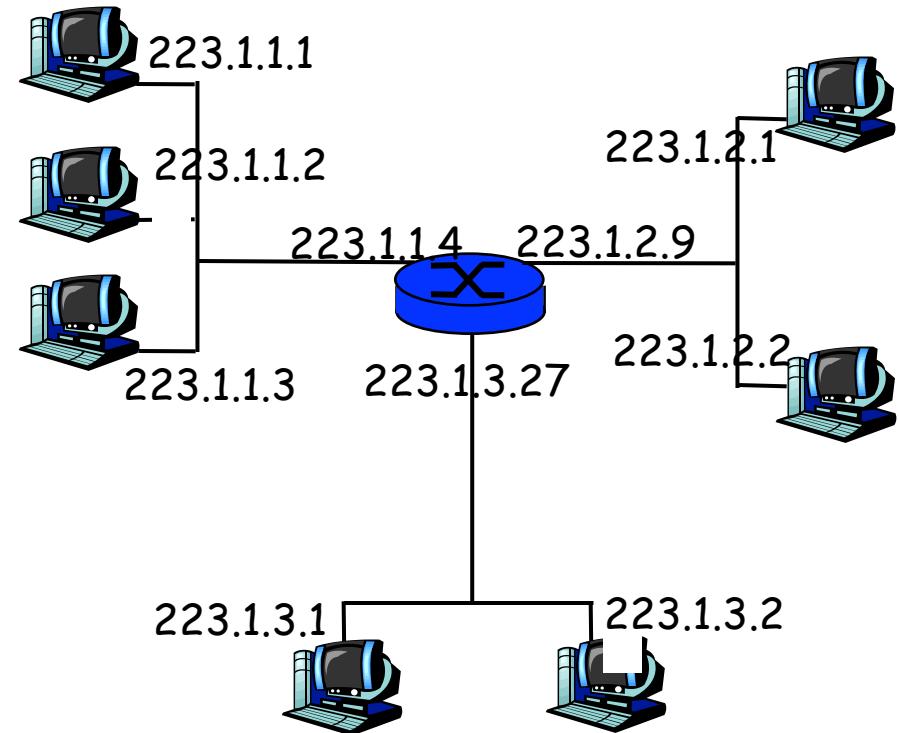


En titt i nätverkslagret

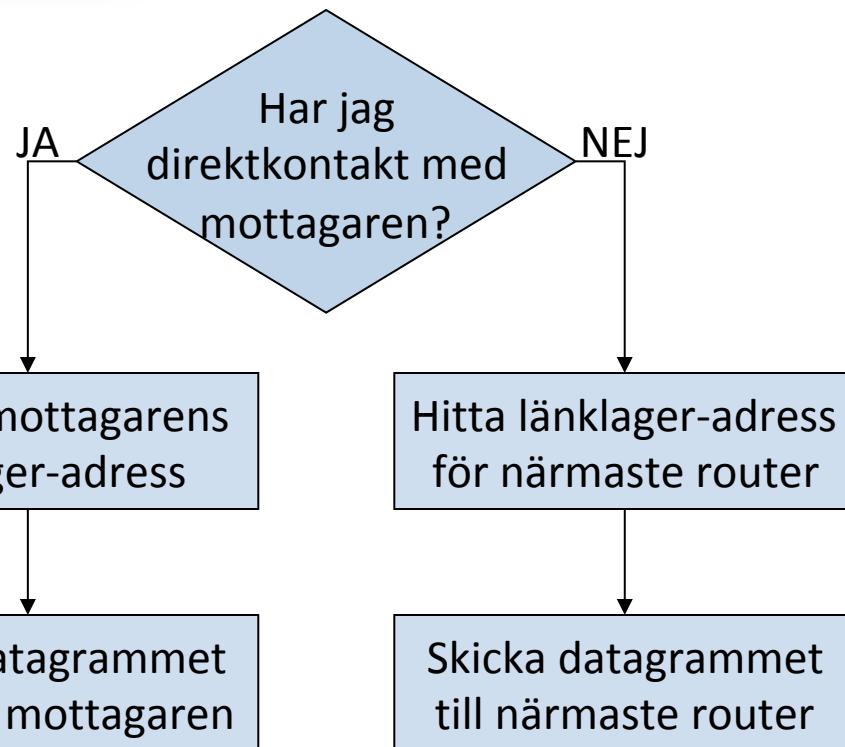


Addressering i IP

- **IP address:**
32-bits identifierare för dator, router - *interface*
- **interface:** förbindelse mellan dator/router och den fysiska länken
 - Routrar har typiskt flera interface
 - En dator kan ha flera interface



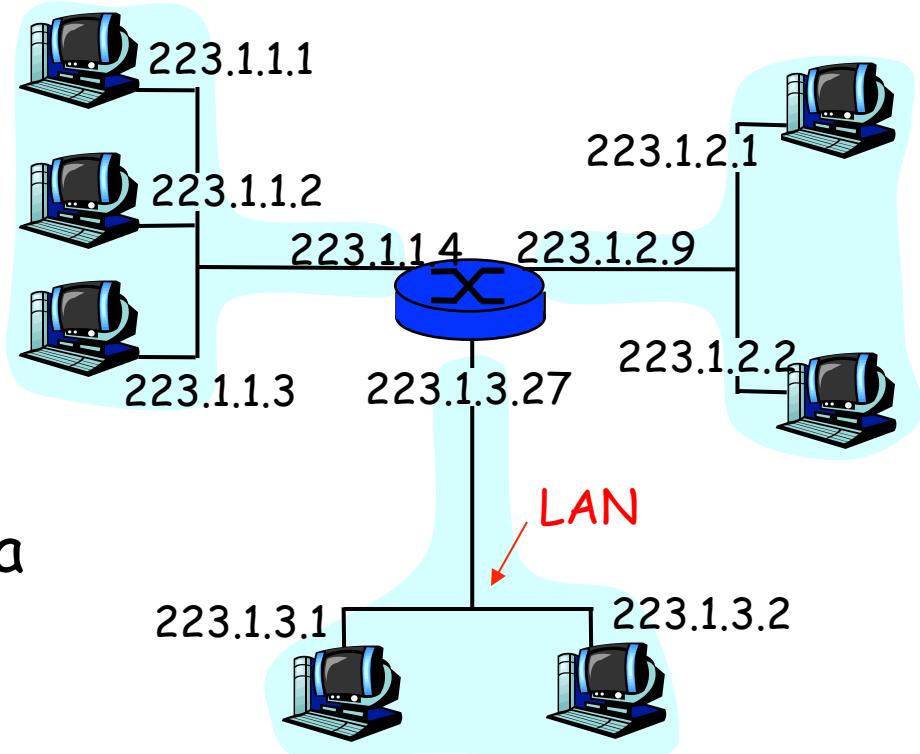
Sändning av datagram



- Hur avgör man om man har direktkontakt med mottagaren?
- Hur går uppslagningen av länklageradresser egentligen till?
- Hur vet man vilken som är den närmaste routern?

IP Addressering

- **IP address:**
 - Nätverksidentifierare
 - Ändnodsidentifierare
- **Vad är ett nätverk ?**
(från IP:s perspektiv)
 - Interface som har samma nätverksidentifierare
 - Noderna kan prata med varandra utan att gå via en router



(Gamla) addressklasser i IP

klass

A	0	network	host	1.0.0.0 till 127.255.255.255
B	10	network	host	128.0.0.0 till 191.255.255.255
C	110	network	host	192.0.0.0 till 223.255.255.255
D	1110	multicast address		224.0.0.0 till 239.255.255.255
E	1111	Reserved for future use		240.0.0.0 till 255.255.255.255

← 32 bitar →



UPPSALA
UNIVERSITET

CIDR

00010100 00000000

200.23.20.0/23

200.23.16.0/20

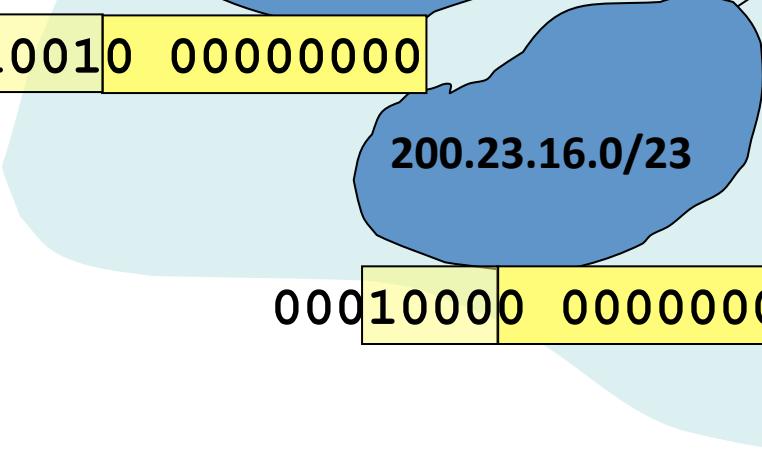
00010000 00000000

200.23.18.0/23

200.23.16.0/23

00010000 00000000

00010010 00000000



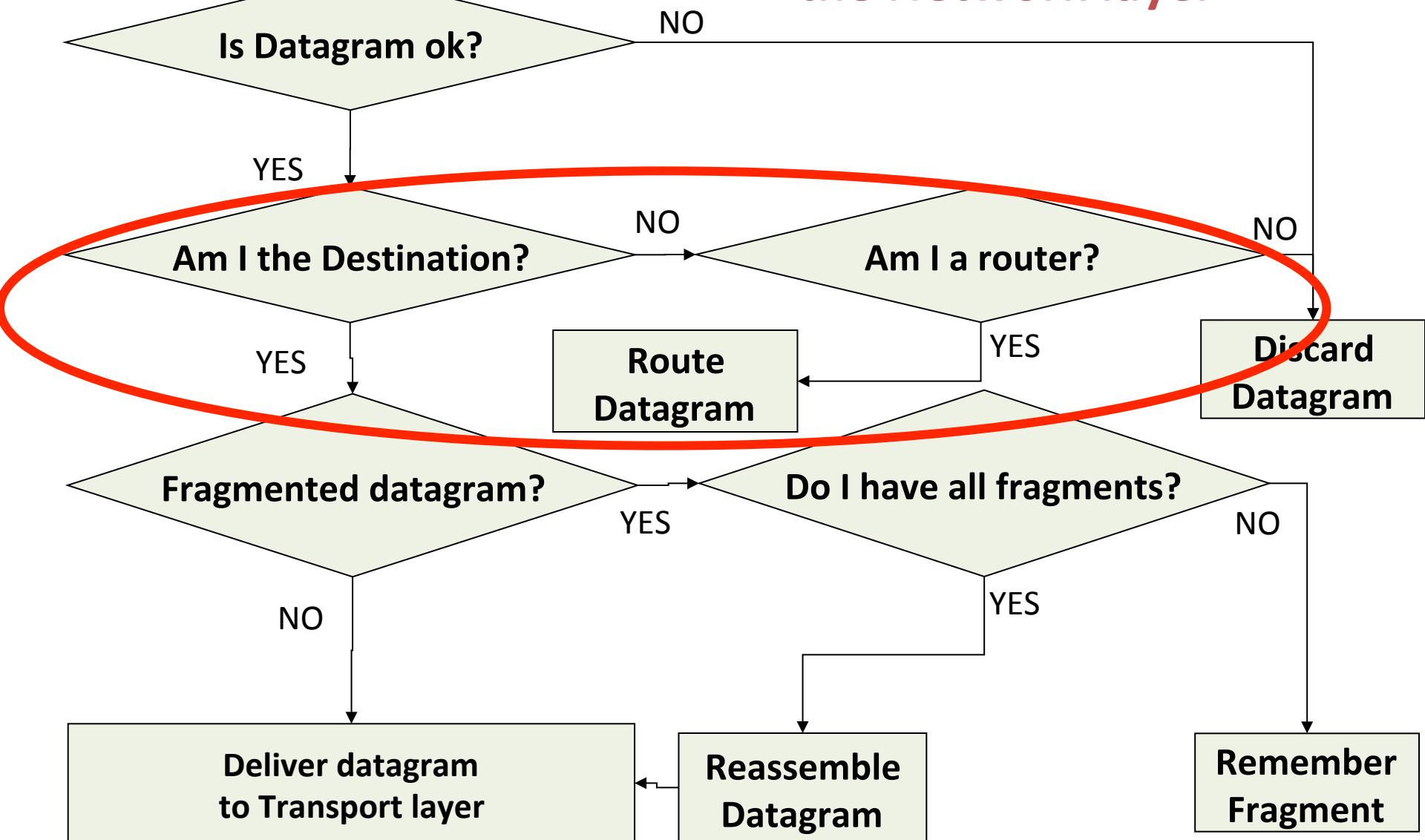


UPPSALA
UNIVERSITET

Minimal konfiguration

- Manuellt eller med hjälp av DHCP
 - IP address
 - Nätmask
 - Identifierar nätverksdelen av addressen
 - IP-addressen till närmaste router
 - (DNS-server)

Principal behaviour of the Network layer





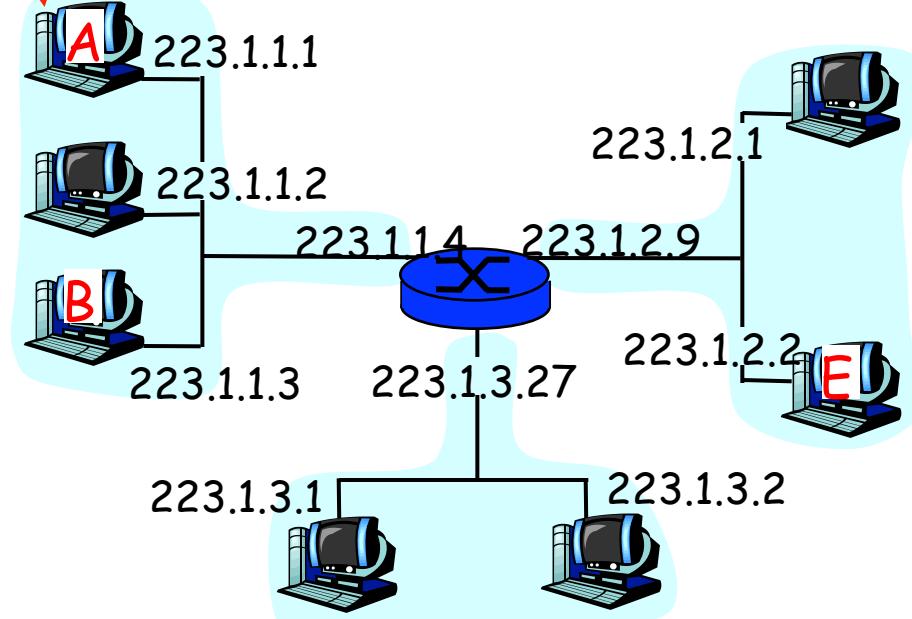
Hur datagrammen hittar fram routingtabell vid A

IP datagram:

misc fields	source IP addr	dest IP addr	data
-------------	----------------	--------------	------

- Datagrammet ändras (nästan) inte längs vägen

Dest. Net.	next router	#hops
223.1.1/24		1
223.1.2/24	223.1.1.4	2
223.1.3/24	223.1.1.4	2



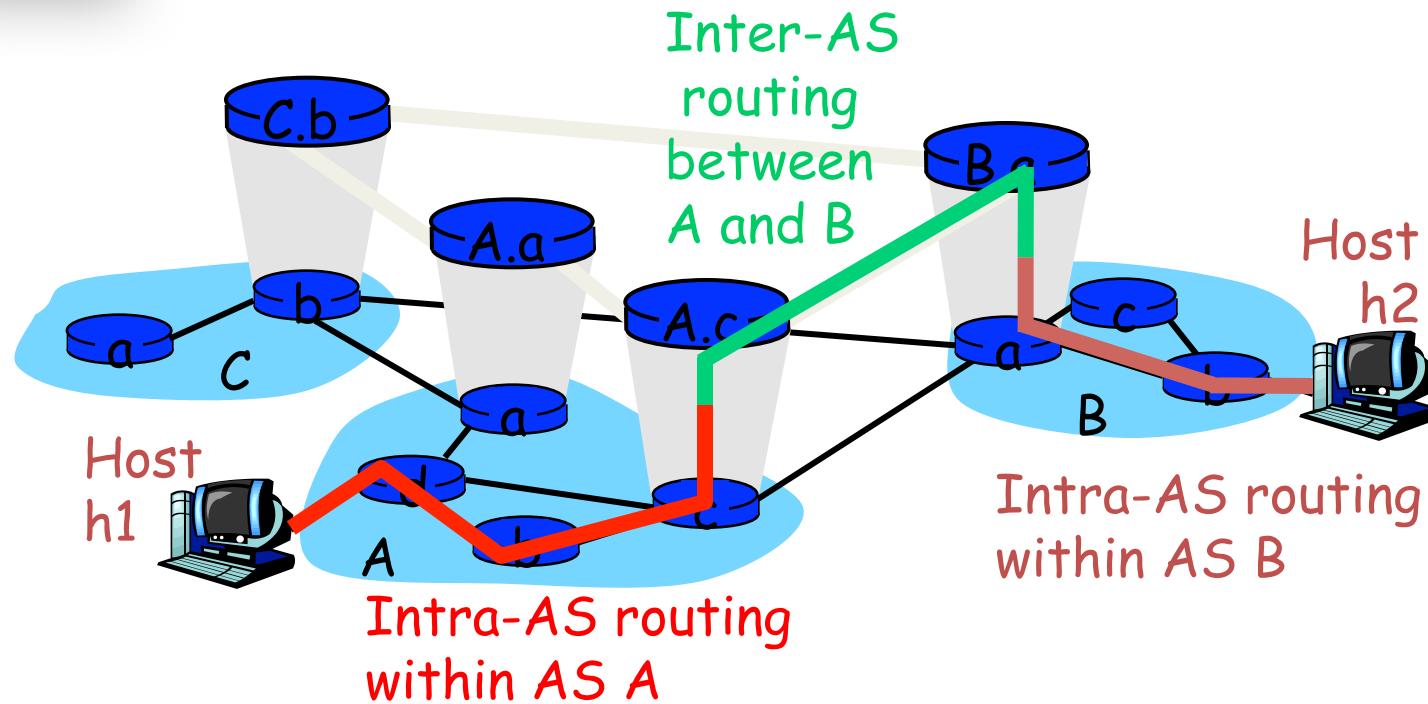


UPPSALA
UNIVERSITET

Routing & forwarding

- Varje router har en *forwardingtabell*
 - Identifierar nätverk och ändnoder med längsta möjliga prefix
 - Håller reda på nästa nod längs vägen, kostnaden samt interface
- En router vidarebefodrar datagram genom att kolla i forwardingtabellen
- Routing är processen som bygger upp forwardingtabellerna i routrarna

Intra-AS and Inter-AS routing



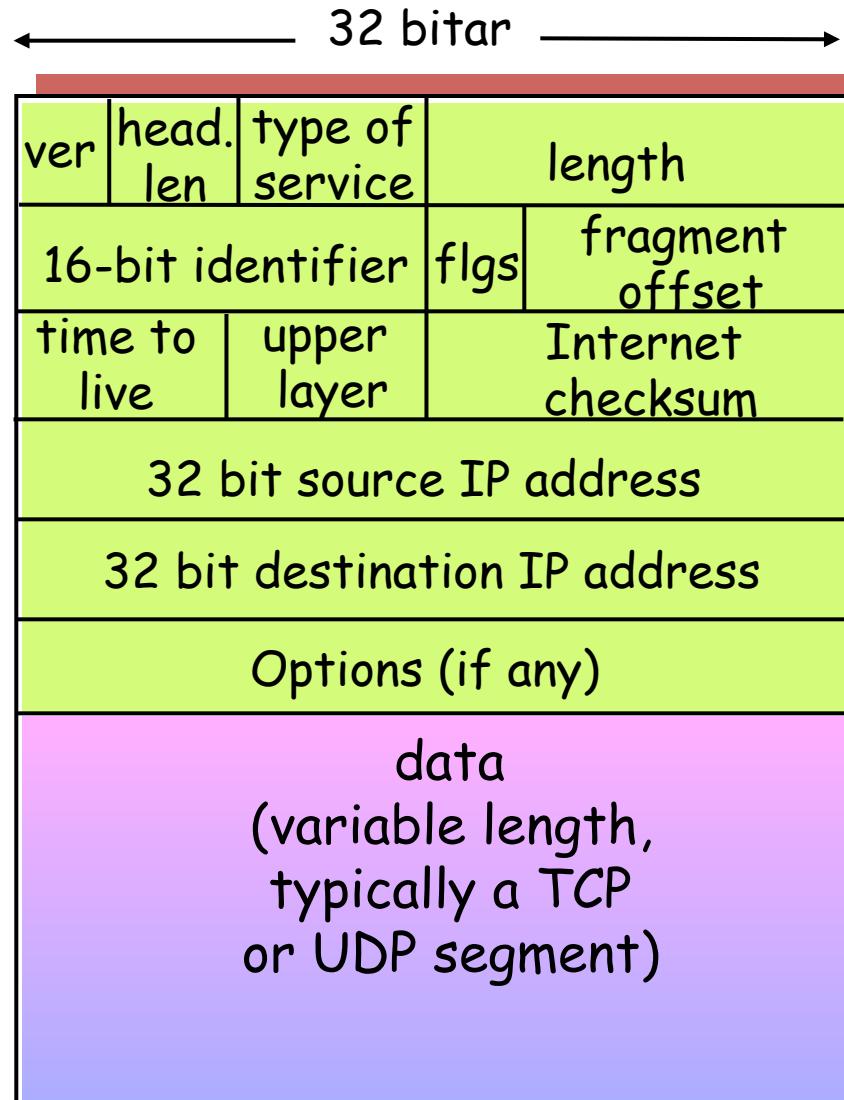
- Problems
 - Routers don't tell each other about other routers!
 - Routers tell each other about networks!

Routing in the Internet

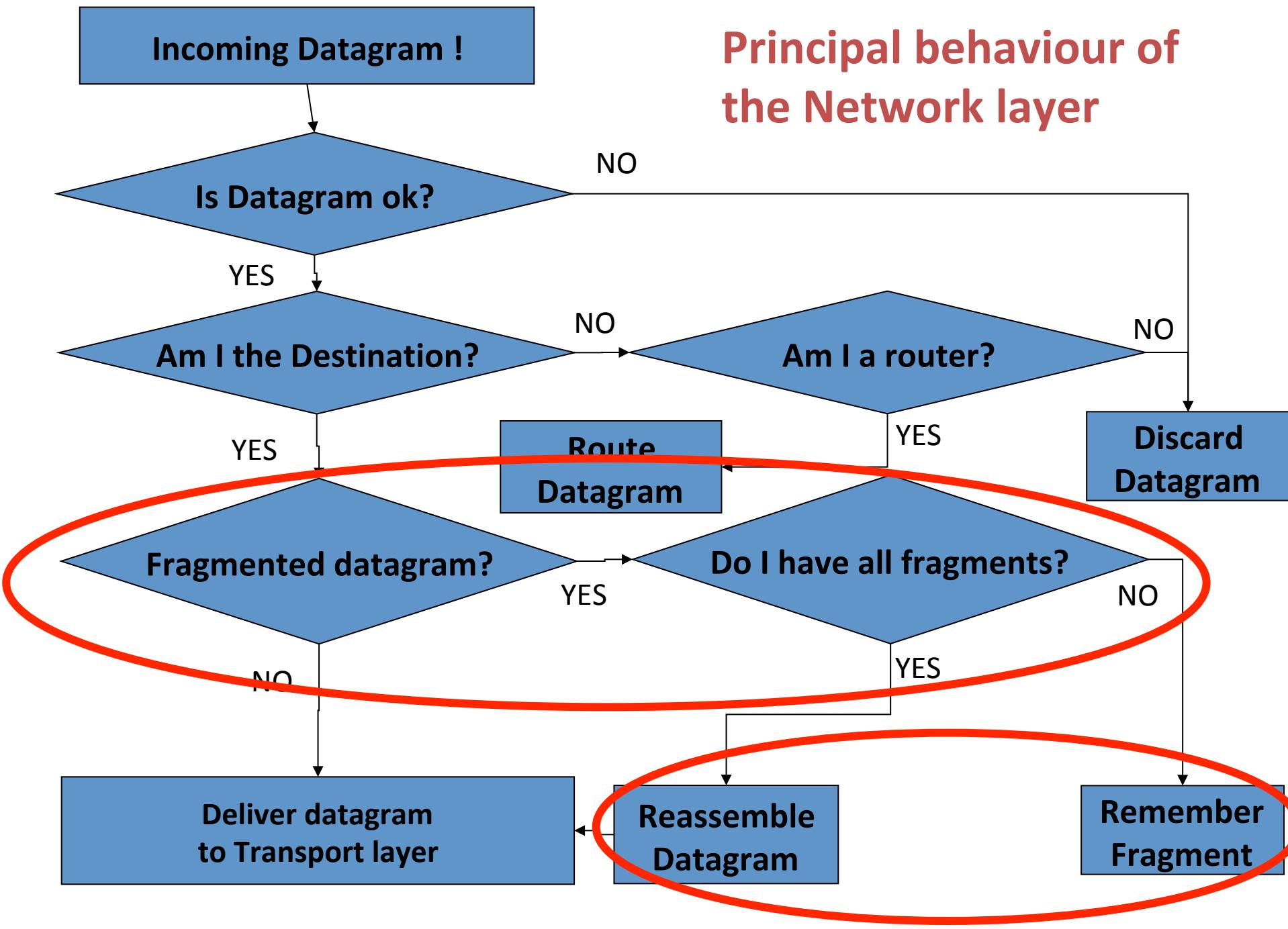
- The Global Internet consists of **Autonomous Systems (AS)** interconnected with each other:
 - **Stub AS**: small corporation: one connection to other AS's
 - **Multihomed AS**: large corporation (no transit): multiple connections to other AS's
 - **Transit AS**: provider, hooking many AS's together
- Two-level routing:
 - **Intra-AS**: administrator responsible for choice of routing algorithm within network
 - **Inter-AS**: unique standard for inter-AS routing: BGP



Datagram i IP version 4

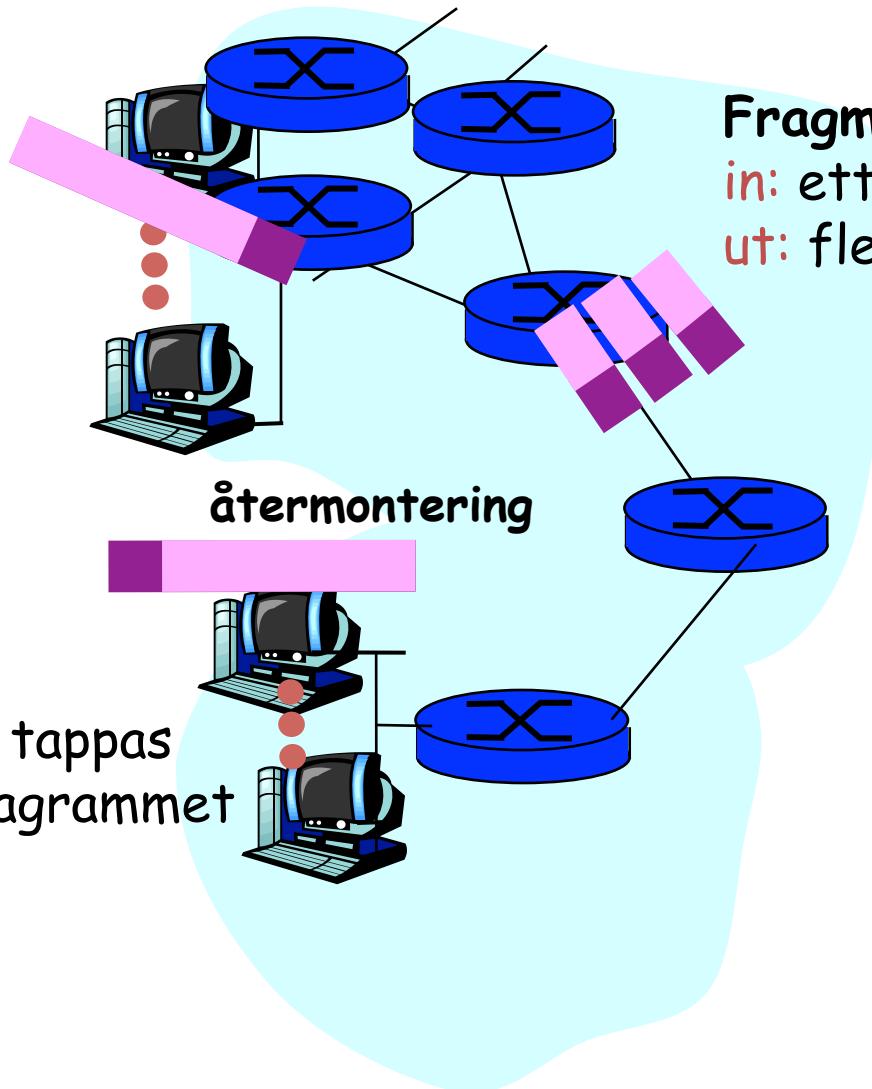


Principal behaviour of the Network layer



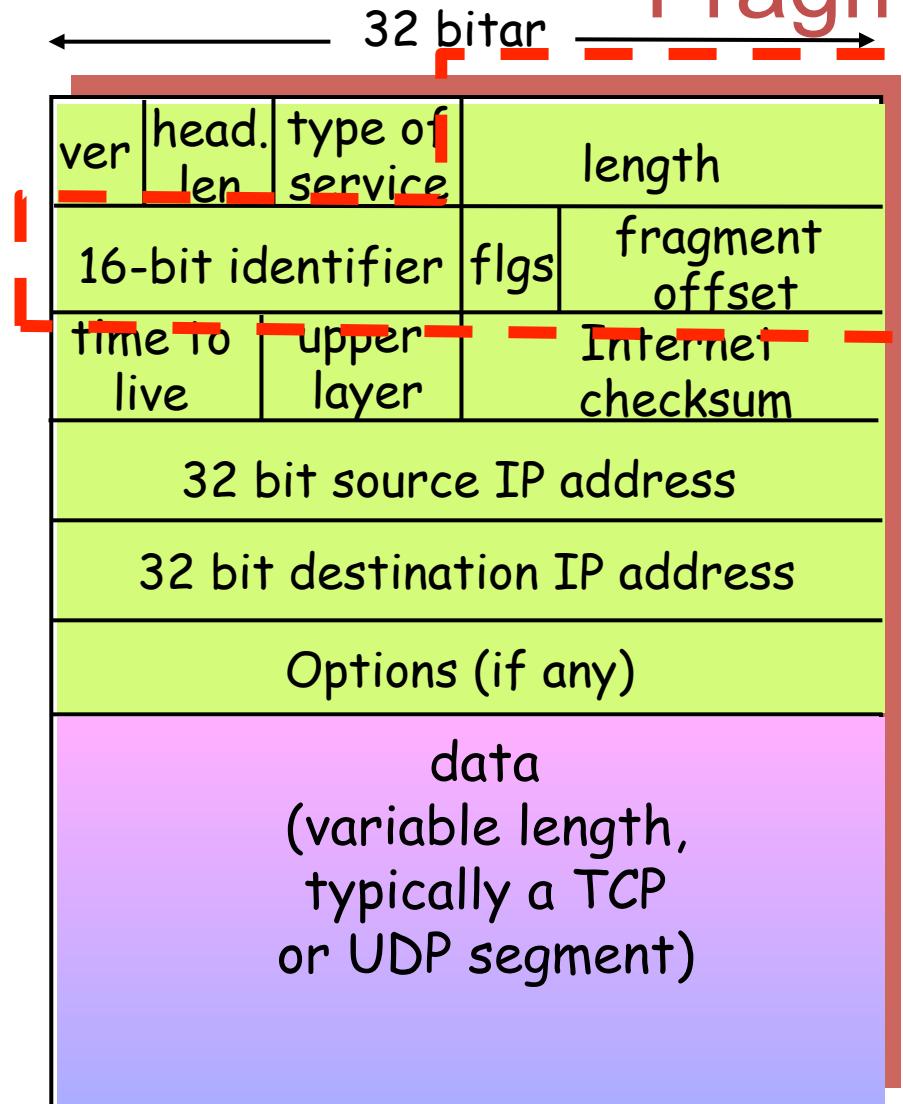


Fragmentering

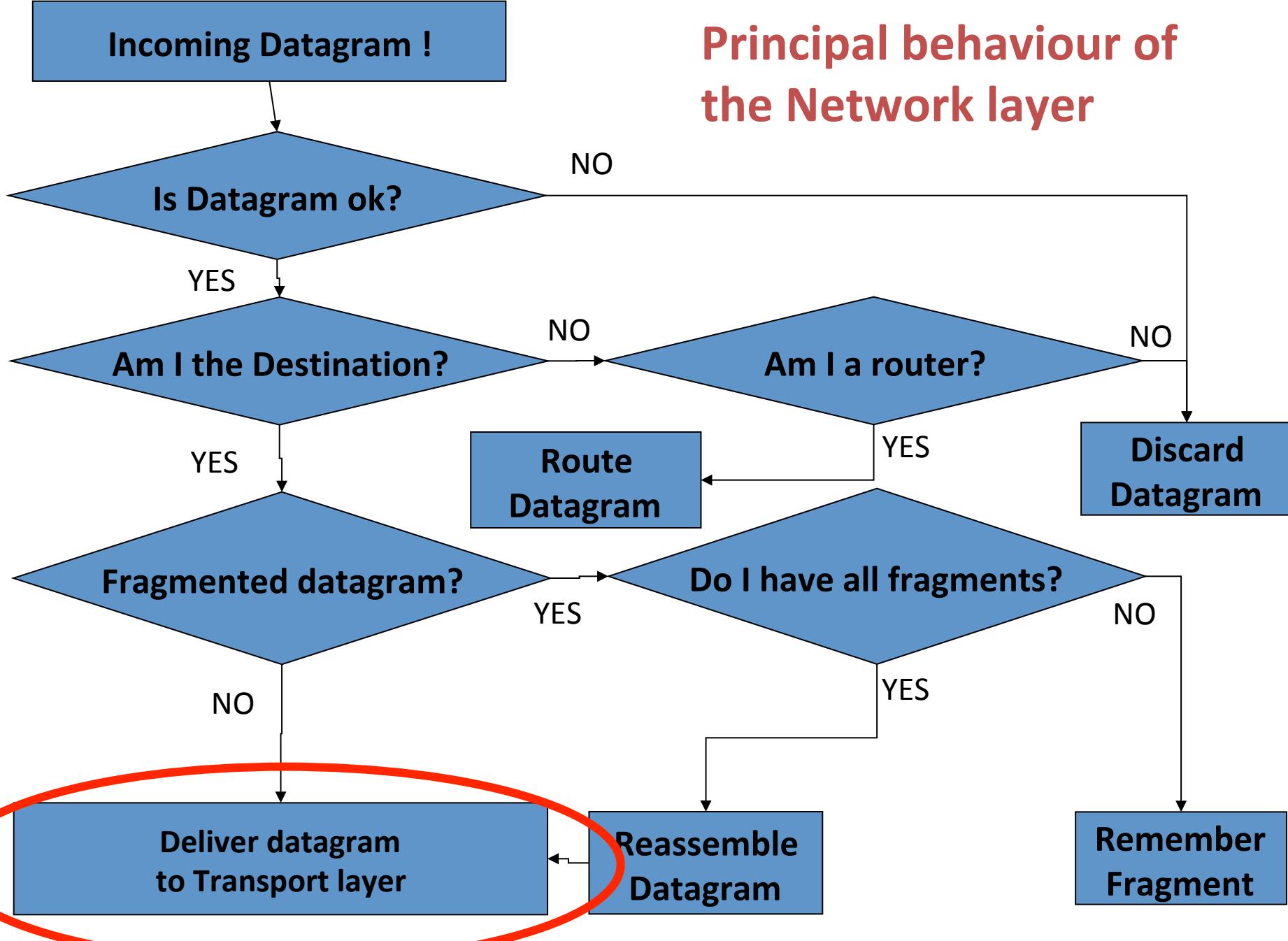




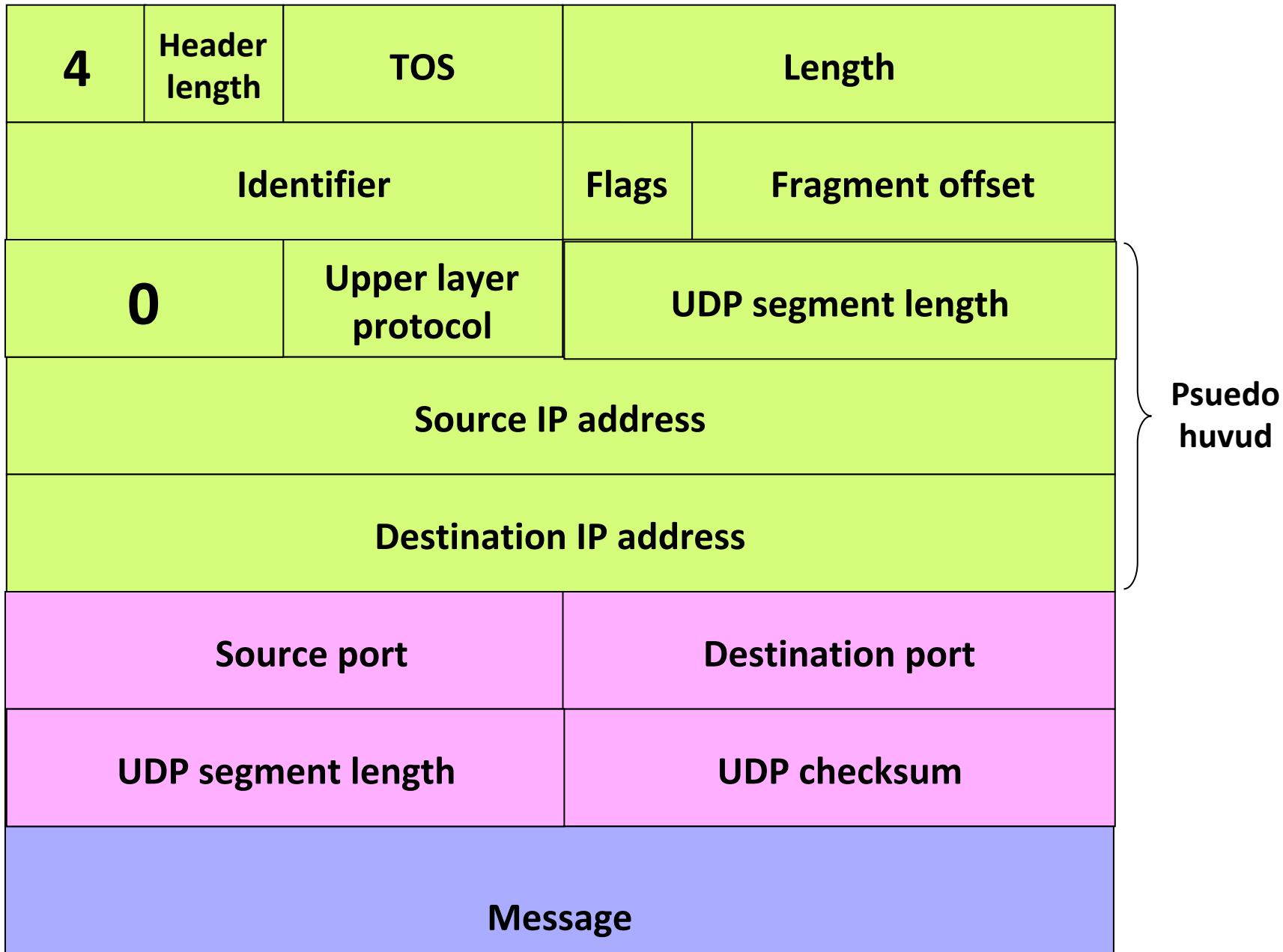
Fragmentering



Principal behaviour of the Network layer



Leverans av datagram



Internet Control Message Protocol (ICMP)

- Felmeddelanden
 - Destination unknown/unreachable
 - Protocol unreachable
 - Port unreachable
 - TTL expired
 - Bad header
- Frågor
 - Echo request
 - Router discovery (endast de första nio)

Applikationer som använder ICMP

- ping – kolla om en dator är kontaktbar
 - ICMP echo request/reply
 - Kan även spåra rutten till ändnoden
- traceroute – visar rutten till en ändnod
 - Sänd paket med felaktigt portnummer till mottagaren
 - Öka TTL inkrementellt
 - Ta emot 'TTL expired'-meddelanden från routrar
 - Ta emot 'port saknas'-meddelande från mottagaren
- pathchar – vidareutveckling av traceroute
 - Visar även länkegenskaper längs vägen



UPPSALA
UNIVERSITET

Några säkerhetssluckor

- Det är ENKELT att förfalska IP-datagram
 - Förfalskad avsändaraddress kan dölja spår
- Ping:a en broadcastaddress
 - Dubbelt så roligt om man dessutom sätter källadressen till broadcast-adressen
- Ingen kryptering
- *Source routing*

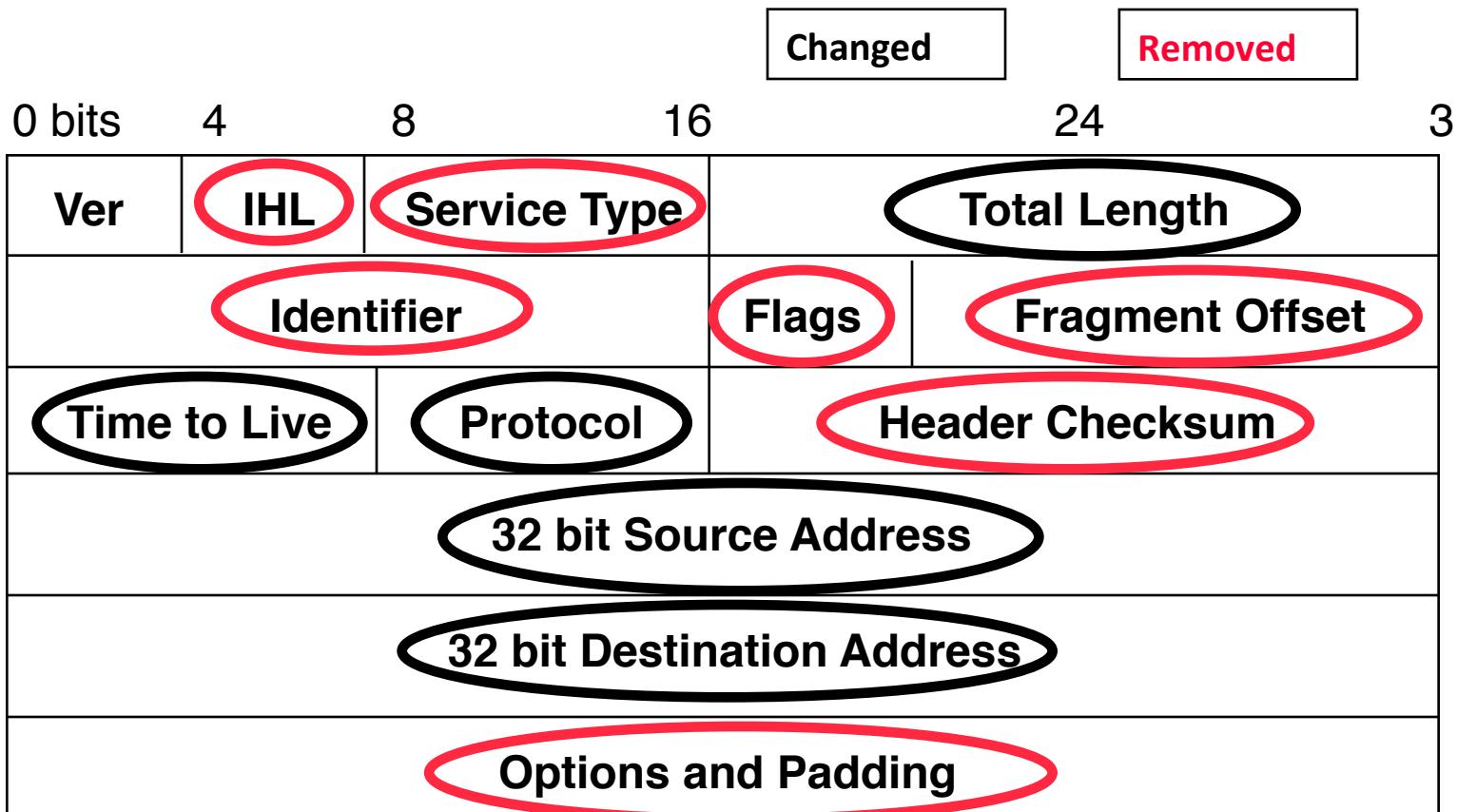


IPv4 vs IPv6

- 32-bit addresses
- IPSec optional
- No flow identifier
- Fragmentation in routers
- Header checksum
- IP options
- Might be 576 bytes
- Uni-, Broad-, Multicast
- NAT a requirement
- ARP/RARP
- 128-bit addresses
- IPSec mandatory
- Flow identifier for QoS
- Fragmentation in end hosts
- No header checksum
- Extension headers
- Might be 1280 bytes
- Uni-, Multi, Anycast
- No need for NAT
- Neighbour discovery, ICMPv6



The IPv4 Header





UPPSALA
UNIVERSITET

The IPv6 Header

0 4 12 16 24 31

Version	Class	Flow Label					
Payload Length		Next Header	Hop Limit				
128 bit Source Address							
128 bit Destination Address							



UPPSALA
UNIVERSITET

IPv6 addresses

- 64 bits for location
 - Specifies the location in the network
 - Can change if the node is moving
 - Used for forwarding
- 64 bits for identification
 - Specifies the interface on the Internet
 - Does not change when node is moving
 - Can be IPv4 address, EUI-64, EUI-48, ...
 - Used for process multiplexing
- Multicast addresses an exception!
- No need for netmask or subnet identifier
 - Simplifies automatic configuration without DHCP
- Cryptographically protected addresses (RFC3972)



UPPSALA
UNIVERSITET

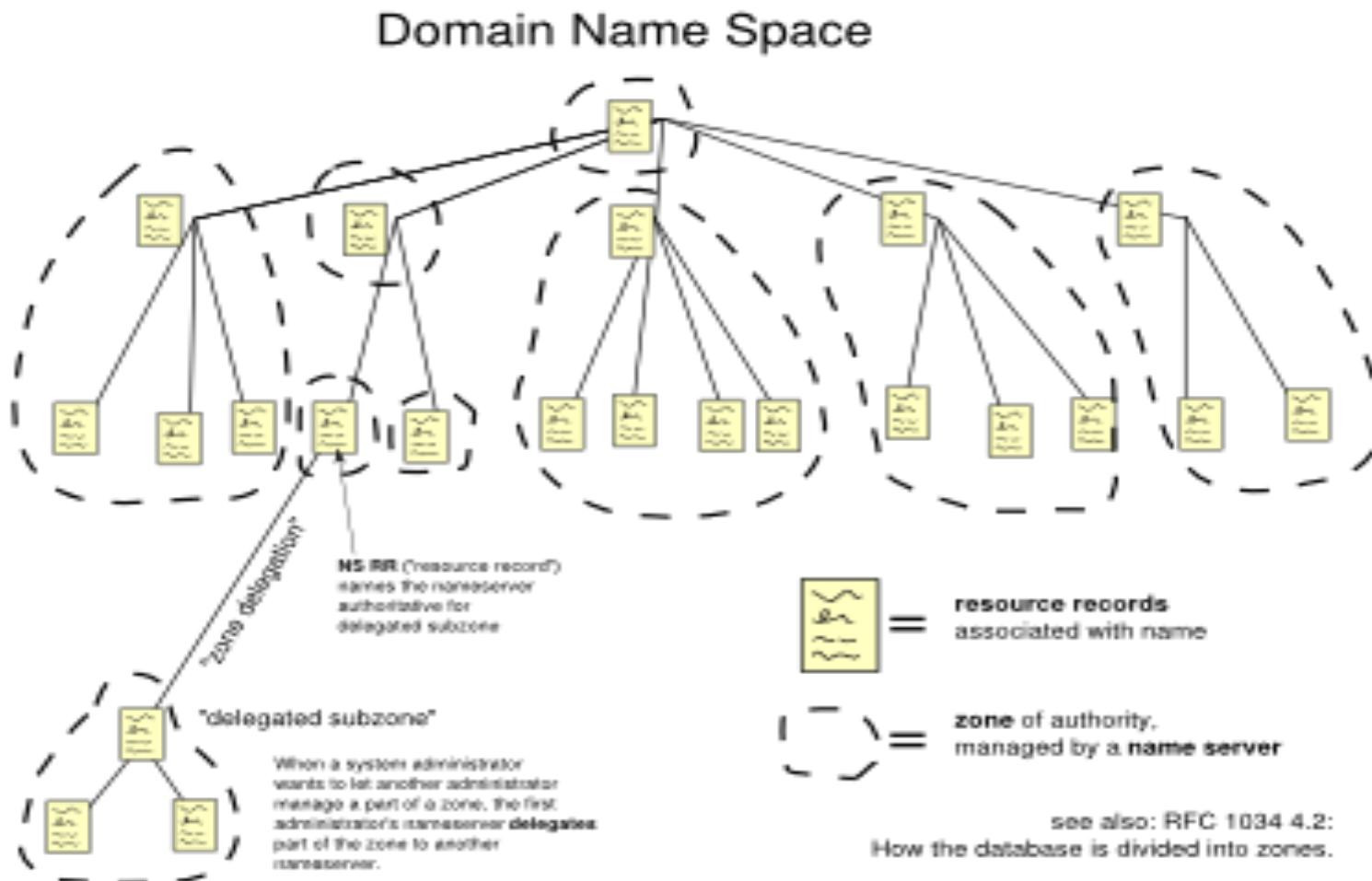
Domännamn

- Består av delar som är separerade med punkter. Delen längst till höger anger toppdomänen.
- Exempel på toppdomäner:

.com	.org
.se	.no



DNS = Domain Name System



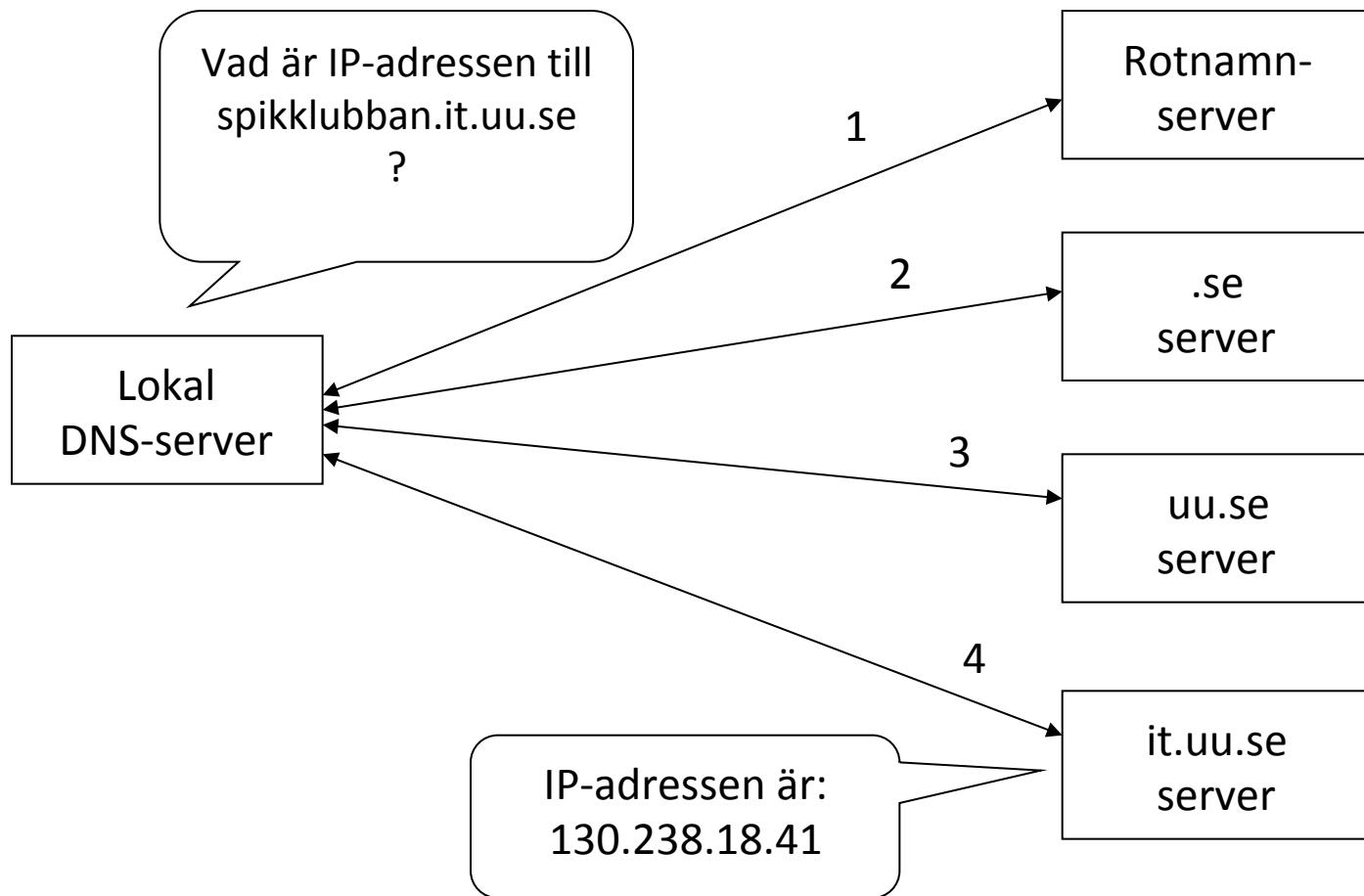


UPPSALA
UNIVERSITET

En frågas innehåll

- Domännamn
- Klass, tex IN för ett domännamn på Internet
- Typ, tex A för en IP-adress
NS för ett domännamn på en server

Hur går en uppslagning till?





UPPSALA
UNIVERSITET

Fördelar och begränsningar

- Ändras en adress behöver den endast uppdateras på ett ställe...
- ... men en ändring är inte omedelbart synlig överallt

Det är ont om IPv4-addresser!

- Hierarkin gör att det finns stora ”hål” i addressrymden
 - Särskilt för klass D och klass E
 - Driver spridningen av IPv6



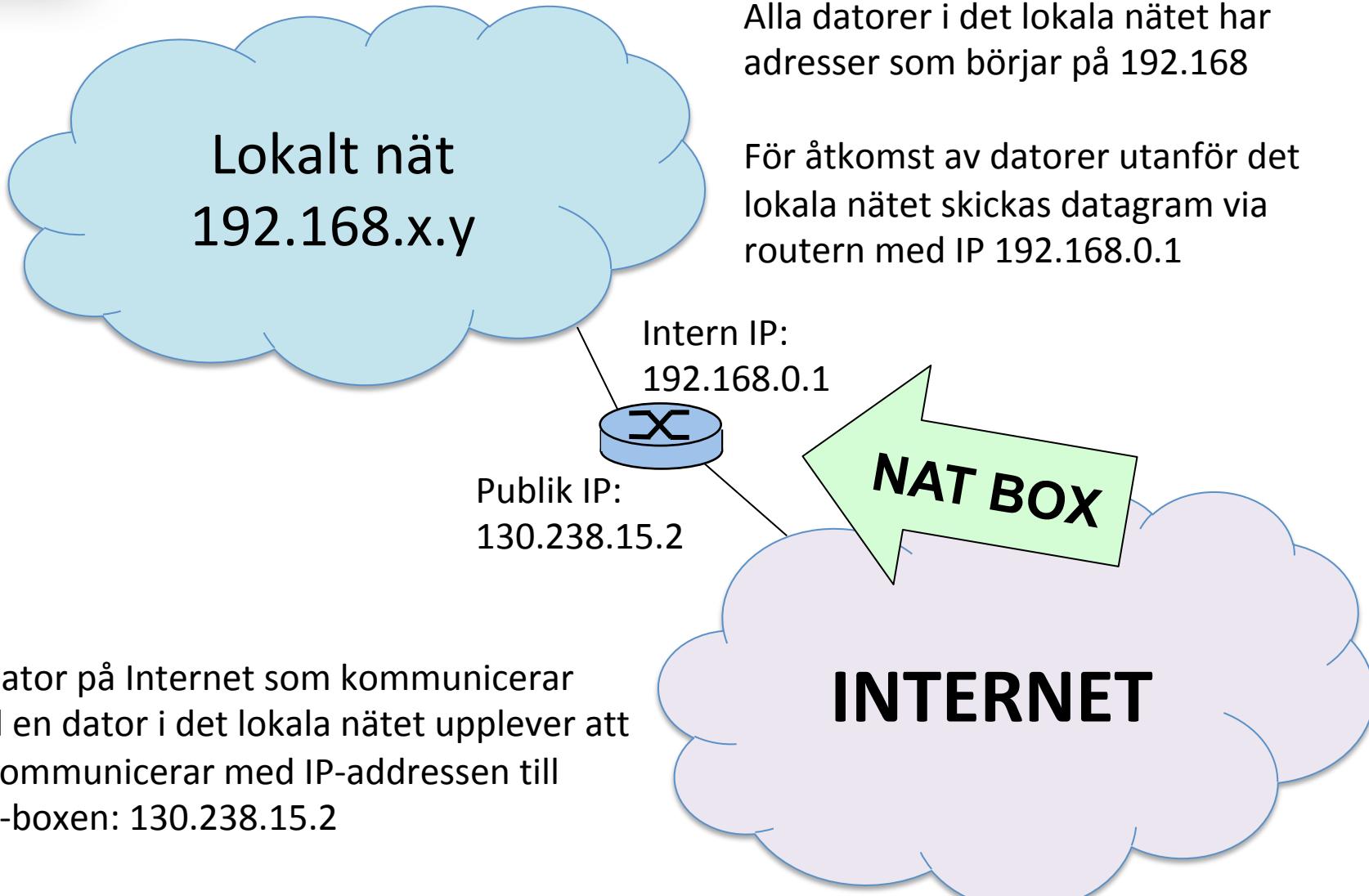


UPPSALA
UNIVERSITET

En annan approach: NAT

- Network Address Translation
- Finns implementerat i princip alla routrar och modem idag
- Återanvändning av samma IP-addresser i LAN på många olika ställen
- Utåt sett ser det ut som en IP-address

Exempel på NAT-setup



Vad händer i NAT-boxen?

- NAT-boxen har en **översättningstabell**
- När en ny förbindelse från det lokala nätet skapas:
 - En ny rad ett nytt portnummer X läggs in i tabellen:
(SrcIP, SrcPort, DstIP, DstPort UDP/TCP) => (NATboxIP, X, UDP/TCP)
- Paket som matchar **(SrcIP, SrcPort, DstIP, DstPort UDP/TCP)** märks om med **NATboxIP** och **X** innan de skickas ut på Internet
- Inkommende paket till port **X** på NAT-boxens globala IP **NATboxIP** märks om med lokala addresser innan de skickas in i det lokala nätet
- Man kan i NAT-boxen sätta upp fasta “mappningar” om man vill ha en server i sitt lokala nät
 - Ett portnummer på NAT-boxens globala IP mappas manuellt till en lokal IP-address och port-nummer



Sammanfattning

- Addresser kan vara hierarkiska eller platta i sin struktur
- Det finns olika typer av addresser i ett nät
- Det finns översättningsmekanismer mellan olika typer av addresser (DNS, ARP/RARP ...)
 - DNS är ett distribuerat system av servrar
 - ARP mappar IP-address till länklageraddress
- En IP-address har två delar för att identifiera nätverk respektive enhet inom nätverket
 - Nätverksdelen ges av nätmask eller en prefixlängd
 - Med CIDR tillåts en flexibel prefixlängd
- Minimal konfiguration: IP-address, nätmask, närmaste router
 - Fås ofta genom att använda DHCP för konfiguration
- Två versioner av IP i omlopp
 - IPv4 äldst och med störst spridning
 - IPv6 kompenseras för många av bristerna med IPv4
- NAT-box kan användas för att minska problemet med för få IPv4-addresser
 - Översätter mellan lokala och globala IP-addresser i en NAT-box