

# EITF45 Datorkommunikation - Introduktion

---

Maria Kihl



**LUND**  
UNIVERSITY

# Läsanvisningar

---

**Kihl & Andersson:** Kapitel 1, Introduktioner i kap 12 + hela 12.1

**Stallings 10th ed:** Chapter 1, Introductions of 24.1 and 24.2 (användarmodellerna client/server och P2P finns inte beskrivna i boken, använd slides för detta).

**Binära och hexadecimala talsystemen:**

<https://matematikvideo.se/lektioner/det-binara-talsystemet/>

[https://sv.wikipedia.org/wiki/Bin%C3%A4ra\\_talsystemet](https://sv.wikipedia.org/wiki/Bin%C3%A4ra_talsystemet)

[https://sv.wikipedia.org/wiki/Hexadecimala\\_talsystemet](https://sv.wikipedia.org/wiki/Hexadecimala_talsystemet)

# Internet?



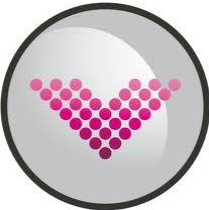
# Internet för er



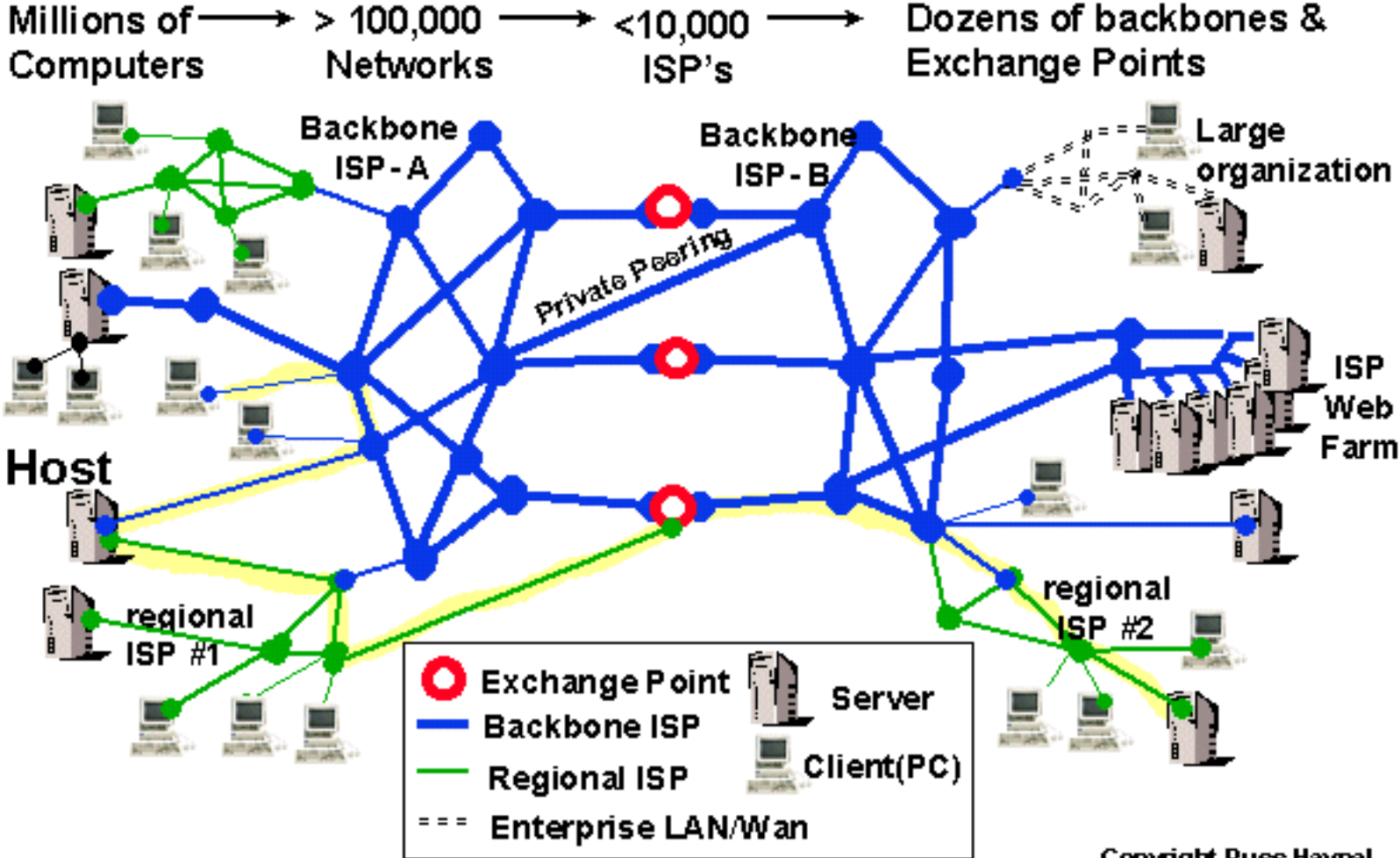
Spotify®



ANDROID



# Internet för mig



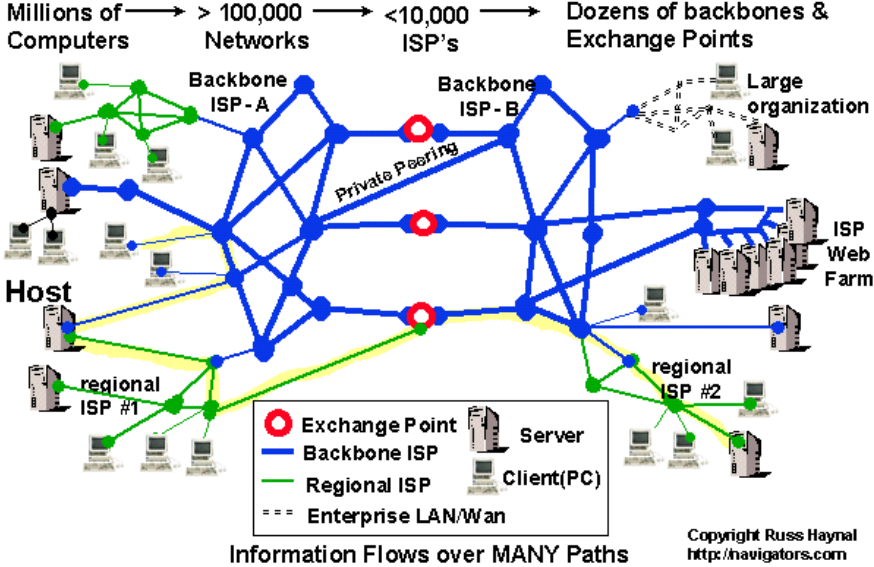
Information Flows over MANY Paths

# Vem är jag?

---

- Maria Kihl, Professor vid Institutionen för Elektro- och Informationsteknik, LTH.
- Civilingenjör i Datateknik (D88), PhD i Teletrafiksystem.
- Forskningsledare för flera Internet-relaterade forskningsprojekt.
- Stark industrisamverkan med bland annat Ericsson.

# Syftet med kursen



# Kursmål

---

- Introduktion till datakommunikation och nätverk, med fokus på Internet.
- ”Hands-on” erfarenhet i laborationer.
- Fördjupning i ett projekt



# Kursupplägg

---

- 10 föreläsningar (8 teori + 1 projekt +1 repetition)
- 5 övningar
- 2 obligatoriska laborationer (motsvarande 1.5 hp)
- 1 frivillig dugga 16/12
- 1 projekt (motsvarande 3hp)
- Tentamen: 17/1

**Not: Har du tidigare genomfört delar av ETS052 eller EITF25, kontakta mig!**

# Personal

---

**Maria Kihl:** Kursansvarig, föreläsningar

**William Tärneberg:** Övningar, labansvarig

**Kaan Bür:** Projektkoordinator

**Labassistenter:** Haouri Peng, Mohammadhassan  
Safavi, Fatemeh Akbarian, Zarah Chamideh

**Projekthandledare:** Maria, William, Kaan, Lars  
Larsson, Jens A Andersson

# Kursmaterial

---

- Huvudbok: Kihl & Andersson, ”Datakommunikation och nätverk”, Studentlitteratur
- Alternativ: W. Stallings, ”Data and Computer Communication”, 10th edition (international)
- Allt annat material finns på kursens hemsida:

<https://www.eit.lth.se/index.php?ciuid=1271&L=0>

# Föreläsningar

---

10 föreläsningar, kolla schemat för exakta datum och plats!

**På kursens hemsida finns information om varje föreläsning samt läsansvisningar.**

# Övningsgrupper EITF45 (lv 1-5)

---

4 övningsgrupper:

Torsdag 10-12, 13-15

Fredag 10-12, 13-15

Se schema för lokaler. Om någon grupp har för få deltagare kommer den att läggas ner.

**Allt material till övningarna finns på kursens hemsida!**

# Laborationer

---

Två obligatoriska laborationer:

Läsvecka 3-4:     Arduino (ny lab)

Läsvecka 5-6:     Networking

Du behöver anmäla dig till laborationerna på kursens hemsida. Innan varje laboration måste du göra förberedelserna.

**Skriftligt labtest på andra laborationen!**

# Projekt

---

Kursen innehåller ett obligatoriskt projekt med delmoment som ska ge en fördjupning av ett Internet-relaterat ämne. Mer information om projektet kommer på föreläsningen nästa måndag!

**För att du ska kunna genomföra projektet måste du anmäla dig till en redovisningsgrupp senast fredag via hemsidan!**

Under nästa vecka ska du anmäla projektgrupp och ämnen i Canvas (mer info nästa måndag och hemsidan).

# Dugga 16/12

---

Det är en frivillig dugga den 16/12 kl.14:15-16:00.

Poängen på duggan (max 10 p) kan användas på tentan och de två följande omtentorna.

Innehåll:

Föreläsningar 1-3, 5-7

Teoriövningar 1-3



# Tentamen

---

Tentamen 17/1 kl. 8-13.

Mer information om tentan finns på kursens hemsida.  
Det finns tre extentor att använda som förberedelser.  
Dessutom finns det 60 instuderingsfrågor för  
uppgifterna 1-4 på tentan.

# Information

---

1. Kursens hemsida:  
<https://www.eit.lth.se/index.php?ciuid=1271&L=0>
2. Facebook-grupp: ”Datorkommunikation HT 2019”  
<https://www.facebook.com/groups/448335741932450/>
3. Info-mail kommer även att skickas ut. Mailen går till den mailadress ni har i Lucat.

# Vad är Internet?



## FINNS UTMANINGAR

### ▶ Internet fyller 50 – "Revolutionerat våra liv"

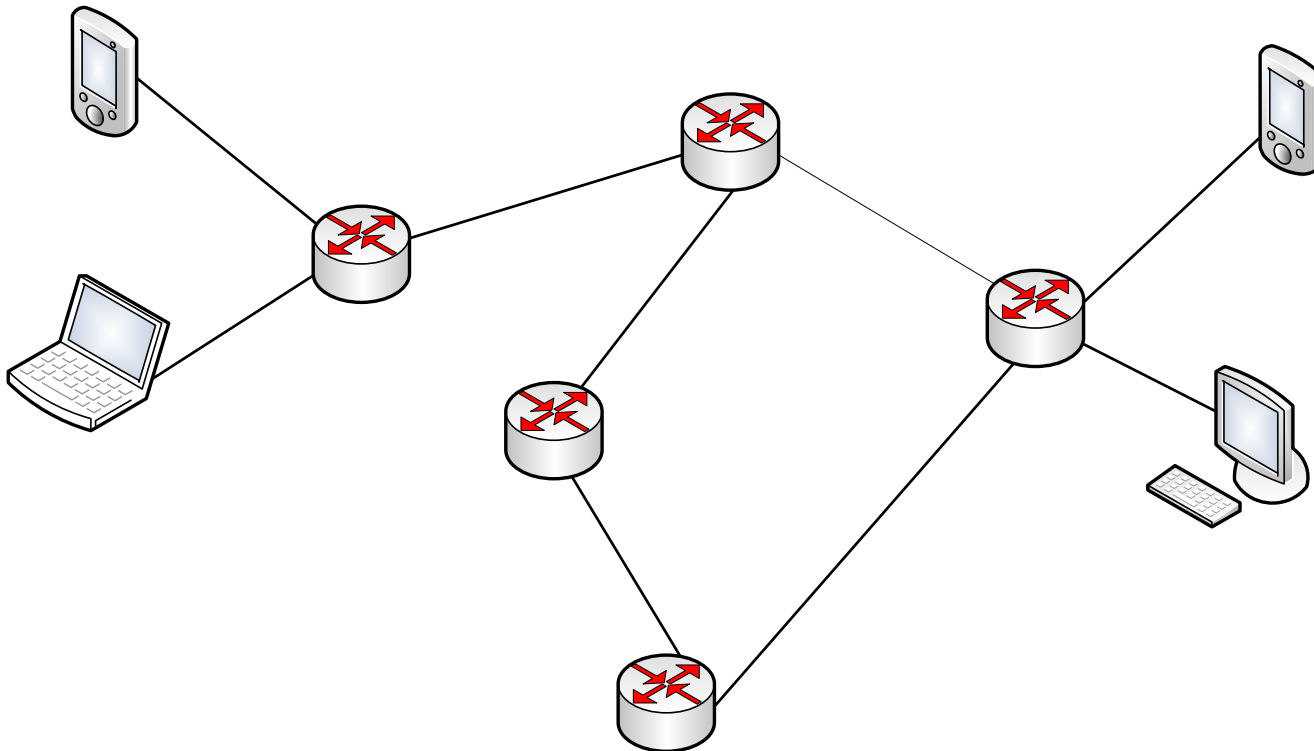
2:02 min [+](#) [Min lista](#) [▶ Dela](#)

Publicerat kl 08.07

För femtio år sedan, den 29 oktober  
1969, kommunicerade de första

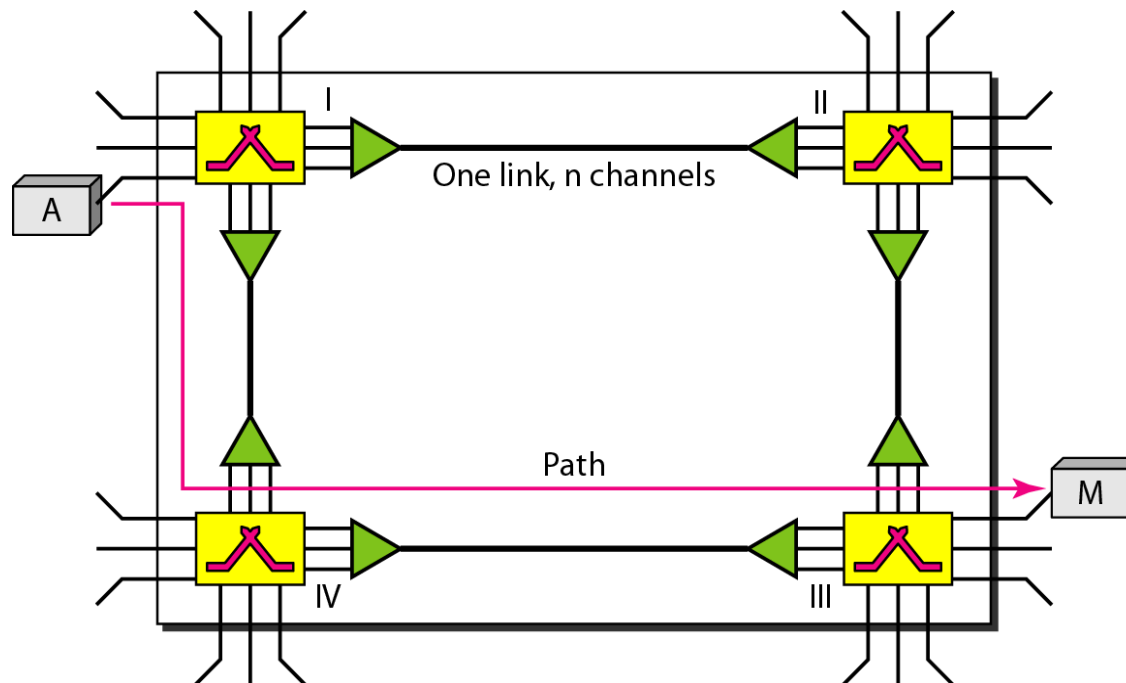
# Data/tele-nät

Alla datanät består av tre grundläggande enheter: **vägväljare** (switch, router), **länkar**, och **användare** (hosts).



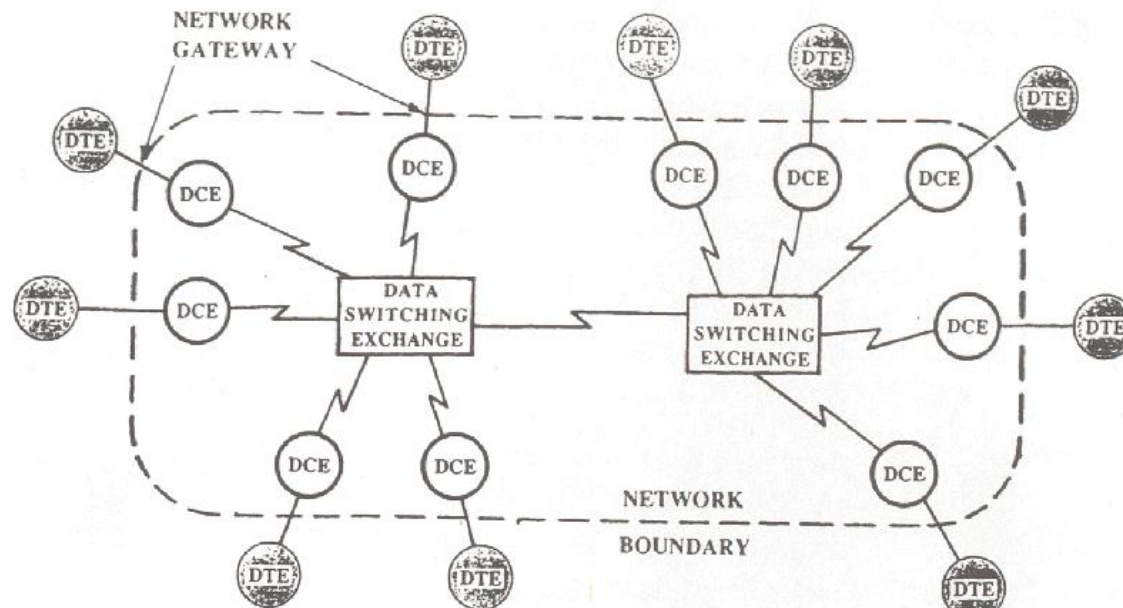
# Kretskoppling (circuit switching)

De fasta telenäten använder så kallad **kretskoppling**. All data mellan en sändare och en mottagare går på samma förutbestämd väg (path).



# Packet switching

Under 1960-talet publicerade flera oberoende forskare förslag på hur datanäten skulle använda **packet switching** istället för kretskoppling.



# Protokoll

---

- All telekommunikation kräver att man har en gemensam överenskommelse för de signaler man skickar, annars kan inte sändare och mottagare förstå varandra.
- Inom datorkommunikation kallas detta för **protokoll**.
- Det mest grundläggande protokollet definierar hur mottagaren ska tolka de signaler som skickas över länken.

# Protokoll för elektriska telegrafer

- Samuel F.B Morse och Alfred Vail utvecklade den elektriska telegrafan 1836.
- Morsekoden är ett av de första exemplen på en internationell standard för protokoll.
- ITU publicerade den första standarden 1865.

## International Morse Code

1. The length of a dot is one unit.
2. A dash is three units.
3. The space between parts of the same letter is one unit.
4. The space between letters is three units.
5. The space between words is seven units.

A	• —	U	• • —
B	— • • •	V	• • • —
C	— • — •	W	• — —
D	— • •	X	— • • —
E	•	Y	— • — —
F	• • — •	Z	— — • •
G	— — •		
H	• • • •		
I	• •		
J	• — — —		
K	— • — —		
L	• — • •		
M	— —		
N	— •		
O	— — —		
P	• — — •		
Q	— — • —		
R	• — •		
S	• • •		
T	—		
		1	• — — — —
		2	• • — — —
		3	• • • — —
		4	• • • • —
		5	• • • • •
		6	— • • • •
		7	— — • • •
		8	— — — • •
		9	— — — — •
		0	— — — — —



# Datapaket

---

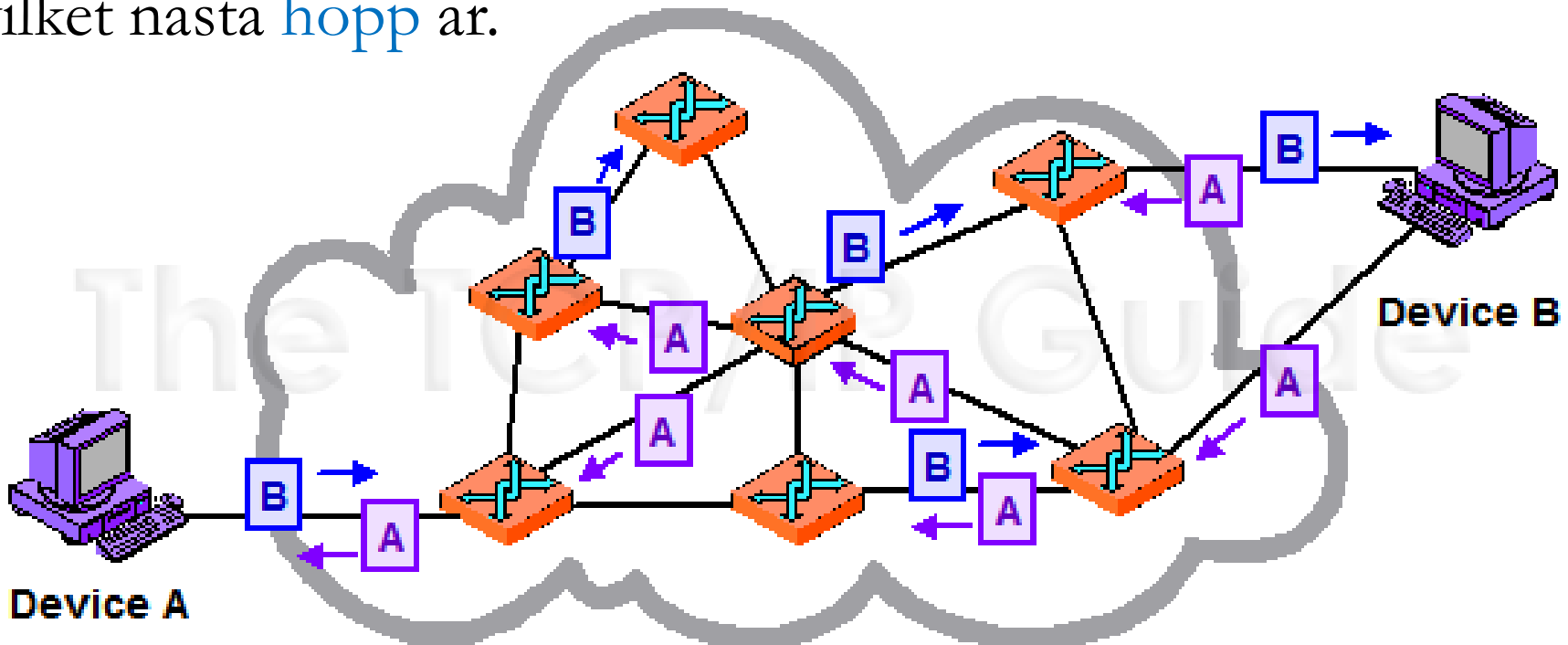
Grundläggande principen för packet switching är att all data som ska skickas läggs i **datapaket**.



I varje datapaket finns en header som innehåller information om vad paketet innehåller, samt vart det ska skickas (**adress**).

# Packet switching

Datapaketen skickas genom nätet med hjälp av sin destinationsadress. Varje vägväljare kan utifrån adressen ta ett beslut om vilket nästa **hopp** är.



# ARPAnet startade 1969

Robert Taylor på ARPA (later DARPA) hade tre terminaler för att kunna koppla upp sig mot tre olika universitet:

“For each of these three terminals, I had three different sets of user commands. So if I was talking online with someone at S.D.C. and I wanted to talk to someone I knew at Berkeley or M.I.T. about this, I had to get up from the S.D.C. terminal, go over and log into the other terminal and get in touch with them. I said, oh, man, it's obvious what to do: If you have these three terminals, there ought to be one terminal that goes anywhere you want to go where you have interactive computing. That idea is the ARPAnet.”



# Första versionen av ARPAnet

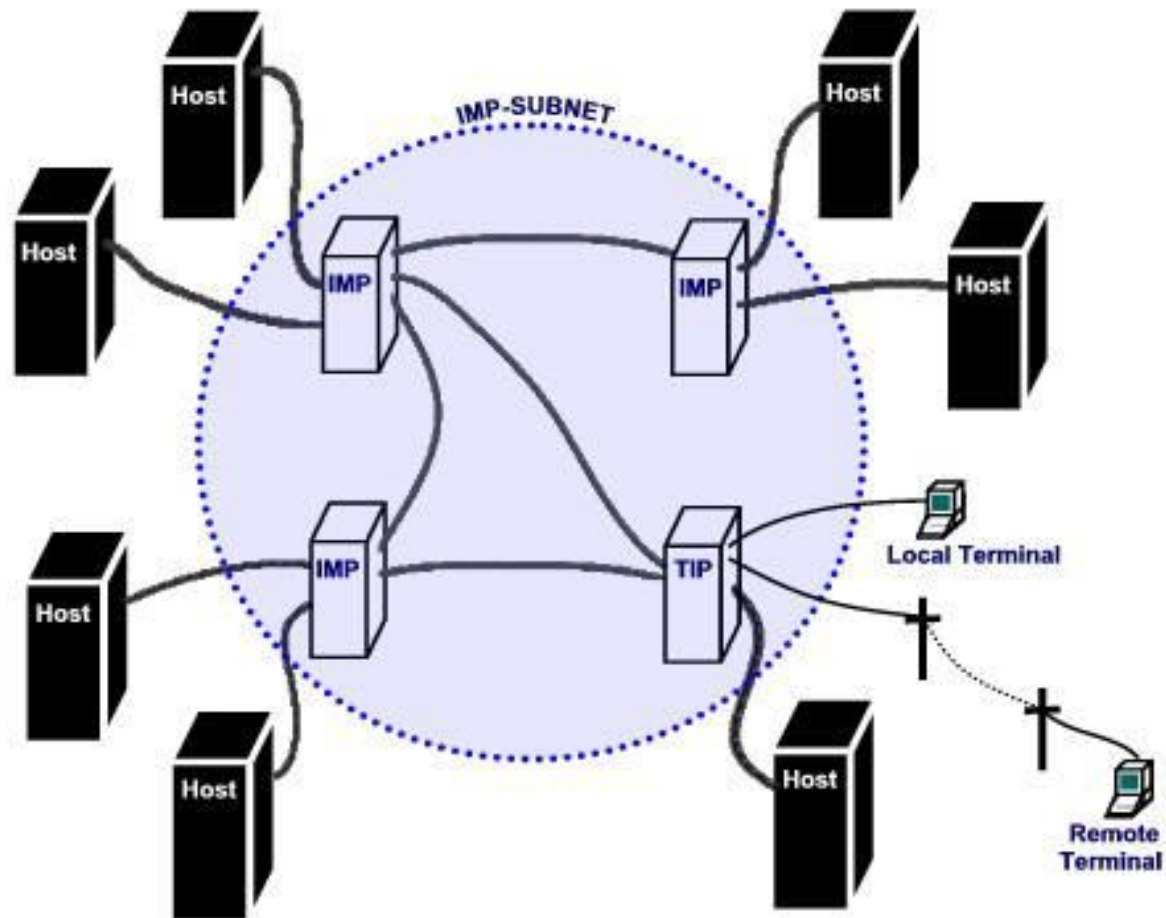
- Fyra Interactive Message Processors (IMP) på fyra universitet ) som fungerade som vägväljare.
- IMP:erna var ihopkopplade med länkar på 50 kbps.
- Bilden visar Leonard Kleinrock med den första IMPn på UCLA.



# Protokoll och adressering

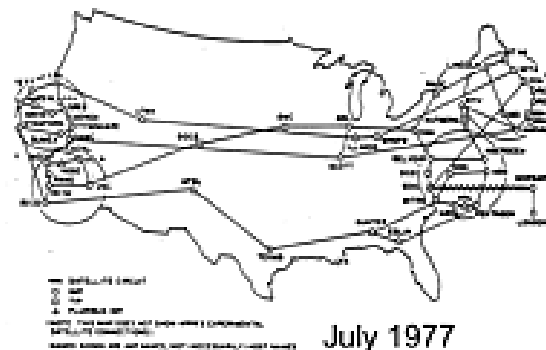
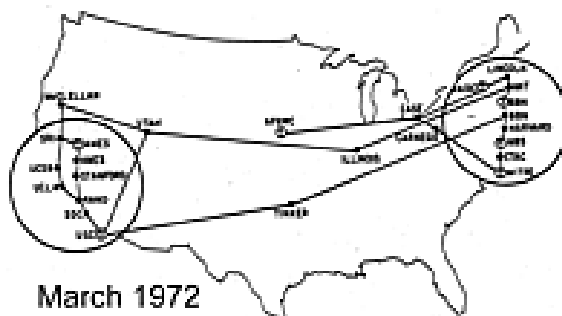
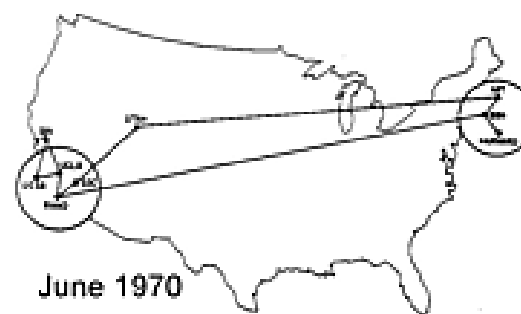
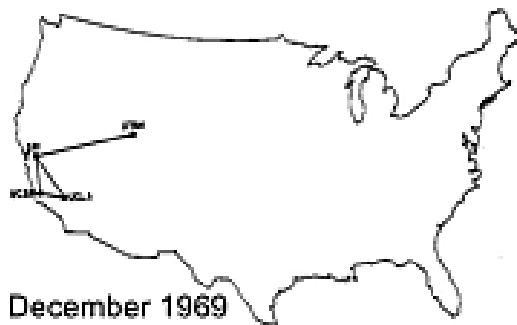
- För att kunna kommunicera över ett datanät krävs det att alla användardatorer och vägväljare är överens om hur de ska skicka datapaketer.
- ARPAnet använde ett protokoll som kallades *1822 protocol*. Protokollet definierade hur IMPs skulle kommunicera och skicka vidare datapaketer.
- Varje inkopplad användardator (host) hade en fast numerisk adress som identifierade till vilken IMP som datorn var inkopplad på.

# ARPAnet arkitektur



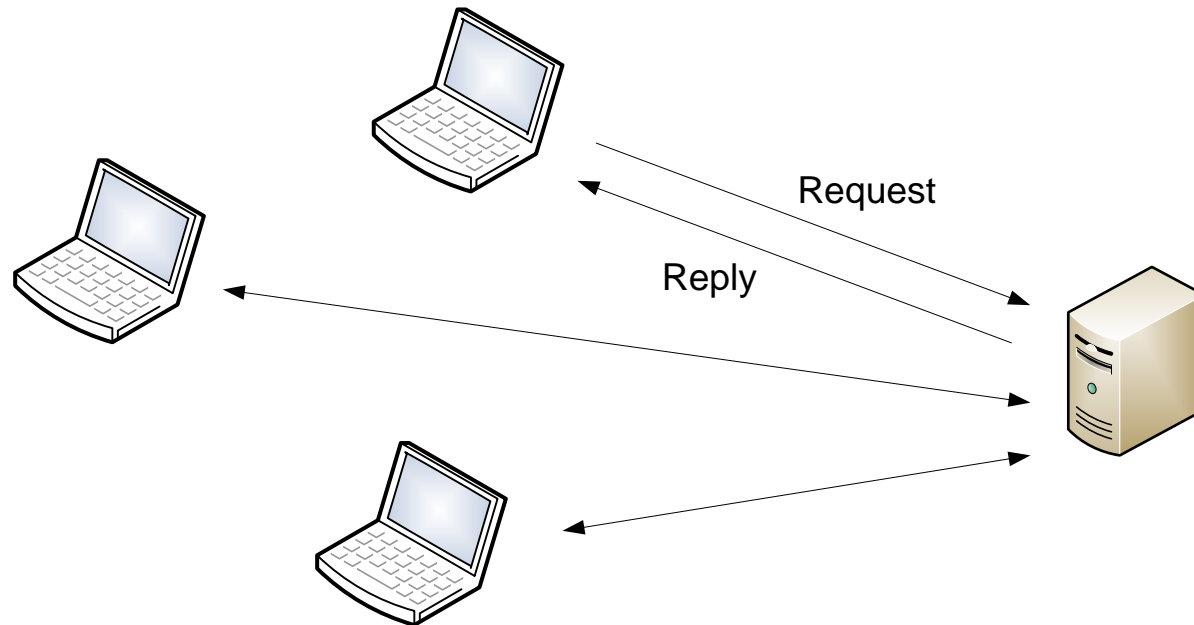
# ARPAnet:s expansion

ARPAnet utvecklades för universitet, och expanderade snabbt.



# Client/Server-modellen

I princip alla tidiga applikationer byggde på client/server-modellen.





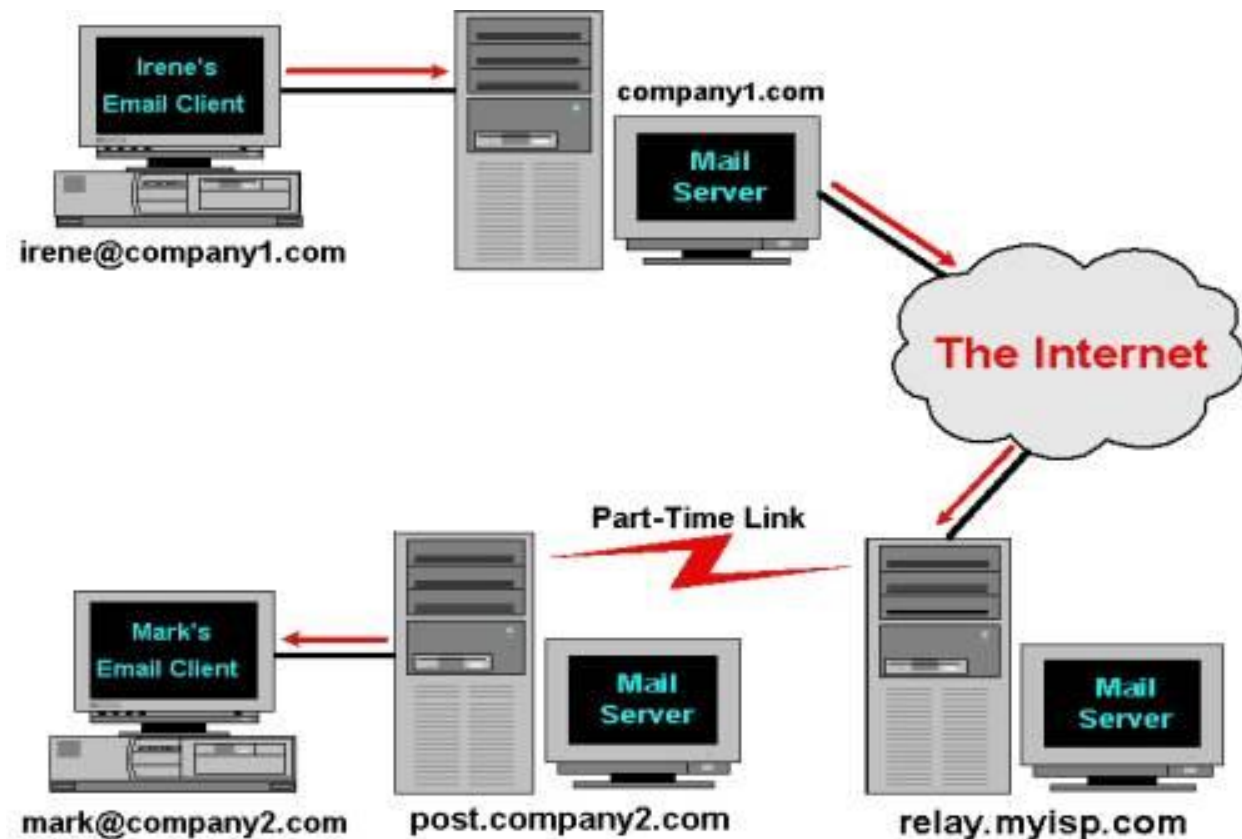
# Email

- Ray Tomlinson skickade det första emaillet 1971 mellan två datorer i samma rum.
- Han använde ”@”-tecknet för att identifiera en användare på en viss dator:  
name-of-the-user@name-of-the-computer
- Beskrivning av @-tecknet:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/At\\_sign](https://en.wikipedia.org/wiki/At_sign)



# Email

Idag fungerar email på ungefär samma sätt:



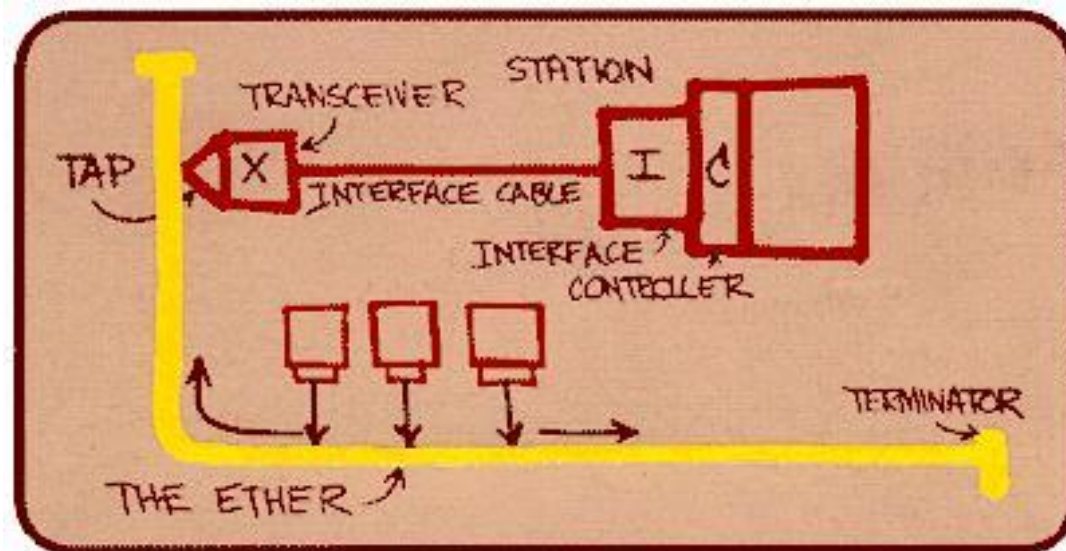
# ARPAnets begränsningar

---

- ARPAnet var ett av flera datanät som utvecklades i slutet av 60-talet och början av 70-talet.
- I ARPAnet hade varje host och IMP en specifik address, bestämd från början.
- ARPAnet-standarden krävde att länkarna var hyrda telefonlinjer på 50kbps.

# Ethernet

- Uppfanns av Bob Metcalfe på Xerox 1973. Blev senare en IEEE standard (802.3).
- Byggde på principen att flera datorer delade på en fysisk kabel.



# Adressering i Ethernet

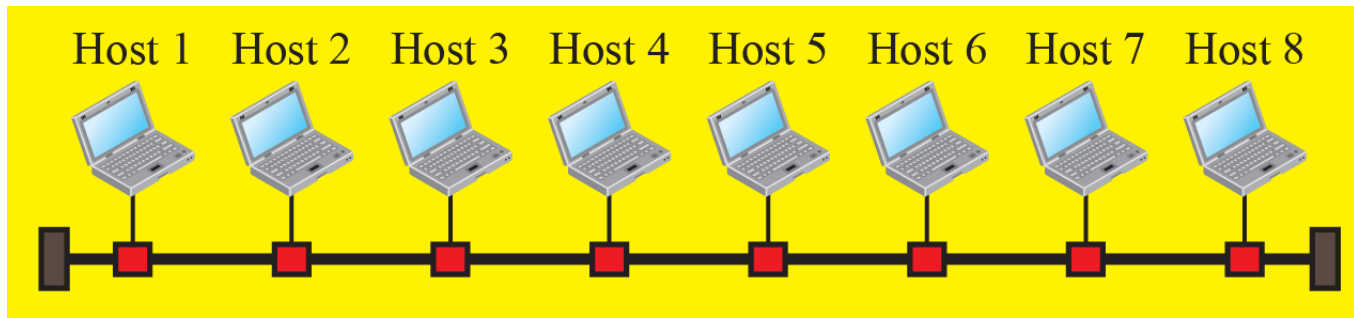
- I Ethernet användes också fasta adresser men de såg inte likadana ut som adresserna för ARPAnet.
- En Ethernet-adress har 48 bitar som skrivs med det **hexadecimala talsystemet**.

06 : 01 : 02 : 01 : 2C : 4B



6 bytes = 12 hex digits = 48 bits

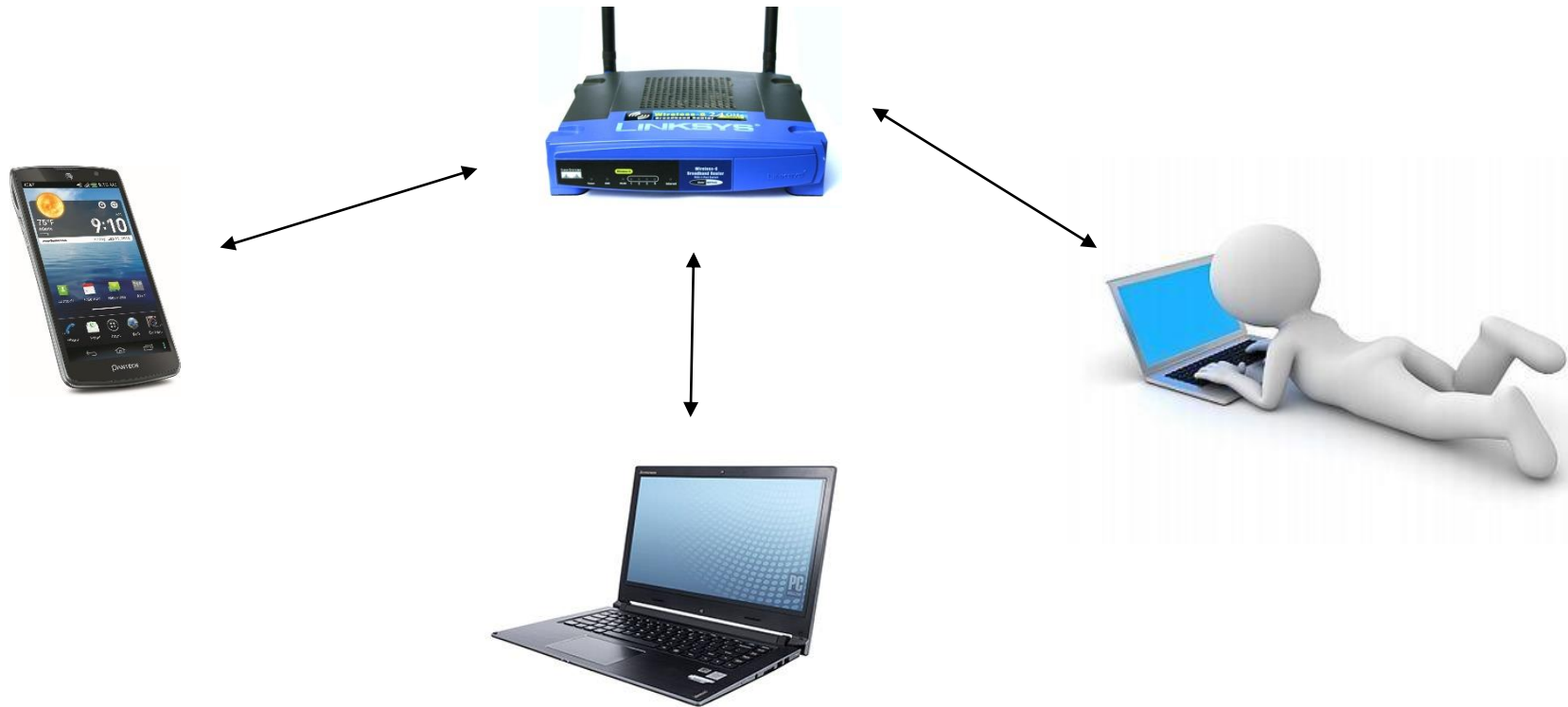
# Utmaning med ett delat utbredningsmedium



a. LAN with a common cable (past)

Grundprincipen är att alla användare delar på länken (kanalen). Om två användare skickar data samtidigt så förstörs signalerna.

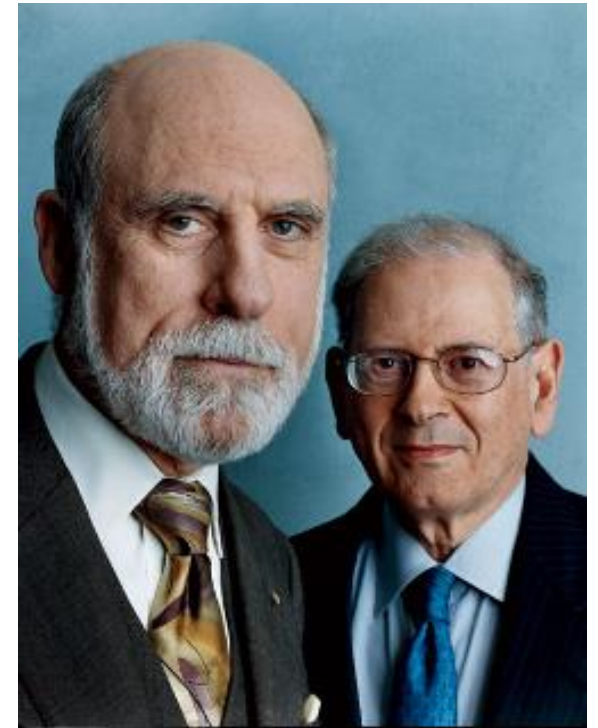
# Access med delad länk idag



Idag är de flesta accessnät med delad länk trådlösa. Länken består av ett gemensamt frekvensband. Men principerna är de samma.

# Behovet av ett Internet

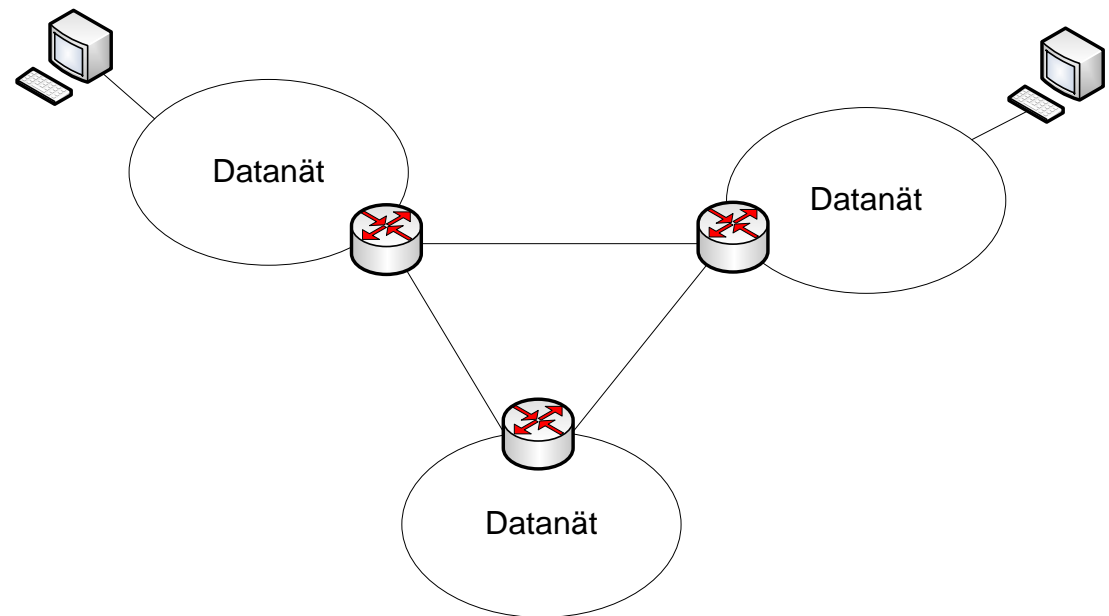
- Det fanns ett behov av något mer, ett skalbart system som kunde koppla ihop olika datanät med varandra.
- Under 1973, utvecklade Robert E. Kahn and Vincent Cerf på DARPA sina idéer om ett "internetwork-protokoll".
- Deras idéer publicerades första gången under 1974, då termen "Internet" infördes.



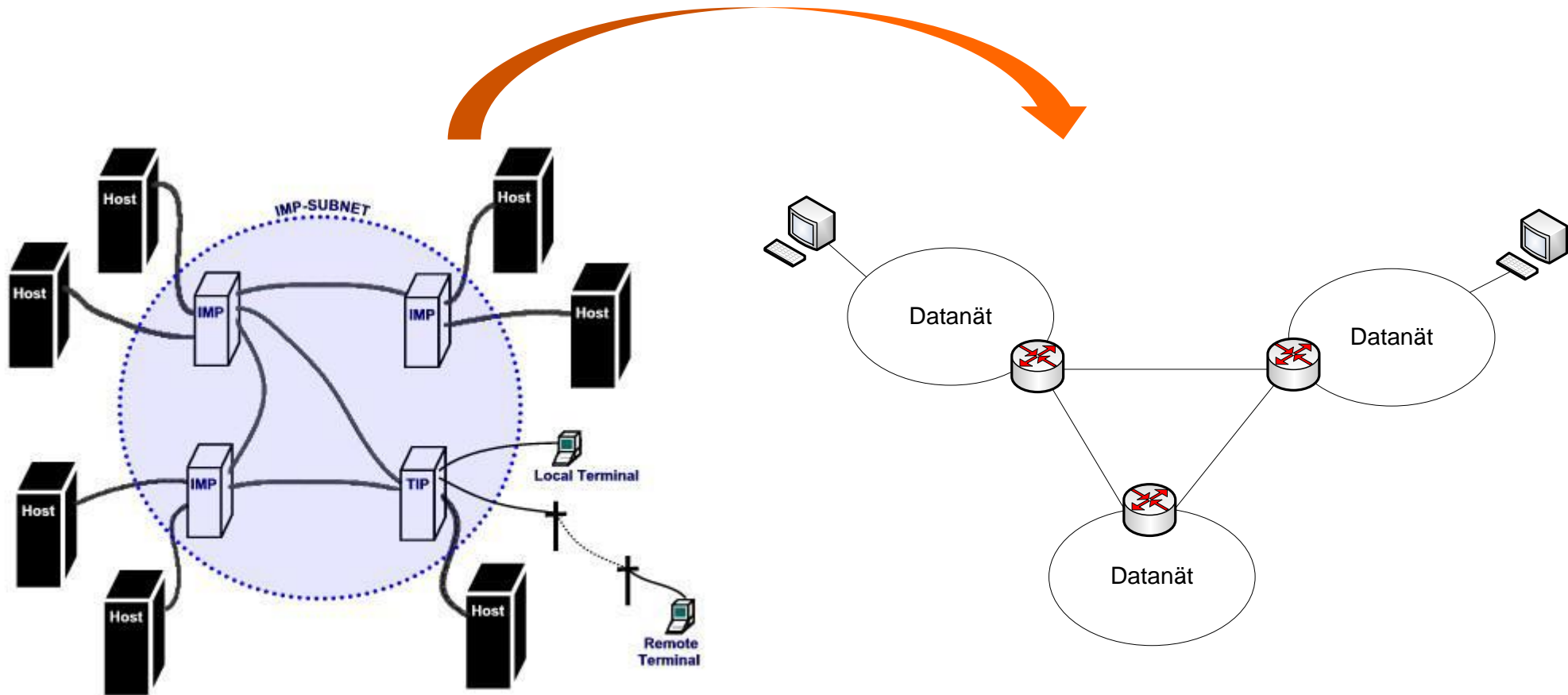


# Kahn och Cerf's idé om internetworking

- Gemensam identifiering av Hosts (Nätadresser)
- Ett gemensamt protokoll för alla nät (Internet Protocol, IP)
- Regler för hur datapaket ska skickas mellan nät (routing)
- Tillförlitlighet end-to-end (Fel- och flödeskontroll)



# ARPAnet v. Internet



# Internet protocol (IP)

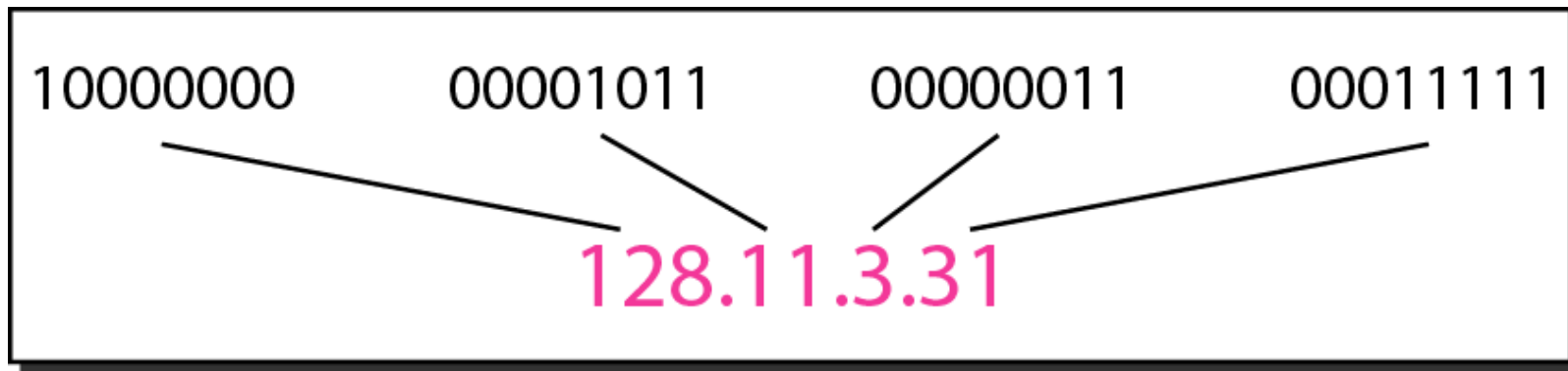
---

Två versioner av IP:

- IPv4 används i de flesta nät idag och kommer vara huvudfokus i denna kurs.
- IPv6 är en förbättrad version av IP som just nu införs i näten och som introduceras i denna kurs.

# IP-adresser (IPv4)

Varje värddator och routrar som är ansluten till Internet har en unik **IP-adress** på 32 bitar.



Adressen skrivs i så kallat **dotted-decimal format**.

# IP-adresser

---

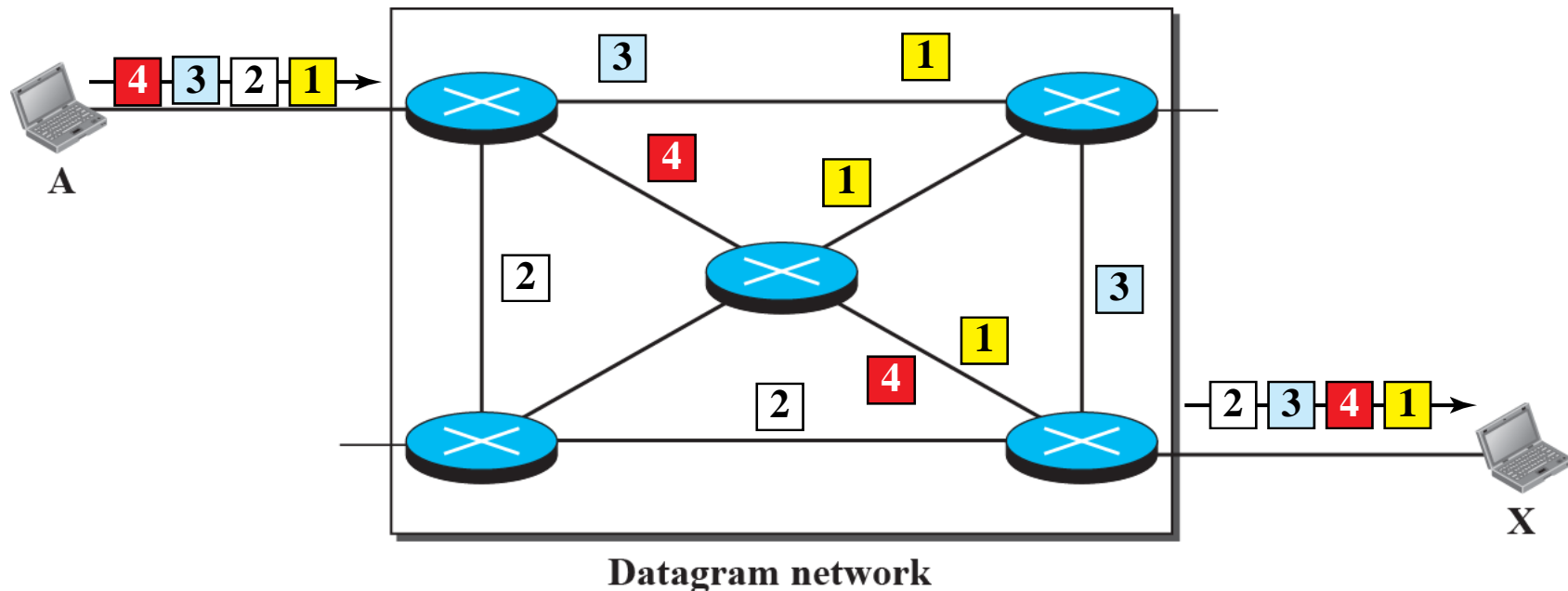
IPv4-adressen består av två delar:

- **Nät-id** (netid, prefix) identifierar det nät som enheten är kopplad till.
- **Värd-id** (hostid, suffix) identifierar enheten själv inom detta nät.

Hur adressen delas upp i nät-id och värd-id kommer att beskrivas i en senare föreläsning.

# Routing

I denna kursen behandlar vi framför allt paketförmedlande nät där varje paket behandlas oberoende av de andra.



# Router

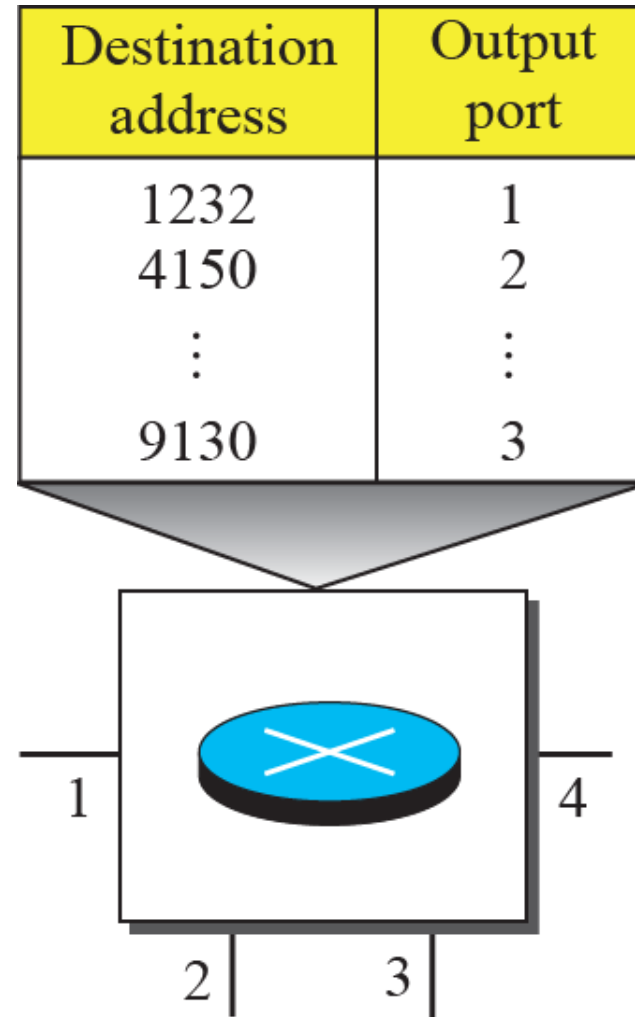
Varje inkommande och utgående länk har paketbuffertar.



# Routing-tabell

Varje router har en tabell med information om nästa ”hopp”. Routingbesluten är baserade på **destinationsadressen**.

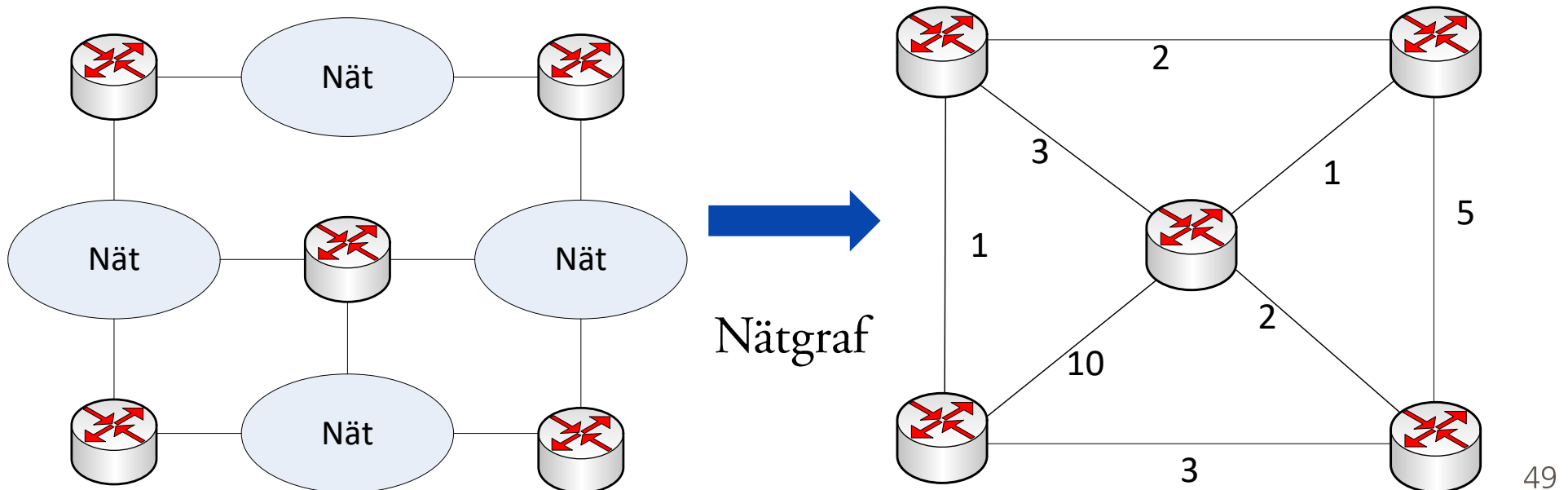
Sändar-och mottagaradressen finns i **paketheadern**.





# Routingalgoritm

Routing-tabellerna uppdateras med hjälp av en routingalgoritm. Grundprincipen är att hitta den bästa vägen (**path**) mellan sändare och mottagare.



# Mjukvara blev en nödvändighet

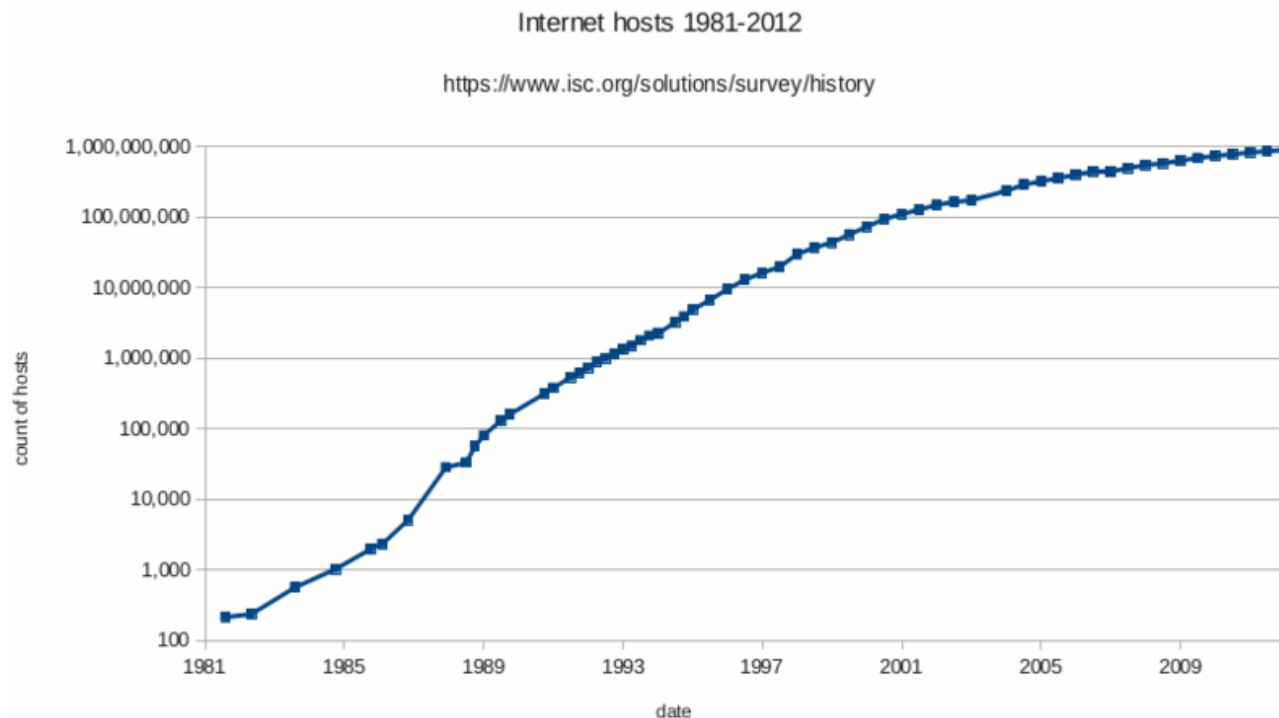
Margaret Hamilton kan anses som skaparen av området ”Software Engineering”. Hon var direktör och ansvarig för mjukvarukodning för Apollo och Skylab.

Hon arbetade för att få erfarenhet i en tid då det inte fanns några egentliga utbildningar i programmering och mjukvarudesign.



# Internet föddes

- Internetprotokollen (TCP/IP) standardiserades 1982.
- Jan 1 1983, bytte hela ARPAnet till TCP/IP-protokollen.



# Samtidigt kom OSI-modellen

---

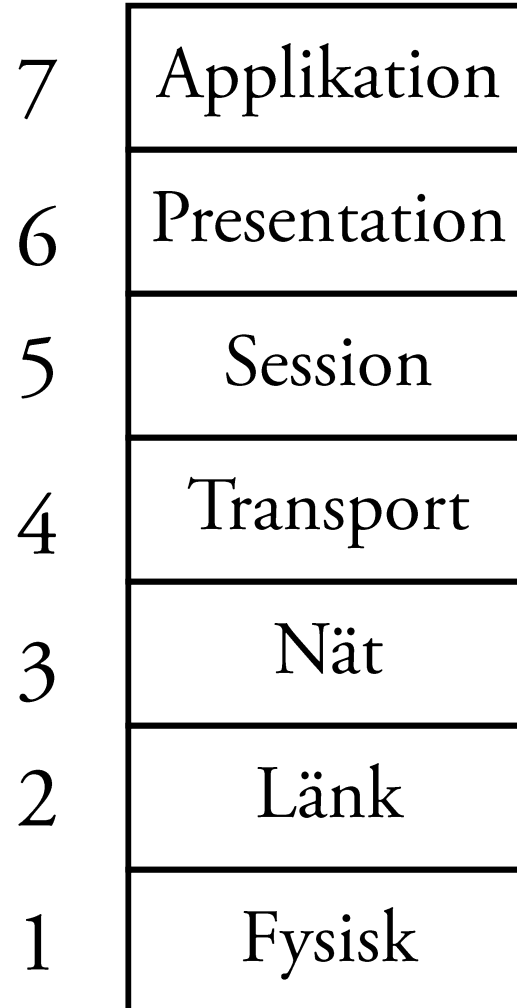
I mitten på 70-talet startade ISO ett projekt för att standardisera datorprotokollen.

1983 presenterades Open Systems Interconnection (OSI) Reference Model.

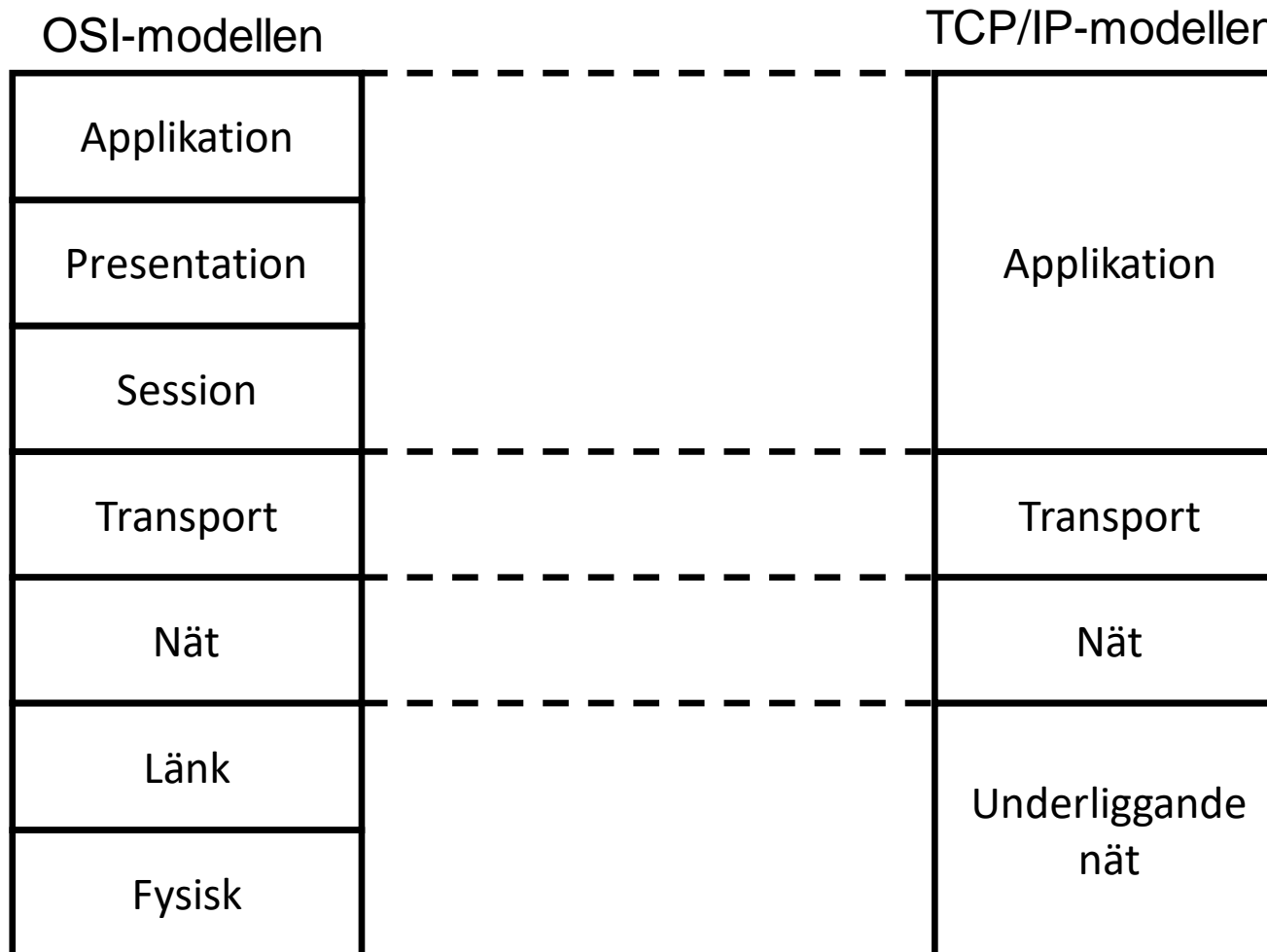
OSI-modellen är idag modell ([framework](#)) för hur datorprotokoll skall utvecklas.

# OSI-modellen

---



# OSI-modellen v. TCP/IP-modellen



# 1991: World Wide Web (WWW)

1984-1990: Tim Berners-Lee och hans grupp vid CERN utvecklade sina idéer om informationshantering och spridning.

1991: Första websajten:

<http://info.cern.ch>

1993: Mosaic, den första publika webbläsaren presenterades.

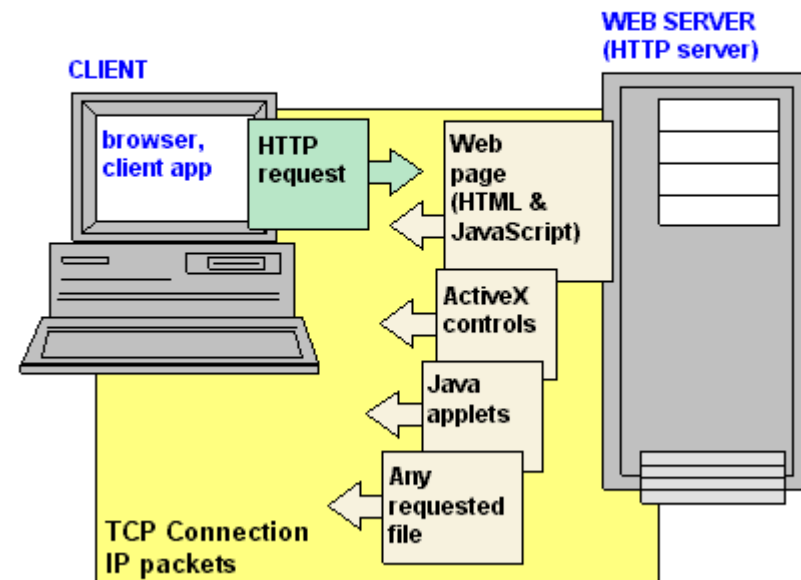


# Hypertext Transfer Protocol (HTTP)

WWW är baserat på ett enkelt client/server-protokoll HTTP.

Klienten skickar requests för webbsidor till webbservern.

From Computer Desktop Encyclopedia  
© 2003 The Computer Language Co. Inc.





# 1991: The Trojan Coffee room pot

- Forskare vid Computer Laboratory på University of Cambridge implementerade den första applikationen för video (egentligen bilder).
- Applikationen skickade realtidsuppdaterade bilder av deras kaffebruggare.

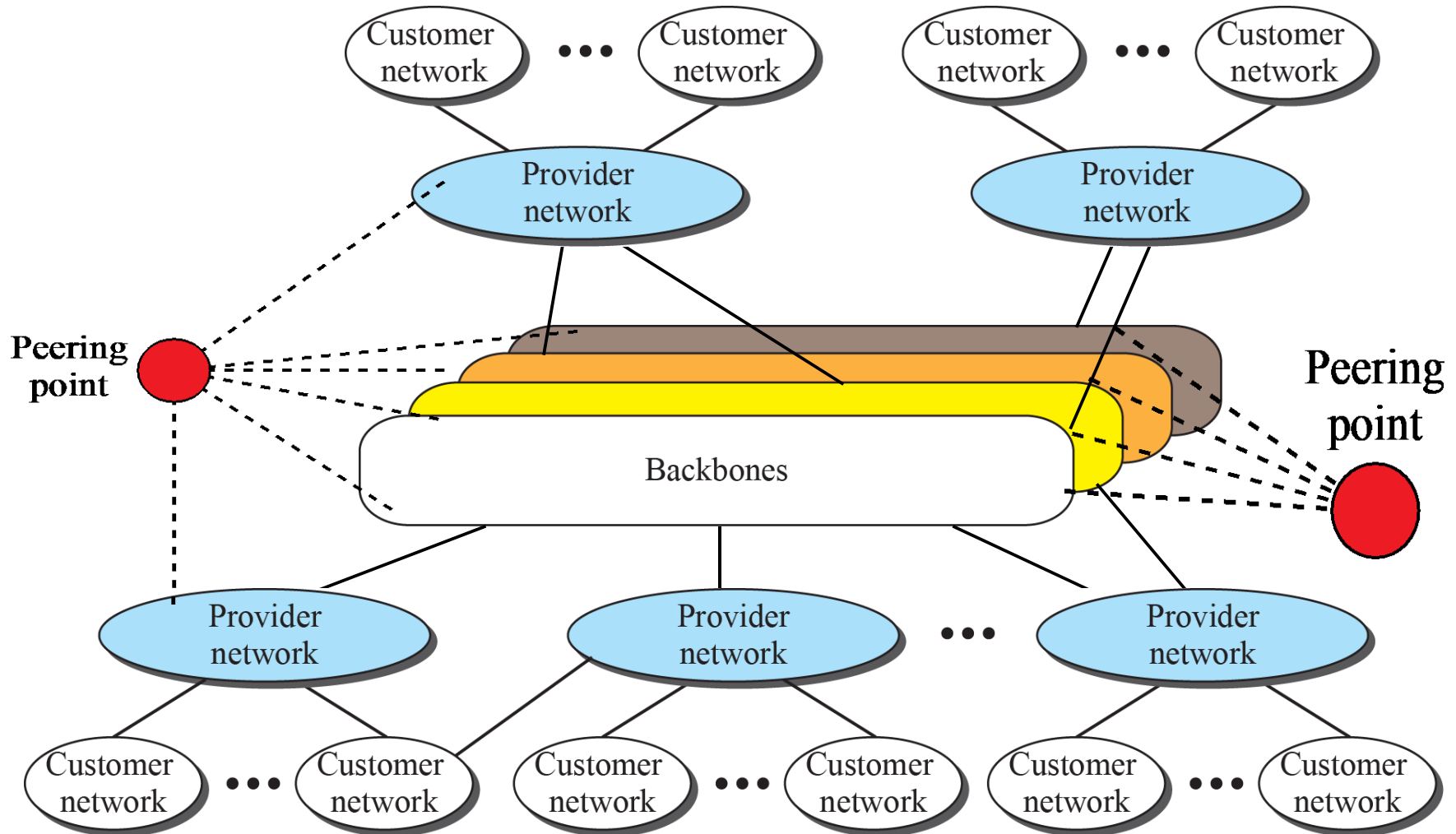


# Resten är nästan inte historia...

- 1994: Pizza Hut startade den första webbshopen
- 1997: Google.com
- 1997: Netflix (dvd)
- 1999: Napster
- 2001: BitTorrent
- 2003: Skype
- 2004: World of Warcraft
- 2005: YouTube
- 2005: Netflix (streaming)
- 2005: Facebook.com
- 2008: Spotify
- 2010: Minecraft
- 2011: Dropbox (2007)
- 2011: Twitch.tv
- 2016: Pokemon Go

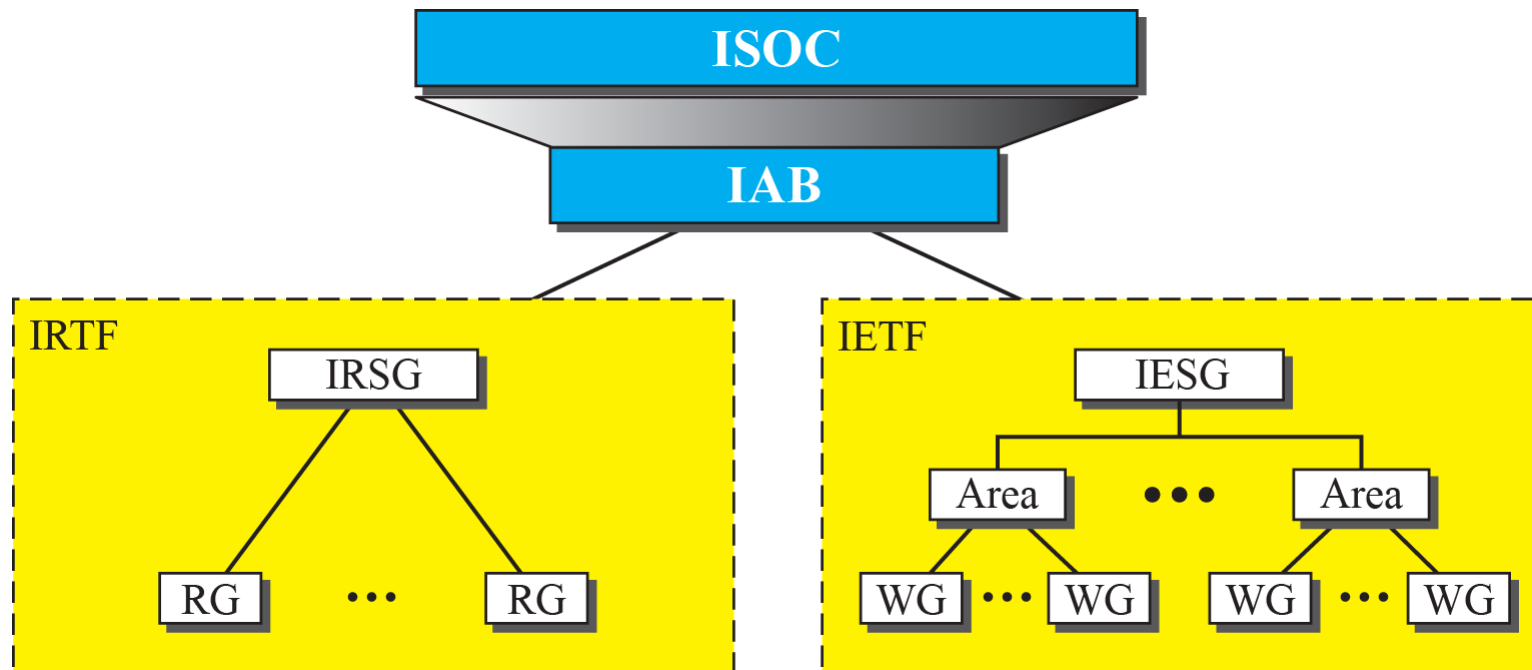


# Dagens Internet



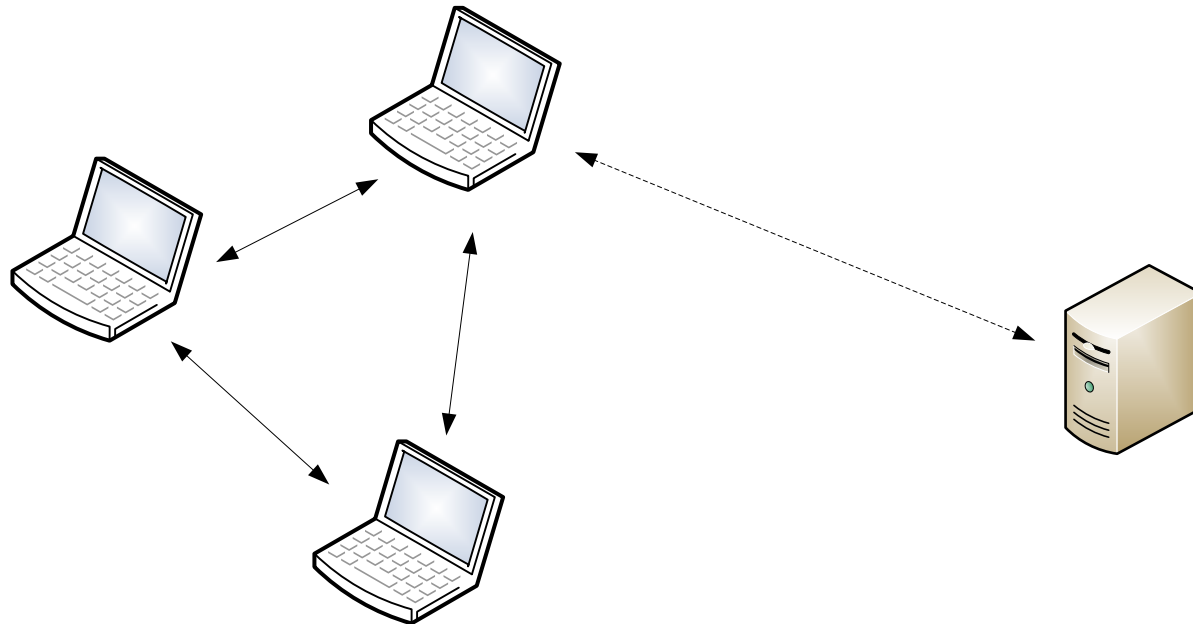
# Internets administration

Det finns ingen som äger Internet, men det finns olika organisationer som bestämmer vilka regler som ska gälla.

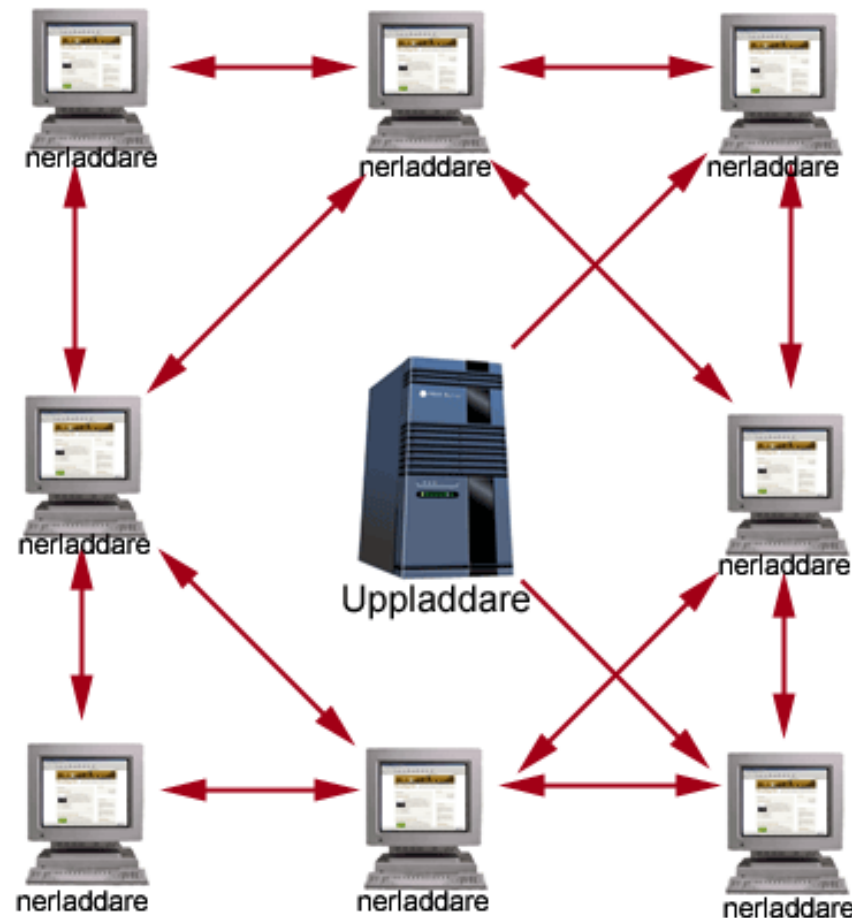


# Peer-to-peer modellen

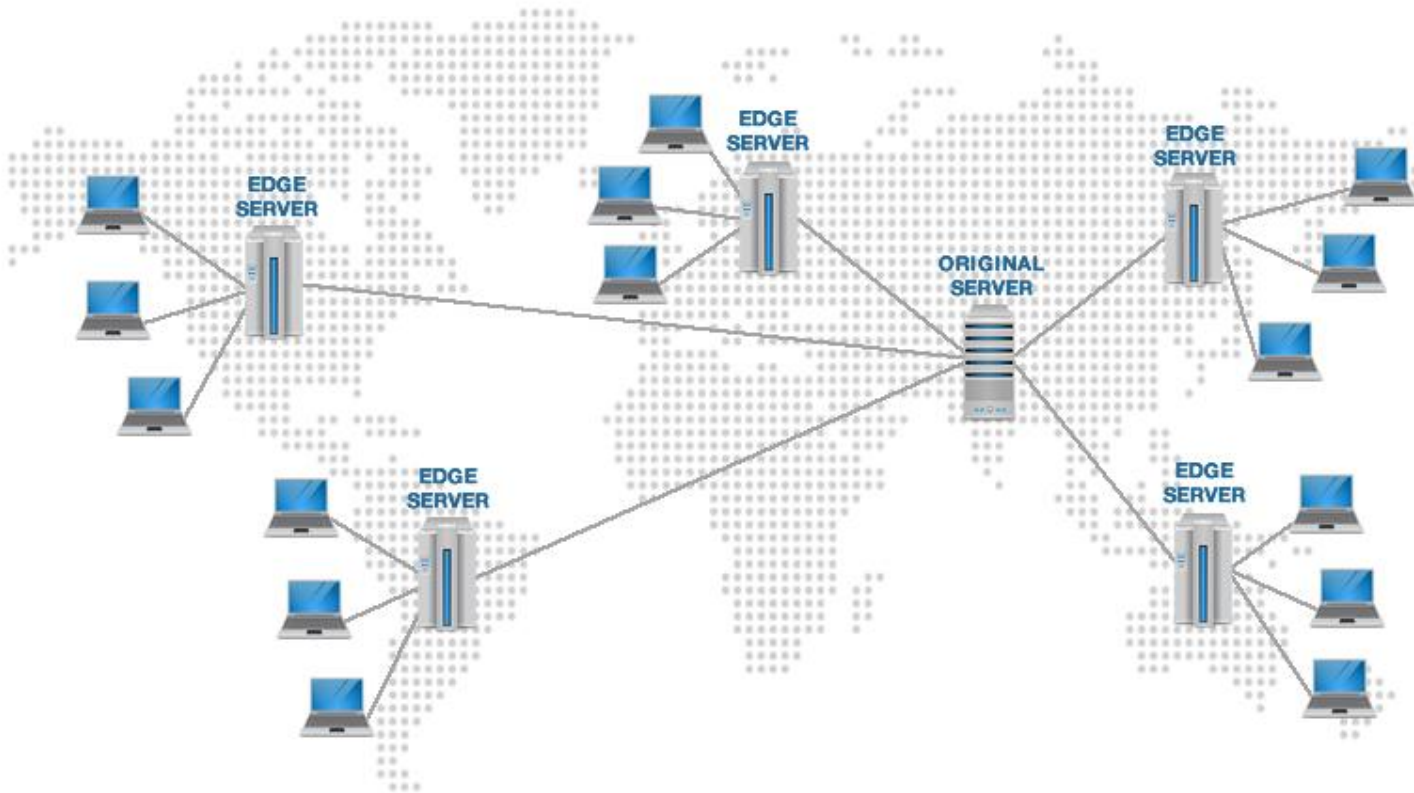
Flera av de moderna Internetapplikationerna är delvis baserade på Peer-to-peer (P2P)-modellen (även om utvecklingen är på väg tillbaka mot client/server).



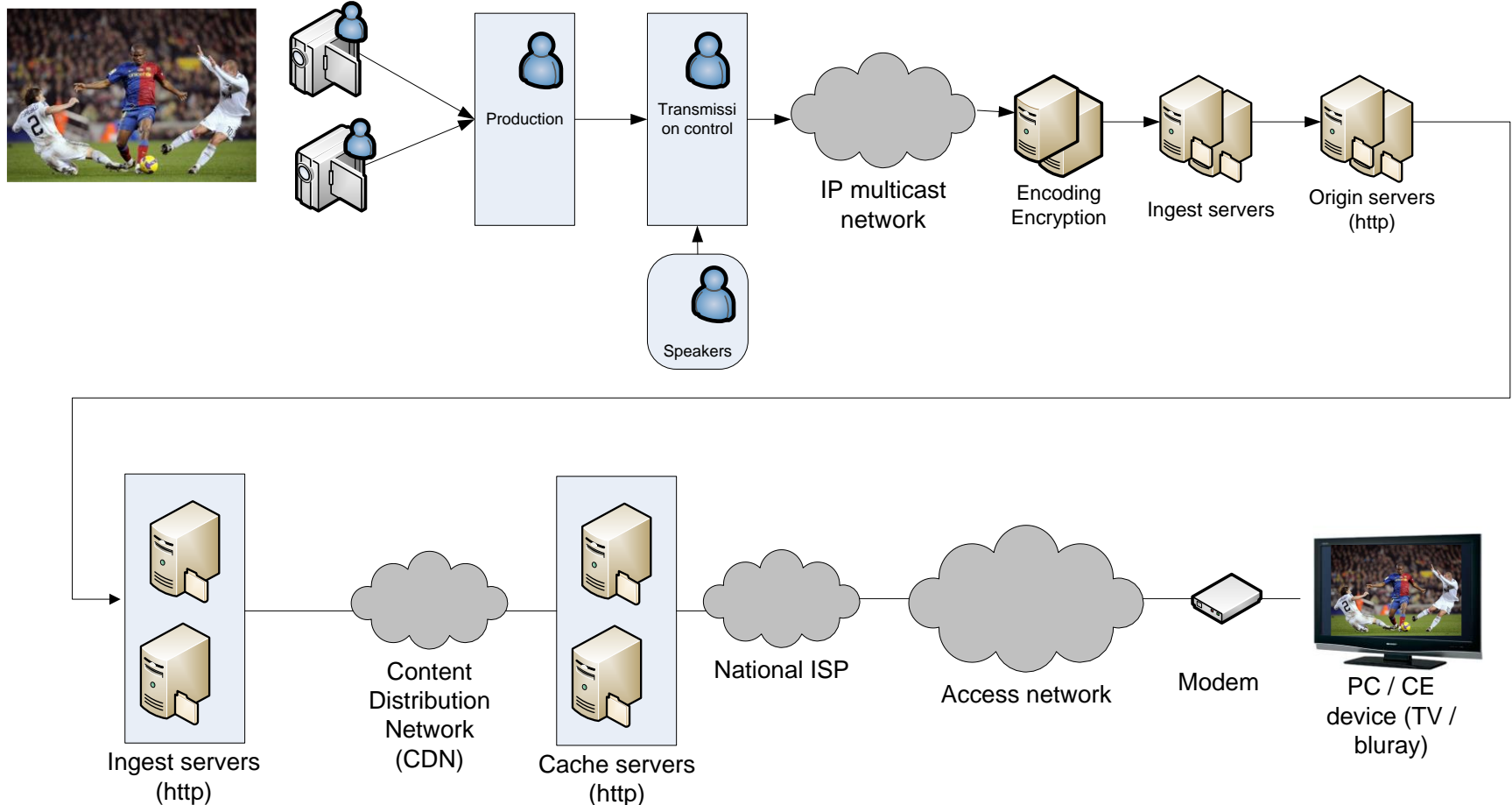
# Exempel: BitTorrent



# Content delivery networks (CDNs)



# I verkligheten kan det bli komplicerat



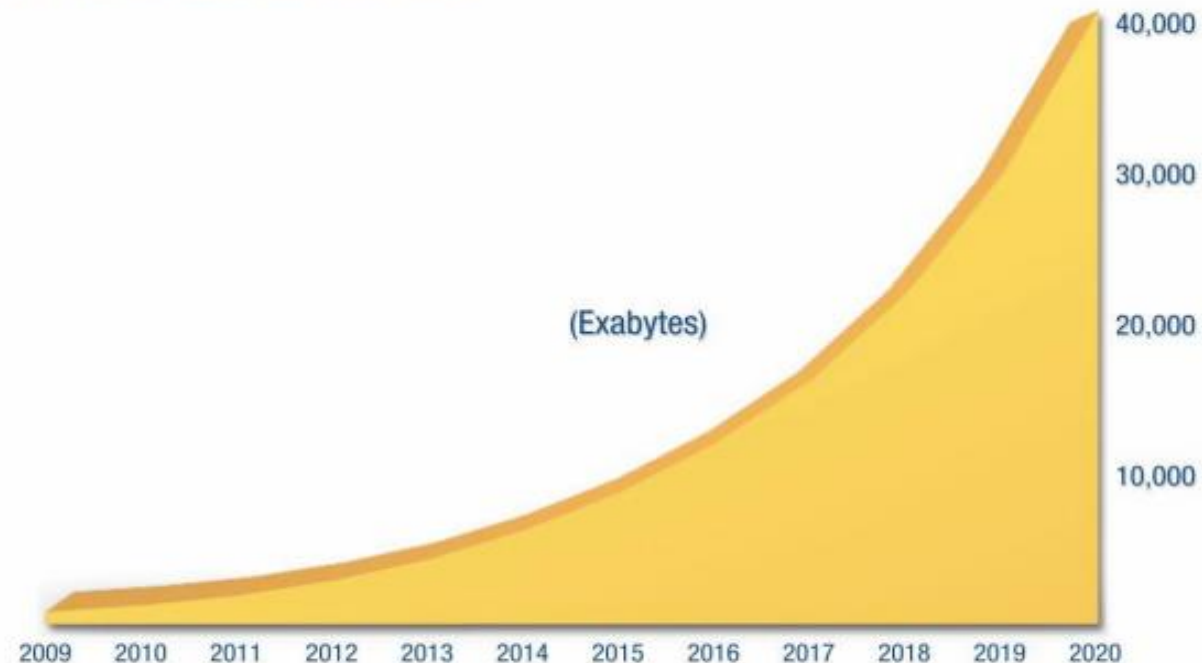


# Men en uppkopplad värld leder till stora utmaningar för näten



# Prediktion av mängden digital data som produceras i världen

The Digital Universe: 50-fold Growth from the Beginning of 2010 to the End of 2020



Source: IDC's Digital Universe Study, sponsored by EMC, December 2012

# Vårt digitala liv måste också lagras (för evigt?)



Till exempel Facebooks datacenter i Luleå

# Lite siffror

---

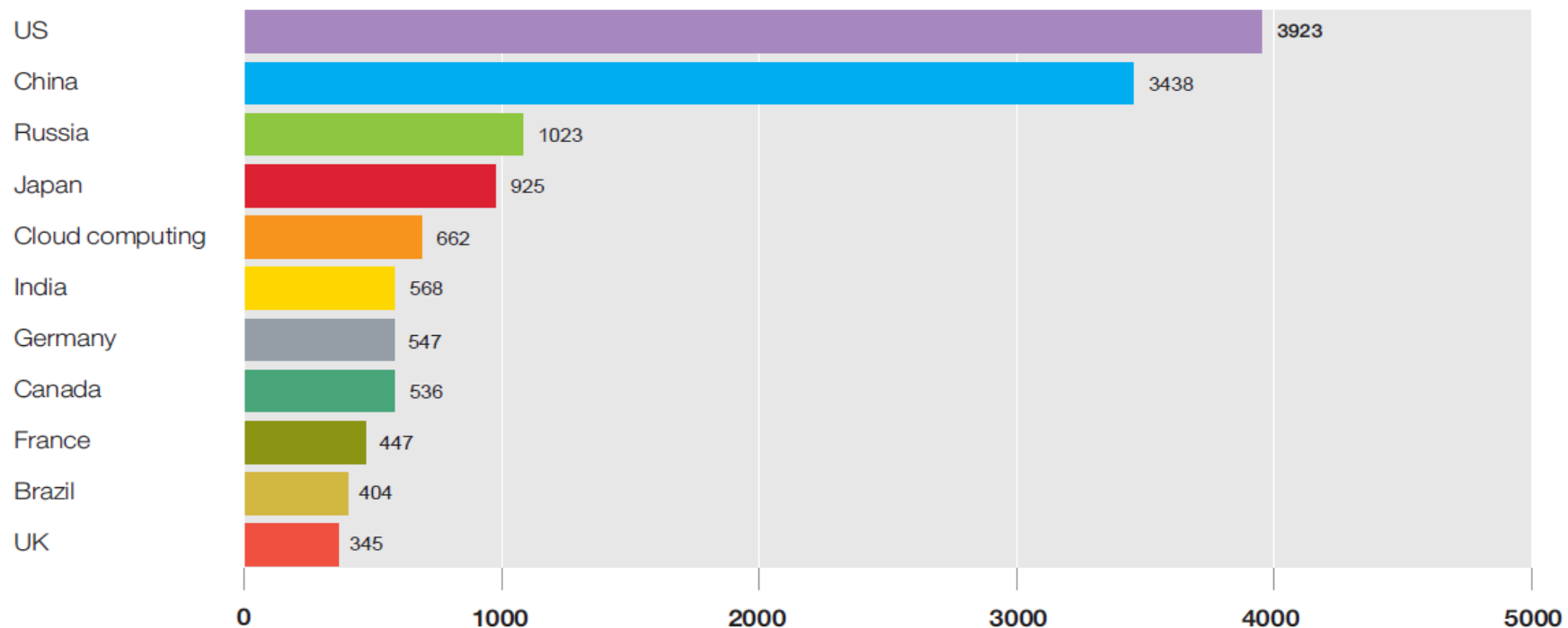
IT-sektorn beräknas använda ca **10% av världens el**. Bara alla datacenter beräknas använda ca 2% av världens totala elförbrukning.

Ett stort datacenter, tex Facebooks datacenter i Luleå, beräknas kunna dra lika mycket el som **40.000 villor**.

En stor del av elen som används till datacenter kommer från **kolkraft**. I tex Indien byggs stora mobilnät upp där basstationerna drivs av **diesलगeneratorer** pga otillräcklig infrastruktur för elektricitet.

# Datacenter (clouds) förbrukar el motsvarande hela länders elförbrukning

2007 electricity consumption. Billion kWh



# Och...

## Bitcoin kan dra mer el än Danmark

■ Att framställa kryptovaluta som exempelvis bitcoin, till värdet av en dollar, kräver tre gånger så mycket energi som att gräva upp guld värt en dollar, visar en ny forskningsrapport från University of Cambridge.

**Det finns hundratals** virtuella valutor och ett okänt antal stora serverhallar i världen där datorer står på dygnet runt och utför de komplicerade beräkningar som behövs för att utvinna kryptovalutorna.

- Vi har nu en helt ny industri som drar mer energi per år än många länder, säger forskaren Max Krause, huvudförfattare till studien som publiceras i Nature Sustainability.

- 2018 kan bitcoin dra mer ström än Danmark.

**De hundra största** kryptovalutorna har i dag ett marknadsvärde på runt 1812 miljarder kronor. Bitcoin utgör mer än hälften.

Syftet med rapporten är att visa på potentiella effekter som kryptovalutorna kan ha på miljön.

- Bara för att man skapar en digital produkt betyder det inte att det inte behövs mycket energi för att tillverka den, säger Max Krause. TT

**BÖ**  
Stock  
-0,  
I år: +0,  
**Nas**  
+0,  
I år: +6,  
**Eu**  
10,3  
I år: +5,  
**Ränta**  
-0,4  
**Bala**  
**krin**  
■ Efter lyckad sen nä positiv handel stängn OMXS ginella Läke ra Zen

# Men även ny teknik som kan förändra



# Där datasäkerhet blir allt viktigare

---

Det finns tre viktiga koncept vad det gäller datasäkerhet:

1. Skydd mot avlyssning (Privacy)
2. Skydd mot ändrad data (Integrity)
3. Autentisering (Authentication)



# Och ni är en del av utvecklingen



# Syftet med kursen

