



Kunnskap for en bedre verden

IT Grunnkurs

Nettverk 2 av 4



Foiler av Yngve Dahl og Rune Sætre

Del 1 og 3 presenteres av Rune, satre@ntnu.no

Del 2 og 4 presenteres av Yngve, yngveda@ntnu.no

Nettverk Oversikt

- Del 1
 - 1. Introduksjon og oversikt
 - (2. Internett-trender)
 - 8. Pålitelighet og kanalkoding
- Del 2
 - 13. LANs, pakker, rammer og topologier
 - 20. Nettverk: Konsepter, arkitektur og protokoller
 - 21. IP: Adressering på Internett
- Del 3
 - 25. TCP: Reliable Transport Service
 - 27. Nettverksytelse. QoS og DiffServ
- Del 4
 - 29. Nettverksikkerhet
 - 32. Internet of Things
 - Repetisjon



Nettverk



13. LANs, pakker, rammer og topologier

Læringspunkter

- Linje-svitsjing kontra pakke-svitsjing
- Typer av pakkenettverk
- Nettverkstopologier
- Adressering i LANs

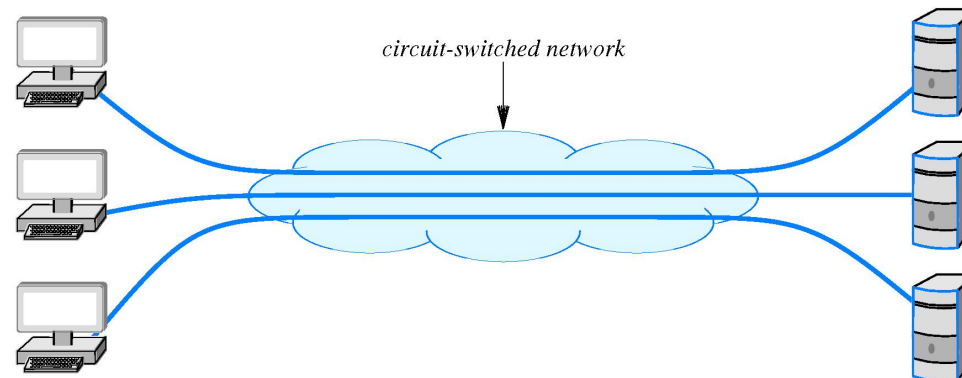
Linje-svitsjing (circuit switching)

- Mekanismer som oppretter en dedikert kommunikasjonskanal mellom sender og mottaker.
- Brukt i f.eks. analoge telefonsystemer.
- Ikke betinget av fysisk forbindelse.

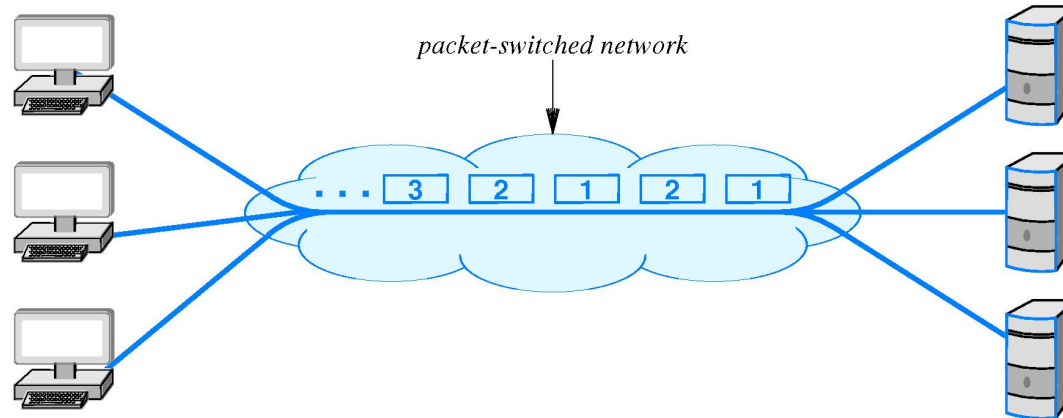


Linje-svitsjing

- Egenskaper som betegner linje-svitsjing:
 - Kommunikasjon mellom to endepunkter.
 - Permanente kanaler kontra midlertidige (svitsjede).
 - Kommunikasjon mellom to parter i linjesvitsjede nettverk påvirkes ikke av kommunikasjon mellom andre.
- Linje-svitsjing gir en illusjon av en isolert fysisk kopling mellom to kommunikasjonsparter. Koplingen opprettes ved behov og avsluttes etter endt bruk.



Pakke-svitsjing



- Kommunikasjonskanalene (mediene) er delt mellom ulike parter.
- Hver melding deles inn i mindre blokker med data. Disse kalles *pakker* eller *datagram*.
- Betegnelsen ramme (engelsk: *frame*) brukes for å spesifiserer pakkeformatet i et gitt nettverk.
 - Hode (metainformasjon) + dataene i meldingen
- Størrelsen på pakkene avhenger av svitsje-teknologi (typisk 1500 bytes).

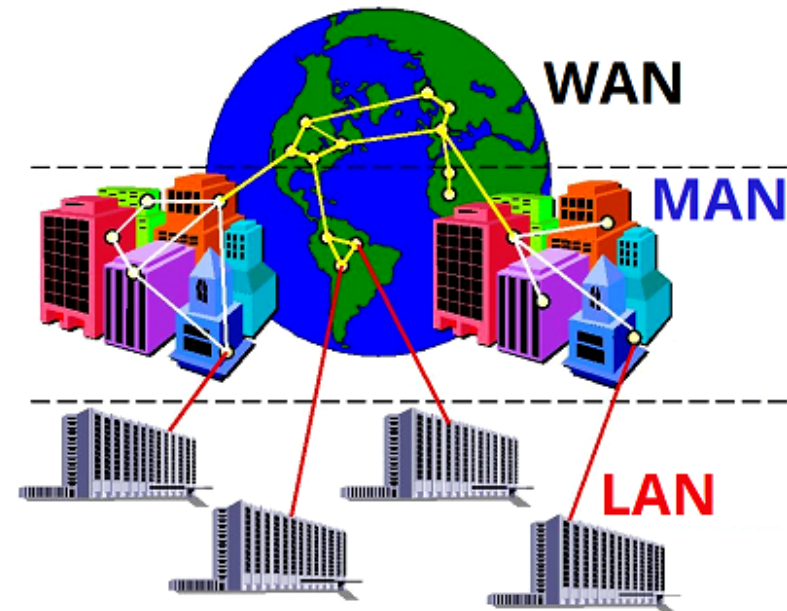
Pakke-svitsjing: Egenskaper

- Sender kan kommunisere med 1..N mottakere samtidig. Mottaker kan motta meldinger fra 1..N sendere samtidig.
- Asynkron kommunikasjon. Kommunikasjon mellom sender og mottaker kan skje når som helst. Forsinkelser håndteres.
- Ingen krav til å sette opp kommunikasjonslinjene: En pakke kan sendes når som helst til hvilken som helst destinasjon.
- Nettverksytelse avhenger av hvor mange sendere som prøver å sende pakker samtidig. Kapasiteten fordeles ikke etter et fast mønster, men etter behov (statistisk multipleksing).

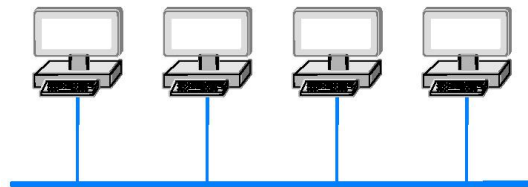
Pakke-svitsjing gir mer effektiv utnyttelse av nettverksressurser.

LAN, MAN og WAN

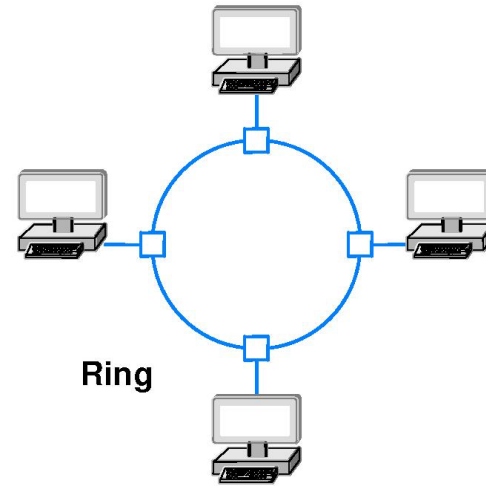
- Pakkesvitsjede nettverk karakteriseres gjerne etter området de dekker:
 - LAN (Local Area Network) dekker typisk et rom eller en bygning.
 - MAN (Metropolitan Area Network) dekker typisk en stor by
 - WAN (Wide Area Network) dekker typisk flere byer
- Desto større dekningsområde desto høyere kostnad.



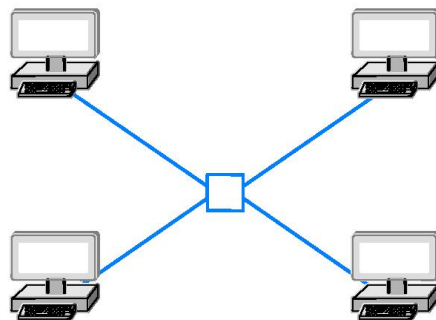
LAN Topologier



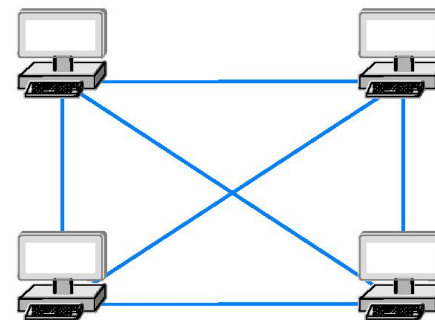
Bus



Ring



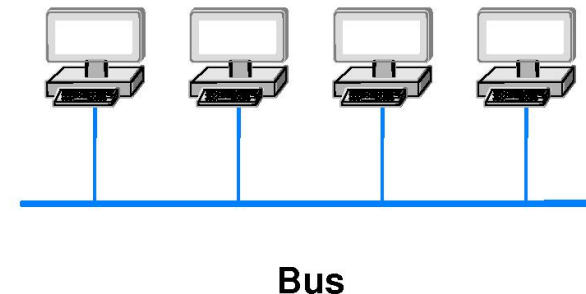
Star



Mesh

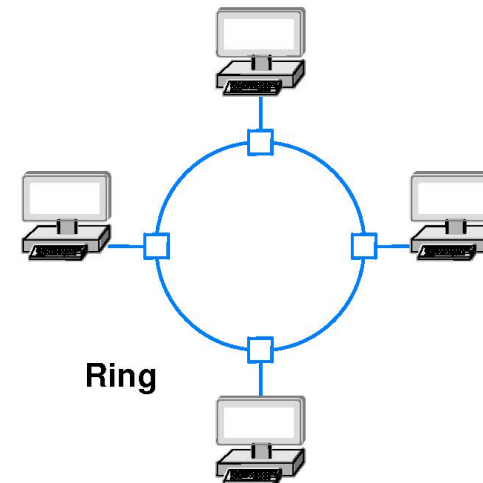
Buss-topologi

- Alle datamaskiner i nettverket er koplet til én felles medium (kabel).
- Hver datamaskin kan sende data til hvilken som helst annen i samme LAN.
- Kun én datamaskin kan sende signaler i gangen (krever koordinering).
- Krever mindre kabling, men ett felles medium gjør nettverket sårbart.



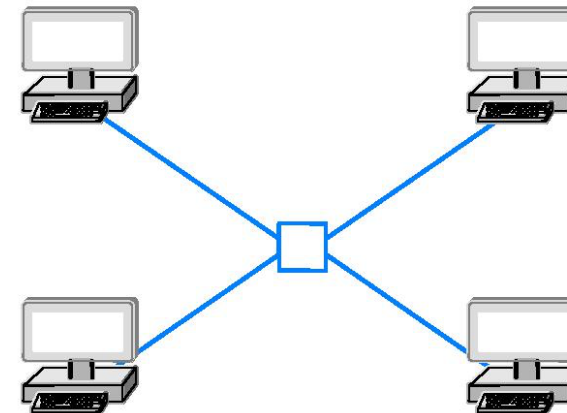
Ring-topologi

- Lukket sløyfe. Pakken sendes gjennom ringen til den når riktig mottaker.
- Enklere å koordinere aksess og detektere nettverksproblemer.
- Sårbart dersom man mister en forbindelse.



Stjerne-topologi

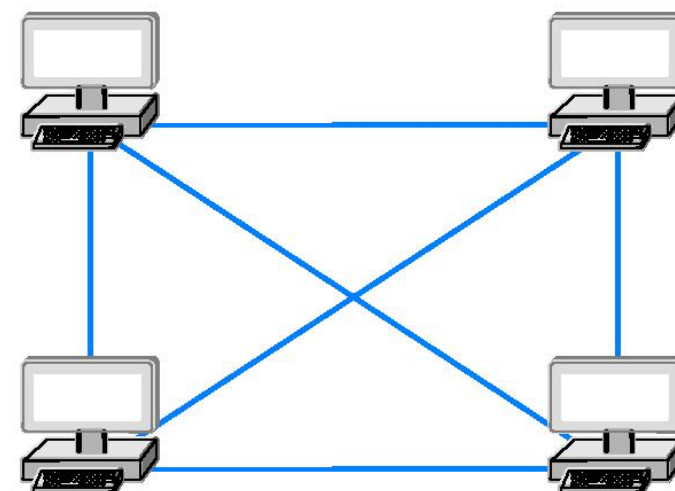
- Datamaskinene er koplet sammen i sentralt punkt. (hub eller switch).
- Hub'en tar i mot data fra sendere og ruter den videre til riktig mottaker.
- Pålitelig. Om en node slutter å virke påvirker ikke dette resten av nettverket.



Star

Mesh-topologi

- Direkte kopling mellom hver datamaskin i nettverket.
- Høy kostnad. Antall forbindelser i et nettverk med n datamaskiner: $(n^2-n)/2$
- Pålitelig. Om en node slutter å virke påvirker ikke dette resten av nettverket.



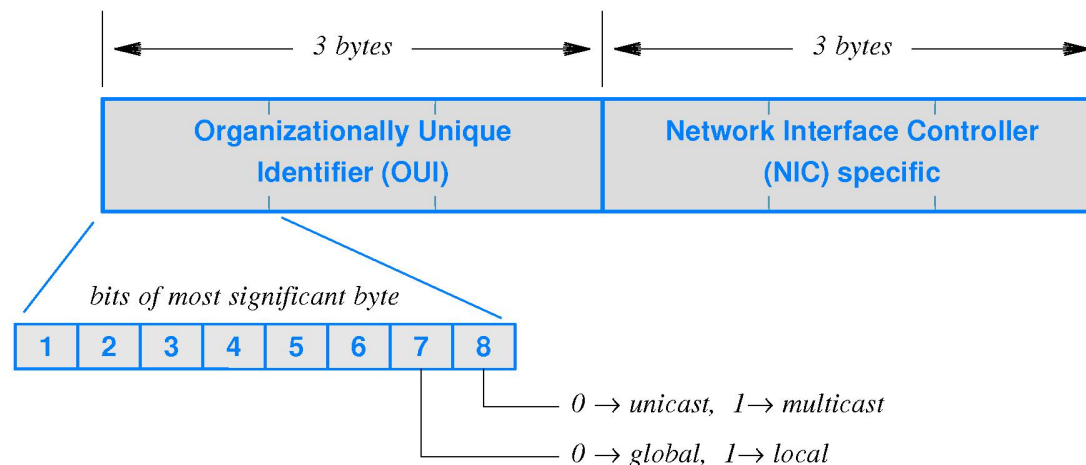
Mesh

Adressering i LANs

- Hver datamaskin i et pakkesvitsjet LAN har en unik adresse: *Media Access Control (MAC) address*.
 - Kalles også *fysisk adresse*, *hardware adress*, m.m.
- Hver pakke inneholder MAC-adressen til avsender-node og mottaker-node.
- Lag 2 i TCP/IP-stacken (Network interface layer) legger til MAC-adresseinformasjon på pakken.

Hva MAC-adressen inneholder

- En MAC-adresse består av en 48 bits binær verdi delt inn i to 3 bytes blokker.
 - Den første blokken (OUI) spesifiserer utstysleverandøren, som får disse tildelt.
 - Den andre blokken (NIC) spesifiserer en unik verdi utstysleverandøren gir den spesifikke maskinvaren.
- Bit nr. 7 i den første blokken spesifiserer om OUI er globalt unik eller lokalt tilordnet (for eksperiment arbeid)
- Bit nr. 8 i den første blokken spesifiserer henholdsvis om adressen er *unicast* (0) eller *multicast* (1).



Unicast, Broadcast, Multicast

- Tre typer adressering som korresponderer til tre type pakkelevering:
 - *Unicast*: Identifiserer en enkelt datamaskin i nettverket. Bare denne skal motta pakken.
 - *Broadcast*: Adresserer alle datamaskiner i nettverket. Alle mottar kopi av pakken.
 - *Multicast*: Identifiserer et subsett av datamaskiner i nettverket. Alle i subsettet mottar kopi av pakken.
- Broadcast kan betraktes som en form for multicast, dvs. et sett som inneholder alle datamaskiner i nettverket.

Oppsummering kapittel 13

- Pakkesvitsjing deler meldinger som skal sendes over et nettverk inn i mindre pakker. Dette bidrar til bedre utnyttelse av nettverksressurser.
- Nettverks om bruker pakkesvitsjing klassifiseres gjerne etter dekningsområde: LAN, WAN, MAN (Local, Wide, Metropolitan Area Network)
- Fire typiske LAN-topologier: *Buss, stjerne, ring og mesh*.
- Hver datamaskin i et pakkesvitsjet LAN har en unik 48-bits adresse: *Media Access Control (MAC) address*. MAC-adressen består av to deler: OUI og NIC.
- *Unicast, broadcast of multicast* er tre typer adressering som brukes i forbindelse med pakkelevering.

Nettverk



20. Nettverk: Konsepter, arkitektur og protokoller

Læringspunkter

- Konseptet *Universelle tjenester*
- Rollen til rutere
- Virtuelle nettverk

Konseptet *Universelle tjenester*

- Ulike nettverksteknologier dekker ulike behov.
 - Eksempel: LANs kontra WANs
- *Universal service*: Tillate kommunikasjon mellom datamaskiner uavhengig av type nettverk de sitter på.
- Internett er en sammenkopling av ulike fysiske nettverk. *Universal service* er et grunnleggende premiss for at Internett fungerer.

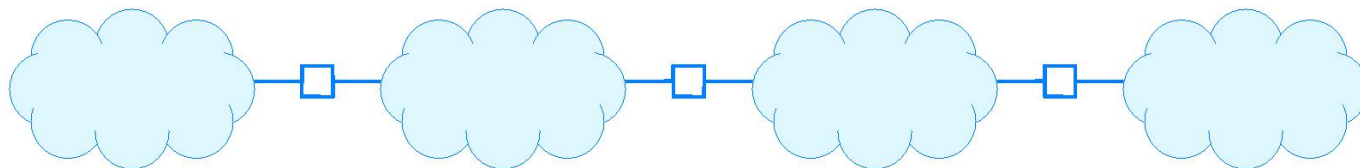
Rutere

- Maskinvare med prosessor, minne og I/O-grensesnitt som brukes for å kople sammen heterogene nettverk.
- Kan kople sammen ulike typer nettverk (f.eks. to LANs, et LAN og et WAN, eller to WANs) og ulike nettverksteknologier (medium, adresseringssystem, rammeformat)
- Bruker protokoller for å støtte kommunikasjon mellom ulike typer nettverk.



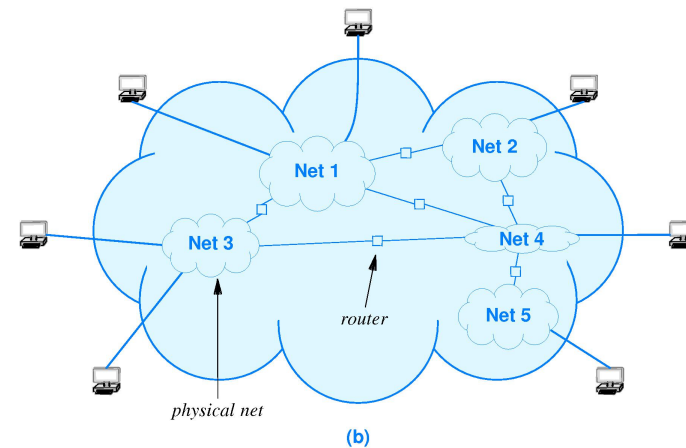
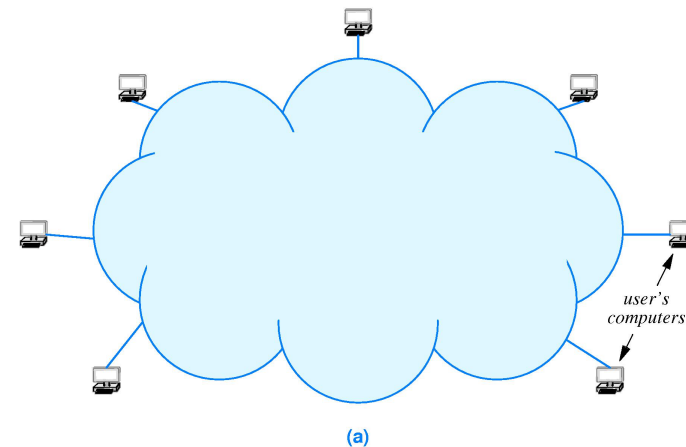
Internett-arkitektur

- Én ruter kan brukes til å kople sammen flere nettverk.
 - Man trenger ikke tre rutere for knytte sammen alle nettverkene i figuren under.
- Det er knyttet ulemper til å bruke bare én ruter for å kople sammen mange nettverk:
 - Forutsetter en kostbar ruter. Ofte mer gunstig med flere små som oppgraderes uavhengig og etter behov.
 - Mindre pålitelighet. Kommunikasjon mellom nettverk blir umulig dersom ruterene krasjer.
- Anskaffelse av rutere i organisasjoner styres gjerne av krav til pålitelighet, kapasitet og kostnad.



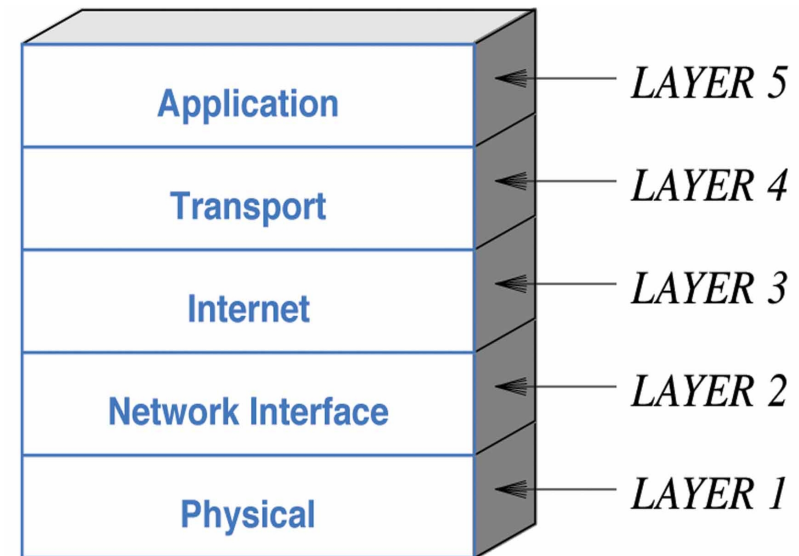
Virtuelle nettverk

- Internett-programvare skaper en illusjon av et enkeltstående, sømløst kommunikasjonssystem bestående av mange datamaskiner.
- Internett er et eksempel på et (verdensomspennende) *virtuelt nettverk*
 - De underliggende kommunikasjonsmekanismene er abstrahert bort.
 - *Brukere* av Internett trenger i mindre grad å forholde seg til dem.
- Illusjonen muliggjøres av TCP/IP.



TCP/IP

- TCP/IP brukes av både verter (hosts) og rutere.
- Lag 3 (IP) spesifiserer:
 - Formatet på pakkene.
 - Mekanismer for å sende pakker fra én datamaskin via rutere, til enn annen.
- Lag 4 (TCP) sørger for pålitelig overføring av data.



Oppsummering kapittel 20

- *Universal service*: Tillate kommunikasjon mellom datamaskiner uavhengig av type nettverk de sitter på.
- En *ruter* er maskinvare som brukes for å kople sammen heterogene kommunikasjonsnettverk.
- TCP/IP har en sentral rolle mht *universal service*.
 - Er med på å skape en illusjon av et enkeltstående, sømløst kommunikasjonssystem bestående av mange datamaskiner.
 - Benyttes av både verter (hosts) og rutere.

Nettverk



21. IP: Adressering på Internett

Læringspunkter

- IP-adressering
- Adresse-masker (subnet-masker)
- IPv4, IPv6

IP-adressering

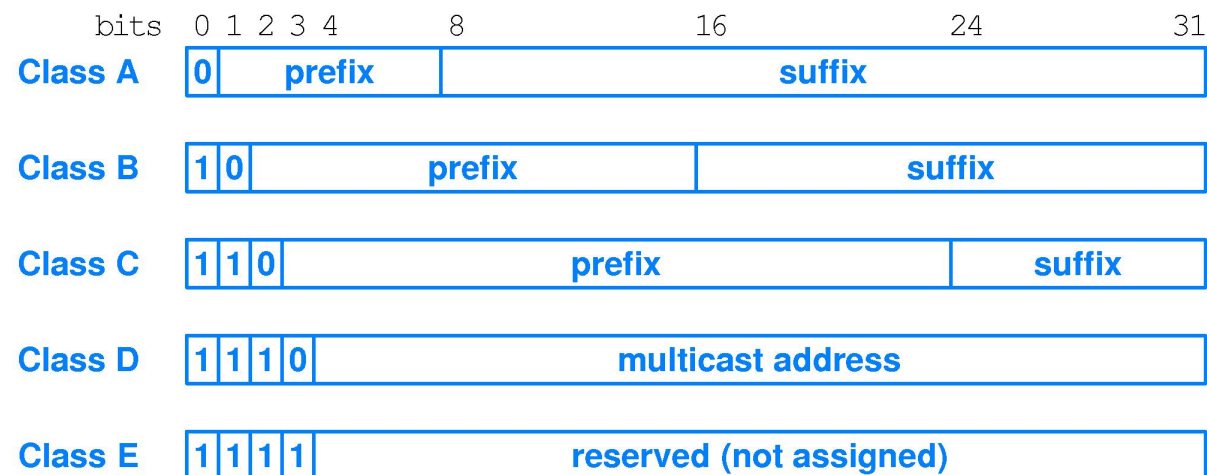
- Internett er en abstraksjon; en illusjon av ett enkelt, stort kommunikasjonsnettverk.
 - Protokoll-programvare har en sentral rolle i å skape denne illusjonen.
 - Designere kan velge adresser, pakkeformater, og bestemme hvordan data skal sendes uavhengig av den underliggende maskinvaren.
- For at abstraksjonen skal fungere må alle datamaskiner på internett ha:
 - Felles adresseringsformat.
 - Unik adresse (MAC-adressen er generelt kun tilgjengelige innenfor samme lokalnett)
- *IP-adressering* sørger for at en kan sende data til alle maskiner på internett
 - Sender merker pakken med IP-adressen til mottaker (i tillegg til egen IP-adresse).
 - IP-protokoll-programvare sørger for at pakken når frem.

IP-adressering

- En IPv4-adresse består av 32 bits og har et *prefiks* og et *suffiks* som tilsammen gir en unik adresse.
- IP-prefikset identifiserer det unike fysiske nettverket (nettverksnummeret) en datamaskin er tilknyttet.
- IP-suffikset identifiserer en spesifikk datamaskinen på nettverket.
- Fordeling av nettverksnummer må håndteres globalt (av ICANN). Fordeling av suffikser kan håndteres lokalt.

Den originale IP-adresseringsmåten (*Classful IP addressing*)

- Dilemma: Mange nettverk med begrenset størrelse (flere prefiks-bits) eller færre nettverk med stor størrelse (færre prefiks-bits).
- For å løse dilemmaet ble IPv4 adresse-området delt inn i tre primærklasser (A, B og C). Med ulike størrelser på prefiks og suffiks.
- De første fire bits i en adresse spesifiserer klassen og prefiks/suffiks-inndelingen.



IPv4 Dotted Decimal Notation

- *Dotted Decimal Notation* er en uttrykksform som gjør det lettere å lese, skrive og snakke om IP-adresser.
- Hver 8-bits seksjon av adressen uttrykkes som et desimaltall og separeres med punktum.
- Minste verdi i hver 8-bits seksjon er "0" (åtte 0er); høyeste verdi er "255" (åtte 1ere)

32-bit Binary Number				Equivalent Dotted Decimal
10000001	00110100	00000110	00000000	129 . 52 . 6 . 0
11000000	00000101	00110000	00000011	192 . 5 . 48 . 3
00001010	00000010	00000000	00100101	10 . 2 . 0 . 37
10000000	00001010	00000010	00000011	128 . 10 . 2 . 3
10000000	10000000	11111111	00000000	128 . 128 . 255 . 0

IPv4 Subnetting og klasseløs adressering

- *Classful IP adressering* utnyttet ikke adresseplassen godt nok. Behov for finere prefiks-/suffiksinndeling.
- *Subnetting og klasseløs inndeling* ble lagd for å overkomme begrensinger mht IPv4s klasseinndeling.
 - Tillater vilkårlig deling mellom prefiks og suffiks (unngår å kaste bort adresseplass).
 - En tjenestetilbyder på Internett kan dele ut prefiks med passelig størrelse.

Subnett-masker (adresse-masker)

- En *subnett-maske* deler en IP-adresse inn i nettverks- (prefiks) og host-adressen (suffiks). Verter og rutere må lagre subnett-masken.
- En subnett-maske er en 32-bits verdi hvor
 - "1" spesifiserer hvilke bits av en IP-adressen som utgjør prefiks.
 - "0" spesifiserer hvilke bits av IP-adressen som utgjør suffiks.
- Ved å bruke en bit-for-bit logisk AND-operasjon på IP-adressen og subnett-masken finner protokollen ut hva som er nettverks- og host-adressen.

	Binary form	Dot-decimal notation
IP address	11000000.10101000.00000101.10000010	192.168.5.130
Subnet mask	11111111.11111111.11111111.00000000	255.255.255.0
Network prefix	11000000.10101000.00000101.00000000	192.168.5.0
Host part	00000000.00000000.00000000.10000010	0.0.0.130

Prefiks

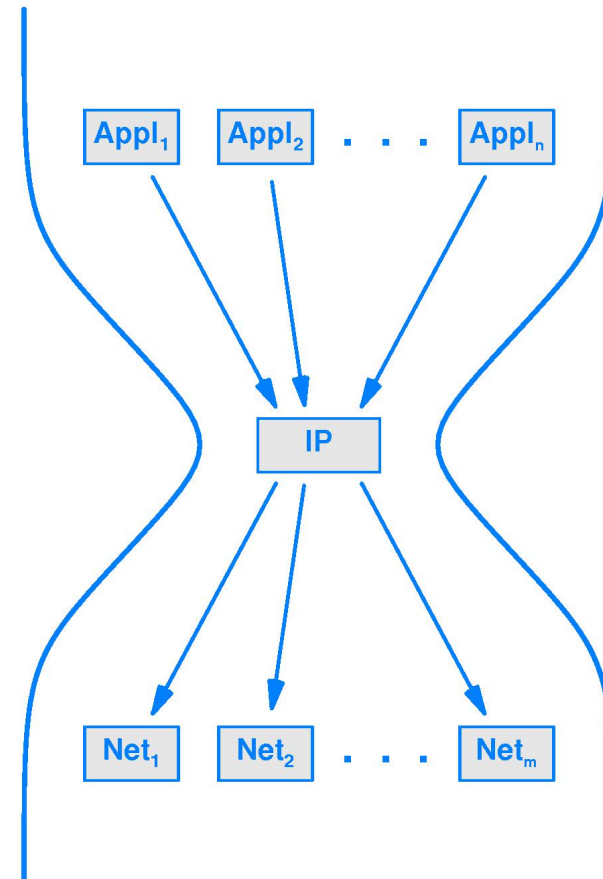
Suffiks

Classless Inter-Domian Routing (CIDR)-notasjon og IPv4

- Utvidelse av *dotted decimal notation*.
- En adresse og en maske kan spesifiseres ved hjelp av en adresse og en "/" fulgt av et nummer.
- Nummeret (m) spesifiserer antall venstrejusterte 1-bits i masken
 - ddd.ddd.ddd.ddd/m
 - Eksempel: 192.5.48.69/26 spesifiserer en maske på 26 bits

Fra IPv4 til IPv6

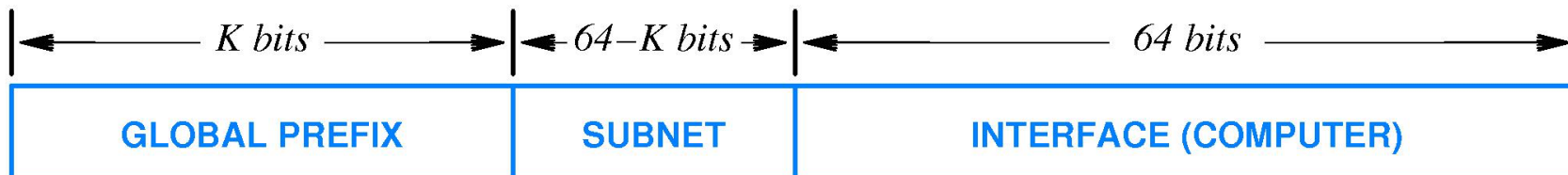
- Internett er i en transisjon fra IP versjon 4 til IP versjon 6.
- Størrelsen på Internett mer en fordobles hvert år.
- Behovet for IPv6 er knyttet til at veksten av Internett har skapt mangel på mulige IP-adresser.
 - Fra 32 bits (IPv4) til 128 bits (IPv6).
- Høy kostnad
- Endring av IP medfører en endring av hele Internett.



IPv6-adressering

IPv6 benytter et tre-nivås hierarki med mht til adresser:

- *Globalt (unikt) prefiks* (tilordnet en organisasjon). Størrelse på IPv6 prefiks kan variere (tilsvarende som IPv4)
- *Subnet* (nettverk). Størrelse på subnet og prefiks er 64 bits.
- *Vert* (en bestemt datamaskin på nettverket). Fast størrelse på 64 bits.



IPv6-adressering

- Gir mulighet for adresser som bare kan brukes innenfor et bestemt nettverk og som er begrenset til en organisasjon.
- Har ikke en spesiell adresse for *broadcast* – benytter *multicast*.
- Hver IPv6 adresse har er én av tre basistyper
 - Unicast: korresponderer til en bestemt datamaskin. Pakker som sendes til adressen rutes langs den korteste veien.
 - Multicast: korresponderer til et sett med datamaskiner. En kopi av hver pakke sendes til alle i settet. Settet kan endres.
 - Anycast: korresponderer til et sett med datamaskiner med felles prefix. Pakker sendes til én av disse datamaskinene.

IPv6 Colon Hexadecimal Notation

- Forenkler måten vi skriver IPv6-adresser på.

Følgende 128-bits adresse skrevet med *dotted decimal notation*:

105.220.136.100.255.255.255.255.0.0.18.128.140.10.255.255

forenkles ved å gjøre om hver gruppe av 16 bits til hexadesimal verdier (med ":" som skilletegn):

69DC:8864:FFFF:FFFF:0:1280:8C0A:FFFF

- *Zero compression* reduserer kompleksiteten ytterligere, ved å erstatte serier med "0" med to ":". For eksempel, kan adressen:

FF0C:0:0:0:0:0:0:B1 forenkles til FF0C::B1

Oppsummering

- For å skape en illusjon av ett sammenhengende, sømløst nettverk bruker Internett en uniform adressering: IP-adresser.
- IPv4 bruker 32-bits adresser som deles inn i prefiks (nettverksnummer) og suffiks (host).
 - *Classfull IP adressering*: Antall bits som definerer prefiksen er forhåndsatt (avhengig av klassen)
 - Ved bruk av klasseløsinndeling og subnet-masking kan antall bits som definerer prefiks være vilkårlig. Gir bedre utnyttelse av adresse-rommet.
- Transisjon fra IPv4 til IPv6.
- IPv6 bruker 128-bits adresser som deles IP-adressen inn i prefiks, subnett og host.

Nettverk Oversikt

- Del 1
 - 1. Introduksjon og oversikt
 - 2. Internett-trender
 - 8. Pålitelighet og kanalkoding
- Del 2
 - 13. LANs, pakker, rammer og topologier
 - 20. Nettverk: Konsepter, arkitektur og protokoller
 - 21. IP: Adressering på Internett
- Del 3
 - 25. TCP: Reliable Transport Service
 - 27. Nettverksytelse. QoS og DiffServ
- Del 4
 - 29. Nettverksikkerhet
 - 32. Internet of Things
 - Repetisjon

