

Paluoja

1. Kihiline arhitektuur: kuidas see tekib ja milleks see hea on?

3-kihiline mudel, milles on järgmised osad: *rakendused, *arvutid, *võrk. Kihtide vaheline suhtlemine toimub läbi SAP-punktide (Service access point). Selle 3-kihilisele mudelile oleks vaja 2 tasemelist aadressi: *jaama aadress (network address) ja rakenduste poole pöördumise aadress (SAP address). Kui sõnum on liiga pikk, siis transpordikiht jaotab selle väiksemateks tükikideks ning paneb igale tükile päise (header) juurde. Saadakse andmeüksus PDU (Protocol data unit).

Informatsiooni edastamine erinevate arvutite vahel on keeruline ülesanne. Kaheksakümnendate aastate alguses tuvastas ISO vajaduse luua raammudel, mis aitaks väljatöötajatel luua interoperableid arvutivõrkude süsteeme. 1984. aastal ilmavalgust näinud Avatud Süsteemide Raammudel OSI täidab neid eesmärke. OSI raammudel jagab keerulise arvutitevahelise infovahetuse probleemi seitsmeks väiksemaks ja lihtsamini käsitletavaks probleemiks. Niisuguse jagamise aluseks on põhimõte, et iga väiksem probleem oleks võimalikult iseseisev ning seetõttu sõltuks võimalikult vähe välisest informatsioonist. Igale seitsmest probleemist vastab mudelis üks kiht. OSI raammudel kirjeldab, kuidas informatsioon leiab tee rakendusprogrammist võrgumeediumi kaudu teise rakendusprogrammi teises hostis.

2. Kommunikatsiooni primitiivid: SEND ja RECEIVE. On alati kaks osapoolt - saatja ja vastuvõtja.

Kommunikatsioon võib olla nii ühe, kui ka kahe-suunaline. SEND msg TO? RECEIVE msg FROM? Võivad olla järgmised komm. variandid: 1-1, 1-m, n-1, n-m. Direct naming - sõnum saadetakse konkreetsele protsessile.

Indirect naming - sõnum saadetakse ja loetakse postist. Mailbox - sõnum saadetakse mingisse kindlasse mailboxi.

Ühesuunaline kommunikatsioon: **RECEIVE:** Message receipt (ootab pidevalt vastust), Conditional receive (vaatab aegajalt, kas messi on), Timeout on receive, selective receive (ootab mitmelt korraga), guarded selective receive (seab lisatingimusi). **SEND:** Asünkroonne (sõnumite genereerimine toimub paralleelselt SENDiga), sünkroonne (proge läheb edasi siis, kui sõnum on kohale jõudnud)

3. Standardid, neid välja töötavad organisatsioonid. Standardid läbivad mitmeetapilise tee alates

projektist kuni spetsifikatsioonini, sealt edasi läbi standardiesildise ja eelstandardi staatuse kuni standardi endani.

International Organization for Standardization (**ISO**) - rahvusvaheline laia profiiliga standardimisorganisatsioon, kes hõlmab ka andmesidesse puutuvat. ISO vastutab ka OSI raammudeli ja OSI protokollistiku eest. American

National Standards Institute (**ANSI**) - vabatahtlikke standardimisgrupe ühendav koordineeriv kogu Ameerika

Ühendriikides. ANSI on ISO liige. Electronic Industries Association (**EIA**) - grupp, kes spetsifitseerib elektrilise

edastuse standardeid. Institute of Electrical and Electronic Engineers (**IEEE**) - kutseühing, kes defineerib

võrgustandardeid. Consultative Committee for International Telegraph and Telephone (**CCITT**) - rahvusvaheline

organisatsioon, kes arendab sidestandardeid. Nüüdseks on CCITT ümber nimetatud, olles **ITU-T** (International

Telecommunication Union). Internet Activities Board (**IAB**) - grupp andmesidega tegelevaid inimesi, kes kohtuvad

regulaarselt arutamaks Internetiga seotud küsimusi. See grupp määrab paljuski ära kõik Internetiga seotu (RFC-

standardite evolutsiooni, uurimisgruppide määramised, jne.)

4. OSI mudeli üldmõisted: kihid, teenused, protokollid. Vastavus OSI-mudelile loob aluse eri tarnijate toodete vastastikusele koostalitlusele. Etalonmudel koosneb seitsmest kihist. OSI raammudel jagab keerulise

arvutitevahelise infovahetuse probleemi seitsmeks väiksemaks probleemiks. Igale seitsmest probleemist vastab

mudelis üks **kiht**. Ühe süsteemi naaberkihid suhtlevad omavahel, kus alumine kiht osutab ülemisele kihile **teenust**.

Selle vaatenurga alt nimetataksegi kihti n teenuse pakkujaks ja kihti n+1 teenuse kasutajaks. Kahe naaberkihi

vahelist suhtlemist reguleerib **liides** ehk sisuliselt kihi n poolt pakutavate funktsioonide spetsifikatsioon. Loogiliselt

suhtlevad kahe süsteemi sama taseme kihid omavahel. Nii suhtleb süsteemi A rakendusprogramm süsteemi B

rakendusprogrammiga, süsteemi A kiht 7 süsteemi B kihiga 7 jne. Sellist suhtlemist kahe süsteemi sama taseme

kihtide vahel reguleerivad reeglid, mida nimetatakse **protokolliks**. Süsteemi A kihi n spetsiifilised päringud

salvestatakse juhtinformatsioonina andmepakettide päisesse, kust süsteemi B kiht n selle informatsiooni jälle välja

nopib. OSI raammudel ei ole konkreetne võrgurakendus, vaid kihtide ja nende funktsionaalsuse määratlus.

5. OSI teenuste primitiivid. Seisneb OSI kihtidevahelises suhtlemises (request, indication, response, confirm).

Teenuse elemendid: unconfirmed service element (kinnitusetu), confirmed service element, provider indicated s.e.

(N) mandatory s.e. - komplekt N-kihi teenuse elemente, mida see kiht peab kindlasti pakkuma; (N) provider-

optional s.e. (komplekt N-kihi elemente, mis ei ole kohustuslikud); (N) user-optional (elemendid, mis tuleb service

providerile esitleda, kui soovitakse kasutada)

6. OSI teenuse kvaliteet. Kvaliteedi parameetrid: performance related (käitumisega seotud) - kiirus ja usaldatavus;

additional features (lisaomadused) - kaitstus ja prioriteedid. Ajalised parameetrid: establishment delay (requestist

confirmini); establishment failure probability (vea tõenäosus, et ühendust ei saa luua kindla ajavahemiku jooksul)

7. OSI mudeli seitse kihti ja nende funktsioonid. 7.rakenduskiht (application) - rakendusprogrammide otse

antavad teenused (telnet, ftp, mail); 6.esituskiht (presentation) - andmete esituskuju muutmine; 5.seansikiht

(session) - nimede ja aadresside teisendused, pääsuõigused, sünkronisatsioon; 4.transpordikiht (transport) -

transparentse ja usaldatava andmeliikluse tagamine ja vahendus; 3.võrgukiht (network) - sõnumite marsruutimine

keerulistes võrkudes; 2.kanalikiht (datalink) - lihtne vigade parandamine ja edastus punktist punkti võrgu sees; 1.füüsiline kiht (physical) - andmete füüsiline edastus punktist punkti. Iga ülemist kihti teenindab vahetult tema alumine (väiksema numbriga) kiht. Nõuded tööks esitab ülemine kiht. Kihtide vahel toimub seega informatsiooni transleerimine, mida teostab kihtidevaheline liides. Liides on kõrgematel tasemetel tarkvaraline, madalamatel ka riistvaraline. Iga kiht on ühenduses üle liidese ainult naaberkihtidega (üles ja alla).

8. Ahelkommutatatsioon. 1) ahela loomine (pöördutakse lähima sõlme poole, see pöördub ise järgmise sõlme poole, kuni vastuvõtjani välja), 2)andmete ülekandmine, 3)ühenduse katkestamine (toimub ressursside vabastamine). See meetod on hea näiteks telefonühenduseks. Andmeside jaoks ei ole eriti hea, kuna enamus aega kanal tühi, samas teised ei saa kasutada. Komm.sõlm ühendab kokku liine. Kommutaator võib olla blokeeriv (ei saa teha kõikvõimalikke ühendusi) või mitteblokeeriv. Kommuteerimise meetodid: space-division switching (NxN maatriks), mitmeastmeline kommutaator, aeg multipleksimine (igale sisendile ja väljundile antakse mingi aeg ühenduses olemiseks)

9. Pakettkommutatatsioon. Sõnum jaotatakse tükikideks ja igale tükile pannakse päis juurde. Siis saadetakse tükid minema.Füüsilist sidet ei looda. Tehnikad: Datagramm edastus (paketid on sõltumatud ning võivad kohale jõuda erinevat teed pidi ning erinevas järjekorras), Virtuaalne kanal (esimene pakett loob marsruudi ja ülejäänud lähevad sama teed pidi). Erinevalt ahelkommutatatsioonist mingeid ressursse ei reserveerita.

10.Võrkude ühendamine: järgurid, sillad, marsruuterid, lüüsid. Et luua väliseid andmesideühendusi või ühendada omavahel geograafiliselt eraldi asetsevaid võrke, vajatakse võrgu laiendusosi. **Järgur** (repeater - OSI 1.kihis) on üsna püsivalt kaabeldussüsteemi kuuluv osa, mis on sageli realiseeritud näiteks kaablikontsentraatoris. Järguri abil saab omvahel ühendada ka eri kaablitüüpe (n: valguskaablit ja peent Ethernet-kaablit). Järjestikuste järgurite maksimaalarv eri kaabeldussüsteemides on rangelt piiratud. **Silla** (bridge - OSI 2.kihis) abil ühendatakse omavahel või lahutatakse üksteisest tüüpiliselt kaks ühesugust võrku. Sild eraldab ja kaitseb liiklust võrgus, sest ta ei lase läbi võrgusisest liiklust, üle silla pääseb ainult teise võrku suunduv info. Silla abil tükeldatakse suuri võrgukomplekse väiksemateks ja kergemini hallatavateks tervikosadeks ning ühtlustatakse võrgu koormust. Suurte ja keerukate võrkude rajamisel ning eri organisatsioonide võrkude ühendamiseks kasutatakse tüüpiliselt **marsruutereid** (router - OSI 3.kihis). Marsruuter on erinevalt sillast protokolliga seotud seade, mille abil saab vägagi täpselt filtreerida ja kontrollida transiitliiklust. Nii sildu kui ka marsruutereid nim. sageli **lüüsideks** (gateway - OSI 4.-7.kihis). Mikroarvutivõrkudes tähendab lüüs siiski tüüpiliselt masinat ja tarkvara, mis pakuvad kõigile võrgu tööjaamadele tsentraliseeritud ava, mis viib võrgust välja. Lüüse nim. ka andmesideserveriteks.

11.Marsruutimine. Dijkstra ja Bellman-Fordi algoritm. Marsruutimine koosneb kahest põhilisest komponendist: optimaalse marsruutimistee kindlaksmääramine ja andmepakettide transport ehk kommuteerimine (switching). Kui andmepakettide transport on küllaltki triviaalne toiming, siis optimaalse marsruutimistee leidmine võib olla vägagi keerukas. Marsruutimistee kindlaksmääramisel kasutatakse mitmesuguseid erinevaid mõõte (algoritmisliste arvutuste resultaate, näiteks tee pikkust) või mõõtude kombinatsioone. Marsruutimisalgoritmide tarkvara arvutab optimaalse tee leidmiseks marsruutimismõõte. Tee määramiseks kasutavad marsruutimisalgoritmide marsruutimistabeleid, mis sisaldavad algoritmist sõltuvat marsruutimisinformatsiooni. Marsruutimisalgoritme saab klassifitseerida tüübi järgi. Üheks tüübiks on lüli oleku või kaugusevektori järgi klasifitseerimine. Lüli oleku (ehk lühima tee eelistuse) algoritm paiskavad marsruutimisinformatsiooni kõigile võrgustiku sõlmedele, kuid iga marsruuter saadab marsruutimistabelist ainult selle osa, mis kirjeldab tema enda lülide olekut. Kaugusevektori (ehk Bellman-Fordi) algoritm saadavad kogu marsruutimistabeli või suure osa sellest, kuid ainult oma naabritele. Kanali oleku algoritm koonduvad kiiremini ja kalduvad vähem silmuseid tekitama, kuid on arvutuslikult keerukamad, nõuavad rohkem arvutusvõimsust ja mälu ning on seetõttu kallimad. Lüli oleku järgi töötab marsruutimisprotokoll OSPF (Open Shortest Path First - lühima tee eelistusega), mille aluseks oli SPF e. Dijkstra algoritm.

12.OSI mudeli transpordikihi protokollid. TCP - Transport Control Protocol; pakub usalduväärse ühenduspõhise ja baitide arvu loendava masinatevahelise transporditeenuse. Usaldusväärsus tähendab praktikas seda, et TCP tagab sõnumite kulgemise nende saajale kviteerimismeetodi abil. **UDP** - User Datagram Protocol pakub ühenduseta, ilma datagrammide kviteerimiseta masinatevahelise transporditeenuse. UDP on tõhus, kuid teisalt "mitteusaldusväärne" datagrammide vahetamise süsteem. Protokollid kasutab näiteks SNMP (simple network management protocol).

13.OSI mudeli seansikiht tegeleb rakendustevahelise seansside loomise, haldamise ja katkestamisega. Seansi all mõistame siin dialoogi kahe või enama süsteemi esituskihide vahel. Lisaks põhilistele seansiteenustele pakub seansikiht vahendeid andmete jälgimiseks, teenuseklasside eristamiseks ning veasituatsioonide töötlemiseks rakendus-, esitus- ja seansikihis. OSI seansikiht muudab altpoolt tulevad andmevood seanssideks, kasutades mitmesuguseid juhtimismehhanisme, näiteks arveldust, 'vestluse' juhtimist ja seansi parameetrite kokkulepet. Vestluse juhtimine on realiseeritud loa jagamise meetodil, mis annab õiguse seansiks. Süsteemidele võib kehtestada erinevaid loa väljaandmise prioriteete.

14.OSI mudeli esituskiht teeb kõik selleks, et ühe süsteemi rakenduskihilt saadatud informatsioon oleks teise süsteemi rakenduskihile loetav. Vajaduse korral konverteerib esituskiht andmeid ühest esitusviisist teise. Esituskiht ei tegele ainult kasutaja andmete vormingu ja esitusega vaid ka programmide andmestruktuuridega. Seetõttu tegeleb

esituskiht lisaks andmete vormingu teisendamisele ka rakenduskihile vajaliku andmevahetussüntaksi kokkuleppimisega. OSI esituskiht on praktiliselt tühi kiht, s.t. informatsiooni vahendatakse muutmata kujul.

15. OSI mudeli rakenduskiht. Teenused ACSE, RTSE, ROSE ja CCR. Rakenduskiht on kasutajale kõige lähem kiht. Ta erineb teistest kihtidest selle poolest, et pakub teenust otse rakendusprogrammile, mitte aga teisele kihile. Rakenduskiht määrab ning loob sideme soovitud kommunikatsioonipartnerite vahel, sünkroniseerib suhtlevad rakendusprogrammid ning lepib kokku veatötluse ja andmetervikluse küsimustes. Samuti on rakenduskihi ülesandeks kindlaks teha, kas soovitud kommunikatsiooni jaoks on olemas vajalikud ressursid. OSI rakenduskiht koosneb nii rakendustest kui ka rakendusteenuste elementidest. Viimased unifikatsioonid rakenduste suhtlemist alumiste kihtidega. Nii seostab **ACSE** (Association Control Service Element) rakendus-rakendus-suhtluse alguses ühe rakenduse nime teisega, **ROSE** (Remote Operations Service Element) teostab üldistatud päringumehhanismi, mis sarnaneb mõnes mõttes kaugprotseduuri väljakutsumisega (**RPC** - Remote Procedure Call), **RTSE** (Reliable Transfer Service Element) muudab andmevahetust töökindlamaks lihtsustades seansikihi konstruktoreid. **CCR** (Commitment, Concurrency, and Recovery)

16. OSI mudeli rakenduskihi teenus FTAM. Failiedastus (File Transfer, Access and Management) on tüüpiline lõppüsteemide vaheline teenus; kihid 4 kuni 7 tagavad lõppüsteemide sidusa suhtluse reaajas. Failiedastus üldistab failide salvestuse kontseptsiooni, nii et erinevates kohalikes süsteemides resideerivad failid kujutatakse virtuaalsesse failimällu (virtual file store), kus failide poole saab pöörduda sõltumatult nende füüsilisest asukohast. Tegelikus failisüsteemis tuleb iga faili jaoks eraldi anda üksikasutajaile ja kasutajarühmadele mitmesugused pöördusõigused (lugemine, kirjutus, käitus, kustutus). Nende kitsenduste rakendamise eest hoolitseb kohalik operatsioonisüsteem, lähtudes kasutajate identiteedist ning kasutajate autentimise süsteemist. Pääsu reguleerimise mehhanismi saab realiseerida pääsuloendi kinnistamisega igale failile või andes igale volitatud kasutajale vastava voli.

17. OSI mudeli rakenduskihi teenus MHS. Sõnumivahetussüsteemid (message handling system) kuuluvad esimeste ärilise tähtsusega rahvusvaheliselt standardiseeritud avatud süsteemide hulka. MHS-i tähtsaimate rakenduste hulka kuulub elektron-andmevahetus (electronic data exchange, EDI), mis põhiliselt tähendab arvutitevahelist ärilise loomuga informatsiooni vahetust. Informatsioon liigub EDI-sõnumite kujul; need on haldusliku ja ärilise otstarbega struktureeritud elektronsõnumid. EDI püüab automatiseerida massilist rutiinandmete (tellimused, arved jne.) saatmist ühelt organisatsioonilt teisele, kaugemas perspektiivis aga asendada suure osa praegustest organisatsioonidevahelistest paberdokumentidest elektron-äridokumentidega. MHS veaks võib lugeda seda, et ta ei tööta reaajas (viivitused võivad ulatuda minutite või tundideni).

Tommingas 1 10 14

1. Mürad andmesides. Kuidas nad mõjutavad andmesidet? Mida nende vastu ette võtta?

2. Digitaalandmete edastamine digitaalsignaali abil. Dig.signaali: unipolaarne, bipolaarne. Signaali interpreteerimine: nivoo detekteerimine (milline vahemik vastab millisele sümbolile), sünkroniseerimine (saatja ja vastuvõtja kellad peavad olema sünkroonis). Kodeerimisviisid: NRZ-L (Non Return to Zero Level), NRZ-I, Bipolar-AMI, Pseudoternary (kaks viimast on mitmenivoolised signaalid). Kahefaasilised signaalid: Manchester, Diff.Manchester. Mida kiiremini signaal muutub, seda suuremat riba on vaja.

3. Analooandmete edastamine digitaalsignaali abil. Mida tihedam skaneerimistihedus, seda parem tulemus. Skaneerimisteoreem: kui signaali ribalaius on B_x , siis skaneerimissagedus $f_s \geq 2B_x$. PAM - pulse amplitude modulation - edastame vastavad amplituudid. PDM - pulse duration modulation (amplituudi pikkus on seotud impulsi kestvusega). PCM - pulse coding modulation (kodeerime amplituudi ära ja kanname üle mingi kahendkoodi, mis vastab konkreetsele amplituudile. Δ -modulatsioon - Vaatame kahe järjestikuse amplituudi vahet Δ ning kanname selle erinevuse üle, hoides kokku neid bitte mida on vaja infot ülekanamiseks. Mida väiksem Δ seda väiksem müra.

4. Digitaalandmete edastamine analoogsignaali abil. Determineeritud harm.funkts. ei saa infot üle kanda, st. midagi peab muutma - kas amplituudi, sagedust või faasi. ASK (Amplitude Shift Keying) - amplituudkodeerimine, FSK - sageduskodeerimine, PSK - faaskodeerimine. Võib kombineerida erinevaid kodeerimisviise. Näiteks: faasi- ja amplituudkodeerimine => efektiivsus tõuseb.

5. Kandjapöördusprotokollid. CSMA/CD (ISO 802.3). Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection on liikluse ja põrketuvastusega pöörduste magistraal. Seda standardit tuntakse kõnekeeles paremini etherneti standardina. Võrgu talitluse põhiidee on kõigi seadmete jaoks ühine liiklusmagistraal. Edastuskiirus on 10Mbit/s. Etherneti standardit järgiva võrgu saab rajada mitmesuguste eri kaabeldusvariantide baasil. Standard jaguneb kaabeldusvariantide järgi: *10Base5-Ethernet (jämeda Ethernet-kaabli baasil), *10Base2-Ethernet (peene Ethernet-kaabli baasil), *10BaseT-Ethernet (bifilaarkaabli baasil). CSMA/CD kohaselt põhineb jaamade omavaheline suhtlus magistraali oleku jälgimisel, pausi tekkimisel toimival saatmisel, mitme jaama üheaegselt saatmist tingitud põrke tuvastusel ning juhusliku kestusega ootusel enne saate kordamise katset.

6. Kandjapöördusprotokollid. Token Bus (ISO 802.4) Kasutatakse tööstusautomaatikasüsteemides. Kasutusel on keerukas prioriteedisüsteem (selle realiseerimiseks sisaldavad kaadrid kaht vastava otstarbega välja), mis võimaldab kasutajal anda teatud jaamadele õiguse kasutada võrku teistest sagedamini. Sama ka Token Ringi puhul.

7. Kandjapöördusprotokollid. Token Ring (ISO 802.5) on lubaringi e. volitusedastusringi tuntuim nimi. Struktuurilt on Token Ring erinevalt Ethernet-võrgust ring, ehkki praktikas on kaabeldus peaaegu tähekujuline. Token Ring võrgu ehitusmaterjaliks on peamiselt bifilaarkaabel. Edastuskiirus on max. 16 Mbit/s. Pöördusõiguse annab luba (token) - kolmebaidine kaader, mida jaamad edastavad üksteisele ringi järjestuses. Kui loa saanud jaamal ei ole midagi saata, annab ta loa üle järgmisele jaamale. Vastasel juhul saadab ta andmekaadri, mis liigub jaamalt jaamale sihtkohani, kus ta varustatakse vastuvõtumärgisega, sealt aga edasi, kuni jõuab taas saatjani. Token Ring sisaldab mitmeid mehhanisme võrgu tõrgete avastamiseks ja kõrvaldamiseks. Saatva jaama rikke korral võib ta saadetud andmekaadri jääda lõputult ringlema. Selle vältimine on üks aktiivmonitori (mõni suvaline jaam) funktsioone.

8. Kandjapöördusprotokollid. FDDI, DQDB (ISO 802.6). Fiber Distributed Data Interface ("kiud-levi andmeliides"). FDDI spetsifitseerib 100 Mbit/s edastuskiirusega, loaringlusega, kaksikringiga kohtvõrgu, mis põhineb kiudoptilisel meedial (valguskaablil). Ta defineerib füüsilise kihi ning kanalikihist kandepöörduse (MAC)-osa. Protokoll sarnaneb suures osas Token Ringile, peamised erinevused tulenevad valguskaablist. Valguskaablil on vaskaabli ees mitmed eelised: turvalisus (puudub väljakiirgus ja salaharundeid on praktiliselt võimatu teha), töökindlus (tundetus elektromagnetiliste häiringute suhtes), kiirus. FDDI geograafiline ulatus on hoopis teises suurusjärgus, kui vanematel võrgustandarditel. FDDI koosneb neljast protokollist: kandepöörduse (pöördusviisi), füüsilise kihi (kodeerimine), füüsilise meedia (parameetrid) ja jaama halduse (konfiguratsioon) protokollist. FDDI toetab sünkroonset ja asünkroonset liiklust. Sünkroonliiklus võib tarbida teatava osa kogu läbilaskevõimest (100 Mbit/s), asünkroonliiklus aga kasutada ülejäänud osa. Sünkroonliiklus eraldatakse nedele jaamadele, mis nõuavad pideva edastuse võimet (näiteks heli ja video tarbeks).

9. IP adresseerimine. ARP. RARP.

Internet koosneb suurest hulgast omavahel ühendatud võrkudest, mis kõik baseeruvad protokollil TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) ja kasutavad ühist adresseerimisviisi. IP protokollil abil suudab võrk marsruutida sõnumid õigele sihmasinale. Marsruutimine toimub IP-võrguaadressi põhjal marsruutimistabelite abil. Igal Interneti masinal on oma ühene IP-aadress. Nende aadresside keskregister asub USA-s, kust igal maal asuv aadressi ja nimteenuseid korraldava organisatsioon reserveerib oma maa jaoks aadresse. IP-aadress on 32-bitine st. 4-baidine arv, mis jaguneb organisatsiooni võrguaadressiks ja võrguseadmeaadressiks. Aadresside töötamise hõlbustamiseks on võetud kasutusele nn. punktnotatsioon, mille puhul aadressid esitatakse punktidega eraldatud 8-bitiste arvudega (oktettidena), nii et kasutusel on arvud 0 kuni 255. See aadressimehhanism on jagatud veel kolme klassi (A, B, C), mis võimaldavad eripikkusi võrgu- ja seadmeaadresse. IP-aadressides ei ole kunagi arve 0 ja 255, sest need on varutud leviaadressideks (broadcast), mille järgi sõnum saadetakse kõigile vastava IP-võrgu jaamadele.

Address Resolution Protocol (**ARP**) teisendab Ethernet-aadressi Interneti-aadressiks. ARP abil selgitatakse ühenduse moodustamisel välja vastaspoole võrgutasemeaadress (näiteks Etherneti 48-bitine aadress). Reverse ARP (**RARP**) toimib vastupidiselt ARP-ile.

10. IP Datagrammi struktuur. Fragmenteerimine IP-s. IP - Internet Protocol. Interneti võrgukihis kasutatav protokoll. Andmete saatmisel saab IP protokoll TCP protokollilt datagrammid, lisab neile IP päise ja annab need edasi võrgu füüsilisele kihile näiteks Ethernet protokollile andmete ülekandmiseks. Andmete saamisel teeb vastupidiseid toiminguid.

11. ISDN Integraalteenuste digitaalvõrk (Integrated Services Digital Network) tagab digitaalse telefoniühenduse; võib kasutada kõne, andmete, teksti, graafika, muusika, video ja muu seesuguse ülekandmiseks. Hõlmab OSI mudeli esimest kolme kihti. ISDN tehnoloogial baseeruvad ühendused on rajatud kanalitele. ISDN-tavakasutaja ühendused kannavad BRI (Basic Rate Interface) nimetust. BRI koosneb kolmest kanalist, kaks on B kanalid ja üks on D kanal. B kanali kiirus on 64 kbps, D kanali kiiruseks on 16 kbps. B kanaleid kasutatakse data edastamiseks. Kasutades D kanaleid juhitakse B kanalite "tööd". Kuna tegu on kahe B kanaliga, siis saab korraga kasutada näiteks telefoni ja faxi. B kanaleid saab korraga kasutada ka ühe ühenduse jaoks, näiteks omada Interneti ühendust kiirusega 128 kbit/s. Teatud juhtudel võib D-kanal toetada ka kasutajaandmete edastust - seega tuleb edastuskiiruseks 192kbit/s.

12. B-ISDN. ATM. Lairiba-ISDN (Broadband-ISDN) toetab andmeedastuskiirust kuni 1.5Mbit/s. Algselt B-ISDN-i jaoks väljatöötatud võrgutehnika ATM (Asynchronous Transfer Mode, asünkroonne edastusrežiim) toob edaspidi gigabitides edastuskiirused lõppseadmeteni välja. Uued võimsad tööjaamad ning multimeediarakendused esitavad kohtvõrkudele üha uusi nõudeid. Tüüpiline kohtvõrk põhineb leviedastuskandjal, kus võrgu kogu liiklus suundub kõigile jaamadele. Sel juhul kasutab üksik tööjaam ribalaiusest ära ainult murdosa. ATM põhineb ühendusega edastusel; siin suunatakse liiklus tõhusamalt õigele vastuvõtjale. Peamiselt heliliikluses kasutatud aegmultipleksimine (TDM, time-division multiplexing) jaotab riba paremini ning eraldab ühe ühenduse kasutusse

ainult sellele vajaliku keskmise ribalaiuse. Levinud kiiretes pakattedastuse meetodites (X.25, Frame Relay, FDDI) võib üks suur pakett hõivata kogu ribalaiuse pikaks ajaks ja teised ühendused ei saa seda kasutada. ATM seevastu edastab väikesi konstantse pikkusega pakette, mida nimetatakse rakkudeks (cell). ATM oma 155 Mbit/s algiirusega on tõhusam kui FDDI ja läbilaskevõimet saab tõsta gigabittideni välja. ATM-i teine oluline eelis on suvalist tüüpi andmete edastuse võime. Samas võrgus võib üheaegselt edastada teksti, andmeid, heli, pilti ja mitmesuguseid signaale väikestes rakkudes. ATM-i rakk koosneb 48-baidisest kasulikust lastist ja 5-baidisest päisest. ATM-rakkude edasisaatmine on kiire ja tõhus, sest selle saab realiseerida integraallülitustel. Kiipidel sooritatud operatsioon on alati kiirem programsest. Odava mikroelektronika tõttu langeb ATM-toodete hind konkureerivate tehnikatega võrreldes odavamaks, niipea kui ATM võetakse laiemalt kasutusele.

13. Flow control. Andmevoo juhtimine. **Stop & wait.** Saadetakse pakett, siis oodatakse vastust, kui OK, siis saadetakse järgmine pakett. Ei kasuta kanalit optimaalselt. Vastus peab kohale jõudma mingi kindla aja jooksul. On pakettide nummerdamise vajadus. **Go-back-N.** Saadetakse ilma vastusteta rohkem pakette. Kui nüüd vastuse saamisel ilmnes, et mingi pakett jäi vahelt ära, siis saadetakse sealt maalt uuesti kõik paketid. Nii saatja kui vastuvõtja peavad pakette hoidma puhvris. Sliding window.

14. HDLC High-level Data Control. Bit-oriented Link Control) Peab olema võimeline täitma: Point-to-Point & multipoint links, half-duplex (2 way alternate) & full duplex (2 way simultaneous). Formaat: 8bit Flag, 8bit address, 8/16bit control (info, mis juhib andmevoo juhtimist), xbit info, 16/32bit FCS (kontrollsumma), 8bit flag.