

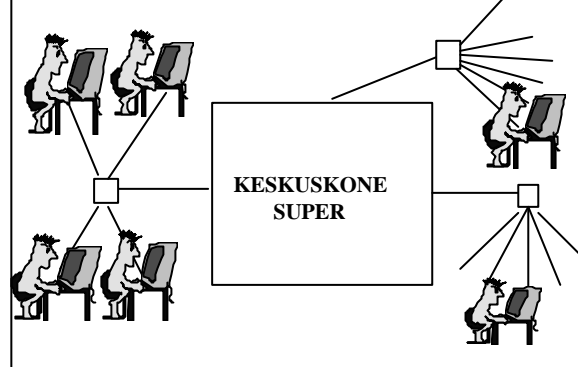
## 1. Johdanto

- Tietojenkäsittelyn siirtyminen tietokoneesta tietokoneverkkoon
- Yleinen käyttötapa
  - Asiakas-palvelin -kommunikointi

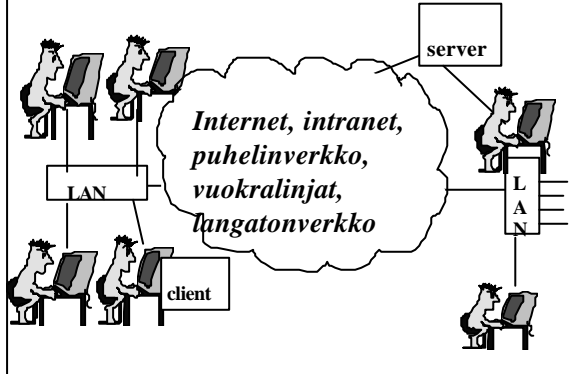
15.9.2000

1

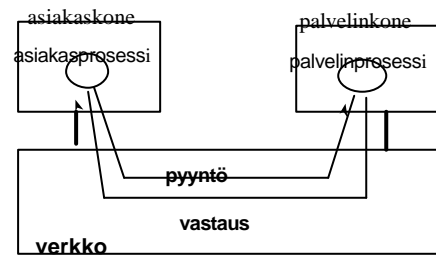
## Keskuskone ja päätteet (=>-80-luvun alku)



## Tietoliikenneverkko



## 1.1. Asiakas-palvelin -malli



15.9.2000

4

## Asiakas/palvelinsovellus

- Hajautettu sovellus
  - asiakasprosessi toisessa koneessa, palvelin toisessa koneessa
- useimmat Internet-sovellukset
  - sähköposti
  - tiedostonsiirto
  - uutisryhmät
  - weppi

15.9.2000

5

## Asiakas-palvelin -mallin hyötyjä

- resurssien yhteiskäyttö
  - tiedon
  - palvelun
- palvelun parantuminen
  - saatavuus
  - skaalautuvuus
  - hallittavuus

15.9.2000

6

## Lisää mallin hyötyjä

- kustannustehokkuus
  - pienet koneet suhteessa tehokkaampia
- uusi kommunikointiväline
  - nopeus/tiheys => esim. VoIP
  - integroituvuus
  - saavutettavuus
  - viihde/ajanvieteteollisuus

15.9.2000

7

## 1.2. Fyysinen verkko

Luokittelua, termejä

- siirtotapa
  - kaksipisteyhteys (point-to-point)
  - yleislähetys (broadcast)
    - monilähetys (multicast)
    - väylä
    - rengas
- etäisyys

15.9.2000

8

## Yleislähetys

- yhteinen kommunikointi-kanava
- kaikki "kuulevat" sanomat
- siihen reagoivat vain ne, joille se on osoitettu
  - yksi / usea / kaikki

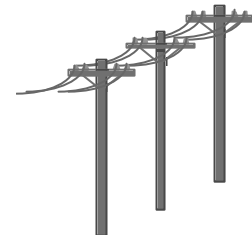


15.9.2000

9

## Kaksipisteyhteys

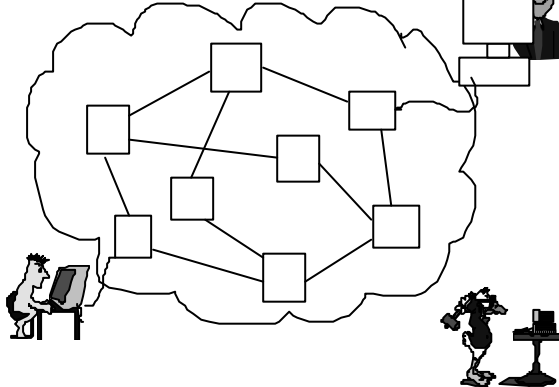
- erillisiä kommunikointi-kanavia
- viestintä vain kahden välistä
- osoite tarpeeton (tällä tasolla)



15.9.2000

10

## Kaksipisteyhteuksista rakennettu verkko



## Fyysinen verkko

Erlaisia toteutustapoja

- lähiverkot (LAN)
- MAN
- WAN
- langattomat verkot
- internet

15.9.2000

12

## Lähiverkot (LAN) (Local Area Network)

- koko rajoitettu
  - tiedetään maksimi siirtoaika
- lähetystekniikka
  - kaapeli, johon kaikki koneet liitetty
  - nopeus 10-100 Mbps
  - pieni siirtoviive
  - vähän siirtovirheitä

15.9.2000

13

## Lähiverkot

- topologia
  - väylä, esim. Ethernet
  - rengas, esim. IBM Token Ring
  - kaksipisteyhteysverkko, ~ mini WAN
- lähetysvuorojen jako
  - staattinen/dynaaminen
  - keskitetty/hajautettu

15.9.2000

14

## MAN-verkko (Metropolitan Area Network)

- LAN:n kaltainen, mutta isompi
- Man-standardeja
  - DBDQ (Distributed Queue Dual Bus)
  - FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

15.9.2000

15

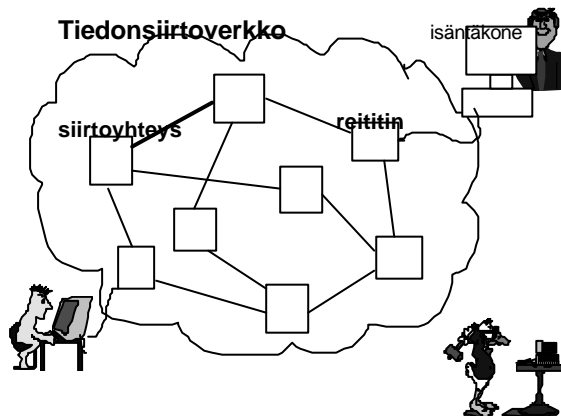
## Laajaverkko (WAN) (Wide Area Network)

- kattaa laajan maantieteellisen alueen
- yhdistää isäntäkoneet (host) tiedonsiirtoverkon (communication subnet) avulla
- siirtoverkko koostuu
  - siirtolinjoista
  - reitittimistä (kytkimistä)

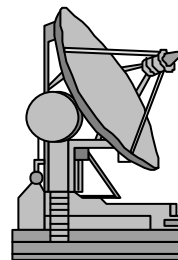
15.9.2000

16

## Tiedonsiirtoverkko



## WAN (jatkoa)

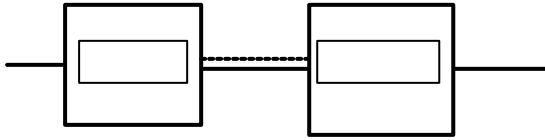


- etappivälitteinen (store-and-forward)
- piirikytkentäinen <=> pakettivälitteinen
- satelliittiverkko

15.9.2000

18

## etappivälitteinen



## Piirikytkentäinen/pakettivälitteinen (Circuit switching, packet switching)

- Varataanko resurssit etukäteen vai ei?
  - puskurit, siirtokapasiteetti
- piirikytkentäinen varaa
  - => lähetys heti, järjestys säilyy
    - esim. puhelinverkko
- pakettikytkentäinen ei varaa
  - => voi joutua odottamaan, järjestys ei säily
    - Internet

15.9.2000

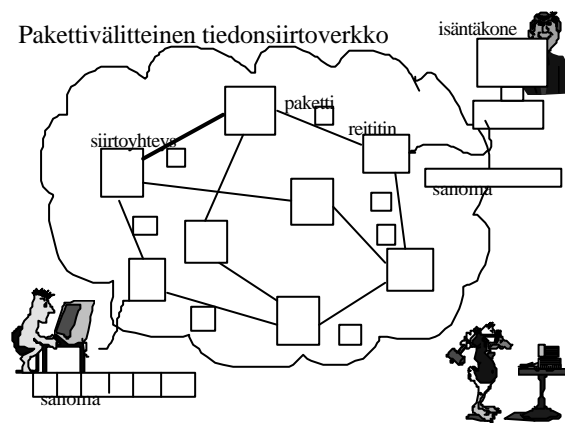
20

### Piirikytkentäinen verkko

- ensin yhteyden muodostus
- sitten datan siirto yhteyttä pitkin
- yhteyden purku



### Pakettivälitteinen tiedonsiirtoverkko



## Langattomat verkot (Cellular /wireless networks)

- Kattavuus
  - rakennus, solun koko 1-10 m
    - langaton lähiverkko (wireless LAN)
  - kaupunkialue, 20-100 m
    - kampusverkko, matkapuhelin
  - valtakunnallinen, 20-30 km
    - matkapuhelin
  - globaali
    - matkapuhelin, satelliitti

15.9.2000

23

## Langattomat verkot: käyttö

- käyttö
  - liikkuva toimisto
  - liikkuvat sovellukset
    - rekka
    - metsätyökone
    - kauppamatkustaja
    - varastomies
    - aavikon sheikki Saharassa
  - WAP-puhelin

15.9.2000

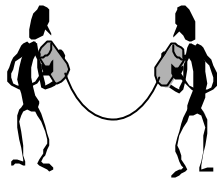
24

## Langattomat verkot

- Peitto
  - GSM yms. => 90% ihmisistä
  - 5% alueesta
  - satelliitti 90% alueesta

Huom:

- langattomuus <=> liikkuvuus ( wireless <=> mobile)



15.9.2000

25

## INTERNET

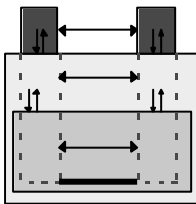
- internet, "verkkojen verkko"
  - world-wide internetwork
  - yleisnimitys
- Internet
  - erisnimi



15.9.2000

26

## 1.3. Tietoliikenneohjelmistot



- Protokollien kerrosrakenne
  - monimutkaisuuden hallinta => jaetaan kerroksiin ( layer)
  - kerros ~ abstrakti kone

15.9.2000

27

## Mitä monimutkaisuutta?

### kaksipisteyhteys

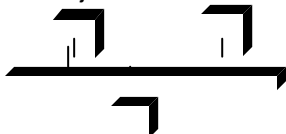
- datan koodaus sähköisiksi signaaleiksi
- siirtovirheiden havaitseminen ja korjaaminen
- lähettäjä ei saa lähettää enempää kuin vastaanottaja voi käsitellä



## Mitä monimutkaisuutta?

### yleislähetys

- datan koodaus sähköisiksi signaaleiksi
- **datan lähetys: lähetysvuorot**
- siirtovirheiden havaitseminen ja korjaaminen
- lähettäjä ei saa lähettää enempää kuin vastaanottaja voi käsitellä



## Entä tietoliikenneverkko?

- miten pystytään sanoma/paketit kuljettamaan lähettäjältä vastaanottajalle?
  - yhden verkon sisällä
  - monen verkon kautta
- verkon ruuhkautumisongelmat?
- sanoman virheettömyys?
- liikenteen kapasiteetti ja nopeus, tehokkuus
- laitteiden määrä ja heterogeisuus

## Protokolla (yhteyskäytäntö)

- **protokolla**
  - määrää kerroksen keskustelusäännöt ja -tavan
  - protokollapino
  - verkkoarkkitehtuuri
- **palvelu** (service)
  - alemman kerroksen palvelut ylemmän käytössä
  - palvelun käyttäjä / palvelun tuottaja

15.9.2000

31

## Rajapinta (interface)

- samassa koneessa, vierekkäisten kerrosten välillä
  - määrittelee operaatiot, joilla ylemmän kerroksen **olio** (entity) voi käyttää alemman palveluja
  - **SAP** (Service Access Point)
    - "palveluluukku"
    - yksikäsitteinen osoite
    - esim. puhelinverkossa
      - puhelinpistoke
- 15.9.2000 • osoitteena puhelinnumero

15.9.2000

32

## Palvelu

- **yhteydellinen palvelu** (connection-oriented)
  - esim. puhelin
- **yhteydetön palvelu** (connectionless)
  - esim. posti
- kumpi valitaan?
  - vaadittu **palvelutaso** (QoS)
  - kustannus
- Valinta voi olla erilainen eri kerroksilla

15.9.2000

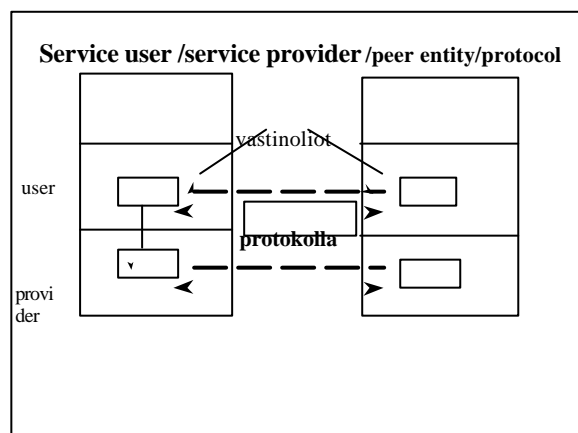
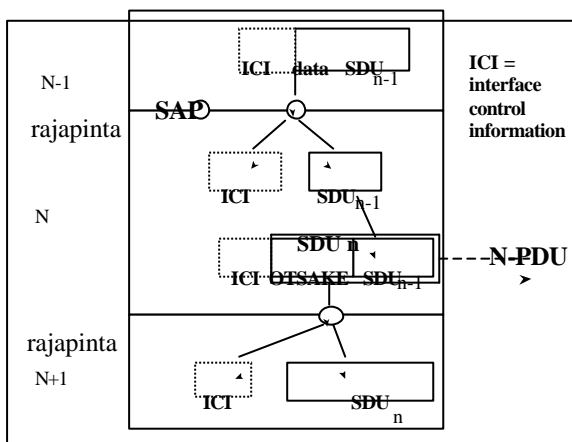
33

## Palvelu <=> protokolla

- **palvelu**
  - joukko toimintoja (primitiivejä), jotka ylemmän kerroksen käytettävissä
  - ~ abstrakti datatyyppi, olio
- **protokolla**
  - joukko sääntöjä, jotka määräävät, miten vaihdetaan sanomia (muoto, järjestys, ..)
  - ~ palvelun toteutus, joka ei näy käyttäjälle

15.9.2000

34



## Protokolla kerrosten tehtävät yleisesti

Kukin kerros voi suorittaa yhden tai useamman seuraavista tehtävistä

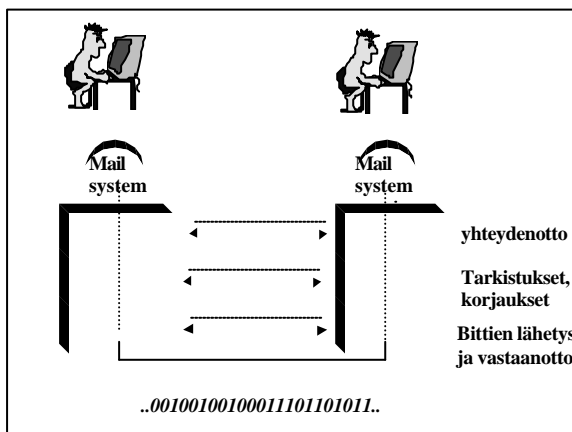
- Virhevalvonta
- vuonvalvonta
- sanoman paloittelu ja kokoaminen
- kanavointi
- yhteydenmuodostus

15.9.2000 37

## Etäsovelluksen tietoliikennepalvelut

- sähköposti

15.9.2000 38



## 1.4. Viitemalleja

- **OSI-viitemalli**  
(Open Systems Interconnection)
- **TCP/IP -viitemalli**  
(Transmission Control Protocol /Internet Protocol)

15.9.2000 40

## OSI-viitemalli

- käsitteellisesti ehjä malli
  - 1978 -> 1982 viitemalli
  - 1983 -> toiminnallisia standardeja
- kerrosmalli
  - 7 kerrosta
- ISO ==> kansainväl. standardeja
  - mutta ei paljoakaan käytössä

15.9.2000 41

## TCP/IP -viitemalli

- Internet-protokollastandardi
  - ei niinkään viitemalli
- RFC-julkaisuja, standardeja
  - 1969 ->
- De facto -standardi

15.9.2000 42

## OSI-mallin kerrokset

- Sovelluskerros (Application layer)
- Esitystapakerros (Presentation layer)
- Istuntokerros (Session layer)
- Kuljetuskerros (Transport layer)
- Verkkokerros (Network layer)
- Siirtoyhteyserros (Data link layer)
- Peruskerros (Physical layer)

15.9.2000

43

## Peruskerros

- fyysisen yhteyden muodostus
  - kumpi puoli muodostaa ja purkaa yhteyden
  - verkkoliitännän piikkien määrä ja merkitys
- bittien siirto
  - bittien esitystapa (esim. voltteina)
  - ajoitukset

15.9.2000

44

## Siirtoyhteyserros

- siirtokanavien hallinta
  - yleislähetyskanavan lähetysvuorot
  - vuonvalvonta
- siirtovirheiden havaitseminen ja niistä toipuminen
  - tiedon kehystys
  - kuittaukset
  - uudelleenlähetykset

15.9.2000

45

## Verkkokerros

- sanomien jako paketeiksi
- pakettien reititys verkon läpi lähdekoneelta kohdekoneelle
  - verkkojen heterogeisuus
    - erilaisia tiedonsiirto ja kytkentäteknologioita
    - osoittaminen, protokollat, paketin koko
- verkon ruuhkautumisen estäminen
- laskutus

15.9.2000

46

## Kuljetuskerros

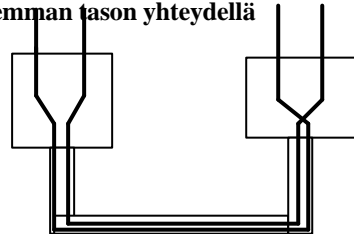
- tiedonsiirtopalvelu
  - verkosta riippumaton
  - lähettäjältä vastaanottajalle (end-to-end)
- erityyppisiä kuljetuspalveluja
  - esim. luotettava ja järjestyksen säilyttävä
- erilaisia toimintoja
  - virheiden havaitseminen ja korjaus
  - järjestyksen säilyttäminen
  - vuonvalvonta
  - kanavointi

15.9.2000

47

## kanavointi (multiplexing)

- useita ylemmän tason yhteyksiä yhdellä alemman tason yhteydellä



(tai päinvastoin)



## Istuntokerros

- jäsentää ja tahdistaa tietojen vaihtoa
- istunnossa
  - kommunikointitapa
    - kaksisuuntainen / yksisuuntainen
    - lähetysvuoronsäätely yksisuuntaisessa kommunikoinnissa
  - vuoromerkki varmistaa, että vain toinen osapuoli tekee tietyn toiminnon
  - kommunikoinnin tahdistus
    - esim tiedostonsiirrossa

15.9.2000

49

## Esitystapakerros

- huolehtii tiedon esitysmuodosta siirrettäessä tietoa kahden koneen välillä
  - tiedon esitystapa koneessa
  - abstraktisyntaksi
  - siirtosyntaksi
- sopii käytettävästä siirtosyntaksista
- muuttaa tiedon tarvittaessa siirtosyntaksin mukaiseksi
- salaus ja tiivistys haluttaessa

15.9.2000

50

## Sovelluskerros

- yleisesti käytettyjä protokollia
  - tiedostonsiirto
  - sähköposti
  - virtuaalipääteprotokolla
  - jne
- peruspalvelut sovellusyhteydelle
  - yhteyden muodostus

15.9.2000

51

- kukin kerros korjaa omat virheensä.
- jos ei pysty, ilmoitus ylemmälle kerrokselle

==> virheen havaitsemista ja virheestä toipumista joka kerroksella

15.9.2000

52

## TCP/IP -viitemalli

- Lähtökohdat
  - yhdistää monia hyvin erilaisia verkkoja
  - vikasietoisuus (DoD)
  - joustavuus
    - monia uusia sovelluksia
- Tulos
  - pakettikytkentäinen
  - yhteydetön verkko
- ensin tehtiin toimivat protokollat, sitten vasta 'viitemalli'

15.9.2000

53

## IP- ja TCP-viitemallin protokollat 1

- Peruskerros, linkkiyhteyshierarkia
  - mitä tahansa linkki-protokollia
    - esim. PPP, Ethernet
- Verkkokerros
  - **IP-protokolla**
    - eri verkot yhdistävä protokolla
  - useita reititysprotokollia
    - reititystä varten

15.9.2000

54

## TCP/IP-viitemallin protokollia 2

- Kuljetuskerros
  - TCP-protokolla
    - luotettava yhteydellinen protokolla
  - UDP-protokolla
    - epäluotettava yhteydetön protokolla
- Sovelluskerros
  - FTP, TELNET
  - DNS
  - SMTP
  - HTTP, ....

15.9.2000

55

## 1.5. Esimerkkejä verkoista

- Joitakin esimerkkejä käsitellään harjoituksissa
  - laitosten (osastojen) verkkoja
  - yliopistojen / yritysten verkkoja
  - FUNET, NORDUNET
- INTERNET

15.9.2000

56

## Internet

- 1969: 4 konetta (ARPANET)
- 1972: 30 konetta, 1. Sähköpostiohjelma
- 1979: 1988 konetta
- 1985: 2000 konetta (1983: TCP/IP)
- 1989: 160 000 konetta
- 1995: 6 miljoonaa konetta
- 1998: 37 miljoonaa konetta
- 2000: arviolta 142 miljoonaa käyttäjää
  - 2.4% maailman väestöstä

15.9.2000

57

## 1.6. Tietoliikennepalveluja

- Kytkeväväätavat
  - SMDS
  - X.25
  - Frame Relay (kehysvälitys)
  - B-ISDN ja ATM
- puhelinverkko, GSM-verkko,
- FUNET, yliopiston verkko, mikroverkko, firman LAN-verkko

15.9.2000

58

## Pääsy Internetiin

- Modeemilla puhelinverkon yli
  - tiedonsiirtonopeus < 56 Kbps
- ISDN-tekknologia käyttäen < 128 Kbps
- ADSL (asymmetric digital subscriber line)
  - kehittynyt modeemitekknologia
  - => 8 Mbps
- Kaapeli-TV
  - kaapelimodeemi, yleislähetys
- lähiverkosta
- langaton yhteys: WAP

15.9.2000

59

## Palvelut käyttäjän näkökulmasta

- Sovellukset
  - sähköposti
  - internetsivujen lukeminen
    - pankkipalvelut
    - sähköinen kaupankäynti
    - verkkoyliopisto
    - verkkokirjasto
    - ...

15.9.2000

60

## 1.7. Standardointi



- ISO
- Internet
- De jure / de facto standardit

15.9.2000

61

## Kansainväliset standardointiorganisaatiot

- ISO = The International Organization for Standardization
  - lähes kaikkia standardeja
- ITU = International Telecommunication Union
  - telealan standardeja
  - tunnettiin aikaisemmin nimellä CCITT
  - ITU-T Telecommunications Standardization Sector

15.9.2000

62

## Lisää organisaatioita

- ETSI = European Telecommunication Standards Institute
  - Euroopan telealan standardit
- EIA = Electrical Industries Association
  - sähköalan standardeja
- IEEE = Institution of Electrical and Electronics Engineering
  - esim. LAN-standardeja

15.9.2000

63

- ATM Forum
  - edistämään ATM-standardointia
- OMG = Object Management Group
  - hajautettu tietojenkäsittely, CORBA
- WAP Forum
  - WAP-standardointi
- UMTS Forum
  - Universal Mobile Telecommunications System

15.9.2000

64

## ISO

- standardeja kaikille aloille
  - yli 200 teknistä komiteaa
  - yli 100.000 'vapaaehtoista' osallistujaa
- JTC 1 Information technology
  - J= joined: yhdessä IEC:n (International Electrotechnical Commission) kanssa
  - tietokone- ja tietojenkäsittelystandardit
- TC ==> alikomitea (SC) ==> työryhmä (WG)

15.9.2000

65

## ISO:n jäsenet

- kansalliset standardointiorganisaatiot
  - SFS = Suomen Standardisoimisliitto
  - ANSI = The American National Standards Institute
  - BSI
  - AFNOR
  - DIN
  - ....
- muut standardointiorganisaatiot
  - ITU, IEEE, ECMA,...

15.9.2000

66

## ISO-standardointityö

- uusi työaihe NWI  
==>  
komitealuonnos (CD) ==>  
standardiluonnos (DIS) ==>  
kansainvälinen standardi (IS)
- pyrkimyksenä yhteistyö  
muiden organisaatioiden  
kanssa



15.9.2000

67

## Internet-standardointi

- aluksi hyvin löyhä organisaatio
  - IAB (Internet Activities Board, ==>  
Internet Architecture Board)
  - tutkimuksen suuntaus
  - noin 10 henkeä, jotka kokoontuivat melko usein
  - korvasi 1983 alkuperäisen epävirallisen komitean
  - Task Forces ( lähinnä jatko-opiskelijoita)
  - **RFC (Request for Comments)**
    - yli 2000 kpl

15.9.2000

68

## Internet Society

- perustettiin 1989
- laajapohjaisempi IAB
- Internet Research Task Force
  - long-term research
- Internet Engineering Task Force
  - Working Groups
  - Areas of WG
  - Steering Committee

15.9.2000

69

