

Kapittel 2

Grunnprinsipper

Læringsmål: Etter å ha lest dette kapitlet skal du

- kjenne til hvorfor vi trenger standarder, og fordeler og ulemper med disse
- ha lært om ulike standardiseringsorganisasjoner og deres arbeidsområder
- ha lært om oppbyggingen av lagdelte referansemodeller og forstå hensikten med disse
- ha lært prinsippene for hvordan et pakkesvitsjet nettverk fungerer
- kjenne til prinsippene for klient–tjener-kommunikasjon

2.1 Grunnprinsipper

I dette kapitlet skal vi se nærmere på en del grunnprinsipper i forbindelse med datakommunikasjon. Vi skal se på hvilken rolle standardisering og standardiseringsorganisasjoner spiller. For å kunne forklare hvordan kommunikasjonsprosessen foregår, trenger vi kommunikasjonsmodeller. Med utgangspunkt i disse kan vi dele opp hele prosessen i mindre biter og se nærmere på disse. Vi skal kikke på prinsippene for hvordan pakkesvitsjede nettverk fungerer. Hva skjer når en pakke slippes ut på nettet, og hvordan kommer den frem til riktig mottaker? Videre ser vi på prinsippene for klient-tjener-kommunikasjon. Hvilke egenskaper har en klient, og hvilke egenskaper har en tjener?

Disse temaene gjennomgås først, fordi senere kapitler bygger på disse prinsippene.

2.2 Standardisering

I dataverdenens barndom ble det utviklet svært mange ulike virkemåter for datamaskiner. Hver enkelt produsent hadde sin egen løsning for hvordan datamaskinene virket. Dette gikk uten problemer da maskinene i hovedsak stod for seg selv og ikke skulle kommunisere med andre. Etter hvert som vi begynte å kople sammen datamaskiner i ulike nettverk, oppstod det et behov for kompatibelt utstyr. Det vil si datamaskiner man kan kople sammen, og som kan kommunisere uavhengig av leverandør av maskin- og programvare. Etter hvert begynte man også å kople sammen ulike nettverk som skulle kommunisere. Det førte til et enda sterkere behov for å lage felles løsninger. På bakgrunn av dette ble det etter hvert utviklet standarder, slik at produsentene kunne lage utstyr som fungerte i henhold til disse. Da kunne man kople sammen utstyr fra ulike produsenter og få dette til å fungere uten de helt store problemene.

Standardisering har vært en forutsetning for den raske utviklingen vi har hatt innen datakommunikasjon frem til i dag. Dette til tross for at utviklingen av nye standarder vanligvis er en tidkrevende prosess som kan ta opptil flere år. Hvor lang tid det tar, er avhengig av hvor omfattende standarden er, og kan variere mye. Ikke alle standarder har blitt utviklet på denne tradisjonelle måten. Det finnes også såkalte de-facto-standarder som for eksempel TCP/IP. Slike standarder blir til uten å ha vært gjennom den formelle standardiseringsprosessen, ved at de ganske enkelt blir allment akseptert.

Vi har også enkelte ulemper i forbindelse med standarder. Siden prosessen med å utvikle nye standarder er såpass tidkrevende, kan det hindre at ny teknologi tas i bruk. Mange brukere er såpass konservative at de ikke ønsker å ta i bruk ny teknologi før den er standardisert. Det betyr at de holder seg til den gamle teknologien og venter med å ta i bruk det som er nytt. Dersom standardiseringsprosessen tar lang tid, forsinkes dermed utviklingen. Dessuten kan det være utviklet enda nyere teknologi innen den forrige er ferdig standardisert. Standardisering kan altså i enkelte tilfeller være i veien for den videre utviklingen.

Når det gjelder standarder, kan man jo stille seg spørsmålet om hvorfor ikke «den beste løsningen» blir valgt som standard. Det henger sammen med at det ikke eksisterer en standard som er best i alle sammenhenger. Alle de ulike standardene som finnes, har sine styrker og svakheter, og vi må vurdere i hvert enkelt tilfelle hvilken standard vi ønsker å bruke. Svaret er avhengig av hva slags egenskaper vi er på jakt etter, og vil derfor variere. Dessuten må vi ta hensyn til individer, bedrifter og nasjoner, som alle har særinteresser innenfor kommunikasjon. Dette gjenspeiles i hvordan standardene utvikles. Dersom en standard utviklet i ett land ble vedtatt som verdensstandard, ville dette landet få et enormt konkurransefortrinn fremfor alle andre land. Så her er det mange interessegrupper som forsøker å ivareta sine egne interesser.

Hvem er det så som avgjør hvilke standarder som utvikles? Jo, det kan være bedrifter som er tidlig ute med ny teknologi, eller som får et slags monopol. Dersom deres løsning blir allment akseptert, kan de sette de-facto-standarder. Brukere kan påvirke standarder gjennom å velge å satse på en bestemt teknologi. Dette har blant annet i stor grad påvirket utviklingen av TCP/IP-protokollfamilien. Eller brukerne kan påvirke utviklingen gjennom å arbeide innenfor enkelte av de store internasjonale standardiseringsorganisasjonene. Mange bedrifter låner ut ansatte for å arbeide innen slike organisasjoner for å fremme nettopp deres egne løsninger, og for å vite hvor utviklingen går videre.

2.3 Standardiseringsorganisasjoner

Her skal vi se nærmere på noen av de viktigste standardiseringsorganisasjonene vi bør kjenne til i forbindelse med datakommunikasjon. Vi har valgt ut fem internasjonale organisasjoner som dekker de mest sentrale områdene innenfor dette temaet, men det finnes mange flere.

- ISO – International Organization for Standardization
- ITU – International Telecommunication Union
- IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers
- IETF – The Internet Engineering Task Force
- W3C – World Wide Web Consortium

For å bli bedre kjent med hver av disse fem organisasjonene trenger vi noen knagger å henge informasjonen på. Vi skal derfor se nærmere på følgende hovedpunkter for hver organisasjon:

- Hvem kan være medlemmer?
- Hvordan er de organisert?
- Hvilken arbeidsform bruker de?
- Hvilket arbeidsområde har de hovedfokus på?
- Hvordan distribuerer de resultatene av sitt arbeid?

2.3.1 ISO

Medlemmene: Medlemmene i ISO er delt opp i tre ulike kategorier:

- «Member bodies» består av en nasjonal standardiseringsorganisasjon fra hvert land. Hvert medlem har fulle rettigheter til å delta i standardiseringsarbeidet og stemmerett i alle tekniske og strategiske komiteer. Cirka 100 ulike land er medlemmer, for eksempel tyske DIN, amerikanske ANSI og norske Standard Norge.
- «Correspondent members» består av organisasjoner i ulike land som ikke arbeider med nasjonale standarder. Slike medlemmer kan ikke delta aktivt i arbeidet eller avstemninger. De har kun rettigheter til å bli orientert om arbeidet de har interesse av.
- «Subscriber member» består av land med dårlig økonomi. Disse betaler redusert medlemsavgift for å kunne holde kontakten med internasjonalt standardiseringsarbeid.

Organisering: ISO består av cirka 230 tekniske komiteer med sine underkomiteer og arbeidsgrupper. Arbeidsgruppene har over 100 000 «frivillige», som deltar i de ulike gruppene. Ofte er de «frivillige» plassert der av sine arbeidsgivere. Det er fordi de ønsker å holde seg orientert om nye standarder som kommer, og fordi arbeidsgiverne er interessert i påvirke prosessen i retning av å få «sin» løsning vedtatt.

Arbeidsform: Forslag til standarder sirkuleres til alle med fullverdig medlemskap, som har seks måneder til å gi merknader. Hvis man får «bred tilslutning», forberedes et utkast (draft), som etter flere høringsrunder eventuelt kan vedtas som en internasjonal standard.

Arbeidsområde: Dette omfatter alt som kan standardiseres, ikke bare innenfor elektronikk, men også ned til skruer og muttere. Det er også mulig å bli ISO-sertifisert etter en del av disse standardene. ISO er medlem av ITU-T og samarbeider ofte med dem på teleområdet. ISO kan adoptere det andre har utviklet, og definere dette som en verdensstandard. Et kjent eksempel er IEEE's LAN-standard 802, som har fått betegnelsen ISO 8802.

Distribusjon av materiale: Materialet distribueres gjennom de nasjonale standardiseringsorganene. For oss er dette Standard Norge.

Merknad: Vi får mest befatning med ISO gjennom deres referansemodell for lagdeling, OSI (Open Systems Interconnection).

2.3.2 ITU

Medlemmene: Medlemmene i ITU er regjeringer, som representerer sitt land, industrikonsern og andre private organisasjoner som arbeider innenfor telekommunikasjon. På bakgrunn av historikken – ITU er en gammel organisasjon – og størrelsen til denne organisasjonen er medlemmene sikre på å bli hørt. Når en beslutning er tatt i dette forumet, påvirker det utviklingen i et globalt perspektiv. I dag

snakker vi om 189 ulike land som har status som «Member States». Videre har vi over 620 organisasjoner som har status som «Sector Members».

Organisering og arbeidsform: ITU er i utgangspunktet delt opp i tre hovedgrupper/områder:

- Radiokommunikasjon (ITU-R, 7 studiegrupper)
- Standardisering av telekommunikasjon (ITU-T, 13 studiegrupper)
- Utvikling av telekommunikasjon (ITU-D, 2 studiegrupper)

Hver gruppe arbeider gjennom konferanser og møter for å danne basis for hvordan globale telekommunikasjonssystemer skal fungere. Såkalte studiegrupper utarbeider detaljerte forslag som fører frem til en ITU-anbefaling. I dag finnes det 22 slike studiegrupper fordelt på de tre hovedgruppene. Denne organisasjonen produserer årlig cirka 550 nye anbefalinger.

Arbeidsområde: ITU arbeider for å påvirke den videre utviklingen av det tradisjonelle telenettet på internasjonalt nivå. I løpet av de siste tiårene har det vært en enorm utvikling på denne fronten. Raske, pålitelige nettverk har nå blitt en nødvendighet for at vi skal kunne drive utveksling av informasjon, elektronisk handel og diverse banktjenester verden over. ITU-T utvikler såkalte bokstavstandarder, for eksempel X.25, V.24, H.323.

Distribusjon av materiale: Dokumentene publiseres som anbefalinger (Recommendations) og kan kjøpes på Internett eller i papirform.

Merknad: ITU er en av de eldste internasjonale organisasjonene vi har. De har sine røtter i regulering og utvikling av det offentlige telenettet og er en tung organisasjon med omfattende prosesser. Internett, derimot, er utviklet med tradisjon fra dataverdenen, som har en helt annen og mye raskere kultur for utvikling. Internett og dets organisasjoner kan fremstå som konkurrenter til ITU i utvikling av morgendagens kommunikasjonsform.

2.3.3 IEEE

Medlemmene: IEEE har over 365 000 medlemmer fra anslagsvis 175 ulike land. IEEE er en organisasjon der også studenter kan være medlemmer, og har per i dag over 68 000 studentmedlemmer. Organisasjonen har som mål å fremme ingeniøraktivitetene i forbindelse med å skape, utvikle, integrere, dele og bruke kunnskap om elektroteknikk og informasjonsteknologi og vitenskap. IEEE er en non-profit-organisasjon. IEEE har i tillegg til medlemmene en del heltidsansatte, som skal støtte opp under medlemmenes aktiviteter.

Organisering og arbeidsform: IEEE er organisert i cirka 40 «Societies and Technical Councils», og hvert av disse områdene har igjen en rekke undergrupper av tekniske komiteer. IEEE har gunstige ordninger for studentmedlemskap. Det koster cirka kr 150 per år. Blant annet ved NTNU finnes det en egen studentavdeling. Arbeidsformen er overveiende å danne nettverk av profesjonelle og gjennom dette

nettverket påvirke utviklingen. IEEE organiserer over 300 konferanser årlig og publiserer mange artikler og tidsskrifter.

Arbeidsområde: IEEE er ledende innen tekniske områder som utvikling av data-maskiner, biomedisinsk teknologi, telekommunikasjon, elektrisitet, romfart og forbrukerelektronikk. Generelt alt innenfor elektrisitet og elektronikk.

Distribusjon av materiale: IEEE har over 900 standarder som er i bruk, og cirka 700 nye under utvikling. Publikasjoner (standarder) kan kjøpes på Internett, eventuelt sammen med bøker og selvstudiekurs.

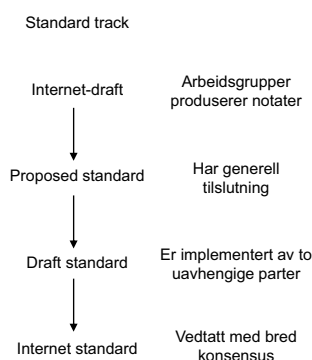
Merknad: Vi kommer først og fremst i kontakt med IEEE på lenkelaget og i forbindelse med standarder for LAN-kommunikasjon.

2.3.4 IETF

Medlemmer: IETF er i utgangspunktet en organisasjon som ikke krever medlemskap. Organisasjonen består av en relativt stor samling av personer med veldig ulik bakgrunn. Det kan være nettverksdesignere, operatører, brukere og forskere som er interessert i den videre utviklingen av Internett. Utviklingsarbeidet i IETF gjøres i ulike arbeidsgrupper.

Organisering og arbeidsform: IETF er delt i åtte arbeidsområder som hver har mellom 3 og 30 arbeidsgrupper. For å delta i utviklingsprosessene begynner man å arbeide aktivt i en eller flere arbeidsgrupper og ber om å bli lagt til de riktige e-post-listene. Mesteparten av arbeidet utføres via e-post, og IETF avholder møter kun tre ganger i året.

Arbeidsområde: Arbeidsområdet omfatter Internett som nettverk, applikasjoner, ruting, transport, sikkerhet og lignende. IETF ønsker å identifisere operasjonelle og tekniske problemer i forbindelse med Internett og komme med forslag til løsning på disse. Alle standarder som utvikles, kalles «Request for Comments» (RFC) og nummereres fortløpende. På websidene til IETF finner du en liste over alle RFC-er.



Figur 2.1 Standardiseringsprosessen i IETF

IETFs arbeidsform er en stor dugnad for utvikling av kommunikasjon på Internett. Standardiseringsprosessen er dokumentert i RFC 2026 og er fremstilt på figur 2.1.

Distribusjon av materiale: Materialet er fritt tilgjengelig på Internett i form av RFC-er. Dette er kostnadsfritt, da innholdet er produsert i beste dugnadsånd.

Merknad: Gjennom sin arbeidsform og filosofi har IETF sørget for at utvikling innen Internett har holdt et mye høyere tempo enn i telekomverdenen. Dette har blant annet gitt utslag som at ITU-T sin «tunge, men komplette» X.400-standard for e-post helt har forsvunnet i skyggen av IETFs standard for e-post på Internett.

2.3.5 W3C

Medlemmer: Medlemsmassen i W3C består av en kombinasjon av medlemsorganisasjoner, heltidsansatte og andre interessegrupper som arbeider sammen for å utvikle webstandarder. W3C åpner også for individuelle medlemmer, men har ikke noe apparat for å takle mange slike. Alle organisasjoner som arbeider med webteknologi, vil tjene på å være medlemmer. Det kan dreie seg om webbaserte produkter, produkter som utvikles etter W3C-spesifikasjoner, eller ulike typer forskning i forbindelse med web. W3C har som mål å utvikle protokoller og retningslinjer, for på lang sikt å sikre vekst og å kunne utnytte potensialet i World Wide Web. Blant annet har de et mål om at web skal være tilgjengelig overalt, på alt mulig av teknisk utstyr.

W3C er et internasjonalt industrikonsern lokalisert ved Massachusetts Institute of Technology Laboratory for Computer Science i USA (MIT), ved Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique i Europa (INRIA) og i Keio University Shonan Fujisawa Campus i Japan. For organisasjoner med omsetning mindre enn 52 millioner euro koster medlemskapet cirka 6 000 euro årlig.

Arbeidsområde: W3C arbeider med bruk av web og har røtter tilbake til CERN-organisasjonen, hvor webteknikken oppstod. Vi skiller mellom fem ulike hovedområder det arbeides innenfor:

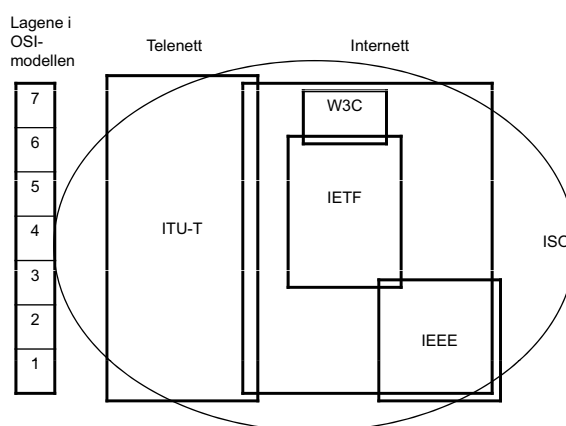
- Arkitektur: The Document Object Model, internasjonalisering, URI, XML
- Interaktivitet: HTML, stylesheet, MathML
- Teknologi og samfunn: P3P, sikkerhet, XML, nøkkeladministrasjon
- Webtilgjengelighet: Retningslinjer for nettlesere, multimediaspillere, editorer
- Kvalitetssikring: Kvalitetssikrer standardene som utgis

Organisering og arbeidsform: Hvert av de fem hovedområdene har 4–10 undergrupper. De heltidsansatte (over 60 forskere og ingeniører) i organisasjonen leder gruppenes arbeid. Standardene som utvikles, har navn av typen HTTP og XML.

Distribusjon av materiale: W3C gir ut W3C Recommendations. Disse er i hovedsak tilgjengelige på web, men enkelte publikasjoner er kun for medlemsorganisasjonene. I tillegg finner du som regel en e-postliste i tilknytning til hver standard, der du kan stille spørsmål til den gruppen som har utviklet standarden.

2.3.6 Arbeidsdelingen mellom standardiseringsorganisasjonene

Figur 2.2 viser en oversikt over hvordan arbeidsdelingen er mellom de store internasjonale standardiseringsorganisasjonene i forhold til utvikling av protokoller på telenettet og Internett. Den viser også hvilke lag de i hovedsak opererer innenfor. De ulike organisasjonene er markert med bokser på figuren, med unntak av ISO, som dekker alle områder.



Figur 2.2 Arbeidsdelingen mellom standardiseringsorganisasjonene

2.3.7 Norske standardiseringsorganisasjoner

Hvordan er problematikken rundt standarder løst her hjemme i Norge? Dersom vi søker på Internett, finner vi raskt frem til startsidene for Standardiseringen i Norge. Der omtales fire ulike organisasjoner som dekker all standardisering for Norge.

Pronorm AS: Pronorm er et salgs- og markedsføringsselskap som selger norske standarder. De selger også standarder fra andre land verden over.

Standard Norge: Standard Norge dekker alle områder unntatt elektro og post- og telestandardisering. Standard Norge har enerett på å utgi *Norsk Standard*. Standard Norge er det norske medlemmet i CEN (europeisk organisasjon for standardisering) og ISO.

Norsk Elektroteknisk Komité: Norsk Elektroteknisk Komité dekker områdene elektro og post- og telestandardisering. NEK vedtar og selger «Norske elektrotekniske normer». NEK er norsk medlem i CENLEC (europeisk komité for elektroteknisk standardisering) og IEC (internasjonal elektroteknisk kommisjon).

Post- og teletilsynet: Post- og teletilsynet ved Sekretariat for telestandardisering og internasjonalt samarbeid har ansvar for teleteknisk standardisering. Tilsynet har også ansvar for standardisering innenfor posttjenester. Post- og teletilsynet er norsk medlem i ETSI (europeisk standardiseringsinstitutt for telekommunikasjon) og ITU.

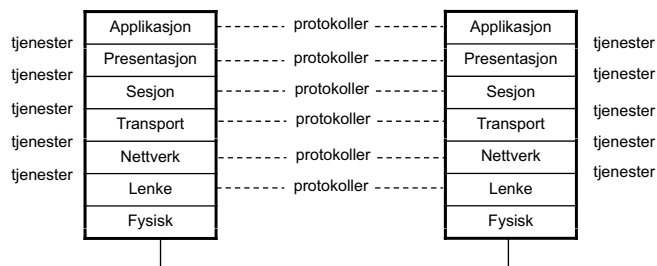
2.4 Lagdelte kommunikasjonsmodeller

For å lettere forstå og håndtere de komplekse prosessene i datakommunikasjon brukes *lagdelte kommunikasjonsmodeller*. Lagdeling er en metode for å forenkle konstruksjonen av komplekse prosesser for kommunikasjon. Vi samler de prosessene som naturlig hører sammen på hvert lag. Dette er sammenlignbart med å dele store prosjekt i mindre, mer oversiktlige delprosjekt. For at det skal bli enklere å forstå kommunikasjonsprosessen, skal vi nå se på hva som skjer på de enkelte lagene hver for seg.

Mellom lagene er det definerte tjenester man kan benytte (kalles også for primitiver). Det vil si at et lag tilbyr tjenester til laget over og kan benytte tjenester fra laget under. Så lenge tjenestene som tilbys mellom lagene, er de samme (uendret grensesnitt), kan implementeringen av disse endres. Denne inndelingen mellom lagene gir fleksibilitet til for eksempel å oppgradere et LAN fra 10 til 100 Mb/s uten å måtte installere all kommunikasjonsprogramvare på nytt (bare skifte linjedrivere og linjekort). Et annet eksempel er at LAN av ulike typer kan kommunisere ved å bruke IP-protokollen som fellesnevner. Dersom vi tar utgangspunkt i telefoni, kan vi for eksempel bytte mellom mobiltelefoner fra ulike leverandører uten å endre nettleverandør (SIM-kort). Eller vi kan bruke samme telefon og bytte mellom ulike nettleverandører (SIM-kort).

Fordelene ved en lagdeling kan oppsummeres i følgende punkter:

- Lettere å utvikle standarder, maskinvare og programvare for hvert lag
- Enklere å skifte ut protokoller på et lag uten at det påvirker de andre lagene



Figur 2.3 Lagdelt OSI-kommunikasjonsmodell

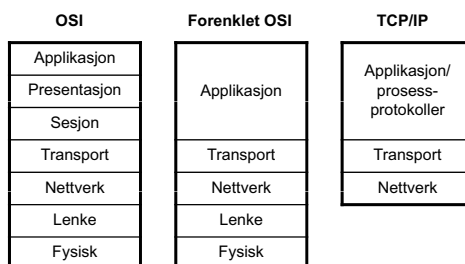
Kommunikasjonsmodellen på figur 2.3 viser hvordan lagdelingen er foretatt. Det vil si hvordan deloppgavene i kommunikasjonen er gruppert. Det finnes flere ulike kommunikasjonsmodeller, utviklet av forskjellige organisasjoner og bedrifter. Merk at det ikke nødvendigvis finnes bare én protokoll på et lag i en kommunikasjonsmodell, det kan finnes mange.

Kommunikasjon bygger på protokoller mellom ulike maskiner og tjenester mellom lagene. En protokoll er et sett med regler og konvensjoner for tolkning og håndte-

ring av data. Protokoller er knyttet til kommunikasjon mellom enheter på likestilte lag. En samling av protokoller fra forskjellige lag kalles protokollsuite eller protokollfamilie. Kommunikasjon mellom likestilte lag (horisontalt) kalles ofte for «virtuell kommunikasjon», da kommunikasjonen rent fysisk går via de ulike lagene (vertikalt).

Tjenester er relatert til grensesnittet mellom to lag og er det settet av operasjoner som tilbys fra et lag til laget over. Eksempel på en tjeneste er forbindelsesløs data-overføring. Tjenester brukes av programvaren gjennom et sett av kommandoer (primitiver), for eksempel «socketprogrammering» mot transportlaget.

OSI er forkortelse for Open Systems Interconnection, og *OSI-modellen* er laget av ISO. Med bakgrunn i de protokollfamilier som eksisterte da denne modellen ble utviklet, fikk vi en 7-lagsmodell. I årene som fulgte, viste det seg at de fleste protokollfamilier som ble utviklet, ikke brukte presentasjons- og sesjonslaget i særlig grad. I dag er det derfor en forenklet utgave av OSI-modellen, med fem lag, som brukes i hovedsak. Selv om det etter hvert ikke utvikles protokollfamilier som følger modellen til punkt og prikke, er den ganske sentral som forklaringsmodell. Når fagpersoner diskuterer ulike protokoller, så refereres det hele tiden til hvor man befinner seg i forhold til OSI-modellen.



Figur 2.4 OSI-modellen og TCP/IP-protokollfamilien

På figur 2.4 ser vi at transportlag og nettverkslag er felles for OSI-modellene og TCP/IP-protokollfamilien. Over og under disse lagene er det litt forskjellig hva som inkluderes. Lenkelaget er ikke sentralt i TCP/IP-protokollfamilien (tegnes ofte ikke i modellen), men inneholder noen protokoller (ARP/RARP) for mapping av adresser mellom IP-laget og LAN. Lenkelaget i TCP/IP kalles også «Host-to-network». Ett og samme lokalnett (lenkelaget) kan ha nyttelast fra ulike nettverksprotokoller i datarammene som overføres. Siden IP kjører over det meste av det som finnes på lenkelaget og det fysiske laget, utelates disse ofte i figuren for TCP/IP-protokollfamilien.

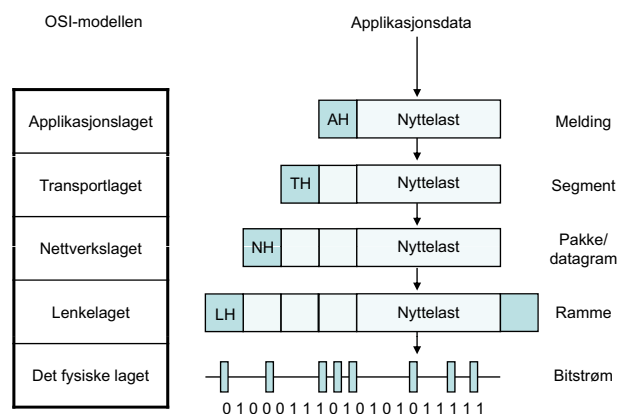
2.4.1 Innkapslingsprinsippet (innpakking og utpakking)

Vi skal se nærmere på datapakken som overføres mellom de ulike lagene, for en generell lagdelt kommunikasjonsmodell. Datapakken blir større for hvert lag den passerer hos avsender, og tilsvarende mindre for hvert lag hos mottaker. Informasjon legges til hos avsender for hvert lag, og skrelles lagvis av hos mottaker.

Protokoller er et sett med regler og konvensjoner for tolkning og håndtering av data. Protokoller er knyttet til kommunikasjon mellom enheter på likestilte lag.

På hvert lag i en kommunikasjonsmodell defineres en eller flere protokoller. Protokoller er regler for kommunikasjon mellom likestilte lag på ulike maskiner, og data som overføres, pakkes inn med pakkeheadere før overføring. Pakkeheadere på ulike lag har forskjellig format og består typisk av 8–20 byte med informasjon. Felles for alle pakkeheadere er at de har adresseinformasjon om hvor data kommer fra, og hvor data skal til. Pakkeheadere representerer en kostnad fordi det gir større overføringsvolum. Det er nettopp pakkeheaderne som blir lagt til på hvert lag hos avsender, og som skrelles vekk lagvis hos mottaker.

Dette betyr at den opprinnelige datamengden som ble sendt fra applikasjonslaget, har økt før signalene blir overført på det fysiske mediet.



Figur 2.5 Innkapslingsprinsippet

Pakkeheaderne som legges til på de ulike lagene, har ulike navn, som vist på figur 2.5. Vi skiller mellom applikasjonsheader, transportheadere, nettverksheader og lenkelagsheader. Lagene bryr seg ikke om innholdet (tolkningen) av de data de mottar, men bare pakker dette inn, legger til adresseinformasjon og sørger for overføring. Tilsvarende lag hos mottaker leser bare informasjonen i pakkeheader og sender innholdet videre til laget over. Dette kalles innpakking hos avsender og utpakking hos mottaker.

2.4.2 Lagene og deres funksjoner

Vi skal nå se nærmere på de ulike lagene i den forenklete OSI-modellen og hvilke oppgaver som løses i hvert av dem.

Applikasjonslaget – er grensesnittet mellom programmene som en maskin kjører, og kommunikasjonsdetaljene i de lavere lagene: I denne bokas fremstilling inkluderer applikasjonslaget OSI-modellens sesjons- og presentasjonslag. Vi skal i kapittel 3 se på protokollene som tilbyr tjenester til web, e-post og navnetjenester.

Transportlaget – har ansvar for ende-til-ende-kommunikasjon: De to hovedgruppene av tjenester vi skal studere, kalles forbindelsesorientert (kan gi pålitelig overføring, for eksempel TCP) og forbindelsesløs (uten kvittering for overføringsresultatet, for eksempel UDP).

Nettverkslaget – har ansvar for ruting (veivalg): Hvor skal datapakkene sendes? Protokollene styrer ledd-for-ledd-forbindelser i nettverket. Sluttresultatet er at avsenders pakke (forhåpentligvis) kommer frem til mottaker. Protokollene tilbyr ikke ende-til-ende-funksjonalitet. Her finner vi blant annet IP-protokollen fra TCP/IP-protokollfamilien.

Lenkelaget – har ansvar for å forbinde to tilstøtende maskiner og styre bitstrøm ut/inn på mediet: Vi skal se nærmere på to hovedformer for overføring, nemlig punkt-til-punkt mellom avsender og mottaker og multiaksessforbindelser, hvor et medium deles av flere tilkoplinger. Her finner vi «driverne» som er installert på maskinen, og som styrer all tilkoplingselektronikk.

Det fysiske laget – omhandler overføringen av fysiske signaler: Signalene er en bitstrøm av «0» og «1», og vi skal i kapittel 6 se på betydningen av koding, synkronisering og topologi. Vi vil også få en oversikt over ulike medier (kabel, fiber m.m.).

2.5 Pakkesvitsjede nettverk

Når vi skal organisere sending og mottak mellom datamaskiner i nettverk, finnes det flere måter vi kan gjøre det på. Vi snakker om å svitsje i nettverket for å kople sammen sender og mottaker slik at de kan utveksle data. Vi skiller mellom de to typene pakkesvitsjede og linjesvitsjede nettverk.

2.5.1 Pakkesvitsjing

For å starte med en analogi kan pakkesvitsjing sammenlignes med en restaurant der det ikke er mulig å bestille bord. Man må møte opp for å se om det er bord ledig, og dersom alt er opptatt, må man eventuelt vente (mellomlagring). Dersom det også er andre som venter, må man stille seg i kø. Dersom det er lang kø, er det ingen vits i å vente, og man må gå hjem med uforrettet sak (pakketap).

Pakkesvitsjing kjennetegnes ved at mange brukere deler på overføringskapasiteten i nettverket. Det er ikke mulig å foreta reservasjoner av kapasitet, man deler på den som til enhver tid er ledig. Kommunikasjonen mellom avsender og mottaker foregår her ved hjelp av pakker. Disse pakkene overføres via svitsjer og rutere i nettverket, som mellomlagrer pakkene dersom det ikke er ledig kapasitet for å sende videre. Dette kan medføre varierende forsinkelser for de ulike pakkene som overføres. Dersom lagrene i en svitsj eller ruter allerede er fulle, blir pakker forkastet. Det kan være enten en pakke som allerede befinner seg i køen, som blir forkastet, eller det kan være den nye pakken. Vi får det vi kaller pakketap.

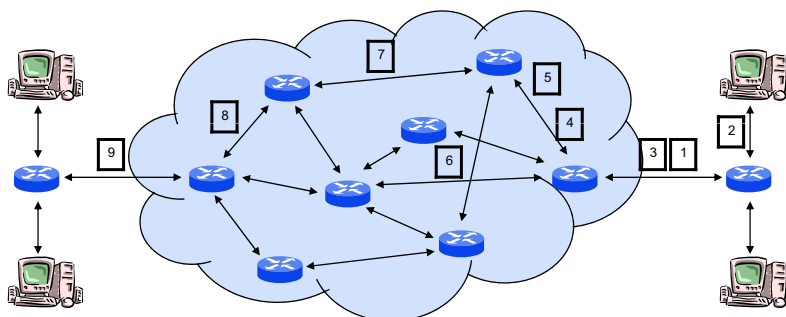
Vi skiller mellom to hovedtyper pakkesvitsjede nettverk: datagramnettverk og virtuell-kanal-nettverk. Hovedforskjellen ligger i måten de adresserer pakken på. Vi skal se nærmere på disse to typene.

2.5.1.1 Datagramnettverk

Datagramnettverk bruker adressen til mottaker for å overføre pakker videre i nettverket til riktig sted. Det er denne teknikken som brukes i Internett, og som kommer til å være meget sentral i denne boka. Et eksempel på et datagramnettverk er IP.

Måten dette blir gjort på, kan sammenlignes med postvesenet. Vi gir alle brevene våre en adresse som er hierarkisk oppbygd. Først setter vi på navn på mottaker, veiadresse, postnummer og til slutt land dersom det skal utenlands. Postvesenet bruker i tur og orden alle disse delene av adressen for å levere brevet til riktig mottaker.

Hver av pakkene i et datagramnettverk utstyres med til-adresse, fra-adresse og adresse til neste node i nettverket. Disse adressene er også hierarkisk oppbygd (som postadresser). Pakkene har en bestemt maksimumslengde og kan mellomlagres på de ulike nodene (svitsjer og rutere) i nettverket. Det betyr at de ulike pakkene kan ta ulike veier gjennom nettverket og kan komme frem i en annen rekkefølge enn de ble sendt (se figur 2.6). Mottakeren av pakkene må kunne stokke om pakkene i riktig rekkefølge igjen. Denne funksjonen er lagt til mottakeren, for å holde de mellomliggende nodene så enkle som mulig.

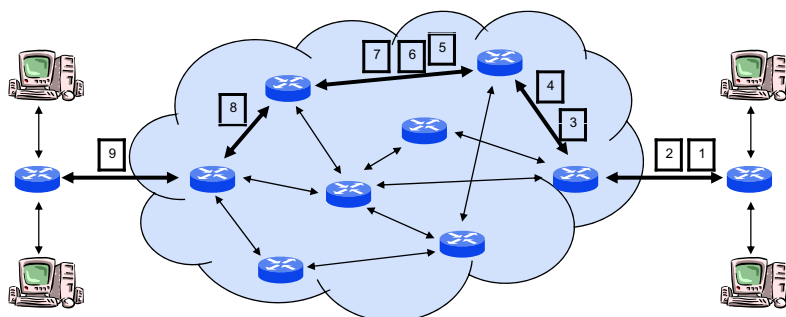


Figur 2.6 Pakkesvitsjing for datagramnettverk

2.5.1.2 Virtuelt-kanal-nettverk

Slike nettverk fokuserer på virtuelle kanaler gjennom et pakkesvitsjet nettverk. Istedenfor adresser brukes virtuelle-kanalnummer for å videresende pakkene til riktig mottaker. Eksempler på slike nettverk er X.25, Frame Relay og ATM.

Virtuelle forbindelser må settes opp og involverer alle mellomliggende noder mellom avsender og mottaker. Hver forbindelse som settes opp, får et kanalnummer som nodene lagrer i sine tabeller. Pakkene videresendes ut fra det kanalnummeret som leses ut av hver pakke, og på bakgrunn av interne tabeller. Det betyr at alle pakker følger samme vei gjennom nettverket, slik at pakkene kommer frem i riktig rekkefølge. Dette er en mye raskere teknikk enn bruk av adresser.



Figur 2.7 Pakkesvitsjing for virtuelt-kanal-nettverk

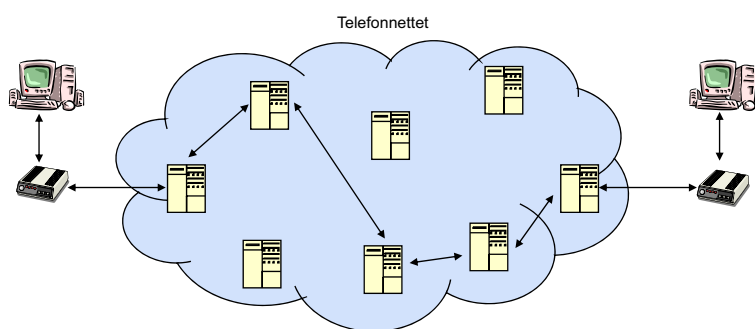
I et nettverk med virtuelle kanaler må alle noder i nettverket holde orden på tilstanden til en oppkopling. Det vil si nye kanaler som koples opp, allerede oppkoblede kanaler og kanaler som koples ned. Hele tiden må de interne tabellene oppdateres.

Fordelen med pakkesvitsjing generelt er at overføringskapasiteten deles mellom de ulike maskinene på nettet og vi oppnår en optimal utnyttelse av båndbredden. Det er ikke avsender, men selve nettverket som tar ansvar for å rute pakken videre i nettet til riktig mottaker. Ulempen er økt kompleksitet i protokollen, som gir økte kostnader, og retransmisjon dersom pakker blir borte underveis. Hvor mange pakker som kan bli borte, er avhengig av kvaliteten på kommunikasjonslinjene i nettet. Med dagens nettverk snakker vi om et relativt lite pakketap.

2.5.2 Linjesvitsjing

Her kan vi, på samme måte som for pakkesvitsjing, se på en analogi med en restaurant. På denne restauranten må man bestille bord på forhånd, og alle som ikke har bestilt, blir sendt hjem. Når du (som har bestilt) ankommer restauranten, er bordet klart, og du kan bestille med én gang.

Linjesvitsjing kjennetegnes ved at en forbindelse må koples opp før vi kan begynne å overføre data. Vi må altså starte med å kople opp en egen reservert linje gjennom nettverket (se figur 2.8). Denne linjen koples opp mellom avsender og mottaker og er oppkoplet så lenge kommunikasjonen varer. Når kommunikasjonen er slutt, koples linjen ned igjen. Hele kapasiteten til den oppkoblede forbindelsen er reservert avsender og mottaker så lenge forbindelsen er oppe. Dette betyr at kapasiteten låses uavhengig av hvor mye data som overføres. Dersom det oppstår pauser i overføringen, gir dette dårlig utnyttelse av kapasiteten.



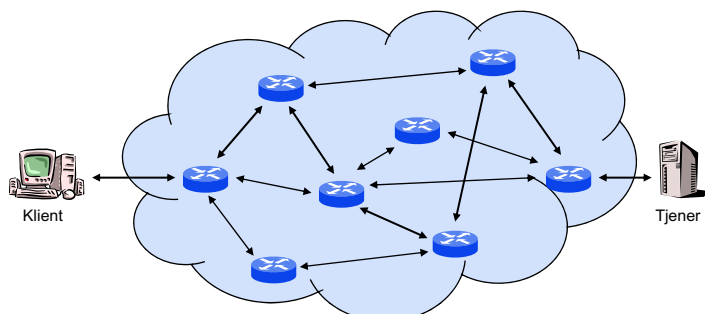
Figur 2.8 Linjesvitsjing

Fordelen med en slik svitsjeteknikk er at vi får en dedikert transmisjonskanal der vi disponerer hele kapasiteten, og det oppstår små eller ingen forsinkelser. Ulempen er at vi oppnår dårlig utnyttelse av kapasiteten i nettet, og overføringen blir dermed lite kostnadseffektiv. I tillegg får vi en relativt lang oppkoplingstid før forbindelsen er etablert.

2.6 Klient-tjener-arkitektur

I et nettverk som baserer seg på en *klient-tjener-arkitektur*, finner vi en rekke karakteristiske egenskaper. Vi skal nå se nærmere på egenskapene til en tjener og en klient.

I en slik arkitektur har vi en (eller flere) tjener(e) som er klar til å motta henvendelser fra ulike klienter. For at klientene skal klare å finne en bestemt tjener, har den som regel en fast adresse. En tjener er alltid påslått og oppkoplet, slik at klienter når som helst kan sende pakker adressert til den. En tjener skal kunne betjene henvendelser fra mange ulike klienter samtidig. Men det finnes alltid en grense for hvor mange samtidige henvendelser den klarer. For å løse dette problemet kan en bestemt tjeneste kjøres på flere tjenere samtidig, slik at de kan dele på de ulike henvendelsene.



Figur 2.9 Klient–tjener-arkitektur

Vi har også mange ulike klienter i en slik arkitektur. Tilstanden til en klient vil variere ved at den er påslått eller ikke, og den kan endre adresse for hver gang den slås på.

Hvordan foregår så kommunikasjonen mellom klienten og tjeneren? Det er alltid klienten som tar initiativ til kommunikasjon med tjeneren, ved at den sender en eller flere forespørsler til tjeneren. Tjeneren lytter etter henvendelser og svarer på forespørsler fra ulike klienter etter hvert som de kommer inn. Dersom vi tar utgangspunkt i en klient med en nettleser og en webtjener, vil klienten sende en forespørsel til tjeneren om å overføre en bestemt webside. Tjeneren svarer med å overføre den bestemte websiden det er spurt etter. Så går den tilbake til lyttemodus og venter på nye forespørsler.

Klassiske tjenester som bruker klient–tjener-prinsippet, er web, FTP, e-post og mange andre tjenester. Mer om disse tjenestene i kapittel 3.

Fakta, diskusjonstema og nyttige lenker

Fakta om standarder og standardiseringsorganisasjoner

- Vi trenger standarder for at maskinvare og programvare fra forskjellige produsenter skal kunne kommunisere med hverandre.
- Sentrale standardiseringsorganisasjoner er ISO, ITU-T, IETF, IEEE, W3C.
- Ansvarlig for norsk standardisering er Standard Norge.

Fakta om lagdelte kommunikasjonsmodeller

- Arbeidsoppgaver som hører naturlig sammen, samles i hvert lag.
- Implementeringen på hvert lag kan endres uavhengig av de andre lagene så lenge grensesnittet til laget over og under beholdes.
- Ikke alle protokollfamilier implementerer alle lagene i OSI-modellen.
- TCP/IP-protokollfamilien står sentralt i datakommunikasjon i dag.

Fakta om pakkesvitsjing

- Mange brukere deler på overføringkapasiteten.
- Pakkene kan velge ulike veier i nettverket.
- Kvaliteten på nettverket påvirker sannsynligheten for pakketap.

Diskusjonstema

- Hvordan foregår kommunikasjonen logisk og fysisk i OSI-modellen?
- Har kommunikasjonsmodeller utspilt sin rolle i dag?
- Hvilket utbytte har bedrifter og/eller enkeltpersoner av å delta i arbeidet i internasjonale standardiseringsorganisasjoner?
- Hvem bestemmer egentlig den videre utviklingen av Internett?
- Hvorfor er det bare klienten som henvender seg til tjeneren, og ikke omvendt?

Nyttige lenker

ISO: <http://www.iso.org>

ITU-T: <http://www.itu.int/ITU-T/>

IEEE: <http://www.ieee.org/>

IETF: <http://www.ietf.org/>

W3C: <http://www.w3.org/>

Norsk standard: <http://www.standard.no/standard/>