

Internet Protocols

She occupied herself with studying a map on the opposite wall because she knew she would have to change trains at some point. Tottenham Court Road must be that point, an interchange from the black line to the red. This train would take her there, was bearing her there rapidly now, and at the station she would follow the signs, for signs there must be, to the Central Line going westward.

—King Solomon's Carpet.

Barbara Vine (Ruth Rendell)



Internet Protocol (IP)

Del i kurserna HI1026 och HE1029



Föreläsningens innehåll

IPv4
IP-adresser och subnät
ARP
IP-adresstilldelning
IPv6
Routing
Genomgång av subnät



Terminologi inom internetteknik

–Internet

– En uppsättning av sammankopplade nätverk

–End systems

– Enheter (t.ex. datorer, skrivare, osv.) kopplade till ett nätverk

–Intermediate systems

• Sammankopplar olika nätverk med varandra och vidarebefordrar information mellan dessa

• Bridges

– Används för att koppla ihop olika nätverk, eller nätsegment av samma nätverk

• Routers

– Vidarebefordrar datagram mellan olika nätverk



Internet Protokoll (IP)

- Förbindelselös
- Paket kan tappas bort
- Paket kan kastas om
- Paket kan dupliceras
- Paket kan fördröjas (länge)
- Inga garantier
- "Best-effort"

The OSI Model



IPv4-PDU

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Length			
Identification				Flags	Fragment Offset	
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options (If Any)					Padding	
Data						
...						



IPv4-PDU : Version

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Length			
Identification				Flags	Fragment Offset	
Time to Live						Checksum
IP Options (If Any)				Padding		
Data						
...						

- 4 bitar.
- Indikerar vilken version som används.

- 4 bitar.
- Indikerar vilken version som används.

IPv4-PDU : Header Length

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Length			
Identification			Flags	Fragment Offset		
Time to Live		<ul style="list-style-type: none">• 4 bitar.• IP header length: talar om IP-huvudets längd.				
IP Options (If Any)				Padding		
Data						
...						

- 4 bitar.
- IP header length: talar om IP-huvudets längd.

IPv4-PDU: Type of Service

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Length			
Identification			Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
<ul style="list-style-type: none"> • 8 bitar. • Type of Service: anger vilken tjänstekvalitet den avsändaren önskar. <ul style="list-style-type: none"> • Prioritet. • Fördröjning • Genomströmning 						

- 8 bitar.
- Type of Service: anger vilken tjänstekvalitet den avsändande parten önskar.
 - Prioritet.
 - Fördröjning
 - Genomströmning

IPv4-PDU: Total length

0	4	8	16	19	24	31
VERS		HLEN		Service Type		Total Length
Identification				Fragment Offset		
Time to Live		Protocol		Checksum		
IP Options (If Any)				Padding		
Data						
...						

- 16 bitar.
- IP-datagrammets totala längd inklusive data and huvud.

- 16 bitar.
- IP-datagrammets totala längd inklusive data and huvud.

IPv4-PDU: Time to Live

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Length			
Identification				Flags	Fragment Offset	
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						

- 8 bitar.
- Fältet anger den maximala tiden ett paket kan existera i ett nät. Varje router minskar värdet med ett och då talet får värdet n kastas paketet.

- 8 bitar.
- Fältet anger den maximala tiden ett paket kan existera i ett nät. Varje router minskar värdet med ett och då talet får värdet noll kastas paketet.

IPv4-PDU: Protocol

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Length			
Identification			Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						
Destination IP Address						

- 8 bitar.
- Anger vilket överliggande protokoll som överförs i ett paket.
 - 06 : TCP
 - 17 : UDP

- 8 bitar.
- Anger vilket överliggande protokoll som överförs i ett paket.
 - 06 : TCP
 - 17 : UDP

IPv4-PDU: Header checksum

0		4		8		16		19		24		31	
VERS		HLEN		Service Type		Total Length							
Identification						Flags		Fragment Offset					
Time to Live				Protocol		Header Checksum							

- 16 bitar.
- Kontrollsumma för IP-huvudet.

IP Options (If Any)		Padding
Data		
...		



IPv4-PDU: Addresses

0	4	8	16	19	24	31
VERS						
Time to						

- 32 bitar.
- Avsändaradress: avsändarens IP-adress
- Mottagaradress: mottagarens IP-adress


Source IP Address	
Destination IP Address	
IP Options (If Any)	Padding
Data	
...	



IPv4-PDU: Options

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Length			
Identification			Flags	Fragment Offset		
Time to		Protocol	Header Checksum			

- Används för olika ändamål.
 - Bestämma exakt vilken väg ett datagram skall skicka
 - Tidsstämpla när datagrammet passerar en router



IPv4 Address

- Används för olika ändamål.
- Bestämma exakt vilken väg ett datagram skall skicka
- Tidsstämpla när datagrammet passerar en router

Source IP Address	
IP Options (If Any)	Padding
Data	
...	



IPv4-PDU: Padding

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Length			
Identification			Flags	Fragment Offset		
Time to	• Används för att fylla ut IP-huvudet att det blir totalt jämna 32-bitar.					
Destination IP Address						

- Används för att fylla ut IP-huvudet så att det blir totalt jämna 32-bitar.

Destination IP Address	
IP Options (If Any)	Padding
Data	
...	



IP-adresser

- Varje IP-adress är globalt unikt
- IP-adressen består av en nät-id för att identifiera nätet och en dator-id för att identifiera datorn.



- En IP-adress är fyra oktetter lång dvs. totalt 32 bitar lång ($4 \times 8 \text{ bitar} = 32 \text{ bitar}$)



- IP-adresserna kan indelas i 4 olika adressklasser



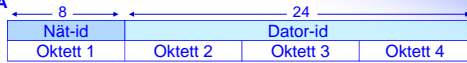
Dotted Decimal Notation

- För att förenkla tillvaron för användarna anges IP-adresserna i s.k. "Dotted Decimal Notation".
- Exempel

- 11000001 00001010 00100110 00110100
 ↓ ↓ ↓ ↓
 - 193. 10. 38. 52

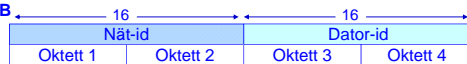


Klass A



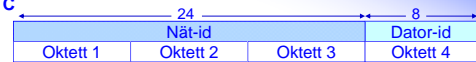
- » Det finns 127 klass A adresser.
- » Varje klass A adress kan ha 16,777,214 unika adresser.
- » Exempel på ett klass A nät: 27.0.0.0 –27.255.255.255

Klass B



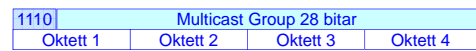
- » Det finns 16,383 klass B adresser.
- » Varje klass B adress kan ha 65,534 unika adresser
- » Exempel på ett klass B nät: 130.237.0.0 –130.237.255.255

Klass C



- » Det finns 2,097,152 klass C adresser.
- » Varje klass C adress kan ha 254 unika adresser
- » Exempel på ett klass C nät: 193.10.38.0 –193.10.38.255

Klass D



- » En multicast-adress anger en hel grupp värddatorer som ska ta emot ett paket

Subnät

- Dela upp ett stort nät i små sk. subnät
- Ett företag med 1000 anslutna datorer behöver kopplas in på Internet och att tilldela företaget en egen A- eller B-klass (med över 16 milj resp 65000 datorer i varje nät) skulle innebära ett stort slöseri med tillgängliga adresser
- Man utnyttjar dator-id adressen som en slags nätverksadress (subnät) och kan på så sätt dela upp ett stort nät i flera små nät

Subnät forts.

- Hur anger vi vad som är nätverksadressen, subnätadressen och dator-id?
- Lösningen är subnätmasken. Subnätmasken visar vilka delar av ett IP-adress som tillhör nät, subnät och dator-id.
- De bitar som tillhör nät- och subnätdelen i IP-adressen sätts en 1:a i subnätmasken och de delar som tillhör dator-id sätts till 0.
- Subnätmasken är 32-bitar lång.

Subnät forts.

Klass B adressen 172.24.0.0 utan subnät

Decimalt	172	24	0	0
Binärt	10101100	00011000	00000000	00000000

Subnätmask: 255.255.0.0

Decimalt	255	255	0	0
Binärt	11111111	11111111	00000000	00000000

Om vi bestämmer oss att låna 8 bitar för att skapa subnät.

$2^8 = 256$ subnät

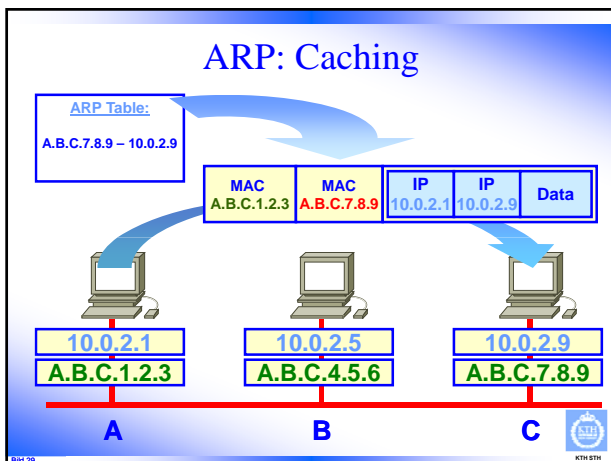
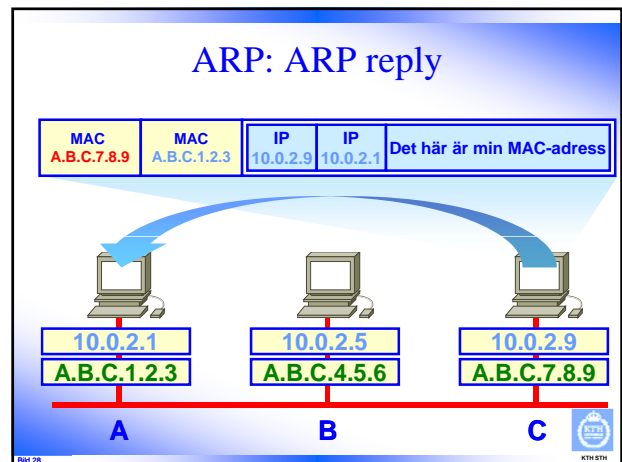
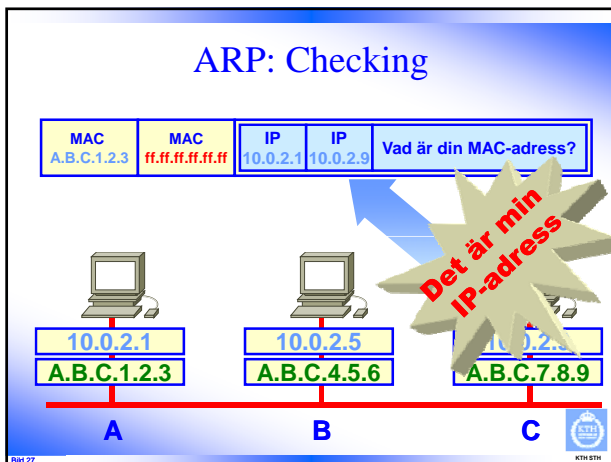
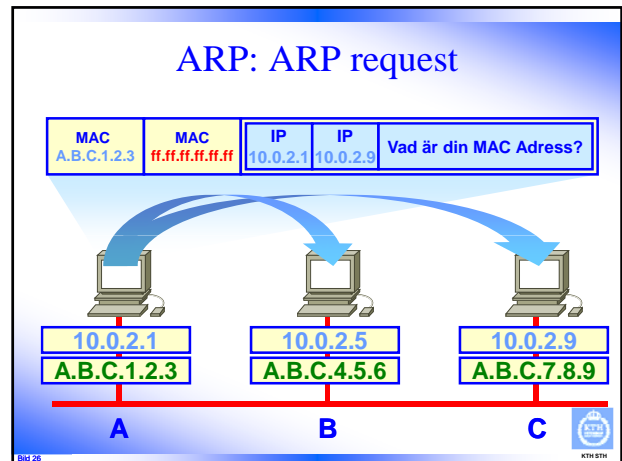
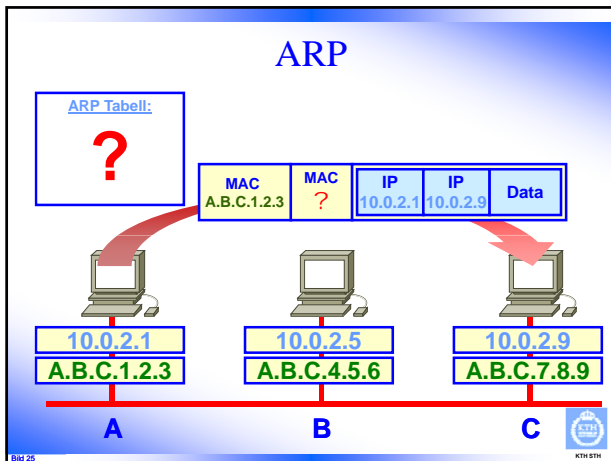
	Subnät			
Decimalt	172	24	0	0
Binärt	10101100	00011000	00000000	00000000

Subnätmask: 255.255.255.0

Decimalt	255	255	255	0
Binärt	11111111	11111111	11111111	00000000

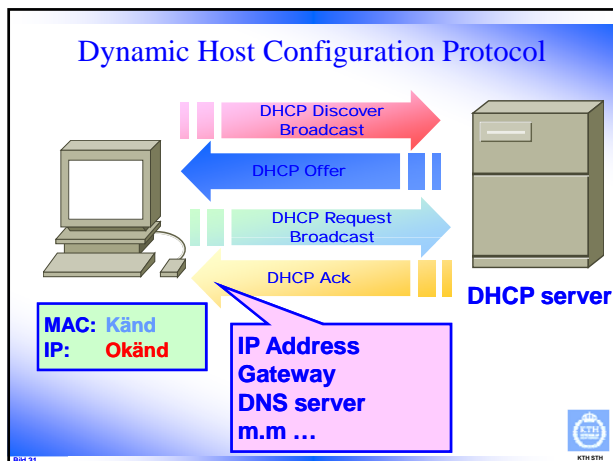
Address Resolution Protocol (ARP)

- Terminaler kan bara kommunicera via fysiska adresser (MAC-adress)
- Adress Resolution, är processen som tar reda på en dators MAC-adress när man känner till IP-adressen



IP-adresstilldelning

- Manuellt
 - Matar in all information manuellt.
- Automatiskt
 - RARP
 - BOOTP (BOOTstrap Protocol)
 - DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)



IPv6

- » Avsikten med protokollet är att det ska ta över efter IPv4
- » Utvecklades p.g.a. antalet möjliga adresser i IPv4 är begränsade.
- » I IPv6 används 128 bitar (i stället för 32 bitar i IPv4) för att representera adresser. Detta ger teoretiskt möjlighet för $3,4 \times 10^{38}$ adresser
- » Används idag för det mesta i en del mobilnätverken och vissa operatörer har börjat att skicka med IPv6 adress samtidigt som IPv4
- » Det förutspås att IPv4 kommer att stödas ända fram till 2025

IPv6 adresser

- » Hur stor är egentligen skillnaden på adresserna i antal på IPv4 och IPv6?
- » Lite kul räkning:
 - Jordens yta: $\sim 5,1 \times 10^8 \text{ km}^2$ (510072000 km^2)
 - 71% täcks av vatten
 - $1 \text{ km}^2 = 100000 \text{ m}^2$
 - 32 bitar ger totalt 2^{32} adresser
 - 128 bitar ger totalt 2^{128} adresser

Så vad blir skillnaden?

- IPv4: 32-bitar: 4294967296 adresser (ca 4 miljarder)
Ca 0,0000244189 adresser per m^2 landyta
- IPv6: 128-bitar: $3,4028236692093846346337460743177 \times 10^{38}$ (ca 340,3 sextiljoner)
Ca 1934665819866061152236912 adresser per m^2 landyta

IPv6 adresser

- » Adresser skrivs som åtta grupper om fyra hexadecimala tecken
- » Adressen avslutas ofta av ett snedstrick vartefter längden på prefixet kommer
- » Exempel på en giltig IPv6 adress:
 - 2001:0db8:85a3:08d3:1319:8a2e:0370:7334/64
- » Om en teckengrupp består av 4 nollor kan nollorna förkortas:
 - 2001:0DB8:0000:0000:0000:0000:1428:57ab/64
 - 2001:0DB8:0000:0000:0000::1428:57ab/64
 - 2001:0DB8:0:0:0:0:1428:57ab/64
 - 2001:0DB8:0::0:1428:57ab/64
 - 2001:0DB8::1428:57ab/64

Vad är ett routingprotokoll?

Which Path?

- » Ett routingprotokoll är regler för hur trafik skall styras i ett nätverk och hur utbytet av routinginformationen sker mellan olika routrar.

Routing

- » Routers grundfunktion: Ansvara för mottagning och vidareförmedling av paket genom ett eller flera sammankopplade nät.
- » Routers övriga uppgifter:
 - Välja väg att vidarebefordra datagram.
 - Skicka datagram med routinginformation till andra routrar. Informationen används för att bygga upp routingtabeller.



Bild 37

Routing

- » Vid IP-routing väljs den väg som datagrammet kommer att sändas.
- » Om flera möjliga vägar finns mellan avsändare och destination skall den "bästa" vägen väljas.
- » Routingalgoritmer kan användas för att välja hur datagram skall sändas över flera sammanhängande fysiska nätverk.



Bild 38

Statisk och dynamisk routing

- » Statisk routing
 - Informationen skrivs in av administratören
- » Dynamisk routing
 - Routers utbyter information med varandra genom routingprotokoll
 - Beskriver
 - Hur uppdateringar skall skickas
 - Vad uppdateringarna skall innehålla
 - När uppdateringar skall skickas
 - Ex. RIP, IGRP, OSPF, BGP, IS-IS...



Bild 39

För och nackdelar med statisk och dynamisk routing

Statisk routing

Fördelar

Mindre processorbekastning
Inget bandbreddsutnyttjande
Full kontroll på nätet

Nackdelar

(Svårt att konfigurera)
Ingen anpassningsförmåga

Dynamisk routing

Fördelar

Anpassningsbart
(Enkelt att konfigurera)

Nackdelar

Belastar routern
Bandbreddsutnyttjande



Bild 40

Default Route

- » Om ingen matchning kan ske mellan de nät som finns angivna i routingtabellen och datagrammets destinationsadress kommer datagrammet att kastas.
- » Läger man till en rad med destinationsadress 0.0.0.0 (alla IP-adresser giltiga) i routingtabellen kommer den att ta hand om de datagram som "blir över".
- » Routern som tar hand om dessa datagram betecknas "Default Router."
- » På klienter får man vid IP-konfiguration ange "Default Gateway" vilket är samma sak.

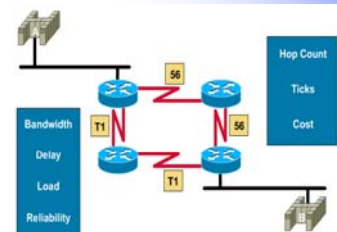


Bild 41

Bästa väg

Bestäms av kostnad (*metric*)

- » Bandbredd
- » Tid
- » Belastning
- » Tillförlitlighet
- » Antal hopp
- » (Kostnad \$)
- » med flera



Olika routingprotokoll har olika kostnader (*metric*)



Bild 42