



Datakommunikation

DD1051 Databasteknik och datorkommunikation



Kursen i stort?

- Nätverk, hur data hittar rätt på internet
- Databaser: En grundpelare i informationssystem
 - modellering, normalisering, labbar i sql, integrera databaser med programmeringsspråk
- Datasäkerhet: Hur man skyddar hemlig data
- Dynamiskt genererat webbinnehåll med php-script o.dyl. (programmering) och databaser
- HTML, Javascript och klientprogram
- Grundläggande Unix: Behövs för labbar + allmänbildande
- Grunder i XML
- Kursen är ”praktiskt inriktad”:



Salar, grupper etc

- Laborationer kan göras från godtycklig dator med internetuppkoppling. Ett antal handledningstillfällen finns. Dessa äger rum i datorsalar, Osquars Backe 2, 2 tr. Ni skall få inpasseringskort och konto på CSCs datorer.
- Jag sitter på Osquars Backe 2, 2 tr, rum 1437.
- Expedition är CSCs expedition, Osquars Backe 2, bv.



Syfte och mål med dagens föreläsning

- Efter dagens föreläsning ska ni förhoppningsvis fått vissa grunder i:
 - Hur det går till att överföra data från en dator till en annan på internet, t.ex. när man hämtar websidor via en webbläsare eller sänder email.
 - Hur internet kan fungera trots den uppsjö av olika hårdvaror och mjukvaror som bygger upp internet.
 - Viktig terminologi rörande olika typer av hård/mjukvara som används i datakommunikationssammanhang.



Grunder: Bitar och bytes

- När man pratar om dataöverföring använder man oftast enheten bps (bits per second).
- Bit: En etta eller en nolla.
- Perspektiv: Mitt första modem 1987 hade en hastighet på 300 bps.
- Idag är 1 Gbps inte ovanligt.
- Genom SUNETs samtliga routers passerar ca 4TB/s
- När man pratar om filer pratar man om Bytes.
- En byte är 8 bitar
- Tecken kan kodas med 8 bitar vilket ger 256 olika tecken (t.ex. ASCII).
- Tecken kan även kodas med 16 bitar vilket ger drygt 65000 tecken (t.ex. UNICODE).



Grunder: Kretskopplade nät

- Kretskopplade nät fungerar som telefoner:
- Man reserverar först en kapacitet mellan sändaren och mottagaren.
- Därefter sänder och tar man emot data i sådana mängder man önskar så länge uppkopplingen finns kvar.
- Exempel: modem

För- och nackdelar:

- + Garanterad kapacitet
- Man måste betala för kapacitet man kanske inte utnyttjar
- Nätet utnyttjas dåligt eftersom det ofta inte sänds något data.



Grunder: Paketkopplade nät

- Paketkopplade nät fungerar som posten.
- Man delar upp data man ska sända i ett antal paket.
- Dessa skickas sedan iväg. Man vet inte vilken fysisk väg paketen tar (olika paket kan ta olika vägar).
- Hos mottagaren packas paketen upp och sätts ihop.
- Exempel: Internet
- För- och nackdelar:
- Ingen garanterad kapacitet. Om många sänder data samtidigt kan "posten" inte hinna med.
- + Man betalar endast för utnyttjad kapacitet.
- + Nätet utnyttjas på bästa sätt.



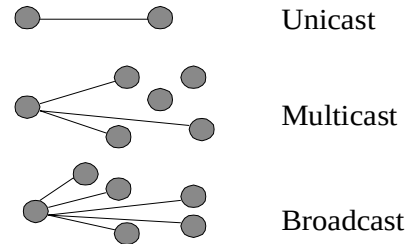
Krets- och paketkopplade nät tillsammans

- Om man sitter på ett modem hemma används både paket och kretskoppling.
- Själva telefonförbindelsen är kretskopplad.
- Data som skickas sänds däremot som paket, och hos modempoolen skickas de vidare ut på internet, vilket är paketkopplat.

Unicast, Broadcast, Multicast

- Om en sändare sänder till en mottagare kallas det unicast (jfr telefoni).
- Om en sändare sänder till en grupp av mottagare kallas det multicast (jfr videokonferenser).
- Om en sändare sänder till alla mottagare kallas det broadcast (jfr TV).

Exempel:



Unicast och Client-Servermodellen

- Unicast används till nästan allt du till vardags gör på internet.
- Den så kallade Client-Servermodellen används oftast
 - En "client" är någon typ av programvara som vill ha något utträttat av någon annan programvara, oftast på en annan dator.
 - Exempel på klienter: en webbläsare, ett mailprogram, utskriftsfunktionen i olika program
 - En "server" är en programvara som kan utföra dessa tjänster åt klienten
 - Exempel på klienter: Webserver, mailserver, utskriftsserver, filserver
 - Klienten gör en begäran och servern utför detta.
 - Exempel: En webbläsarklient begär att få en websida skickad till sig av en webserver.

Nätverk

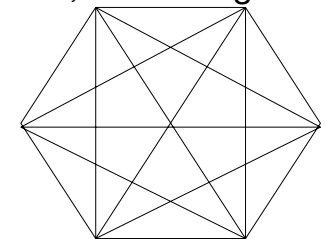
- Dagens nätverksmiljöer är minst sagt icke-homogena.
 - Windows/Mac/Linux/UNIX som operativsystem
 - Optiska fibrer/telefonledningar/satelliter/mobiltelefon.
 - Modem/kabelmodem/ATM/Coaxial/TP

Problem

- Hur gör man för att få dessa hård- och mjukvarukomponenter att kommunicera ?
- Speciallösningar för alla n olika kombinationer kräver $n(n-1)/2$ lösningar.

Exempel:

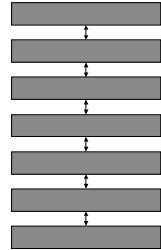
6 noder, 15 lösningar



Lösning

- Dela upp det komplexa problemet i småproblem
- Olika "lager" sköter olika problem
- För att plugga in en ny del krävs endast att den kan "prata" med lagret ovanför och lagret nedanför.

Exempel:



Protokoll

- Varje lager har en specifik uppgift.
- Ett språk som löser en sådan uppgift kallas ett "protokoll".

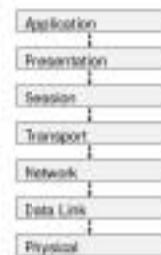
Exempel:

- TCP
- IP
- http
- ftp
- Ethernet

OSI-modellen

- Det finns flera olika modeller för vilka lager som ska finnas för datakommunikation.
- OSI-modellen är en av de mest kända modellen.
- 7 olika lager

Exempel: OSI-modellen



Physical layer

- Ansvarar för att en sänd etta mottages som en etta.
- Frågor i stil med Hur många volt, hur lång tid ska ström/ljusimpulsen vara.

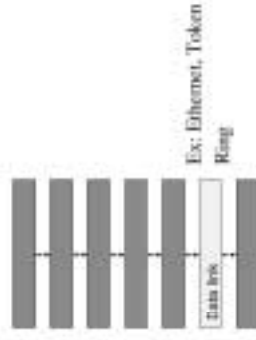
Exempel:



Data link layer

- Flödeskontroll - att en snabb sändare inte dränker mottagaren i data.
- Bestämmer hur långa bitströmmar som ska sändas per gång i lokala nät.
- Hanterar omsändningar om sändningen på det lokala nätet störs.
- Vem får sända?

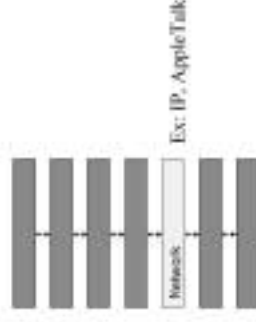
Exempel:



Network layer

- Adressering - Vilken adress har mottagaren och sändaren.
- Routing - Hur ska data hitta från sändaren till mottagaren.
- I broadcastnät (1 -> alla) har network layer i princip ingen funktion.

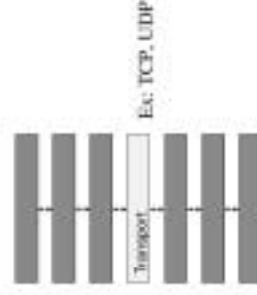
Exempel:



Transport layer

- Se till att allt data kommer fram.
- Se till att ordningen på data bibehålls.

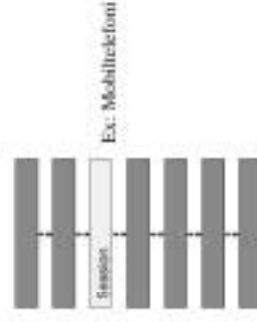
Exempel:



Session layer

- Upprätthålla sessioner mellan två maskiner, t.ex. vid transaktionshantering.
- Återupprätta dataförbindelse om den tillfälligt bryts.
- Används sällan vid "vanlig" internetkommunikation men är vanlig t.ex. i mobiltelefoni där cellbyte ofta sker.

Exempel:



Presentation layer

- Hanterar olika typer av kodningar ("low-endian", "high-endian").
- Kryptering.
- Komprimering.
- Observera att kryptering/komprimering i applikationer såsom zip och pgp inte faller under datakommunikation,

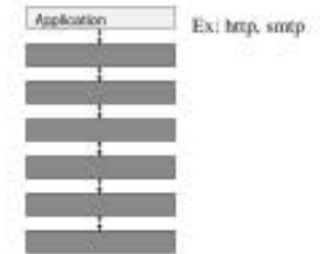
Exempel:



Application layer

- De protokoll som själva applikationerna måste prata.
- Relativt begripligt, även för människor.
- http - överföring av små filer
- smtp - sända email
- pop,imap - hämta email
- ftp - överföra stora filer

Exempel:



Application layer Exempel http

- Http är det protokoll som huvudsakligen används på webben.
- Det används till att hämta små filer (text, bild, ljud), samt att överföra viss data från klient till webserver, t.ex. när man fyller i formulär.

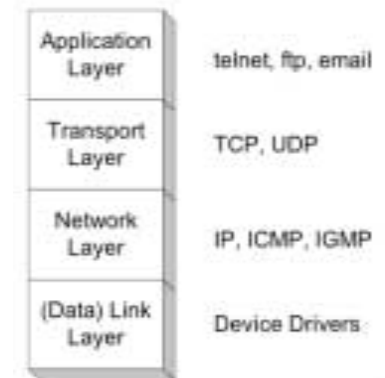
Exempel:

Om man i webbläsaren skriver in <http://www.kth.se/sker> (ungefär) följande:

```
>telnet www.kth.se 80
GET / HTTP/1.0
ACCEPT: */*
User-Agent: Mozilla
[tom rad]
```

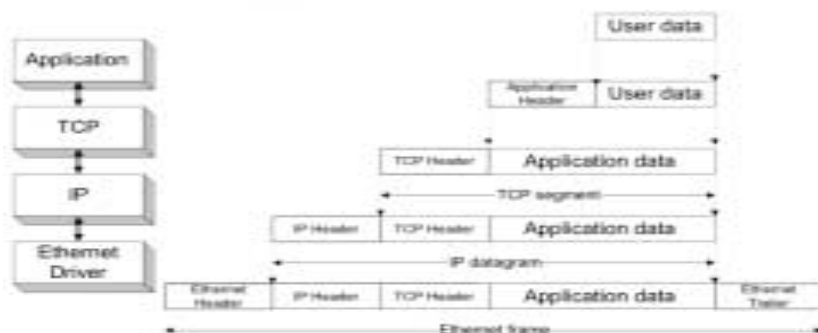
Internets protokollhierarki

- På internet används inte alla sju nivåer som finns i OSI-modellen. Istället används en fyra-lagermodell där presentation och session layer inte används (och där physical layer av någon anledning oftast inte räknas med)



Protokollens "extrainfo"

- Varje protokoll i hierarkin lägger till lite extra data i informationen som skickas över nätverket.



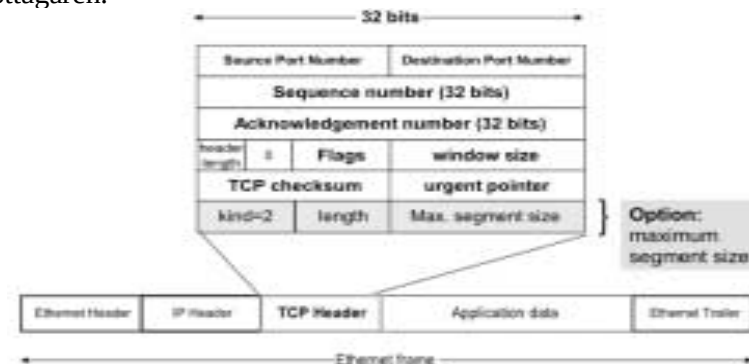
2008-03-20 ingdbt

© Björn Hedin, Inge Frick, NADA/KTH 2002 - 2008

25

TCP

- TCP används för att kunna garantera att data verkligen kommer fram till mottagaren.

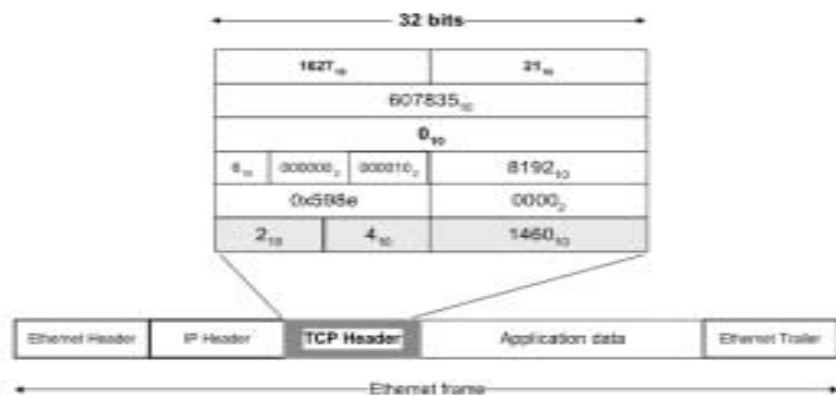


2008-03-20 ingdbt

© Björn Hedin, Inge Frick, NADA/KTH 2002 - 2008

26

TCP: Exempel



2008-03-20 ingdbt

© Björn Hedin, Inge Frick, NADA/KTH 2002 - 2008

27

IP

- En IP-adress består av 32 bitar, ofta uppdelade i fyra delar om 8 bitar vardera.
- Dessa fyra delar kan antaga värdena 0-255
- Varje dator som ska vara åtkomlig från internet måste ha en unik IP-adress.
- Totalt $2^{32} = \sim 4\,000\,000$ st

Exempel:

130.237.21.56

2008-03-20 ingdbt

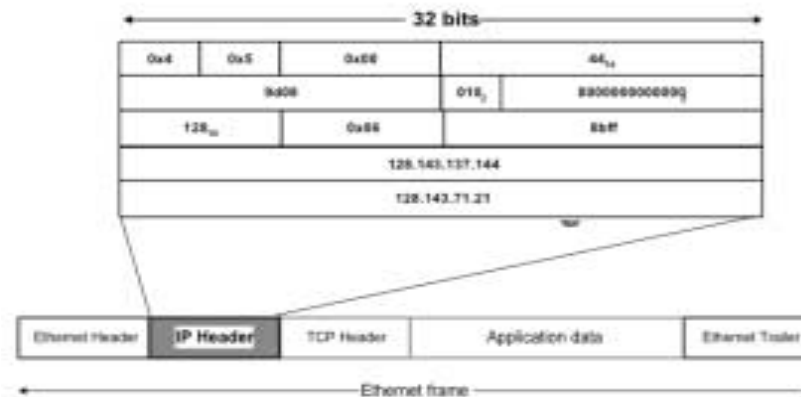
© Björn Hedin, Inge Frick, NADA/KTH 2002 - 2008

28

IP-headers



IP-header: Exempel

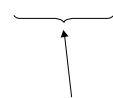


IP:Nätverks- och hostdel

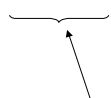
- Siffrorna i början kallas nätverksdelen.
- Siffrorna på slutet kallas hostdelen.
- Nätverksoperatörer tilldelas en nätdel och kan från den fritt dela ut hostdelar till datorer ansluta till operatörens nät.

Exempel:

130 . 237 . 21 . 56



Nätdel för
KTH+SU



Hostdel för
min dator

IP:Nätverksklasser

- IP-adresser är indelade i ett antal nätverksklasser som avgör hur stora näten är.
- Dessa kallas A-nät till F-nät, varav B-nät och C-nät är vanligast.
- A: 8 bitar nät, 24 bitar host
- B: 16 bitar nät, 16 bitar host
- C: 24 bitar nät, 8 bitar host

Exempel:

IP-adresser som börjar med
1-126 är A-nät
128-191 är B-nät
192-223 är C-nät

Ex: 130.237.21.56 = B-nät



IP:Subnätmasker

- Det går att dela in ett nät i flera virtuella subnät. Detta görs med något som kallas "subnätmasker".
- En nätmask avgör vilken del som är hostdelen och vilken del som är nätverksdelen.
- En nätmask uttrycks som ett 32-bitars tal.
- Bitar där nätmasken har en "etta" betraktas som nätverksdelen, en "nolla" tillhör hostdelen, eller kanske enklare uttryckt:
- Alla IP-adresser med identiska värden i nätverksdelen tillhör samma nätverk.

Exempel:

- Vår avdelning hör till KTH:s B-nät. Utan att ha subnätmasker skulle nätmasken se ut
- 255.255.0.0 dvs
- 11111111.11111111.00000000.00000000
- Vi har subnätmasken 255.255.255.0 vilket innebär att även den tredje byten räknas till nätdelen.
- Se exempel sedan för hur man kan avgöra om två datorer finns på samma nätverk, genom att jämföra de två adresserna tillsammans med nätverksmasken.



IP-adresser och hostnamn

- Adresser som 130.237.21.56 är svåra att komma ihåg.
- media.gt.kth.se är lättare att komma ihåg.
- På internet används endast IP under ytan
- Därför finns DNS, Domain Name System som översätter IP-adresser till enklare namn.
- När jag t.ex. skriver www.svd.se så översätts det till en IP-adress. Denna tjänst, en lookup, utförs av en DNS-server.
- Översätta en IP-adress till ett hostnamn kallas reverse-lookup.



IP-adresser och hostnamn (forts)

- En IP-adress kan vara bunden till många hostnamn (t.ex. är namnen humf.su.se, www.humf.su.se och www.popdakar.nu alla kopplade till IP-adressen 130.237.87.179).
- Motsatsen är inte tillåten (i princip).
- Man måste dock alltid veta IP-adressen till den DNS-server man vill använda, dess hostnamn räcker inte. Övning: Varför?



ipv6

- Nästa version av IP är ipv6.
- 128 bitar för adress istället för 32 bitar som i ipv4 som används idag.
- Finns och fungerar, men än så länge inte speciellt spritt.

Portar

- På en dator kan det köras flera olika servertillämpningar, t.ex. webserver, mailserver, filserver, printserver. ftp.
- Eftersom dessa tjänster är åtkomliga via samma IP-adress behöver man kunna skilja på om ett anrop är en webrequest, mailrequest eller något annat.
- Lösningen är att varje tjänst tilldelas ett "portnummer", ett tal mellan 1 och 65000.
- Varje anrop till en IP-adress innehåller även ett portnummer, t.ex. 80 för web och 25 för att skicka mail.
- På serverdatorn tas anropet emot, datorn kontrollerar vilket portnummer som är angivet, och skickar sedan vidare förfrågan till rätt program, dvs mailservern, webservern, filservern mm.
- Obs! En server är ett program, inte en dator!

Domäner

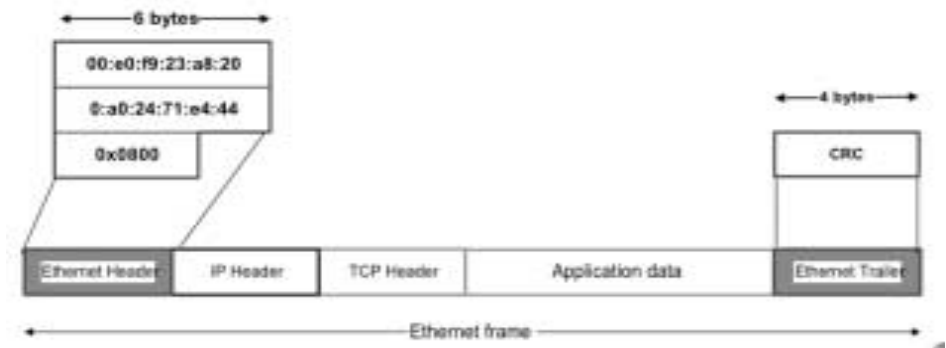
- Exempelvis kth.se är en "domän".
- .se, .com och .nu är så kallade topp-domäner.
- Domäner är hierarkiskt organiserade så att om man tilldelas kontrollen över en domän har man rätt att i den skapa underdomäner (t.ex. gt.kth.se där media.gt.kth.se ligger).

Ethernet

- På lägsta nivån i internetprotokollstacken ligger (oftast) ethernet. Det har till syfte att få data genom en sladd (eller liknande) från en dator till en annan utan att data försvinner på vägen.



Ethernetheader: Exempel



Ett exempel på TCP/IP

- Nu till ett illustrerande exempel.
- Antag att man vill göra en ftp-uppkoppling från humf.su.se till pub.gt.kth.se.



- Vad händer då egentligen på nätverket?

1: Skapa en FTP-session

- Det som "i princip" ska ske är att datorn humf.su.se vill skapa en ftp-session (application layer i OSI-modellen) med datorn pub.gt.kth.se.
- För att göra det används ett protokoll på lägre nivå, TCP-protokollet. När en TCP-förbindelse väl skapats kan ftp-sessionen utföras "ovanpå" TCP-sessionen.

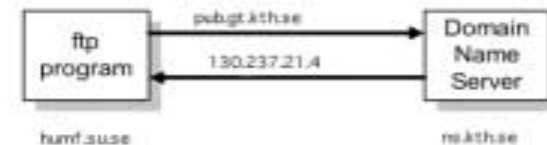


2: Skapa en TCP-förbindelse

- Eftersom TCP inte arbetar med symboliska namn måste adressen pub.gt.kth.se översättas till en fysisk IP-adress om 4 bytes.
- Dessutom måste IP-paketen få en "port-etikett" så att den mottagande datorn vet att det är just en ftp-session som ska påbörjas. Portnummer är två bytes

3: Översätt namnet till en IP-adress

- Översättningen sker genom en s.k. DNS-lookup (Domain Name System)

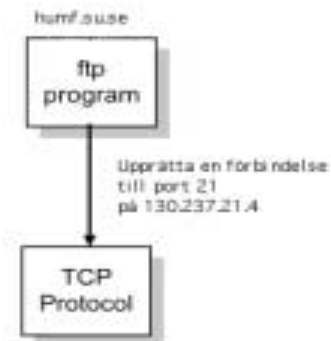


4: Hitta rätt portnummer

- De flesta tjänster har ett "default-portnummer" som anges ifall inget annat anges. FTP har portnummer 21. Klienten anger således port 21 som standard, och servern lyssnar efter ftp-trafik på port 21 som standard. På en unixdator kan man se vilka portar som används i filen `/etc/services`
- Ibland kan man dock använda andra portar, t.ex. för att förvilla eventuella hackers, eller för att man inte har tillräckliga privilegier.
- Några vanliga tjänster/portnummer är:
ftp/21
ssh/22
telnet/23
smtp/25
http/80
pop/110

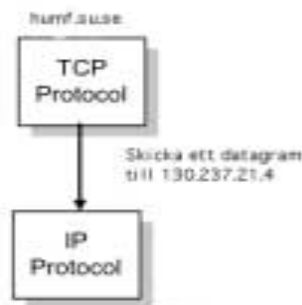
5: FTP-programmet begär en TCP-uppkoppling

- FTP-programmet begär nu att det lokala TCP-protokollet gör en uppkoppling mot port 21 på adressen 130.237.21.4



6: TCP anropar IP

- TCP-protokollet begär att IP-protokollet ska sända ett datagram till 130.237.21.4 med portnummer 21 inlagd på port-platsen i IP-headern. Själva datadelen i IP-paketet innehåller begäran om att öppna en förbindelse.



7: IP-datagrammet skickas till en gateway

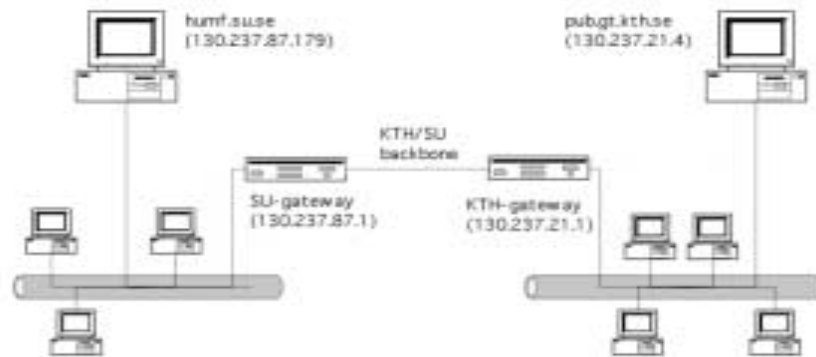
- Om pub.gt.kth.se och humf.su.se ligger inom samma sub-nät skickas datagrammet direkt mellan datorerna. Om de ligger på olika sub-nät måste datagrammet skickas via en gateway.
- För att avgöra om de ligger på samma subnät jämförs de båda de båda datorernas IP-adresser med den subnätmask som är satt på humf.su.se

```

pub:  130.237.21.4   10000010.11101101.00010101.00000100
humf: 130.237.87.179 10000010.11101101.01010111.10110011
mask: 255.255.255.0  11111111.11111111.11111111.00000000
=====
xor när masken = 1  00000000.00000000.01000010.00000000
Resultatet != 0, dvs adresserna ligger ej på samma subnät
  
```

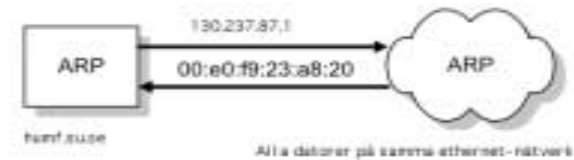
- Eftersom resultatet av XOR-operationen inte blev noll skickas datagrammet istället till default-gateway för humf.su.se vilken är 130.237.87.1
- En gateway sammankopplar två eller flera nät och har till uppgift att skicka vidare information som ska ut respektive in på det lokala nätet.

7 (forts): IP-datagrammet skickas till en gateway



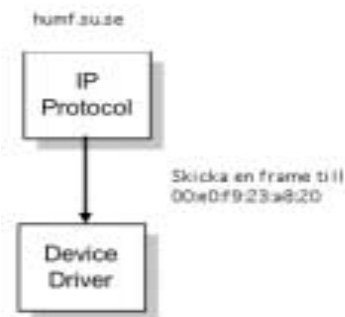
8: Hitta MAC-adressen till önskad gateway

- För att skicka IP-datagrammet till önskad gateway, måste man gå ner ytterligare en nivå i protokoll-hierarkin, till datalink layer, i detta fall ethernet.
- IP-datagrammet paketeras i en Ethernet-frame och skickas till gatewayen.
- Ethernet använder dock andra adresser än IP. Därför måste IP-adressen översättas till en Media Access Control (MAC) Address, vilket är adresserna som ethernet använder. Varje ethernetkort har en unik MAC-adress.
- Uppslagningen sker med hjälp av ARP-protokollet (Address Resolution Protocol)



9: Anropa ethernetkortets device-driver

- IP-protokollet ber sedan ethernetkortets device driver att skicka en *ethernet-frame* till MAC-adressen 00:e0:f9:23:a6:20



10: Skicka en Ethernet-frame

- Ethernetkortets device driver säger nu till ethernetkortet att faktiskt skicka ramen ut "i kabeln".

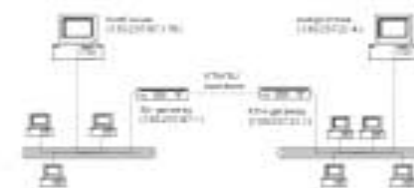


11: Vidarebefordra datagrammet

- SU-routern tar emot datagrammet och plockar ut IP-informationen.
- Den slår sedan upp i sina routing-tabeller vart paketet ska vidarebefordras, och ser där att nästa anhalt på vägen är kth-routern, 130.237.21.1
- SU-routern och KTH-routern ligger på samma nätverk (SUs och KTHs backbone).

12-14: Uppprepning av steg 8-10

- SU-routern hittar MAC-adressen till 130.237.21.1
- SU-routerns ethernetkorts devicedriver anropas med förfrågan om att skicka framen till 130.237.21.1
- SU-routerns nätverkskort skickar framen ut på "tråden" på väg mot KTH-routern.
- OBS! Gatewayen har två olika nätverkskort, med olika MAC-adresser. Det ena är kopplat till det lokala nätet där humf.su.se sitter, det andra är kopplat mot KTH/SU-backbone. Det är det förstnämnda som tog emot paketet och det sistnämnda som skickar paketet vidare.



15: Vidarebefordra datagrammet

- KTH-routern tar nu emot datagrammet och plockar ut IP-informationen.
- Den slår sedan upp i sina routing-tabeller vart paketet ska vidarebefordras, och ser där att nästa anhalt på vägen är ingen annan än slutmålet, nämligen 130.237.21.4 som ligger på ett lokalt nätverk direkt kopplat till routern.

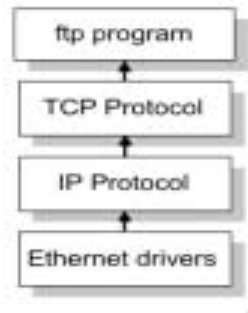


16-18: Uppprepning av steg 8-10

- KTH-routern hittar MAC-adressen till 130.237.21.4
- KTH-routerns ethernetkorts devicedriver anropas med förfrågan om att skicka framen till 130.237.21.4
- KTH-routerns nätverkskort skickar framen ut på "tråden" på väg mot sin slutdestination, 130.237.21.4 eller pub.gt.kth.se vilket är dess alias.

19: Datat når sin slutdestination

- pub.gt.kth.se mottar ethernet-ramen.
- Själva datadelen plockas ut från ethernetramen och skickas uppåt i protokollhierarkin till IP-protokollet
- Datadelen ur IP-datagrammet skickas uppåt till TCP-protokollet
- Slutligen skickas själva ftp-förfrågan vidare till ftp-serverprogrammet (obs. Om man ska vara petig sker det först i efterföljande paket, eftersom detta paket endast syftade till att skapa en TCP-session).



Sammanfattning

- Det går inte att generellt säga att en viss nätverkslösning är bäst. Olika prioriteringar ger olika optimala lösningar.
- Datorer kopplas in i lokala nätverk, som sedan kan kopplas samman i större nätverk. Internet är "det största nätverket".
- För att möjliggöra kommunikation mellan inhomogen hård/mjukvara har man delat in nätverkskommunikation i olika lager med olika ansvarsområden. Dessa lager kommunicerar med varandra med hjälp av standardiserade protokoll eller "språk".
- På internet används paketkopplade nät, vilka kan jämföras med posten. Dessa ger bra utnyttjande av befintlig kapacitet men ger inga garantier.
- I vissa samband är det dock viktigt att vara garanterad en viss "bandbredd". Då kan kretskopplade nät vara att föredra (jfr telefoni)

Sammanfattning

- På internet används protokollet IP för adressering och TCP för att garantera att trafik kommer fram. HTTP-protokollet används för webbkommunikation.
- Alla datorer på internet har en unik IP-adress (undantag om datorn är bakom en proxy).
- För att kunna urskilja vilket program ett visst anrop ska till används begreppet portar tillsammans med IP.
- Eftersom IP-adresser är svåra att minnas kan man koppla domän- och hostnamn till en IP-adress. Översättningen mellan IP-adresser och hostnamn sker med DNS. OBS! All kommunikation på internet sker med IP-adresser, INTE med domännamn.

... och avslutningsvis sådant som ni bör kunna.

- Att sända data från en enhet till en annan enhet kallas för datakommunikation.
- Vanliga mål är att datakommunikation ska vara:
 - Snabb: Så mycket data på så kort tid som möjligt.
 - Pålitlig: Att all data verkligen kommer fram.
 - Säker: Att ingen obehörig kan uppfånga information.
 - Utnyttja tillgängliga resurser väl



Prioritering: Snabbhet

- Snabbhet är viktigast vid ”realtidssituationer”, t.ex. videokonferens, filhämtning och surfning samt när stora mängder ska överföras.
- Snabbheten kan ökas genom att ge avkall på:
 - Pålitligheten: Strunta i kontrollen av om data kom fram.
 - Säkerhet: Strunta i om någon avlyssnar kommunikationen.
 - Resursutnyttjandet: Dela inte ”bandbredden” med någon annan.



Prioritering: Pålitlighet

- Att allt data kommer fram är mindre viktigt i situationer där gammalt data blir inaktuellt, t.ex. vid videokonferenser.
- Mycket viktigt vid filöverföring, surfning, email etc.
- Brukas uppnås genom olika kontrollmekanismer som sänder om data om det ej kvitterats hos mottagaren.



Prioritering: Säkerhet

- Viktigast när ”hemlig” information ska överföras, t.ex. vid inloggningar, banktransaktioner, konfidentiella epostmeddelanden osv.
- Sker oftast genom kryptering vilket tar extra tid och datorkraft i anspråk, dvs snabbheten blir lidande.
- Ett annat sätt är att inte dela nätverket med andra, vilket dock ofta leder till dåligt resursutnyttjande.



Prioritering: Resursutnyttjande

- Hög utnyttjandegrad av tillgänglig bandbredd uppnås genom att många delar på samma nät.
- Problem att garantera att man har tillgång till en viss bandbredd vid ett visst tillfälle, vilket är viktigt vid ljud och videokonferenser.

Lite terminologi

- Hub
 - Kan användas för att koppla ihop flera datorer i ett lokalt nät (LAN). Alla datorerna delar på den tillgängliga kapaciteten, dvs om en dator skickar data kan ingen annan skicka data samtidigt. Billigt.
- Switch
 - Som en hub men flera datorer kan skicka data samtidigt
- Gateway
 - Kopplar ihop två lokala nät. Flera lokala nät som är sammankopplade bildar större nät. Internet är väldigt många lokala nät sammankopplade med gateways.

Lite terminologi (2)

- Router
 - Sitter mellan lokala nät, avgör vilken väg data ska skickas när data ska sändas till andra nät, t.ex. i USA.
- Modem
 - MOdulator/DEModulator. Omvandlar digitala signaler till analoga telefonsignaler och tvärt om
- Kabelmodem
 - Som ett modem, fast istället för telefonnätet används kabelTVnätet
- Proxy
 - Hård/mjukvara som kan (men inte behövs) användas som enda kontaktdator mellan ett lokalt nät och internet. Möjliggör ökad säkerhet, filtrering av oönskad trafik och att flera datorer kan "dela" på samma IP-adress.

Lite terminologi (3)

- Firewall/brandvägg
 - Speciell hårdvara/mjukvara för att öka säkerheten och filtrera bort oönskad trafik. Ofta även proxy.
- Webserver
 - Programvara som kan ta emot förfrågningar från en webbläsare och skicka tillbaka filer. Kan även exekvera program (cgi-script, servlets) som dynamiskt genererar innehåll som skickas tillbaka.
- Web-browser
 - Klienten som kommunicerar med en webserver, t.ex. Explorer, Netscape, Opera, Lynx, Mozilla, Firefox