



**TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU**

LIIKETALouden YKSIKKÖ

OPINNÄYTETYÖRAPORTTI

**Lähiverkko suunnitelma  
Tampereen Vanhuspalveluyhdistys ry:lle**

**Tero Hjelm**

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma  
Maaliskuu 2005  
Työn ohjaaja: Harri Hakonen



---

Tekijä(t):	<b>Tero Hjelm</b>	
Koulutusohjelma(t):	<b>Tietojenkäsittely</b>	
Opinnäytetyön nimi:	<b>Lähiverkko suunnitelma Tampereen Vanhuspalveluyhdistys ry:lle</b>	
	<b>Research of a local area network for Tampereen Vanhuspalveluyhdistys ry</b>	
Työn valmistumis- kuukausi ja -vuosi:	<b>Maaliskuu 2005</b>	
Työn ohjaaja:	<b>Harri Hakonen</b>	Sivumäärä: <b>70</b>

---

## TIIVISTELMÄ

Työni tavoite oli lähiverkon suunnittelu Tampereen Vanhuspalveluyhdistys ry:lle. Yhdistykseen kuuluu hallintotoimisto, joka sijaitsee kaupungin keskustassa sekä neljä palvelutaloa, jotka sijaitsevat eri puolilla Tamperetta: Härmälässä, Koivistonkylässä, Hervannassa ja Kaukajärvellä. Yhdistyksellä on noin 40 tietokonetta, joista kymmenen on hallinnon toimipisteessä ja loput koneista sijaitsee palvelutaloissa.

Työn tarkoituksena on suunnitella toimiva lähiverkko, jossa jokaisessa toimipisteessä olisi tiedosto- ja tulostinpalvelin. Työssä esitellään ensin yleisimpiä lähiverkkotekniikoita ja niiden ominaisuuksia. Tarkemmin tarkastellaan neljää erinlaista toimeksiantajalle sopivaa esimerkiverkkoa. Nämä verkot edustavat yleisimpiä langallisia ja langattomia lähiverkkotekniikoita. Esimerkkien avulla selvitetään niiden toteuttamisen kustannuksia ja soveltuvuutta toimeksiantajalle. Talojen väliset yhteydet hoituisivat palvelun tarjoajan ADSL- yhteydellä. Verkko-suunnitelmaan sisältyy toimipisteiden sisäinen kaapelointisuunnitelma ja talo- ja kerrosjakamoiden suunnittelu. Tiedosto- ja tulostinpalvelimena toimisi sekä Linux-palvelin että Microsoftin Windows- palvelin.

Rinnalle tulisi toinen lähiverkko, joka olisi tarkoitettu asukkaiden käyttöön. Tämä suunnitelma on tulevaisuuden varalle, koska suurin osa nykyisistä talojen asukkaista ja muista palvelun saajista ovat iäkkäitä ja tietokoneisiin tottumattomia. Toista lähiverkkoa voidaan käyttää tulevaisuudessa, kun suuret ikäluokat siirtyvät palvelutalojen asukkaiksi ja heillä on enemmän kokemusta ja tietoa tietokoneiden käytöstä. Asukkaiden lähiverkosta ei olisi pääsyä yhdistyksen lähiverkkoon mutta yhdistyksen verkosta olisi pääsy asukkaiden lähiverkkoon, jotta sitä voidaan käyttää asukkaille tiedottamiseen.

# Sisällysluettelo

1	JOHDANTO .....	4
2	TAMPEREEN VANHUSPALVELUYHDISTYS.....	4
3	KÄSITTEITÄ.....	6
4	LÄHIVERKOT .....	7
4.1	Lähiverkon suunnittelun painopisteet.....	7
4.2	Arkkitehtuuri.....	9
4.2.1	Väylä.....	10
4.2.2	Rengas .....	10
4.2.3	Tähti.....	11
4.3	Lähiverkkoratkaisut .....	12
4.3.1	Ethernet IEEE 802.3.....	12
4.3.2	Langaton lähiverkko IEEE 802.11 .....	15
4.3.3	Muut lähiverkkoratkaisut.....	20
4.4	Kaapelointi .....	21
4.4.1	Koaksiaalikaapeli.....	22
4.4.2	Suojattu kierretty parikaapeli .....	23
4.4.3	Suojaamaton kierretty parikaapeli .....	24
4.4.4	Optinen kuitukaapeli .....	25
4.5	Lähiverkon tietoturva.....	26
5	TYÖN KUVAUS.....	28
6	TULOKSET .....	30
6.1	Ethernet -verkko .....	30
6.2	Langaton verkko .....	43
7	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	46
8	YHTEENVETO .....	52
9	LÄHTEET.....	54
10	LIITTEET .....	56
10.1	Liite 1: Usein esiintyviä lyhenteitä .....	56
10.2	Liite 2: IEEE –standardeja .....	59

10.3 Liite 3: Tekniset tiedot.....	60
10.4 Liite 4: Pohjapiirustukset.....	63

# 1 JOHDANTO

Toimiva lähiverkko on nykyaikaiselle yritykselle elintärkeä. Lähiverkkoa tarvitaan yrityksissä Internetin käyttöön, sähköpostien luokemiseen, tiedostojen tallennukseen palvelimille, tiedostojen siirtoon yrityksen sisällä, yhteisten tietokantojen ja verkkolaitteiden jakamiseen ja käyttämiseen. Yleensä lähiverkkoon kiinnitetään huomiota vasta, kun se ei toimi hyvin tai lakkaa toimimasta kokonaan.

Lähiverkoissa on tapahtunut suuria muutoksia viime vuosien aikana. Nopeudet lähiverkoissa ovat nousseet huomasti kymmen- tai jopa satakertaisiksi. Langattomasta verkosta on tullut myös erittäin kilpailukykyinen vaihtoehto yrityksille. Suurin osa lähiverkoista on kuitenkin edelleen parikaapeliverkkoja. Syynä tähän on niiden edullinen hinta ja laajennettavuus.

Työ tehtiin Tampereen Vanhuspalveluyhdistys Ry:n toimeksiantosta. Työn tarkoituksena oli selvittää yhdistyksen lähiverkon suunnittelua ja kustannuksia, sekä löytää yhdistykselle sopivin ja toimivin ratkaisu. Työssä selvitetään erilaisten siirtoteiden ominaisuuksia ja sopivuutta toimeksiantajalle.

Työn rakenne seurailee Tampereen ammattikorkeakoulun liiketalouden tutkintotyöstä annettuja ohjeita. Johdannon jälkeisessä luvussa esittelen lyhyesti toimeksiantajayrityksen. Kolmannessa luvussa käyn läpi keskeisiä lähiverkon termejä ja käsitteitä. Neljännessä luvussa kerron lyhyesti erilaisista lähiverkoista ja niiden ominaisuuksista. Viidennessä luvussa käyn läpi lopputyön tekoprosessia. Siinä selvitän tiedon ja aineiston hankintaa, sekä perustelen tekemiäni valintoja. Kuudennessa luvussa esittelen tutkimukseni tulokset ja kustannukset. Seitsemännessä luvussa pohdin ratkaisuja ja teen saatuihin tuloksiin perustuvia johtopäätöksiä. Viimeisessä luvussa esitän yhteenvedon.

## 2 TAMPEREEN VANHUSPALVELUYHDISTYS

Tampereen Vanhuspalveluyhdistys ry on perustettu vuonna 1969. Yhdistys toimii ikääntyvien ihmisten ja erityisryhmien tukena kokonaisvaltaisen palvelun ja parempien asumisolojen tuottajana. Yhdistys omistaa ja hallinnoi senioriasumisympäristöjä ja kokoaa organisoituun toimintaan aatteellisesta vanhustyöstä kiinnostuneita henkilöitä ja organisaatioita. Yhdistys tekee yhteistyötä eri sidosryhmien kanssa ja panostaa henkilökunnan ammattitaitoon. Yhdistys toimii aktiivisena alueellisena vaikuttajana asiantuntijastatutuksensa ja edelläkävijäprofiilinsa pohjalta. Yhdistyksen keskeisimpiä yhteistyökumppaneita ovat Tampereen kaupunki, Raha-automaattiyhdistys ry, Vanhustyön keskusliitto, Vanhus- ja Lähimmäispalveluliitto, Yrjö ja Hanna Säätiö, Nääsville ry sekä alueella toimivat muut alan järjestöt, oppilaitokset ja alueen rakennuttaja- ja suunnitteluyksiköt. Tampereen Vanhuspalveluyhdistys ry on merkittävä vanhuspalvelujen tuottaja Tampereen kaupungissa ja pyrkii koko ajan kehittämään ja parantamaan ikäihmisille suunnattuja palveluja ja toimintoja (Tampereen Vanhuspalveluyhdistys ry esite 2005).

Yhdistys omistaa tällä hetkellä viisi palvelutaloa. Härmälässä vuonna 1990 valmistunut Kuuselan palvelukoti, jossa on 45 palveluasuntoa sekä 12 paikkainen ryhmäkoti muistihäiriöisille asukkaille. Koivistonkylässä vuonna 1994 valmistunut Taatalan palvelukoti, jossa on 30 palveluasuntoa. Kaukajärvellä 1999 valmistunut Kaukaharju I, jossa on 32 palveluasuntoa ja 2003 valmistunut Kaukaharjun II, jossa on 32 palveluasuntoa sekä 12 paikkainen ryhmäkoti muistihäiriöisille asukkaille. Hervannassa 2002 valmistunut Keinupuiston palvelukoti, jossa on 13 palveluasuntoa, 15 paikkainen ryhmäkoti sekä 50 Tampereen Kotilinnasäätiön eläkeläisten vuokra-asuntoa. Lisäksi Yhdistys omistaa kahdeksan asunnon kalustetut ryhmäasunnot sekä 16 tukiasuntoa eripuolilla Tamperetta. Yhdistyksen hallintotoimisto sijaitsee Tampereen keskustassa Kauppa-kadulla (Tampereen Vanhuspalveluyhdistys ry esite 2005).

Yhdistys työllistää noin 150 henkilöä. Yhdistyksessä on noin 40 tietokonetta. Yritys ostaa tarvitsemansa tietoliikenne-, laiteasennus- ja tukipalvelunsa ulkopuoliselta yritykseltä. Verkkosivut sijaitsevat www- palveluntarjoajalta vuokratulla palvelimella, ja sähköpostista huolehtii Internet-operaattori.

### 3 KÄSITTEITÄ

**Verkko** on IT-ensyklopedian ([www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi)) mukaan yleisesti tiedonsiirtoon tarkoitettu looginen tai fyysinen verkko, joka yhdistää siihen kytketyt laitteet ja palvelut toisiinsa. Verkkoa käytetään tiedon siirtoon ja sen kautta tarjotaan erilaisia palveluita. Verkkoon voidaan kytkeä erilaisia laitteita, jotka auttavat siirtämään tietoa verkon kautta ja voivat tarjota muille verkon laitteille palveluita. Näitä laitteita on tietokoneiden lisäksi muun muassa verkkotulos-timet, palvelimet, reitittimet ja kamerat.

**Lähiverkko** on suunniteltu toimimaan maantieteellisesti pienellä alueella ja mahdollistamaan useiden käyttäjien yhtäaikaiset yhteydet suuren kaistanleveyden väylään (Chappel 1999:7). Toisin sanoen lähiverkko on palvelimista, työasemista, verkkolaitteista ja kaapeleista koostuva rajatun alueen tietoliikenneverkko, joka on tavallisesti yhden organisaation hallinnassa.

**Tietoliikenne** on IT-ensyklopedian ([www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi)) mukaan yleisesti kaikki sähköiseen signaaliin, valoon tai radioaaltoihin perustuvaa tiedon välittämistä. Tietoliikenne on siirtotiellä kulkevaa tietovirtaa, joka liikkuu lähiverkossa sähköä, valon tai radioaaltojen välityksellä.

**Tiedonsiirto** joka muistuttaa läheisesti edellistä termiä, on mitä tahansa tiedon siirtoa tallennustilasta toiseen kuljettamatta tietoa varsinaisella tietovälineellä. Teknisesti tämä tarkoittaa tiedon sähkömagneettista siirtoa siirtojohdossa, valonsädeä tai radioaaltoja. (IT-ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))

**Siirtotie** on fyysinen media, jota pitkin tieto kulkee. Siirtotiehen ei sisälly laite- ja työpistekaapelit.

**Tiedonsiirtokapasiteetti** on se määrä tietoa bitteinä, joka lähiverkossa voidaan siirtää. 100Base-T- verkon tiedonsiirtokapasiteetti on sata megabittiä sekunnissa.

**Tiedonsiirtonopeus** on luku, joka ilmaistaan bittiä/sekunti (bps) tai joskus tavua/sekunti (Bps) ja se sisältää kaiken siirrettävän informaation. Koska yksi bitti on yksikkönä pieni, niin yleensä tiedonsiirtonopeus ilmoitetaan joko tuhansina (kilo), miljoonina (mega) tai miljardeina (giga) bitteinä sekunnissa. Tavu on kahdeksan bittiä. Tavu tiedonsiirto on siis kahdeksan kertainen bittiin nähden.

## 4 LÄHIVERKOT

Perinteiset lähiverkot (Local Area Network, LAN) on suunniteltu pääasiassa tiedostojen ja oheislaitteiden, kuten tulostimien ja skannereiden, yhteiskäyttöä varten. Lähiverkon avulla voidaan jakaa yhteys Internetiin sen sijaan, että yhteys yrityksen kaikille koneille toteutettaisiin erikseen. Yrityksissä lähiverkkojen merkitys on kasvanut lisääntyneen sisäisen viestinnän, sähköpostin ja Internetin käytön myötä. Monissa pienissä yrityksissä lähiverkko on useasti vertaisverkko, joissa kaikki verkossa olevat tietokoneet voivat jakaa hakemistojaan sekä oheislaitteitaan. Suurissa yrityksissä käytetään resurssien jakamiseen palvelimia, jotka ovat erikoistuneet johonkin toimintoon, kuten tulostinpalvelin.

Lähiverkkojen keskeisimpinä tehtävinä on tarjota käyttäjilleen resurssien jako-, sanomanvälitys- ja yhteyspalveluita. Näistä käytetyin on resurssien jakopalvelu, jossa palvelimet tai joskus työasemat jakavat käyttäjille yhteisiä tiedosto- ja oheislaiteresursseja (Hakala & Vainio 2002: 4.).

Lähiverkkojen kehitys tulevaisuuden osalta näyttää menevän kohti erillään toimivien tekniikoiden yhdistämistä. Lähiverkkojen toimimiselle asettaa haastetta puheen ja liikkuvan kuvan yhdistäminen yhteen ja samaan siirtotiehen. Tämä merkitsee huomion kiinnittämistä lähiverkkojen toimintaan. Katkoksia lähiverkon toiminnassa ei saisi tulla, jos kaikki palvelut käyttävät samaa siirtotietä.

### 4.1 Lähiverkon suunnittelun painopisteet

Lähiverkon pitää pystyä mukautumaan yrityksen erilaisiin tarpeisiin ja lähiverkon tulee olla toimintakuntoinen, jotta yrityksen jatkopäiväiset toiminnot saadaan suoritettua. Verkon kapasiteetin riittämättömyys voi aiheuttaa yrityksen tärkeiden töiden viivästymisen tai töiden tekemättä jäämisen. Koska nykyään tieto ja informaatio on suurilta osin sähköisessä muodossa edellytetään paitsi laajaverkkojen (Wide Area Network, WAN), niin myös yritysten ja yhteisöjen omien lähiverkkojen luotettavaa ja häiriötöntä toimintaa.

Lähtökohtana uuden verkon suunnittelussa ovat yrityksen tarpeet. Verkon suunnittelussa merkittäviä asioita ovat: yksinkertaisuus, ylläpidettävyys, kapasiteetti, muunneltavuus, vikasietoisuus, käytettävyys, turvallisuus, kytkentäisyys ja palveluiden yhdentyminen.



## **Yksinkertaisuus**

Yksinkertaisuus auttaa näkemään verkon loogista toimintaa. Näin ollen verkon ylläpitäjän on helpompi ylläpitää ja nähdä verkon mahdolliset ongelmakohdat.

## **Ylläpidettävyys**

Verkon osien ja asetusten dokumentointi on tärkeä osa ylläpidettävyyttä. Verkon osien ja asetusten tarkkaa dokumentointia ei ole otettu vakavasti yrityksissä. Tämä huomataan yleensä siinä vaiheessa kun verkon ylläpitäjä lähtee yrityksestä, tai kun ylläpito ulkoistetaan. Ylläpidon tärkeimpiä tehtäviä on olemassa olevan teknologian päivittäminen siten, että se vastaa yrityksen mahdollisesti muuttuneita tarpeita. Koska järjestelmän ylläpitokustannukset ovat sen elinaikana yleensä hankintakustannuksia korkeammat tulisi tämä ottaa huomioon hankkeita suunniteltaessa.

## **Vikasietoisuus**

Vikasietoisuus tarkoittaa verkkoyhteyksien varmistamista siten, että vaikka verkko vioittuisi jostain kohtaa niin tiedonsiirto verkossa ei katkea. Tällaisen verkon toteuttaminen vaatii käyttäjien tarpeiden ja verkon hyvää analysointia. Erittäin vikasietoisen verkon rakentaminen tulee kalliiksi. Yksi tapa verkon vikasietoisuuden lisäämiseen on vaihtoehtoisen tiedonsiirtoreitin tekeminen. Myös keskittimien, kytkinten, reitittimien ja palvelimien toiminnan ja sähkösaannin varmistaminen on eräs tapa lisätä verkon vikasietoisuutta. Tämä tehdään siten, että hankitaan keskeisille laitteille varalaitteet, joka ottaa tehtäväkseen rikkoutuneen laitteen tehtävät. Varavirtalähteen (uninterruptible power supply, UPS) ja ylijännitesuojan avulla voidaan varautua sähkökatkosiin ja sähköpiikkeihin kuten salamaniskuihin.

## **Käytettävyys**

Käytettävyydellä mitataan verkon käyttökelpoisuutta. Käytettävyys on ISO 9241 – standardin mukaan: ”Suure, joka kertoo tietyn käyttäjäryhmän kyvyn pystyä käyttämään tuotetta tehokkaasti, tuottavasti ja miellyttävästi erikseen määriteltyjen tavoitteiden saavuttamiseen tietyssä käyttöympäristössä”. (IT-ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi)) Joka yrityksellä on oma käytettävyyden määritelmänsä. Verkossa voi esimerkiksi olla tarvetta siirtää ääntä ja kuvaa. Verkon hyvä käytettävyys tarkoittaa sitä, että verkko on mahdollisimman huomaamaton käyttäjille, ja helppo ylläpitäjän huoltaa ja ylläpitää. Edellä mainittuja asioita kannattaa miettiä tarkkaan, koska ylläpitäjälle helppo huollettava verkko ei ole käyttäjien kannalta välttämättä tarkoituksen mukainen. Verkon käytettävyyden

suunnittelulla pyritään tarjoamaan paras mahdollinen käytettävyys mahdollisimman edullisin kustannuksin.

### **Turvallisuus**

Täysin turvallista verkkoa ei ole olemassa. Aina voi käydä niin, että verkkoa kohtaa jokin fyysinen vika, sattuu jokin inhimillinen erehdys tai tapahtuu jokin ilkivalta verkkoa kohtaan, joka estää verkon palveluiden käytön, kadottaa verkossa liikkuvan tiedon, tai tieto ei pääse perille jostain syystä. Tärkeintä on tunnistaa, minkälaisia uhkatekijöitä järjestelmää vastaan kohdistuu. On myös hyvä todeta jo suunnitteluvaiheessa mitkä uhkatekijöistä ovat todellisia sekä miten niitä voidaan ennalta ehkäistä tai miten niiltä voidaan suojautua kokonaan. Tämä auttaa yritystä saavuttamaan haluttu ja toimiva turvallisuus taso sopivin kustannuksin, koska myöhemmässä vaiheessa turvallisuustason nostaminen nostaa myös kustannuksia.

### **Kytkenäisyys**

Alle kymmenen työaseman verkossa voidaan käyttää keskitintä, mutta koska kytkimien hinnat ovat laskeneet lähes keskittimien tasolle, niin suurimmaksi osaksi uusissa verkoissa käytetään keskuskäytteenä kytkimiä. Kytkenäisen verkon hyvä puoli on se, että kytkin vähentää verkossa siirrettävän datan törmäyksiä pienentämällä segmenttejä ja lisää datansiirtokapasiteettiä. On kuitenkin suunnittelussa muistettava se, että kytkimet lisäävät datansiirron viivettä, koska ne käyvät siirrettävän datan läpi huolellisemmin kuin keskitimet.

### **Palveluiden yhdyminen**

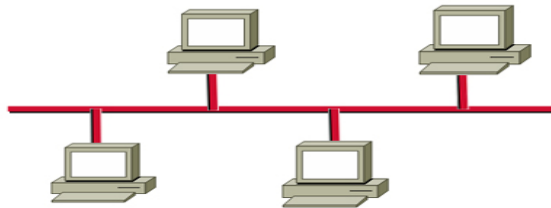
Tietotekniikassa sanoilla tarkoitetaan teknologioiden, osaamisen, palveluiden, toimialojen tai toimijoiden yhdyntymistä niin, että yhdyntyneet komponentin tuottavat uuden, toistensa ominaisuuksia sisältävän kokonaisuuden. Käytännössä tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että kaapelitelevisioyhtiö tarjoaa kaapelinsa välityksellä Internet – yhteyden.

## **4.2 Arkkitehtuuri**

Koneiden välistä liikennettä tarkastellaan kahdella eri tasolla loogisen ja fyysisen topologian tasolla. Looginen topologia määrittelee kuinka tieto kulkee koneelta toiselle. Fyysinen topologia määrittelee kuinka koneita yhdistävä kaapeli on fyysisesti kytketty. Tärkeimmät lähiverkoissa käytettävät topologiat ovat väylä, rengas ja tähti.

### 4.2.1 Väylä

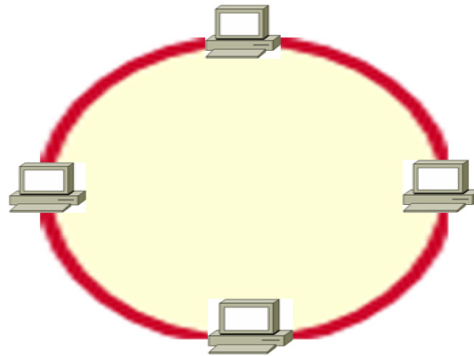
Kuvassa 1 on esitetty väylä (bus), jossa tieto siirtyy samaa siirto-kanavaa pitkin. Kaikki laitteet on kytketty tähän kanavaan ja teoriassa tieto välittyy kaikille väylässä oleville laitteille samanaikaisesti. Väylässä ei vallitse mitään määrättyä tiedon kulkusuuntaa, vaan tieto kulkee kaikkiin suuntiin. Etuna tässä topologiassa on, kun kaikki koneet ovat yhdistettynä toisiinsa, niin ne voivat liikennöidä suoraan keskenään. Topologian haittapuolena on, että kaapelivika katkaisee kaikilta yhteydet.



*Kuva 1 Väylä*

### 4.2.2 Rengas

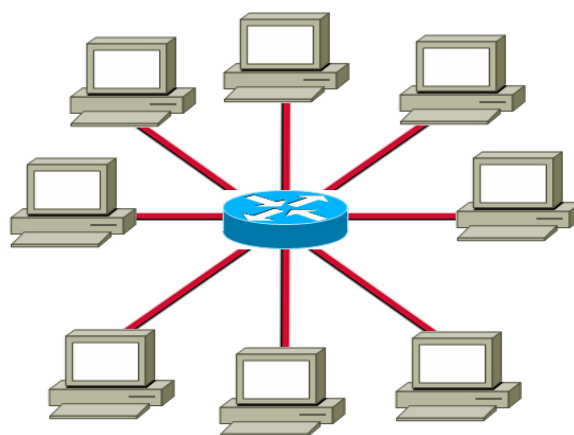
Kuvassa 2 on esitetty rengastopologia (ring), joka on yhtenäinen, suljettu rengas ja koostuu solmuista sekä niiden välisistä yhteyksistä. Tieto kulkee vuoron perään jokaisen laitteen läpi aina samaa kiertosuuntaa käyttäen. Koska tässä topologiassa kaikki laitteet on kaapeloitu suoraan toisiinsa ketjumaisesti, niin tieto siirtyy koneelta toiselle siten, että kaikki solmut näkevät jokaisen kehyksen, mutta peräkkäin yhden kerrallaan. Myös tässä haittapuolena on se, että kaapelivika katkaisee kaikilta yhteyden.



Kuva 2 Rengas

### 4.2.3 Tähti

Kuvassa 3 on esitetty tähti (star), jossa laitteet ovat yhteydessä toisiinsa yhteisen pisteen kautta. Tähti on yleisin fyysinen topologia nykyaikaisissa lähiverkoissa. Tähten tärkein etu on se, että solmut pystyvät liikennöimään keskenään hyvin joustavasti. Huonoin puoli on se että keskussolmun vikaantuessa koko verkko menettää yhteytensä. Kaikki informaatio kulkee yhden laitteen kautta, mikä on hyvä tietoturva- ja käyttörajoitustarpeita ajatellen, mutta tuo myös toisaalta haavoittuvuutta.



Kuva 3 Tähti

## 4.3 Lähiverkkoratkaisut

Lähiverkkoratkaisuja on useita erilaisia. Ne eroavat toisistaan teknisesti, kehyksen rakenteen, verkon laitteiden, siirtotien ja käytetyn protokollan osalta. Käytetyin lähiverkko ratkaisu on IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) standardiin 802.3 perustuvat Ethernet lähiverkot. Suurin osa lähiverkoista on toteutettu Ethernetillä. Julkistamisen jälkeen Ethernet on jättänyt taakseen monet kilpailijansa, kuten vuoronsiirtomenetelmään perustuvan Token Ring – tekniikan.

### 4.3.1 Ethernet IEEE 802.3

Ethernet on pärjännyt hyvin lähiverkkomarkkinoilla. Syynä tähän on Ethernetin tekniikan yksinkertaisuus ja halpa hinta. Lisäksi Ethernet on vaivaton alustaa uusiin käyttötarkoituksiin ja teknisiin ympäristöihin. Ethernetin perustana on se, että ratkaisusta tehtiin alusta alkaen yleinen standardi, kun muut samaan aikaan esitellyt ratkaisut olivat lähes poikkeuksetta valmistajakohtaisia.

Ethernetin kehitystyö käynnistyi vuonna 1972 Xerox's Palo Alto Research Centerissä. Verkkoa alun perin kutsuttiin Alto Aloha netiksi ja sen nopeus oli 2.94 Mbit/sec. Nimi Ethernet tuli käyttöön toukokuussa 1973, koska suunnittelija halusi tähdentää että verkko toimii myös muillakin kuin Alton laitteilla ja verkon nopeus kasvoi lopulta arvoon 10Mbit/sec (Charles Spurgeon's Ethernet Web Site). Vuonna 2002 standardoitiin 10GBASE eli kymmenen gigabit-tä sekunnissa siirtävä versio.

#### Verkonrakenne

Alun perin Ethernet – verkko oli fyysiseltä rakenteelta väylä. Väylässä verkon laitteet kytketään päätevastuksiin terminoituun kanaan.

Nykyisin verkon fyysinen rakenne on useimmin tähti, jolloin verkon laitteet ovat yhteydessä toisiinsa keskipisteenä olevan aktiivilaitteen, kuten keskittimen kautta. Vaikka Ethernetin fyysinen rakenne onkin nykyään tähti, niin loogisesti tieto liikkuu verkossa yhä väylämäisesti työasemalta keskuslaitteeseen ja takaisin.

#### Verkon toiminta

Ethernet – verkossa tiedon lähettämiseen käytetään CSMA/CD – menettelyä (carrier sense multiple access with collision detection), jossa vain yksi laite kerrallaan voi lähettää tietoa jaetussa mediasa. Tällaiset verkkolaitteet joilla on dataa lähetettävänä toimivat kuuntele-ennen-lähetystä – tilassa. Tällä tarkoitetaan, että kun laite

haluaa lähettää dataa, sen täytyy ensin tarkistaa, onko verkkomedia eli siirtotie vapaa. Kun laite on päätellyt, että media on vapaa, se voi aloittaa datan lähettämisen. Lähettäessään dataa laite samalla kuuntelee varmistaakseen, ettei mikään toinen laite lähetä verkkomediaan dataa samanaikaisesti. Suoritettuaan lähetyksen loppuun laite palaa kuuntelutilaan. (Cisco Press 2002a: 248, 253)

Tästä huolimatta kaksi tai useampia laitteita voi lähettää dataa samanaikaisesti, tästä seuraa törmäys. Törmäyksessä data tuhoutuu. Törmäyksen sattuessa ne laitteet, jotka ensimmäisenä havaitsivat sen, lähettävät törmäyssignaalin. Kuullessaan tämän signaalin jokainen laite odottaa satunnaisen mittaisen ajan, ennen kuin yrittää uudelleenlähetystä. Mitä useampi lähettävä laite verkkoon liitetään, sitä suurempi on törmäysten todennäköisyys (Cisco Press 2002b: 41, 42).

Törmäysten vähentämiseksi ruuhkautunut verkko voidaan joko pienentää pienempiin törmäysalueisiin, tai nostaa verkon siirtonopeutta. Sillan, kytkimen tai reitittimen avulla voidaan verkkoa pienentää pienempiin törmäysalueisiin, koska nämä laitteet eivät välitä törmäysviestejä eteenpäin muihin verkkosegmentteihin. Keskitin ei kuulu edellä mainittuihin laitteisiin, sillä se jatkaa verkkoa eli suurentaa törmäysaluetta.

Ethernetissä ei yritetä estää törmäyksiä, vaan halutaan saada tieto perille käyttäen törmäysten havaitsemista ja uudelleenlähetystä. Kun törmäysalue kasvaa törmäysten määrä kasvaa, joka johtaa datan uudelleenlähetyksiin. Tämä tarkoittaa sitä, että Ethernet käyttää osan verkon siirtokapasiteetista tähän ylimääräiseen liikenteeseen. Tätä verkon nimellisen ja todellisen siirtokapasiteetin eroa sanotaan verkon hyötysuhteeksi.

## Standardit

Standardien tarkoituksena on tietoliikennelaitteiden ja -ohjelmistojen toiminnan yhdenmukaistaminen. Ilman näitä suosituksia markkinoilla olisi valtava määrä valmistaja- ja maakohtaisia ratkaisuja ja järjestelmiä. Standardeilla voidaan myös ohjailla suuntaa teknisessä kehityksessä.

Verkkojen standardoitinjärjestöjä, jotka tekevät suositukset ovat:

- **ISO** (International standards organization) on määrittänyt OSI- kerrosarkkitehtuurin (Open System Interconnection Architecture) sekä tietoliikennelaitteiden mekaanisten osien standardisoinnin.
- **IEEE** (Institute of Electrical and Electronics Engineers) on suurin teknisten ammattilaisten yhteisö. IEEE:n ryhmät luovat ja ylläpitävät tietotekniikan ja elektroniikan

suosituksia, näihin kuuluu esimerkiksi lähiverkkojen suosituksia.

- **ITU** (International Telecommunications Union) valvoo teleliikenteen standardeja. Tämä järjestö jakautuu alajärjestöihin, kuten ITU-R joka vastaa radiotaajuuksista ja ITU-T joka määrittelee ISDN- verkon (Integrated Services Digital Network) ja sen laitteet sekä julkisen puhelinverkon rajapinnat ja laitteet.

Ethernet ratkaisujen erot näkyvät fyysisellä tasolla liitännöissä, siirtonopeudessa ja segmentin maksimipituudessa. Luku ratkaisun nimessä ensimmäisenä kertoo nimellisenopeuden. Base tarkoittaa että kyseessä on kantataajuussiirto. Loppuosa on kaapelointia kuvaava koodi.

**10Base2** Ohut Ethernet käyttää siirtotienä 50 ohmin koaksiaalkaapelia. Kakkonen nimen loppuosassa merkitsee segmentin enimmäispituutta joka on 200 metriä, käytännössä kuitenkin pituus on 185 metriä. Verkon laitteet kytketään väylään, jonka molempiin päihin laitetaan päätevastukset.(Cisco Press 2002b: 604)

**10Base5** Paksu Ethernet käyttää siirtotienä 50 ohmin koaksiaalkaapelia. Viitonen nimen loppuosassa merkitsee segmentin enimmäispituutta joka on 500 metriä. Verkon laitteet kytketään väylään, jonka molempiin päihin laitetaan päätevastukset.(Cisco Press 2002b: 604)

**10BaseT Parikaapeli** Ethernet käyttää siirtotienä kahta parikierretyn kaapelin johdinparia (kategoria 3, 4 tai 5), joista yksi pari on datan lähettämiseen ja toinen sen vastaan ottamiseen. Segmentin enimmäispituus on 100 metriä, käytännössä kuitenkin pituus ei saa ylittää 92 metriä. Verkon laitteet kytketään keskittimeen tai kytkimeen, joten verkosta muodostuu tähti.(Cisco Press 2002b: 605)

**100BaseTX** Fast Ethernet on 10BaseT:n seuraaja, jossa käytetään kahta joko suojaamatonta tai suojatun parikierretyn kaapelin johdinparia vähintään kategoria 5. Segmentin enimmäispituus on 100 metriä. Verkon laitteet kytketään keskittimeen tai kytkimeen, joten verkosta muodostuu tähti.(Cisco Press 2002b: 605, 606)

**1000BaseT** on gigabitin lähiverkko, joka on toteutettu kategorian 5 tai 5e parikaapelilla. Segmentin pituus on 100 metriä (IT-ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi)). Yleensä gigabitin lähiverkon toteutuksessa käytetään yksi- tai monimuotokuitua, ratkaisun tunnistaa **X**-merkinnästä. Verkko mahdollistaa sekä vuoro- ja kasisuuntaisen liikenteen. Segmentin maksimipituus vaihtelee riippuen käytetystä kuidusta.

Ensimmäisessä vaiheessa gigabitin Ethernet on korvannut 100 Mbps (megabits per second) Ethernet-runkoyhteydet kytkimien tai toistimien välillä. Runkoyhteyksissä gigabitin Ethernetistä on hyötyä varsinkin kytkentäisissä lähiverkoissa, vaikka runkoverkon ulkopuolella liikuttaisiinkin hitaammilla nopeuksilla. Suurempien nopeuksien mahdollinen käyttöönotto edellyttää kuitenkin korkeatasoista valokuitu-kaapelointia, mikä kannattaa ottaa huomioon kaapelointeja suunniteltaessa.

### **Hyvät ja huonot puolet**

Ethernet on yleisimmin käytetty verkkoratkaisu sekä kotitalouksissa että yrityksissä. Ethernetin suosio ei ole vuosien saatossa vähentynyt verrattuna muihin samaan aikaan esitettyihin ratkaisuihin, vaikka teknisesti se ei ole ylivoimainen verkkoratkaisu. Kupari-kaapelin siirto-ominaisuudet vaikuttavat oleellisesti verkkosegmentin pituuteen rajoittaen sen alle 100 metriin, mikä usein on liian lyhyt matka isoissa tiloissa ilman segmenttejä yhdistävää siltaa tai kytkintä eikä segmenttejä voida yhdistää kuin rajoitettu määrä toisiinsa, mutta se on ratkaisuna helppo toteuttaa ja suhteellisen edullinen kustannuksiltaan.

Ethernetin ongelmana ovat törmäykset, jotka johtavat datan uudelleen lähettämiseen ja näin ollen lisäävät verkon liikennemääriä. Törmäysalueiden kasvaessa liian suureksi verkko ruuhkautuu. Ongelman ratkaisu on kytkimen lisääminen verkkoon. Kun työasema liitetään suoraan kytkimeen, on törmäysalueena ainoastaan työasema ja kytkin, näin ollen törmäyksiä ei tapahdu laisinkaan.

### **4.3.2 Langaton lähiverkko IEEE 802.11**

Langallisten verkkojen kilpailijoiksi on syntynyt erilaisia langattomia verkkoratkaisuja. Nämä ratkaisut käyttävät tiedon siirtoon eri taajuuksilla olevia radioaaltoja. Koska teknologia langattomissa ratkaisuissa on mennyt eteenpäin ja hinnat ovat tulleet edullisiksi, kilpailevat ne jo melkein tasapäisesti langallisten ratkaisujen kanssa.

Radiotaajuuden käyttö vaatii luvan, tämän luvan Suomessa saa viestintävirastosta. Viestintäviraston tavoitteena on osoittaa radiolaitteiden käyttäjille heidän tarkoituksiinsa mahdollisimman hyvin sopivia ja riittävän häiriöttömiä taajuuksia. (Viestintävirasto 2004)

Vuonna 1997 IEEE julkaisi standardin 802.11 “Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications”. Standardi määrittelee kolme vaihtoehtoista siirtotietä, 2.4GHz FHSS (frequency hopping spread spectrum), 900MHz/2.4GHz DSSS (direct sequence spread spectrum) ja 820 nm IR. Näistä vaihtoehtoista 2.4GHz DSSS on käytössä esimer



kiksi Suomessa ja muualla Euroopassa ja 900MHz DSSS Amerikassa. Standardi määrittelee vain 1Mbit/s ja 2 Mbit/s siirtonopeudet, joka eivät riitä tämän päivän sovelluksiin kaikissa olosuhteissa. Niinpä 802.11 standardi jäi välivaiheeksi odoteltaessa nopeampia siirtonopeuksia. (Wikipedia <http://fi.wikipedia.org/wiki/IEEE>)

Syyskuussa vuonna 1999 julkaistiin ensimmäinen lisäys 802.11 standardiin, nimittäin 802.11b, jossa määritellään lisenssittömille 2.4GHz ISM-taajuuksille (industrial, scientific, medical) DSSS taajuuskäytäntöä tukeville tekniikoille 5.5 Mbit/s ja 11 Mbit/s maksimaaliset siirtonopeudet entisten 1Mbit/s and 2 Mbit/s lisäksi. Vuonna 2001 tullut IEEE:n 802.11g standardi tuo 2.4GHz:in taajuusalueelle entistä suuremman siirtonopeuden. IEEE 802.11g tuplaa IEEE 802.11b-standardin nopeuden 22 Mbit/s:ssa ja on täysin taaksepäin yhteensopiva kaikkien olemassa olevien IEEE 802.11b tuotteiden kanssa. (Wikipedia <http://fi.wikipedia.org/wiki/IEEE>)

### **Toimintaperiaate**

Toiminta langattomissa verkoissa poikkeaa muutamilta osin langallisten verkkojen toiminnasta. Radiotaajuusliikenteessä voidaan samaan siirtotiehen sekoittaa useita kanavia, joista jokainen kanava varaa oman taajuusalueensa. Vastaanottaja erottaa viestin muusta liikenteestä jättämällä kaikki muut taajuudet huomioimatta. Langattomissa yhteyksissä kanava vastaa lankajohdinta sillä poikkeuksella että kanavia on tietty rajallinen määrä. Tästä johtuu radiotaajuuksien valvonta.

Langattomissa verkoissa käytetään CSMA/CA:ta eli Collision Avoidancea, koska Collision Detection -mekanismin rakentaminen tulisi kohtuuttoman kalliiksi. Emme voi myöskään olettaa, että langattomassa ympäristössä kaikki asemat kuulevat toisiaan (tämä on perusoletuksena Collision Detection -menetelmässä) ja että jos lähettäjän alueella verkko näyttää vapaalta, se on sitä myös vastaanottajan alueella. CSMA/CA on tekniikka, jossa kone odottaa lyhyen ajan kuunnellen ennen lähetystä päätelläkseen onko toista lähetystä käynnissä. Mikäli tämän jakson aikana kukaan ei lähetä mitään kone aloittaa lähetyksen. Kuten nimi kertoo, tämä mekanismi pyrkii ennen kaikkea välttämään törmäyksiä, ei tunnistamaan niitä. Muita langattomissa lähiverkoissa käytettäviä protokollia ovat TDMA (time division multiple access) ja FDMA (frequency division multiple access). TDMA mahdollistaa usean käyttäjän yhtäaikaisen kanavalle pääsyn jakamalla aikoja kullekin käyttäjälle jokaisella kanavalla. Laitteille, jotka vaativat enemmän lähetyksia kuin muut voidaan antaa enemmän aikajaksoja. TDMA perustuu siis aikajakaisuuteen, kun edelleen varsin yleinen FDMA puolestaan perustuu taajuusjakaisuuteen.

Langattomassa verkossa kanavanvaraus voidaan tehdä keskitetysti tukiaseman taholta tai hajautetusti työasemien kilpavarauksen pe

rusteella. Molemmat tavat voivat olla vuorotellen käytössä. Hajautetun hallinnan periaate on samantapainen kuin kilpavarauksessa. Hajautetun hallinnan aikana lähettävä asema kuulostelee, onko siirtotie vapaa. Lähetyksen päätteeksi vastaanottajalta odotetaan kiittausta, josta lähettäjä tietää sanoman menneen perille. Jos kiittausta ei tule, sanoman oletetaan törmänneen ja ryhdytään samantapaiseen toipumismenettelyyn kuin Ethernet- tekniikassakin. Keskitetyn hallinnan jaksolla tukiasema ryhtyy huolehtimaan tiedonsiirron tasaisuudesta kaikille työasemille ottamalla siirtotien omaan haltuunsa. Kun verkko on tukiaseman hallussa, se lähettää kierto- kyselyjä keskitetyssä hallinnassa mukana oleville laitteille. Keskitetty menettely antaa tasaisemman palvelun datalle. Kun kaikki laitteet on käyty läpi, tukiasema vapauttaa verkon kanavanvarauksen hajautetuksi.

### **Rakenne**

IEEE määrittelee kaksi erilaista loogista topologiaa 802.11 standardille. Nämä ovat vertaisverkko ja asiakas -palvelin ratkaisu. Vertaisverkko (ad-hoc) muodostetaan rajoitetulle alueelle usean yksittäisen laitteen välille. Verkon laitteet muodostavat point-to-point kommunikaatioyhteydet kaikkiin verkon toisiin laitteisiin. Näin saatu verkko ei siis käytä hyväkseen kiinteää infrastruktuuria, vaan ainoastaan luotuja langattomia yhteyksiä. Asiakas -palvelin muodossa yksi asemista, yleensä tätä sanotaan Access Point:ksi, toimii tukiasemana, jonka kanssa muut asemat keskustelevat. Tukiasemana voi toimia tavallinen tietokone tai erillinen tukiasemalaitte. Useista tukiasemista, jotka ovat yhteydessä toisiinsa, muodostuu langaton lähiverkko. Verkko ei yleensä kuitenkaan ole täysin langaton, vaan tukiasemat ovat kiinni perinteisessä lähiverkossa ja niiden välinen liikenne kulkee siis kaapelissa.

### **Langattomia standardeja**

802.11 on langattoman tiedonsiirron standardiryhmä. Siihen kuuluu lukuisia erilaisia tekniikoilla ja nopeuksilla tehtyjä ratkaisuja. Osa 802.11 standardeista ei ole yhteen sopivia keskenään. Tästä seuraa se, että osa tämänhetkisistä standardeista joutuu väistymään muiden tieltä.

IEEE julkaisi 26.7.1997 ensimmäisen WLAN (Wireless Local Area Network) -standardinsa, joka käytti nimeä 802.11. IEEE esitteli jo vuonna 1990 ensimmäisen versionsa standardista, josta kehittyi kuuden eri version kautta 1997 julkaistu 802.11-standardi. 802.11 määrittää pääasiassa OSI-mallin fyysisen kerroksen ja siirtokerroksen alemman osan, joka tunnetaan nimellä MAC (Media Access Control). Standardin määrittelemät verkko-yhteyksien nopeudet ovat 1 Mbps ja 2 Mbps. 802.11 toimii 2,4 GHz:n taajuudella ja määrittelee välitystekniikoiksi infrapunaa ja radiotaajuuden. Radiotaajuustekniikoista ovat käytössä suora-sekvenssi hajaspektri (DSSS) ja taajuushyppely hajaspektri tekniikat (FHSS). DSSS-tekniikan tiedonsiirto tapahtuu lähettämällä tieto 11-bittisiä sarjoja

(Barkerin sarja) verkkokojeiden välillä. Verkkotopologioiksi standardi määrittelee AdHoc-verkon, jossa mobiiliasemat (ms) ovat suoraan yhteydessä toisiinsa sekä infrastruktuurin, jossa mobiiliasemat liikennöivät tukiasemien (Access point, AP) kautta (Wikipedia <http://fi.wikipedia.org/wiki/IEEE>).

Jatkuvasti kehittyvien verkkosovellusten ja langattomien verkkojen laajentuneen käytön takia 802.11 standardin määrittämät nopeudet kävivät auttamatta liian hitaiksi ja tarvittiin uusi standardi, joka vastaisi paremmin käyttäjien ja sovellusten vaatimuksiin.

### **IEEE 802.11b**

Vastauksena näihin haasteisiin IEEE julkaisi uuden 802.11b standardin vuonna 1999. Standardi, joka käyttää myös nimeä 802.11hr (high rate) määrittelee verkkoyhteyden nopeudeksi 5,5 Mbps ja 11 Mbps, mikä on huomattavasti edeltäjänsä nopeampi. Yhteys toimii edelleen samalla 2,4 GHz:n taajuudella, mutta toteuttaa tiedonsiirrossa CCK-tekniikkaa (complement code keying). Tämä tarkoittaa, että tieto lähetetään 64 8-bittisen koodisanan sarjoina. Sarjamuodossa kullakin koodisanalla on oma matemaattinen merkityksensä. Vaihtoehtoisena siirtotekniikkana 802.11b tarjoaa PBCC-tekniikan (packet binary convolutional coding) ja tukee edeltäjänsä siirtotekniikkaa (Barkerin sarja). (Wikipedia <http://fi.wikipedia.org/wiki/IEEE>)

### **IEEE 802.11a**

802.11a on 802.11 määrittelyn vuonna 2001 valmistunut täydennys fyysisellä tasolla 40 Mbps nopeudella toimivista langattomista lähiverkoista. Se toimii 5GHz taajuusalueella ja sisältää toiminnallisia parannuksia edeltäjänsä 802.11b:n verrattuna. Taajuutta nostettiin, koska tarvittiin lisää kaistaa verkkoyhteyksien nopeuksien kasvattamiseksi. Myös siirtotekniikka koki muutoksen. Uusi standardi määritteli tiedonsiirtoa varten OFDM-tekniikan (orthogonal division frequency modulation), joka perustuu signaalien jakamiseen pienempiin alaskaaleihin. Jaetut signaalit siirretään yhtäjaksoisesti eri taajuuksilla. Muutoksien myötä saatiin verkkoyhteyksien nopeus kasvatettua 54 Mbps:ään.

802.11a standardi ei edusta huolimatta ole kokenut 802.11b:n kaltaista suosiota. Tähän on syynä hinnoiltaan kalliimmat verkkokojeet ja korkeamman taajuuden aiheuttama kantaman pienentyminen verrattuna samoissa oloissa käytettyyn 802.11b:n. (Wikipedia <http://fi.wikipedia.org/wiki/IEEE>)

### **IEEE 802.11g**

Vuonna 2000 IEEE-työryhmä perusti erillisen tutkimusryhmän kehittämään 802.11b-standardin laajennusta. Vuonna 2003 IEEE ratifioi tutkimustyön tuloksena 802.11g-standardinsa. 802.11g-

standardi on risteytys 802.11a ja 802.11b standardeista, koska se käyttää tiedonsiirtoon CCK-OFDM-tekniikkaa ja tarjoaa vaihtoehtoiseksi siirtotavaksi PBCC-tekniikan. Standardi määrittää radio- taajuustekniikoista DSSS, HR-DSSS ja OFDM tekniikat. Se kykenee 54 Mbps ja 11 Mbps nopeuteen, käyttää 2,4 GHz:n taajuutta ja on siksi täysin yhteensopiva vanhemman 802.11b-standardin kanssa. (Wikipedia <http://fi.wikipedia.org/wiki/IEEE>)

## Bluetooth

Bluetooth sai alkunsa, kun ruotsalainen *Ericsson* (nykyinen Sony Ericsson) alkoi tutkia erilaisia menetelmiä langattomaan tiedonsiirtoon matkapuhelimien ja niiden oheislaitteiden välillä vuonna 1994. Nimi "Bluetooth" annettiin 900-luvulla eläneen viikinkikuninkaan, *Harald Blåtandin* mukaan.

Pienimmällä milliwatin lähetysteholla päästään 10 metrin tiedonsiirtoetäisyyksiin ja lähetystehoa kasvattamalla aina 100 metrin etäisyyksiin asti. Bluetoothin lähetystaajuus on 2,45 GHz. Samalla taajuusalueella toimivat myös mm. mikroaaltouunit ja langattomat lähiverkot. Yhteyksien häiriöiden vähentämiseksi lähetyksessä käytetään hajaspektritekniikkaa.

Bluetooth koostuu kolmesta osasta, jotka ovat radio-osa (Bluetooth radio), radiolinkin hallintaosasta (engl. *link controller*) ja yhteydenhallinnasta (engl. *link manager*).

Bluetooth mahdollistaa kahdeksan eri laitteen liittämisen samaan verkkoon. Pienemmissä, enintään kahdeksan laitetta sisältävissä, piconet-verkoissa on yksi isäntä ja loput ovat orjia. Jokainen yksittäinen laite voi vapaasti tulla verkkoon tai poistua siitä. (Wikipedia <http://fi.wikipedia.org/wiki/IEEE>)

Bluetooth-spesifikaatio mahdollistaa, että laite voi olla jäsenenä kahdessa eri verkossa (nykyiset laitteet tukevat vain yhtä aktiivista yhteyttä kerrallaan), näin laitteita ja verkkoja voidaan ketjuttaa toisiinsa. Bluetooth-laitteet jakautuvat verkoissa isänniksi (engl. *master*) ja orjiksi (engl. *slave*). "Piconet"-verkkojen yhdistyessä suuremmiksi, kutsutaan niitä "scatternet"-verkoiksi, joissa on useita isäntiä ja orjia. Verkot erottaa toisistaan niiden käyttämä taajuus sekä kanavahyppiminen. (Wikipedia <http://fi.wikipedia.org/wiki/IEEE>)

## Langattoman verkon hyvät ja huonot puolet

Hyvinä puolina langattomissa verkoissa voidaan pitää kohtuullista hintaa, vaivatonta käyttöönottoa ja työaseman helppoa liikuteltavuutta sekä työasemien vapaata sijoittelua huoneessa, koska johtoja ei tarvitse huomioida sisustuksessa. Myös työpisteen sijoittelu huoneessa käy jatkossa helpommin tarvittaessa. Huonona puolena voidaan pitää jaettua siirtotien käyttöä, joka tarkoittaa nopeuden pienenemistä käyttäjien lisääntyessä. Sama ilmiö voi kuitenkin il-

metä langallisissa verkoissa, jos verkossa käytetään keskittimiä kytkinten sijaan. Huonona puolena on myös taajuuksien rajallisuus, signaalitason nopea heikkeneminen, häiriöherkkyys ja langattoman verkon aiheuttamat häiriöt muihin laitteisiin.

### 4.3.3 Muut lähiverkkoratkaisut

Ethernetin ja langattomien verkkoratkaisujen lisäksi on tarjolla muitakin vaihtoehtoja. Nämä ratkaisut ovat kuitenkin vähäisen levinneisyyden takia kalliimpia vaihtoehtoja, kuin edellä mainitut.

#### 100VG-AnyLAN

100VG-AnyLAN on 100 Mbit/s verkko, jonka verkkosovittimet ovat yhteensopivia myös perinteisen 10 Mbit/s Ethernetin kanssa. Se poikkeaa Ethernetistä siten, että siinä liikenne ei ole koskaan jaettava. 100VG-AnyLAN sisältää liikenteen priorisoinnin ja mekanismin, jolla tietyille sovellukselle neuvotellaan taattu palvelutaso. 100VG-AnyLANiin nykyinen parikaapelointi käy sellaisenaan ja sillä voidaan toteuttaa suuremmat etäisyydet kuin esimerkiksi 100BASE-T:llä. Topologialtaan 100VG-AnyLAN on tähtimäinen ja sen ylin keskitin, Root, valvoo ja jakaa verkonvalvontaa. Standardoituna tekniikkana 100VG-AnyLAN sopii myös keskitin- ja kytkinratkaisuihin. (Introduction to the 100VG-AnyLAN Technology)

100VG-AnyLANilla on joitakin etuja kilpailijaansa 100BaseT:hen nähden. Ensinnäkin se tukee nimensä mukaisesti sekä vanhoja ethernet- että Token Ring -sovelluksia, vaikkakaan ei samassa lähiverkon segmentissä. Eri tekniikoiden välille tarvitaan reititin tai silta. Toiseksi 100VG-AnyLANissa ei ole törmäyksiä uuden Demand Priority Access (DPA) -protokollan ansiosta. Tästä seuraa myös, että 100VG-AnyLANin suorituskyky on parempi kuin 100BaseT:n. Kolmanneksi DPA-protokollassa on alkeellinen priorisointimenettely, jolla ajasta riippuvat sovellukset voidaan ajaa ennen muita käyttäjiä. Neljänneksi on syytä todeta 100VG-AnyLANin olevan riippumaton CSMA/CD:n etäisyysrajoituksista, slot time'sta. Sinänsä kaapeleille on rajoituksia. (Introduction to the 100VG-AnyLAN Technology)

Monista eduistaan huolimatta 100VG-AnyLANissa on heikkouksiakin. Vaikka se tukee monia kaapelivaihtoehtoja, se ei ole niin joustava tekniikka kuin perinteiset verkkotekniikat. Lisäksi uuden tekniikan käyttöönotto edellyttää uusien verkkokorttien ja keskitimien hankkimista.

#### Token Ring

IBM kehitti ensimmäisen Token Ring – verkon 1970-luvulla. Ratkaisussa laitteet on kytketty toisiinsa niin, että topologiaksi muo-

destuu ympyrä. Tässä ratkaisussa data kiertää laitteelta toiselle, kunnes se saapuu vastaanottajalle. Token Ring – verkossa laitteet eivät voi lähettää dataa verkkoon aina halutessaan niin kuin Ethernet -verkossa. Token Ring verkoissa yksi työasema ohjaa liikennettä lähettämällä valtuutuskehysten verkkoon, jonka dataa lähetävä työasema voi varata. Tämä työasema muuttaa kehysten varauksi ja lisää sen sisään oman viestinsä ja palauttaa kehysten verkkoon. Datan saapuessa vastaanottajalle vapauttaa vastaanottaja kehysten muiden työasemien käyttöön. Koska Token Ring – verkossa käytetään vuorovarausta eikä kilpavarausta ei verkkoon synny törmäyksiä. (Cisco Press 2002a: 239–243)

### **Datasähköverkko**

Turun ja Porin alueella sähköyhtiöt tarjoavat kokeiluluontoista Internet-yhteyttä kotitalouksille sähköverkon kautta. Datasähkö -liittymä tarjoaa laajakaistaisen Internet-liittymän aivan tavallisen sähköpistorasian välityksellä. Tarjontaan tulevaisuudessa lisätään myös puhelut sisältävä liittymä, saa asiakas sähkön, puhelut (VoIP, Voice over Internet Protocol) sekä laajakaistaisen Internet-liittymän samasta sähköpistorasiasta. Datasähköliittymä tarjoaa asiakkaalle laajakaistaisen Internet-yhteyden aivan tavallisen sähköpistorasian välityksellä. Datasähköpalveluiden liityntäverkkona asiakkaalta lähimmälle sähköjakelumuuntamolle asti käytetään sähköverkkoa. Tehdessään Datasähkö-sopimuksen asiakas saa käyttöönsä adapterin, jonka välityksellä asiakkaan tietokone voidaan liittää aivan tavalliseen sähköpistorasiaan. Kiinteistön pääkeskukseen on asennettu toistin, joka välittää tietoliikenteen muuntamolle asennettuun tukiasemaan. Muuntamolta eteenpäin yhteys julkiseen Internet-verkkoon on toteutettu perinteisin tietoliikenneyhteyksin.

Datasähkön etuna on että sähköverkko ulottuu jo valmiiksi jokaiseen kiinteistöön. Huonona puolena taas ovat sähköverkkojen vaihteleva kunto ja sähköverkossa esiintyvän kohinan ja häiriöiden suodattamisen vaikeus. Sähkökaapeleita ei ole erityisen hyvin suojattu ulkoisilta häiriöiltä, joten muiden sähkölaitteiden käyttäminen samaan aikaan saattaa aiheuttaa häiriöitä datan siirrolle sähköverkossa (Turku Energia).

## **4.4 Kaapelointi**

Vaikka nykyään on tarjolla paljon langattomiakin verkkoratkaisuja, niin kiinteä kaapelointi on yhä suosittu uusissa verkkoratkaisuisissa. Vaikka langattomat verkot pärjäävät hinnassa kiinteiden ratkaisujen kanssa, niin nopeus ja luotettavuus eivät pärjää langalliselle ratkaisulle. Kiinteän kaapeloinnin tilalle yleensä harkitaan langatonta ratkaisua silloin, kun ympäristö aiheuttaa ongelmia langalliselle kaapeloinnille.

Nykyään lähiverkkojen kaapeloinnissa on siirrytty valmistajakoh-  
taisista ratkaisusta yleiskaapelointijärjestelmään, jossa siirtyvät  
sekä data että puhe. Kaapeloinnin perustana nykyisin pidetään ka-  
tegorian 5e kierrettyä parikaapelia. Tällä kaapelilla päästään jopa  
gigabitin siirtonopeuksiin.

Kaapelointityö kannattaa teettää ammattilaisella, koska tällöin lait-  
teiden ja asennustyön asetuksen ja normit tulevat täytettyä. Lisäksi  
ammattilainen osaa tehdä mittaukset oikein ja dokumentoi asian-  
mukaisesti sekä antaa työstään laatutakuun.

### **Yleiskaapelointijärjestelmä**

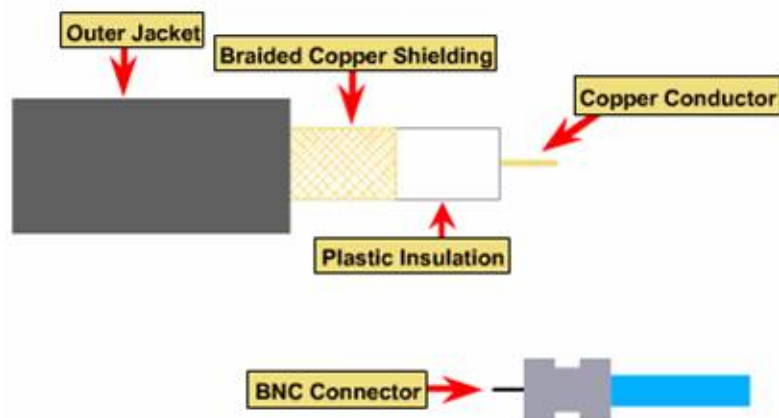
Tarkoituksena on olla sovelluksesta riippumaton ja muodoltaan  
määrätty kaapelointiohjeistus. Tämän perustana on hierarkkinen  
rakenne. Siihen kuuluu aluejakamo, talojakamo, kerrosjakamo ja  
työpisterasiat ja niiden välinen kaapelointi. Yleiskaapelointijärjes-  
telmässä kerroskaapelointiin käytetään joko pari- tai valokaapelei-  
ta.(Cisco Press 2002a: 291)

Yleiskaapelointijärjestelmässä kaapelit jaetaan kategorioihin 1-7.  
Nämä eroavat toisistaan taajuuksien siirtokyvyiltään. Näistä Cat1  
ja Cat2 ei käytetä lähiverkko asennuksiin ollenkaan, koska Ether-  
net – parikaapelointi ratkaisu 10Base-T vaatii toimiakseen vähin-  
tään kategorian 3 kaapeloinnin. Käytännössä useimmat verkot ovat  
vähintään kategorian 5 mukaisia, koska tällöin päästään 100  
Mbps:n tai käyttämällä kaapelin kaikkia neljää paria jopa gigabitin  
siirtonopeuksiin. Yleisimmät kaapelilajit ovat koaksiaalikaapeli,  
suojattu kierretty parikaapeli, suojaamaton kierretty parikaapeli ja  
optinen kuitukaapeli.

#### **4.4.1 Koaksiaalikaapeli**

Koaksiaalikaapeli muodostuu ontosta sylinterinmuotoisesta ulko-  
johtimesta, joka ympäröi sisästä johdinta kuten kuvassa 4. Johti-  
met on eristetty toisistaan. Kaapelin keskellä on yksi kuparijohdin,  
jota ympäröi joustava eriste. Eristemateriaalin päällä on kupari-  
punosta oleva metallikalvo, joka toimii piirin toisena johtimena. Se  
toimii myös sisemmän johtimen suojana. Tämä toinen, suojaava  
kerros auttaa pienentämään ulkopuolisia häiriöitä. Suojakerroksen  
päällä on kaapelin vaippa.(Cisco Press 2002a: 291)

## Coaxial Cable



- ◆ Speed and throughput: 10 - 100 Mbps
- ◆ Average \$ per node: Inexpensive
- ◆ Media and connector size: Medium
- ◆ Maximum cable length: 500m (medium)

Kuva 4 (PowerPoint –esitys CCNA 1-5 Many roads to home sivu7)

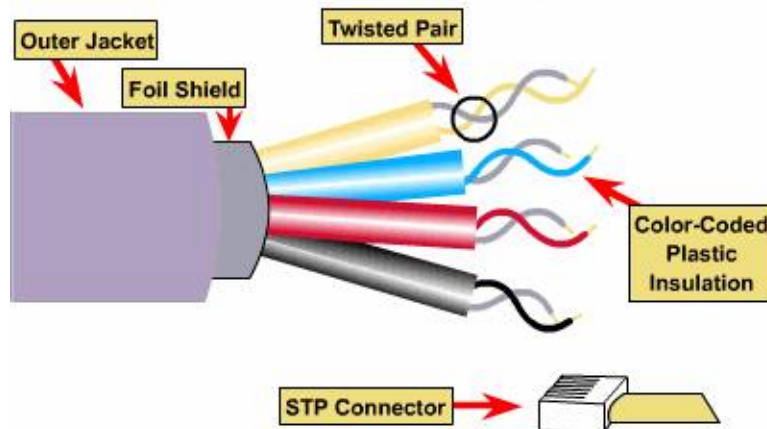
Lähiverkoissa koaksiaalikaapeli tarjoaa monia etuja. Se tukee verkkosolmujen välillä pitempiä etäisyyksiä ilman toistimia kuin suojattu- ja suojaamaton kierretty parikaapeli. Koaksiaalikaapeli on edullisempaa kuin valokuitu, ja se on yleisesti tunnettu teknologia. Sitä on käytetty useita vuosia erilaisiin tietoliikennetarpeisiin.

### 4.4.2 Suojattu kierretty parikaapeli

Suojattu kierretty parikaapeli (shielded twisted pair eli STP) on kaapeli, jossa yhdistetään suojaaminen ja kumoaminen johtimet kiertämällä. Jokainen johdinpari on kiedottu metallikalvoon kuten kuvassa 5. Kaapelin neljä johdinparia on vielä kiedottu yhteiseen metallikudokseen tai kalvoon. Kaapeli on yleensä 150 ohmista. Näin vaimennetaan kaapelin sisällä syntyvä kohina eli ylikuuluminen ja kaapelin ulkopuolelta tuleva kohina eli sähkömagneettiset ja radiotaajuushäiriöt. STP-kaapeli tarjoaa paremman suojan ulkopuolisia häiriöitä vastaan, mutta on suojaamatonta parikaapelia kalliimpaa ja vaikeampaa asentaa. (Cisco Press 2002a: 162)



## Shielded Twisted Pair (STP)



- ◆ Speed and throughput: 10 - 100 Mbps
- ◆ Average \$ per node: Moderately Expensive
- ◆ Media and connector size: Medium to Large
- ◆ Maximum cable length: 100m (short)

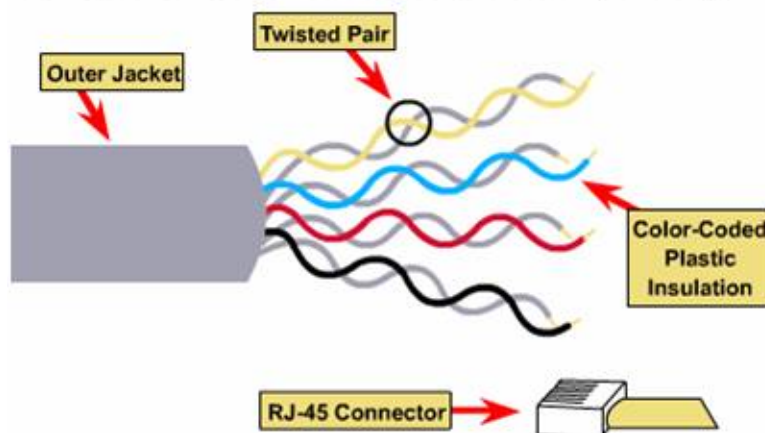
Kuva 5 (PowerPoint –esitys CCNA 1-5 Many roads to home sivu6)

Suojatuissa kaapeleissa käytetty metallinen suojausmateriaali on maadoitettava kaapelin molemmissa päissä. Mikäli maadoitusta ei ole tehty kunnolla tai jos suojauksessa on epäjatkuvuuskohtia esiintyy STP-kaapeleissa runsaasti kohinaa, koska suojaus toimii tällöin antennina poimien ei-toivottuja signaaleja. Suojaus toimii kuitenkin molempiin suuntiin estäen niin ulkopuolelta tulevat kuin johtimesta säteilevät sähkömagneettiset aallot, jotka voivat aiheuttaa kohinaa muissa laitteissa. Eristys ja suojaus kasvattavat kaapelin kokoa, painoa ja hintaa merkittävästi. Suojausmateriaalien takia kaapeliliitosten teko on vaikeampaa.

### 4.4.3 Suojaamaton kierretty parikaapeli

Suojaamaton kierretty parikaapeli (unshielded twisted pair eli UTP) on neljä johdin paria sisältävä media. Sitä käytetään monen-tyyppisissä verkoissa. Kaapeli on yleensä 100 ohmista. Kukin kahdeksasta kuparijohtimesta on peitetty eristysmateriaalilla. Lisäksi kunkin parin johtimet on kierretty toistensa ympäri kuten kuvassa 6. Tässä kaapelityypissä sähkömagneettisten ja radiotaajuushäiriöiden aiheuttamaa signaalin huononemista rajoitetaan ai-noastaan kumoamisella, joka perustuu kaapelien parikiertoon. UTP-kaapelissa on tarkat määritykset siitä, miten monta kierrettä metriä kohden johdinparissa voi olla, tämä koskee myös STP-kaapeliakin. (Cisco Press 2002a: 163)

## Unshielded Twisted Pair (UTP)



- ◆ Speed and throughput: 10 - 100 Mbps
- ◆ Average \$ per node: Least Expensive
- ◆ Media and connector size: Small
- ◆ Maximum cable length: 100m (short)

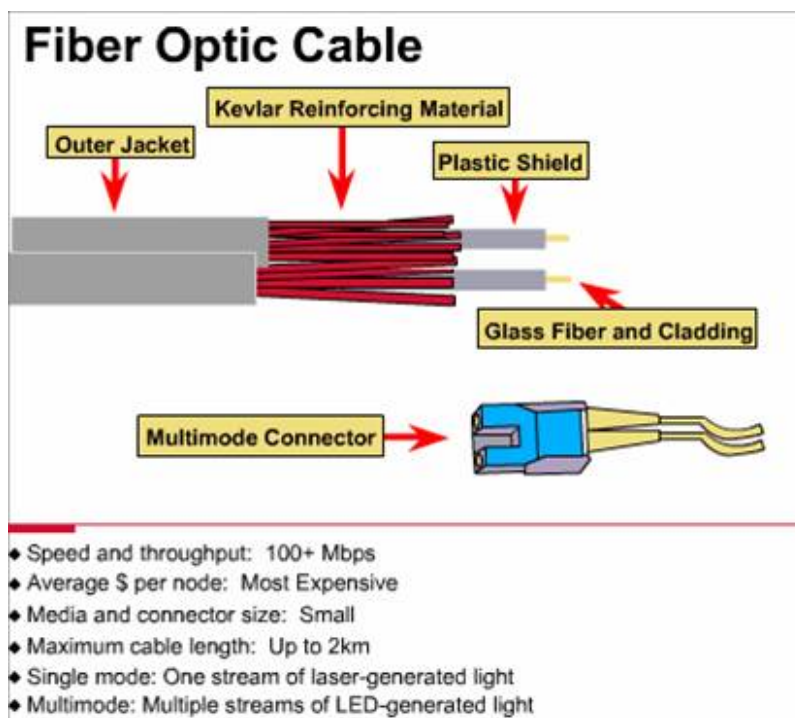
Kuva 6 (PowerPoint –esitys CCNA 1-5 Many roads to home sivu3)

UTP-kaapelilla on useita etuja. Se on helppo asentaa ja hinnaltaan se on edullisempaa kuin muut kaapelit. Pienen ulkohalkaisijansa, noin 4,3 millimetriä, ansiosta UTP-kaapeli ei täytä kaapelikouruja yhtä helposti kuin muut kaapelityypit. Tämä on erittäin huomioon otettava asia, erityisesti silloin, kun verkkoa ollaan asentamassa vanhempaan rakennukseen.

Parikaapeleiden käytöllä on myös heikkoutensa. Ne ovat muita kaapelityyppejä herkempiä sähköisille kohinoille ja häiriöille. Vahvistamattomina käytettävät etäisyydet ovat pienemmät kuin koaksiaali- ja optisissa kuitukaapeleissa.

### 4.4.4 Optinen kuitukaapeli

Optinen kuitukaapeli on verkkomedia, joka pystyy johtamaan moduloitua valosiirtoa. Se on muita kaapelityyppejä kalliimpaa, mutta on toisaalta immuuni sähkömagneettisille tai radiotaajuushäiriöille ja pystyy suurempiin tiedonsiirtonopeuksiin kuin muut kaapelityypit. Optisessa kuitukaapelissa ei muista kuparijohtimiin perustuvista kaapelityypeistä poiketen siirretä sähköisiä pulsseja. Sen sijaan bittejä edustavat signaalit muutetaan valopulsseiksi. Vaikka valo on sähkömagneettisia aaltoja, ei kuidussa liikkuvaa valoa pidetä langattomana tietoliikenteenä, koska aallot johdetaan optisessa kuitukaapelissa. Termiä langaton käytetään säteilevästä eli suuntaamattomista sähkömagneettisista aalloista.



Kuva 7 (PowerPoint –esitys CCNA 1-5 Many roads to home sivu10)

Verkoissa käytetty optinen kuitukaapeli muodostuu kahdesta erikseen suojatusta kuidusta kuten kuvassa 7. Molempia kuituja ympäröivät suojaavat puskurimateriaalikerrokset ja ulkoinen vaippa. Puskurimateriaali on yleensä muovia, kuten Kevlaria. Ulkoinen vaippa suojaa koko kuitua. Tämä on myös yleensä muovia ja täyttää vaadittavat palonkesto- ja rakennusmääräykset. Kevlarin on tarkoitus tarjota herkille, hiuksenhienoille lasikuiduille lisäsuojaa. Optisen kuidun valoa johtavia osia kutsutaan ytimeksi ja suojaksi. Ydin on yleensä puhdasta lasia, ja sillä on korkea taitekerroin. Koska ydintä ympäröi alhaisemman taitekertoimen omaava suoja, valo voidaan vangita kuituytimeen. Tästä käytetään termiä kokonaisheijastus (Cisco Press 2002a: 167). Optinen kuitu toimii valoputkena, jossa valo saadaan ohjatuksi kulkemaan erittäin suuria etäisyyksiä, myös kulmien ympäri.

## 4.5 Lähiverkon tietoturva

Verkkojen tietoturva on tärkeä asia, koska Internet muodostuu rajoittamattomasti toisiinsa yhdistetyistä verkoista. Tämän seurauksena yrityksen verkkoon on mahdollista päästä missä tahansa päin maailmaa sijaitsevista muista tietokoneista. Keskeisimpiä uhkia verkon tietoturvalle ovat suunnittelemattomat uhat, suunnitelmalliset uhat, ulkoiset uhat ja sisäiset uhat.

Suunnittelemattomissa uhissa on yleensä kysymys kokemattomista henkilöistä, jotka käyttävät netistä helposti saatavia hakkerointityökaluja. Osa näistä henkilöistä pyrkii aiheuttamaan vain vahinkoa, mutta useimmat haluavat älyllisiä haasteita. Suunnitelmallisissa uhissa on kyse hakkerista, joiden motivaatio on korkealla ja he ovat teknisesti taitavia. Ulkoisen uhan muodostavat henkilöt tai organisaatiot, jotka toimivat yrityksen ulkopuolella ja, joilla ei ole luvallista pääsyä yrityksen tietojärjestelmiin tai verkkoon. Sisäisen uhan aiheuttajalla on luvallinen pääsy verkkoon joko käyttäjätilin tai fyysisen kaapeliyhteyden kautta.

Verkon tietoturva tulisi olla jatkuva prosessi, joka rakentuu tietoturvapoliittikan pohjalle. Tehokkaan tietoturvapoliittikan luominen tai toteuttaminen edellyttää, että tiedetään mitä halutaan suojata ja millä tavalla tämä tullaan tekemään. On tunnettava verkon heikot kohdat ja miten niitä voidaan mahdollisesti käyttää hyväksi.

### **Verkon suojaaminen**

Verkon suojaaminen perustuu tietoturvapoliittikan ja tiettyjen tietoturvaratkaisujen käyttöön. Autentikoinnilla annetaan pääsy vain luvallisille käyttäjille esimerkiksi salasanalla. Salauksella liikenteen sisältö kätetään ja estetään näin sen näkyminen luvattomille tai vihamielisille henkilöille. Palomuureilla verkkoliikenne suodattetaan siten, että vain haluttu liikenne ja palvelut sallitaan. Haa-voittuvuuksien paikkaamisella ehkäistään niiden hyväksikäyttö erilaisin korjauksin ja menettelytavooin. Näitä ovat muun muassa tarpeettomien palveluiden käytöstä poistaminen. Mitä vähemmän palveluja on käytössä, sitä vaikeampi on hakkereiden päästä järjestelmään

## 5 TYÖN KUVAUS

### Tutkimusongelma

Tässä työssä haluttiin toimeksiannon perusteella selvittää Tampereen Vanhuspalveluyhdistyksen lähiverkon suunnittelu ja rakentaminen. Suurimmaksi ongelmaksi saattaa muodostua verkkokaapeleiden vetäminen ja sopivien jakamoiden löytäminen jo valmiisiin rakennuksiin. Oli myös löydettävä sellainen ratkaisu, jonka avulla voidaan lisätä helposti ja nopeasti verkkoon lisää työasemia ja muita verkkolaitteita. Myös talojen väliset yhteydet loivat tiettyjä ongelmia.

Yhdistyksessä oli myös mietittävä millä aikataululla mahdolliset työasemien lisäykset toteutetaan eli onko lähiaikoina mahdollisesti tulossa uusia työasemia tai verkkolaitteita. Tästä syystä oli tärkeää miettiä lähiverkon ratkaisua.

### Työn tavoite

Selvityksessä tarkasteltiin yhdistyksen lähiverkon ratkaisujen eri vaihtoehtoja. Tavoitteena oli löytää toimeksiantajalle sopivimmat vaihtoehdot.

### Käytetyt menetelmät

Opinnäytetyö oli toiminnan suunnittelu- ja kehittämishanke, jonka tutkimuskohteena oli yksittäinen yhdistys. Tutkimuskohteen ainutlaatuisuus oli osa tutkimusasetelmaa, eikä siitä oletettu löytyvän yleistyksiä suurempaan kokonaisuuteen, esimerkiksi yhdistyksiin yleensä. Tutkimuksen lähtökohtana oli tutkia yhdistystä sen omassa ympäristössä.

### Lähdeaineiston valinta

Lähiverkoista on olemassa runsaasti erilaisia teoksia ja verkkomateriaalia. Aineiston suunnattomasta määrästä johtuen jouduin karsimaan osan saatavilla olevasta aineistosta pois. Lähdeaineistoa valitessani kiinnitin huomiota siihen, että lähde olisi mahdollisimman tuore ja sen kirjoittaja alalla hyvin tunnettu. Käsitteiden määrittämisen pohjaksi valitsin ongelmien välttämiseksi tutkinnassa mieluummin suomen- kuin englannin- tai muun kielistä materiaalia.

Lähteinä käytin lähiverkoista kirjoitettua kirjallisuutta ja harjoitteluaikana sekä työssäni tekemiäni havaintomuistiinpanoja. Lähde-teoksia ja lehtiartikkeleita löysin TAMK:in kirjastosta, Tampereen kaupungin kirjastosta, Internetistä ja hankkimistani kirjoista ja alan lehdistä. IEEE:n standardien käyttö lähteinä oli hankalaa, koska

standardien saaminen on maksullista. Niihin viitatessani käytin kirjallisuudesta löytämiäni toissijaisia lähteitä.

### **Esimerkkiverkkojen valinta**

Lähiverkkotekniikoiden valinnassa pidin tärkeänä, että valittu ratkaisu olisi toimeksiantajalle mahdollista toteuttaa kohtuullisin kustannuksin ja tarvittavat laitteet, tarvikkeet sekä asiantuntijuus olisi saatavana helposti. Tämä seikka tiputti pois datasiirron sähköverkossa, koska tämä ratkaisu oli saatavissa vain Turun ja Porin alueella. Toinen seikka oli se, että ratkaisu ei saanut olla valmistaja-kohtainen, vaan sen piti olla yleisten standardien mukainen ja yleisesti käytössä lähiverkoissa. Tämä rajasi pois esimerkiksi 100VG-Anylanin ja IBM:n Token Ringin tarkastelusta. Kolmantena rajasin pois sellaiset ratkaisut, joissa verkon ylläpito olisi vaatinut hyvää erikoistuntemusta.

Ethernet – ratkaisua tarkastelin yleistasolla yhtenä ratkaisuna, poislukien alle 100 Mbps:n ratkaisut sekä 10 Gigabitin Ethernet – ratkaisun. 10 Gigabitin nopeus ei ole vielä yleisesti käytössä, eikä näin nopea ratkaisu ole tarvittava toimeksiantajalla. Myös langatonta – ratkaisua tarkastelin yleisellä tasolla vaihtoehtona. Langattomista vaihtoehdoista jätin pois Bluetooth – ratkaisun sen toimeksiantajalle tarpeisiin soveltumattomana.

Tarkasteltavissa vaihtoehdoissa määrittelin ensin toteuttamiseen tarvittavat laitteet ja tarvikkeet. Laitevalinnat suoritin etsimällä sopivia kokoonpanoja ammattilehdistä ja Internetistä. Esimerkkien kokoonpanot pyrin valitsemaan samalta laitevalmistajalta mahdollisuuksien mukaan.

### **Esimerkkien kustannukset**

Vaihtoehtojen kustannuksia laskiessa päädyin noin 150 – 200 euron hintaan työasemaa kohdin parikaapeloinnin osalta. Optisen kuidun asentaminen on kalliimpaa ja hankalampaa. Optisen kuidun hinnat katsoin Blackboxin Internet -sivuilta.

Etsiessäni ratkaisuvaihtoehtojeni laitteille hintaa käytin Mikrobitin sivuilla olevaa hintaseurantaa. Sieltä etsin laitteelle keskimääräisen hinnan, mikäli sellainen oli saatavissa. Tämä palvelu on Mikrobiti-lehden ylläpitämä www-palvelu, jossa on noin 150 kaupan hintatiedot noin 15500 tuotteesta. Palvelu hakee päivittäin jokaisesta mukana olevasta kaupasta hinnat. Lopuksi laskin hinnat yhteen, jolloin sain kokonaisarvion ratkaisun hinnasta. On huomattava, että sähköasennustyöt ja verkon ylläpito lisäävät kustannuksia arvioituun hintaan.

## 6 TULOKSET

### 6.1 Ethernet -verkko

Lähiverkon yleisimmät liikennesopeudet ovat 10 ja 100 Mbps. Uusiin verkkokaapelointeihin suositellaan Cat5- tasoista kaapelointia. Tässä kategoriassa ominaisuudet kaapelissa riittävät jopa gigabitin tiedonsiirtonopeuteen. (Wikipedia <http://fi.wikipedia.org/wiki/Cat5>).

Vaikkakin kategorian 6 kaapelointi on yleistymässä, voidaan toimeksiantajayrityksessä käyttää verkon kaapelointiin kategorian 5 kaapelointia. Tämä on tiedonsiirtonopeudeltaan riittävä kaapelointi. Cat5 kaapeli on myös hinnaltaan halvempaa. Cat5 kaapeli maksaa 56 senttiä metriltä ja liitin maksaa noin 60 senttiä kappaleelta, kun Cat6 kaapeli maksaa 1,19 euroa metri ja liitin 90 senttiä kappale. (Blackbox 2004).

Parikaapeloinnissa jokaiselle työasemalle asennetaan kaksi RJ-45-seinäpistoketta, joista toinen jää varalle. Lisäksi jokaisen asunnon asuinhuoneeseen asennetaan kaksi RJ-45-seinäpistoketta, näistäkin toinen jää varalle. Tämä on käytännössä helpompaa asentaa riittävä määrä kaapeleita ja seinärasioita kerralla, kuin lisätä myöhemmin uusia kaapeleita ja varsinkin seinärasioita.

Verkkoon tarvitaan jokin keskuslaite, joka yleisimmin on joko keskitin tai kytkin. Yleisesti työasemilta tulevat kaapelit liitetään ristikytkentäpaneelin kautta keskuslaitteeseen, toinen vaihtoehto on liittää suoraan keskuslaitteeseen RJ-45-liitimillä.

#### **Hallintotoimisto**

Koska työasemissa on valmiiksi jo verkkokortit jotka, toimivat 100 megabitin nopeudella, niin en lähtenyt suunnittelemaan 10 Mbps verkkoa ollenkaan. Näin ollen lähdin suunnittelussa ensimmäisenä 100 Mbps verkosta. Kaapeloinnissa käytetään kategorian 5 kaapelointia. Hallintotoimistolla on 11 työasemaa, lisäksi sieltä löytyy kaksi kokoustilaa, joista pienempään asennetaan 3 seinärasiaa ja isompaan 6 seinärasiaa. Hallintotoimistolla tulee myös olemaan kaksi palvelinta sekä palomuuuri.

Taulukossa 1 esitellään hallintotoimiston parikaapeliverkkoon tarvittavat laitteet, kaapelit ja niiden arvioidut kustannukset ilman asennuksia. Olen pyrkinyt käyttämään esimerkeissä saman valmistajan laitteita, näin ollen vertailu on helpompaa. Parikaapeloinnissa laskin kaapelimäärät noin kahden metrin tarkkuudella. Laitteiden osalta hintatiedot on kerätty Mikrobittin (Mikrobitti 2004) hintaverailusta siellä hinnoiteltujen laitteiden osalta. Niiden lait-

teiden osalta, joilta ei löytynyt, on taulukossa nimetyn liikkeen listahinta. Kaikkien esimerkkiverkkojen hinnat ovat marraskuun 2004 hintoja.

D-Linkin kytkimessä on 48 RJ-45-porttia, joista käyttöön tulee yhtä lukuun ottamatta kaikki. Näistä 11 porttia yhdistetään työasemiin ja 11 varaseinärasioihin. Yksi porteista varataan verkkotulostimelle ja tämän vararasiaan, 18 porttia varataan kokoustiloihin tarvittaviin seinärasioihin. Kaksi porteista varataan palvelimien käyttöön ja niiden varaseinärasioihin. Yksi porteista tarvitaan D-Linkin ja palomuurin yhdistämiseen. Jäljelle jäävä portti tulee käyttöön tulevaisuudessa mahdollisesti tuleviin laajennuksiin. Valitussa kytkimessä on portteja tällä hetkellä tarpeisiin nähden sopivasti, mutta mahdollisen laajentumisen tapahtuessa on kytkentäkaappiin hankittava toinen kytkin. Toimeksiantajan tarpeisiin sopivin laite on perusominaisuuksilla varustettu kakkostason kytkin, koska se ei vaadi erityistä ylläpitoa.

Ethernet -kytkin yhdistetään erillisen palomuurin kautta ADSL-modeemiin. Palomuuuri Zyxel ZyWall 2 huolehtii yhdistyksen lähiverkon osoitteista ja toimii palomuurina. Palomuurin tarkemmat tekniset tiedot löytyvät liitteestä 3. ADSL -modeemi huolehtii yhdistyksen pääsystä Internetiin.

### **Kaukaharjun palvelukoti**

Kaapeloinnissa käytetään kategorian 5 kaapelointia. Kaukaharjun palvelukodissa on 3 työasemaa, lisäksi sieltä löytyy askartelu- ja päiväkeskustila, joita voidaan käyttää kokoustiloina. Myös ruokasalia voidaan käyttää kokouksiin. Tiloissa toimiville yrittäjille annetaan oikeus käyttää yhdistyksen verkkoa Internet-yhteyden luomiseksi. Jokaiseen 32 asuntoon tulee kahdesta kolmeen rasiaa huoneistoa kohden. Taulukossa 2 esitellään Kaukaharjun palvelukodin parikaapeliverkkoon tarvittavat laitteet, kaapelit ja niiden arvioidut kustannukset ilman asennuksia.

D-Linkin kytkimissä on yhteensä 192 RJ-45-porttia, joista käyttöön tulee 168 porttia. Näistä 3 porttia yhdistetään työasemiin ja 3 varaseinärasioihin. 22 porttia varataan kokoustiloihin ja yrittäjille tarvittaviin seinärasioihin. 130 porttia varataan asuntoihin asukkaiden käyttöön ja niiden varaseinärasioihin. Kolme porteista tarvitaan yhdistämään kytkimet toisiinsa. Yksi porteista tarvitaan D-Linkin ja ADSL-modeemin yhdistämiseen. Jäljelle jäävä portti tulee käyttöön tulevaisuudessa mahdollisesti tuleviin laajennuksiin. Valitussa kytkimessä on portteja tällä hetkellä tarpeisiin nähden sopivasti ja laajennusvaraa on runsaasti.



### **Keinupuiston palvelukoti**

Kaapeloinnissa käytetään kategorian 5 kaapelointia. Keinupuiston palvelukodissa on 7 työasemaa, lisäksi sieltä löytyy kolmeen osaan jaettava toimintatila, jota voidaan käyttää kokoustilana. Myös ruokasalia voidaan käyttää kokouksiin. Tiloissa toimiville yrittäjille annetaan oikeus käyttää yhdistyksen verkkoa Internet-yhteyden luomiseksi. Jokaiseen 77 asuntoon tulee yhdestä kahteen seinärasiaa huoneistoa kohden. Lisäksi ryhmäkodin yhteisiin tiloihin asennetaan kaapelit. Kirjastoon asennetaan kaksi työpistettä, joita asukkaat ja vieraat voivat käyttää ilmaiseksi. Taulukossa 3 esitellään Keinupuiston palvelukodin parikaapeliverkkoon tarvittavat laitteet, kaapelit ja niiden arvioidut kustannukset ilman asennuksia.

D-Linkin kytkimissä on yhteensä 288 RJ-45-porttia, joista käyttöön tulee 254 porttia. Näistä 7 porttia yhdistetään työasemiin ja 7 varaseinärasioihin. 28 porttia varataan kokoustiloihin, yrittäjille ja kirjastoon tarvittaviin seinärasioihin. 210 porttia varataan asuntoihin asukkaiden käyttöön ja niiden varaseinärasioihin. Viisi porteista tarvitaan yhdistämään kytkimet toisiinsa. Yksi porteista tarvitaan D-Linkin ja ADSL-modeemin yhdistämiseen. Jäljelle jäävä portti tulee käyttöön tulevaisuudessa mahdollisesti tuleviin laajennuksiin. Valitussa kytkimessä on portteja tällä hetkellä tarpeisiin nähden sopivasti ja laajennusvaraa on runsaasti.

### **Kuuselan palvelukoti**

Kaapeloinnissa käytetään kategorian 5 kaapelointia. Kuuselan palvelukodissa on 13 työasemaa. Lisäksi sieltä löytyy tiloja joita voidaan käyttää kokoustiloina. Myös ruokasalia voidaan käyttää kokouksiin. Tiloissa toimiville yrittäjille annetaan oikeus käyttää yhdistyksen verkkoa Internet-yhteyden luomiseksi. Jokaiseen 57 asuntoon tulee yhdestä kahteen seinärasiaa huoneistoa kohden. Lisäksi ryhmäkodin yhteisiin tiloihin asennetaan kaapelit. Talosta löytyy myös työpiste, jota asukkaat voivat käyttää laskujen maksamiseen ja Internetin selaamiseen ilmaiseksi. Taulukossa 4 esitellään Kuuselan palvelukodin parikaapeliverkkoon tarvittavat laitteet, kaapelit ja niiden arvioidut kustannukset ilman asennuksia.

D-Linkin kytkimissä on yhteensä 288 RJ-45-porttia, joista käyttöön tulee 262 porttia. Näistä 13 porttia yhdistetään työasemiin ja 13 varaseinärasioihin. 28 porttia varataan kokoustiloihin ja yrittäjille tarvittaviin seinärasioihin. 202 porttia varataan asuntoihin asukkaiden käyttöön ja niiden varaseinärasioihin. Viisi porteista tarvitaan yhdistämään kytkimet toisiinsa. Yksi porteista tarvitaan D-Linkin ja ADSL-modeemin yhdistämiseen. Jäljelle jäävä portti tulee käyttöön tulevaisuudessa mahdollisesti tuleviin laajennuksiin. Valitussa kytkimessä on portteja tällä hetkellä tarpeisiin nähden sopivasti ja laajennusvaraa on runsaasti.

## Taatalan palvelukoti

Kaapeloinnissa käytetään kategorian 5 kaapelointia. Taatalan palvelukodissa on 4 työasemaa. Jokaiseen 30 asuntoon tulee yhdestä kahteen seinärasiaa huoneistoa kohden. Taulukossa 5 esitellään Taatalan palvelukodin parikaapeliverkkoon tarvittavat laitteet, kaapelit ja niiden arvioidut kustannukset ilman asennuksia.

D-Linkin kytkimissä on yhteensä 96 RJ-45-porttia, joista käyttöön tulee 84 porttia. Näistä 4 porttia yhdistetään työasemiin ja 4 varaseinärasioihin. 74 porttia varataan asuntoihin asukkaiden käyttöön ja niiden varaseinärasioihin. Yksi porteista tarvitaan yhdistämään kytkimet toisiinsa. Yksi porteista tarvitaan D-Linkin ja ADSL-modeemin yhdistämiseen. Jäljelle jäävä portti tulee käyttöön tulevaisuudessa mahdollisesti tuleviin laajennuksiin. Valitussa kytkimessä on portteja tällä hetkellä tarpeisiin nähden sopivasti ja laajennusvaraa on runsaasti.

*Taulukko1. Hallinnon 100Base-TX –esimerkkiverkko*

Määrä	Laite	Ominaisuudet	Keskihinta
1	D-Link DES-3250TG 10/100 Mbbs	- 48 porttinen 100 Mbbs kytkin	600 € (Mikrobitti 2004)
46	Cat 5 - datakaapelointi työasemille ja verkkotulostimelle	-kaapeli 520m	189 € /335m (Blackbox 2004)
23	seinärasia	-työpisterasia	8€/kpl (Am-Mek oy 2004)
23	työasemakaapeli	-kaapeli 2,2m	8,80€/kpl (Blackbox 2004)
1	Comm Cabinet	- ristiinkytkentäkaappi	1000€ (Blackbox 2004)
47	kytkentäkaapeli	-kaapeli 0,3m	8€/kpl (Blackbox 2004)
3	Cat5 Feed-Through Patch Panel	-patch paneeli 32 porttinen	320€/kpl (Blackbox 2004)
1	Zyxel ZyWall 2	-palomuri	219 € (Mikrobitti 2004)
		Yhteensä	3 686,00 €

Taulukko2 Kaukaharjun 100Base-TX-esimerkkiverkko

Määrä	Laite	Ominaisuudet	Keskihinta
4	D-Link 48- porttinen 10/100 Mbbs	- 48 porttinen 100 Mbps kytkin	600 € (Mikrobitti 2004)
164	Cat 5 - datakaapelointi työasemille ja huoneistoihin	-kaapeli 4278m	189 € /335m (Blackbox 2004)
82	seinärasia	-työpisterasia	8€/kpl (Am-Mek oy 2004)
82	työasemakaapeli	-kaapeli 2,2m	8,80€/kpl (Blackbox 2004)
1	Universal Flat Pack Cabinet	- ristiinkytkentäkaappi	1400€ (Blackbox 2004)
165	kytkentäkaapeli	-kaapeli 0,3m	8€/kpl (Blackbox 2004)
6	Cat5 Feed- Through Patch Panel	-patch paneeli 32 porttinen	320€/kpl (Blackbox 2004)
		Yhteensä	10 832,00 €

Taulukko3 Keinupuiston 100Base-TX-esimerkkiverkko

Määrä	Laite	Ominaisuudet	Keskihinta
6	D-Link 48-porttinen 10/100 Mbbs	- 48 porttinen 100 Mbps kytkin	600 € (Mikrobitti 2004)
248	Cat 5 - datakaapelointi työ- asemille ja huoneis- toihin	-kaapeli 12352 m	189 € /335m (Blackbox 2004)
124	seinärasia	-työpisterasia	8€/kpl (Am-Mek oy 2004)
124	työasemakaapeli	-kaapeli 2,2m	8,80€/kpl (Blackbox 2004)
1	Universal Flat Pack Cabinet	- ristiinkytkentäkaappi	1400€ (Blackbox 2004)
254	ristiinkytkentäkaapeli	-kaapeli 0,3m	8€/kpl (Blackbox 2004)
8	Cat5 Feed- Through Patch Panel	-patch paneeli 32 porttinen	320€/kpl (Blackbox 2004)
			18 668,00 €

Taulukko4 Kuuselan 100Base-TX-esimerkkiverkko

Määrä	Laite	Ominaisuudet	Keskihinta
4	D-Link 48-porttinen 10/100 Mbbs	- 48 porttinen 100 Mbps kytkin	600 € (Mikrobitti 2004)
252	Cat 5 - datakaapelointi työ- asemille ja huoneis- toihin	-kaapeli 9726 m	189 € /335m (Blackbox 2004)
126	seinärasia	-työpisterasia	8€/kpl (Am-Mek oy 2004)
126	työasemakaapeli	-kaapeli 2,2m	8,80€/kpl (Blackbox 2004)
1	Universal Flat Pack Cabinet	- ristiinkytkentäkaappi	1400€ (Blackbox 2004)
127	ristiinkytkentäkaapeli	-kaapeli 0,3m	8€/kpl (Blackbox 2004)
8	Cat5 Feed- Through Patch Panel	-patch paneeli 32 porttinen	320€/kpl (Blackbox 2004)
			14 973,00 €

Taulukko5 Taatalan 100Base-TX-esimerkkiverkko

Määrä	Laite	Ominaisuudet	Keskihinta
2	D-Link 48-porttinen 10/100 Mbbs	- 48 porttinen 100 Mbps kytkin	600 € (Mikrobitti 2004)
82	Cat 5 - datakaapelointi työasemille ja huoneistoihin	-kaapeli 4782 m	189 € /335m (Blackbox 2004)
41	seinärasia	-työpisterasia	8€/kpl (Am-Mek oy 2004)
41	työasemakaapeli	-kaapeli 2,2m	8,80€/kpl (Blackbox 2004)
1	Universal Flat Pack Cabinet	- ristiinkytkentäkaappi	1400€ (Blackbox 2004)
42	ristiinkytkentäkaapeli	-kaapeli 0,3m	8€/kpl (Blackbox 2004)
3	Cat5 Feed- Through Patch Panel	-patch paneeli 32 porttinen	320€/kpl (Blackbox 2004)
			6 830,00 €

D-Linkin kytkin mukauttaa liikennöintinsä automaattisesti joko 10 tai 100 megabitin nopeuteen. Se toimii myös kaksisuuntaisesti (full-duplex), jolloin verkon nopeus kasvaa käytännössä kaksinkertaiseksi. Kaksisuuntaisessa liikenteessä on jokaisella verkon käyttäjällä oma, kytkentäinen yhteys. Tätä ominaisuutta on hyvä käyttää kun halutaan pienentää törmäyksiä verkossa. Kytkimen tarkemmat tekniset tiedot löytyvät liitteestä 3. Verkon hinnaksi ilman työtä tulee 54 989 euroa.

### 1000Base-T

Näin nopeita verkkoja käytetään useimmiten runkoverkoissa sekä työryhmäkytkinten ja palvelimien välillä. Yhdistyksen työasemakäytössä, missä suurimmat tietomäärät liikkuvat öisin kun tehdään varmistuksia, on tälle nopeudelle vaikea keksiä tarkoituksen mukaista tarvetta. Kuitenkin jos tulevaisuudessa on tarvetta harkita videokuvan siirtoa, monenkeskisiä videoneuvotteluja tai IP – puhetta (VoIP), on mahdollisimman suuri kaistanleveys tarpeen.

## Toimipisteet

Taulukossa 6 esitetään Hallinnon, taulukossa 7 esitetään Kaukaharjun, taulukossa 8 esitetään Keinupuiston, taulukossa 9 esitetään Kuuselan sekä taulukossa 10 Taatalan tarvittavat laitteet ja kustannukset, joita gigabitin verkon rakentamiseen tarvitaan. Esimerkiverkkojen kustannukset on kerätty samoin kuin edellisessä vaihtoehdossa. Hallinnon vaihtoehtoon valitsin kytkimeksi kaksi D-Linkin 24-porttista kakkostason kytkintä. Kaukaharjun vaihtoehtoon valitsin kytkimeksi kahdeksan D-Linkin 24-porttista kakkostason kytkintä. Keinupuiston vaihtoehtoon valitsin kytkimeksi 11 D-Linkin 24-porttista kakkostason kytkintä. Kuuselan vaihtoehtoon valitsin kytkimeksi 12 D-Linkin 24-porttista kakkostason kytkintä. Taatalan vaihtoehtoon valitsin kytkimeksi neljä D-Linkin 24-porttista kakkostason kytkintä. Kytkimen kytk- ja -käytä – ominaisuus on sopiva yhdistyksen tarpeisiin gigabitin tiedonsiirrossa.

*Taulukko6 Hallinnon 1000Base-T-esimerkkiverkko*

Määrä	Laite	Ominaisuudet	Keskihinta
2	D-link DGS-1224T 24	- 24 porttinen 100 Mbps kytkin	689€(Academia 2004)
46	Cat 5 - datakaapelointi työasemille ja verkkotulostimelle	-kaapeli 520m	189 € /335m (Blackbox 2004)
23	seinärasia	-työpisterasia	8€/kpl (Am-Mek oy 2004)
23	työasemakaapeli	-kaapeli 2,2m	8,80€/kpl (Blackbox 2004)
1	Comm Cabinet	- ristiinkytkentäkaappi	1000€ (Blackbox 2004)
47	kytkentäkaapeli	-kaapeli 0,3m	8€/kpl (Blackbox 2004)
3	Cat5 Feed-Through Patch Panel	-patch paneeli 32 porttinen	320€/kpl (Blackbox 2004)
1	Zyxel ZyWall 2	-palomuri	219 € (Mikrobitti 2004)
		<b>Yhteensä</b>	<b>4602,00 €</b>

Taulukko7 Kaukaharjun 1000Base-T-esimerkkiverkko

Määrä	Laite	Ominaisuudet	Keskihinta
8	D-link DGS-1224T 24	- 24 porttinen 100 Mbps kytkin	689€(Academia 2004)
164	Cat 5 - datakaapelointi työasemille ja huoneistoihin	-kaapeli 4278m	189 € /335m (Blackbox 2004)
82	seinärasia	-työpisterasia	8€/kpl (Am-Mek oy 2004)
82	työasemakaapeli	-kaapeli 2,2m	8,80€/kpl (Blackbox 2004)
1	Universal Flat Pack Cabinet	- ristiinkytkentäkaappi	1400€ (Blackbox 2004)
165	kytkentäkaapeli	-kaapeli 0,3m	8€/kpl (Blackbox 2004)
6	Cat5 Feed-Through Patch Panel	-patch paneeli 32 porttinen	320€/kpl (Blackbox 2004)
		<b>Yhteensä</b>	<b>13588,00 €</b>



Taulukko8 Keinupuiston 1000Base-T-esimerkkiverkko

Määrä	Laite	Ominaisuudet	Keskihinta
12	D-link DGS-1224T 24	- 24 porttinen 100 Mbps kytkin	689€(Academia 2004)
248	Cat 5 - datakaapelointi työasemille ja huoneistoihin	-kaapeli 12352 m	189 € /335m (Blackbox 2004)
124	seinärasia	-työpisterasia	8€/kpl (Am-Mek oy 2004)
124	työasemakaapeli	-kaapeli 2,2m	8,80€/kpl (Blackbox 2004)
1	Universal Flat Pack Cabinet	- ristiinkytkentäkaappi	1400€ (Blackbox 2004)
254	ristiinkytkentäkaapeli	-kaapeli 0,3m	8€/kpl (Blackbox 2004)
8	Cat5 Feed-Through Patch Panel	-patch paneeli 32 porttinen	320€/kpl (Blackbox 2004)
			<b>23336,00 €</b>

Taulukko9 Kuuselan 1000Base-T-esimerkkiverkko

Määrä	Laite	Ominaisuudet	Keskihinta
8	D-link DGS-1224T 24	- 24 porttinen 100 Mbps kytkin	689€(Academia 2004)
252	Cat 5 - datakaapelointi työasemille ja huoneistoihin	-kaapeli 9726 m	189 € /335m (Blackbox 2004)
126	seinärasia	-työpisterasia	8€/kpl (Am-Mek oy 2004)
126	työasemakaapeli	-kaapeli 2,2m	8,80€/kpl (Blackbox 2004)
1	Universal Flat Pack Cabinet	- ristiinkytkentäkaappi	1400€ (Blackbox 2004)
127	ristiinkytkentäkaapeli	-kaapeli 0,3m	8€/kpl (Blackbox 2004)
8	Cat5 Feed-Through Patch Panel	-patch paneeli 32 porttinen	320€/kpl (Blackbox 2004)
			<b>18085,00 €</b>

Taulukko10 Taatalan 1000Base-T-esimerkkiverkko

Määrä	Laite	Ominaisuudet	Keskihinta
4	D-link DGS-1224T 24	- 24 porttinen 100 Mbps kytkin	689€(Academia 2004)
82	Cat 5 - datakaapelointi työasemille ja huoneistoihin	-kaapeli 4781 m	189 € /335m (Blackbox 2004)
41	seinärasia	-työpisterasia	8€/kpl (Am-Mek oy 2004)
41	työasemakaapeli	-kaapeli 2,2m	8,80€/kpl (Blackbox 2004)
1	Universal Flat Pack Cabinet	- ristiinkytkentäkaappi	1400€ (Blackbox 2004)
42	ristiinkytkentäkaapeli	-kaapeli 0,3m	8€/kpl (Blackbox 2004)
3	Cat5 Feed-Through Patch Panel	-patch paneeli 32 porttinen	320€/kpl (Blackbox 2004)
			<b>8786,00 €</b>

Mikrobitin hintaseurannasta ei löytynyt D-Linkin kytkintä jossa olisi näin monta porttia, joten etsin hinnan suoraan tietokonetukkurilta. Gigabitin vaihtoehdossa olisi ollut mahdollista käyttää myös muiden valmistajien kytkimiä, mutta en löytänyt sopivia pareja samoilta valmistajilta.

D-Linkin kytkin on tämän tason kytkimistä keskihintainen laite, jonka avulla voidaan kuparikaapeloinnin kautta hyödyntää gigabitin kapasiteettia. Kytkin tukee sekä 10, 100 että 1000 Mbps:n nopeutta, ja toimii kaksisuuntaisesti (full-duplex). Kytkimen tarkemmat tekniset tiedot löytyvät liitteestä 3.

D-Linkin verkkokortti oli mielestäni suhteellisen edullinen. D-Link:n Gigabitin verkkokortti DL-DGE-530T 23€/ kpl. Hintavertailuja eri valmistajien tuotteiden välillä oli kuitenkin vaikea tehdä, sillä gigabitin verkkokortteja ei ollut kovin paljon saatavilla. Suurin osa tarjolla olevista gigabitin verkkokorteista oli tarkoitettu palvelimiin. Verkkokortin tarkemmat tekniset tiedot löytyvät liitteestä 3.

Seinärasioista tulevat parikaapelit yhdistetään RJ-45 –liitännöin gigabitin kytkimeen. Yksi porteista tarvitaan yhdistämään kytkimet toisiinsa ja yksi portti tarvitaan kytkimen yhdistämiseen yhdistyksen erillisen palomuurin kautta ADSL- modeemiin. Palomuri Zyxel ZyWall 2 huolehtii yhdistyksen lähiverkon osoitteista ja toimii palomuurina. Palomuurin tarkemmat tekniset tiedot löytyvät liitteestä 3. ADSL – kytkin ohjaa liikenteen tarvittaessa yhdistyksen lähiverkon ulkopuolelle. Esimerkkiverkon hinta yhteensä on 68 393 euroa.

### **Optinen kuitukaapeliverkko**

Optinen kuitukaapeli mahdollistaa suurella kapasiteetillaan eri laitteiden ja tiedonsiirron yhdistämiseen, eli yksi verkko täyttää eri sovellusten ja laitteiden asettamat vaatimukset. Samassa johtimessa voidaan siirtää sekä puhetta, radio- ja tv- signaalia että muuta tietoa. Optisen kuitukaapelin hinta alkaa olla myös kilpailukykyinen uusimpien parikaapelikategorioiden kanssa. Optisen kuitukaapelin hinta on koko ajan laskenut, kun taas uusien parikaapelikategorioiden hinta on noussut. TIA:n Fiber Optics LAN Section (FOLS) – ryhmä on arvioinut vuonna 2000, että optisen kaapeloinnin hinta on noin 10 % kalliimpaa kuin Cat5:n, samanhintainen kuin Cat6:n ja selvästi halvempi kuin Cat7:n parikaapeloinnissa. (TIA Fiber Optics LAN Section 2000.)

Optisen kuidun käyttöajaksi lasketaan noin 30- 50 vuotta. Tämä mahdollistaa pitkät käyttö- ja kuoletusajat, jolloin suuretkin investoinnit tuntuvat kohtuullisilta. Parikaapeliverkossa voidaan joutua 5-10 vuoden välein uusimaan tai vaihtamaan kaapeleita. Opti-

sen kuituverkon ylläpitokustannukset ovat siis suhteessa parikaapeliverkkoa edullisemmat.

Optista kuitua käytetään rakennusten runkokaapelointiin sekä aluekaapelointiin. Kaapeleiden ulottaminen kerroskaapeloinnissa työasemille on mahdollista, mutta ratkaisuna kallis. Vaikka kuidun hinta on kohtuullinen, niin sen komponenttien hinta ei ole. Yhden 100Base-FX verkkokortin hinta BlackBox:n sivuilla vajaa 300 dollaria, eli noin 230 euroa. Tästä voidaan laskea, että työasemien verkkokorttien hinnaksi tulee jo lähemmäs 10000 euroa. Lisäksi tulee muistaa, että palvelukotien asukkaat tuskin haluavat ostaa näin kallista verkkokorttia vain päästäkseen maksamaan laskuja Internetiin. Lisäksi tarvitaan kuitukytkimet ja kaapelointi. 16 porttisen kytkimen hinta liikkuu noin 800 eurossa. Kaapeloinnin ulottaminen työasemiin ja asuntoihin asti maksaa yhdistykselle niin paljon, että se ei liene taloudellisesti järkevää.

## 6.2 Langaton verkko

Suurin osa kotitalouksien ja yritysten langattomista ratkaisuksista on 802.11b- standardin laitteita. Mutta 11Mbps:n ratkaisut tulevat jäämään hitaiksi uusien g- laitteiden myötä. Tämän vuoksi tarkastelin langattomista lähiverkkorataksista standardeja 802.11a ja 802.11g, jotka molemmat ovat b-standardia nopeampia. Kaikissa langattomissa esimerkkiverkoissa verkon rakenne on sama, vain laitteet muuttuvat standardien vaatimusten mukaisiksi.

Langattomissa ratkaisuissa ongelmaksi muodostuu usein tukiaseman todellinen toimintasäde. Radiolähettimen kuuluvuusalue ei ole säännöllinen rengas, vaan esimerkiksi huoneiston tai maaston esteiden takia voi syntyä katvealueita, joita signaalit ei tavoita.

Yhdistyksen tilat ovat sokkeloisia ja sisältävät paljon väliseiniä. Välimatkat ovat pitkiä lukuun ottamatta yhdistyksen hallintotilat. Tukiasemien asettelussa tulee ottaa huomioon, että tukiaseman ja työaseman välisen yhteyden toimintakulma ei jää liian kapeaksi. Tukiasemien lisäksi voidaan asentaa lisäantenneja, jolloin saadaan verkon toiminta-alue tarpeeksi kattavaksi. Tässä voidaan käyttää joko suuntaavia tai ympärisäteileviä antenneja.

Vaikka langattomien laitteiden tekniset tiedot lupaavat laitteen kantamaksi tietyn kantaman, ei myyjä voi antaa asiakkaalle takeita verkon toiminnasta asiakkaan tiloissa asiakkaan haluamalla tavalla. Pääsääntöisesti radioaallot pystyvät läpäisemään kevyen toimiston tai huoneen seinän tai oven, mutta paksu raudoitettu betoniseinä tuottaa jo ongelmia. Langatonta verkkoa rakennettaessa on syytä yrittää sopia laitteiden myyjän kanssa laitteita hankittaessa siitä, että kauppa voidaan purkaa, jos verkkoa ei saada toimimaan kuuluvuusongelmien takia.

### Langaton lähiverkko 802.11g

Langattoman g-verkon nimellinen siirtonopeus on 54 Mbps, josta todellisuudessa päästään käyttämään noin 20 Mbps siirtonopeutta. Kantama rajoittuu sisällä noin 50 metriin, rakenteista riippuen jopa yhteen huoneeseen. Verkossa on käytössä 2,4 GHz:n taajuusalueella kolme kanavaa, tällä voidaan erottaa lähellä olevien verkkojen liikenne toisistaan.

Esimerkkiverkkoon valitsin g-tukiasemaksi Zyxelin laitteet. Joka kohteen kohdalla olevaan taulukoon olen koonnut yhdistykselle esimerkkiverkkoon tulevista laitteista. Kustannukset on kerätty samoin kuin edellisissäkin vaihtoehdoissa.

ZyXEL Prestige 662HW on hyvin yrityksille ja yhteisöille sopiva langattoman verkon tukiasema. Laitteessa on ADSL2/2+ tasoinen ADSL-reititin, palomuuuri, 4-porttinen kytkin, langaton tukiasema (IEEE 802.11g), tuki 20 yhtäaikaiselle VPN-yhteydelle, sekä sisäänrakennettu virustorjuntajärjestelmä. Laite tunnistaa ADSL-linjan asetukset automaattisesti. Laitteessa olevan palomuurin takia ei yhdistykselle tarvitse hankkia erillistä laitetta palomuuriksi. Tukiaseman verkkokortin ja antennin tarkemmat tekniset tiedot löytyvät liitteestä 3.

Taulukossa 11 esitetään Hallintotoimistolle, taulukossa 12 esitetään Kaukaharjun palvelutaloon, taulukossa 13 esitetään Keinu-  
puiston palvelutaloon, taulukossa 14 esitetään Kuuselan palvelutaloon sekä taulukossa 15 esitetään Taatalan palvelutaloon tulevat laitteet ja kustannukset, joita langattoman verkon rakentamiseen tarvitaan. Esimerkkiverkkojen kustannukset on kerätty samoin kuin edellisessä vaihtoehdossa.

*Taulukko11 Hallinnon Langaton-esimerkkiverkko*

Määrä	Laite	Ominaisuudet	Keskihinta
1	ZyXEL Prestige 662HW	-WLAN tukiasema	347 €(Mikrobitti 2004)
10	ZyXEL ZyAIR G-360 PCI-sovitin	-verkkokortti	42,67 € (CostCentral 2004)
1	ZyAIR EXT-104	-ympärisäteilevä 4 dBi kattoantenni sisäkäyttöön	66,67€ (Mikrobitti 2004)
1	ZyXel ZyWall 2	-palomuuuri	219 €(Mikrobitti 2004)
		<b>Yhteensä</b>	<b>1 059,00 €</b>

Taulukko12 Kaukaharjun Langaton-esimerkkiverkko

Määrä	Laite	Ominaisuudet	Keskihinta
5	ZyXEL Prestige 662HW	-WLAN tukiasema	347 €(Mikrobitti 2004)
4	ZyXEL ZyAIR G-360 PCI-sovitin	-verkkokortti	42,67 € (CostCentral 2004)
5	ZyAIR EXT-104	-ympärisäteilevä 4 dBi kattoantenni sisäkäyttöön	66,67€ (Mikrobitti 2004)
1	ZyXEL ES-1016A	-kytkin	96€(ATK-agentti)
		<b>Yhteensä</b>	<b>2 335,00 €</b>

Taulukko13 Keinupuiston Langaton-esimerkkiverkko

Määrä	Laite	Ominaisuudet	Keskihinta
13	ZyXEL Prestige 662HW	-WLAN tukiasema	347 €(Mikrobitti 2004)
7	ZyXEL ZyAIR G-360 PCI-sovitin	-verkkokortti	42,67 € (CostCentral 2004)
13	ZyAIR EXT-104	-ympärisäteilevä 4 dBi kattoantenni sisäkäyttöön	66,67€ (Mikrobitti 2004)
1	ZyXEL ES-1016A	-kytkin	96€(ATK-agentti)
		<b>Yhteensä</b>	<b>5 772,40 €</b>

Taulukko14 Kuuselan Langaton-esimerkkiverkko

Määrä	Laite	Ominaisuudet	Keskihinta
9	ZyXEL Prestige 662HW	-WLAN tukiasema	347 €(Mikrobitti 2004)
14	ZyXEL ZyAIR G-360 PCI-sovitin	-verkkokortti	42,67 € (CostCentral 2004)
9	ZyAIR EXT-104	-ympärisäteilevä 4 dBi kattoantenni sisäkäyttöön	66,67€ (Mikrobitti 2004)
1	ZyXEL ES-1016A	-kytkin	96€(ATK-agentti)
		<b>Yhteensä</b>	<b>4 416,41 €</b>

*Taulukko15 Taatalan Langaton-esimerkkiverkko*

<b>Määrä</b>	<b>Laite</b>	<b>Ominaisuudet</b>	<b>Keskihinta</b>
5	ZyXEL Prestige 662HW	-WLAN tukiasema	347 €(Mikrobitti 2004)
4	ZyXEL ZyAIR G-360 PCI-sovitin	-verkkokortti	42,67 €(Cost-Central 2004)
5	ZyAIR EXT-104	-ympärisäteilevä 4 dBi kattoantenni sisäkäyttöön	66,67€ (Mikrobitti 2004)
1	ZyXEL ES-1016A	-kytkin	96€(ATK-agentti)
		<b>Yhteensä</b>	<b>2 335,00 €</b>

Langattomassa tekniikassa en löytänyt verkkotulostimelle yhteyttä työtä tehdessäni. Verkkotulostin voidaan yhdistää langattomaan verkkoon tukiasemassa olevan kytkimen avulla RJ-45 kaapelilla. Työasemien verkkokortit asennetaan tavalliseen PCI-väylään. Verkkokorttien ulkoisella antennilla saadaan aikaiseksi yhteys tukiasemaan. Verkkokorteissa on mahdollisuus käyttää wpa- salausta. Esimerkkiverkon hinta yhteensä on 15 877 euroa.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tarkoituksena oli selvittää vaihtoehtoja toimeksiantajayrityksen lähiverkoksi. Työssä selvitellään erilaisten siirtoteiden ominaisuuksia ja niiden sopivuutta toimeksiantajalle. Tavoitteena oli tuottaa lähiverkon rakentamista avustavaa teoreettista ja käytännön tietoa. Selvityksessä esitellään yhdistykselle ensisijaisesti sopivimmat Ethernet- ja langattomat verkkoratkaisut.

Työn tulos-osiossa esiteltiin neljä erilaista lähiverkko vaihtoehtoa. Saadut tulokset ovat sellaisenaan hyödynnettävissä vain toimeksiantajalla. Soveltuvien osin työtä voidaan kuitenkin hyödyntää myös yleisemmin verkon rakentamista suunniteltaessa.

Kokonaisuudessaan työstä muodostui melko laaja kokonaisuus, joka edellytti perehtymistä hyvinkin erilaisiin ratkaisuihin sekä yleisellä että käytännön tasolla. Saadut tulokset tarjoavat toimeksiantajalle pohtivan ja erittelevän lähiverkkokatsauksen päätöksentekoa varten.

Yrityksen lähiverkon toteuttamiseen ei ole olemassa yhtä ainoaa oikeaa tapaa. Tässä työssä toimeksiantajayrityksen lähiverkon rakentamiseen löytyi useita sopivia vaihtoehtoja. Mietittäessä, mikä esitellyistä vaihtoehdoista sitten on paras, on syytä ottaa lähtökohdaksi toimeksiantajan tarpeet.

### **Luotettavuus ja ylläpito**

Lähiverkossa yritykselle on tärkeintä luotettavuus ja varma toiminta. Lähiverkko mahdollistaa monet yrityksen toiminnan kannalta välttämättömät tehtävät, kuten sähköisen kirjeenvaihdon sidosryhmien kanssa. Lähiverkon kautta yhdistyksessä jaetaan myös Internet-yhteys. Tämä mahdollistaa yhdistyksessä esimerkiksi rahasioiden hoitamisen sähköisesti, verkkosivujen ylläpitämiseen sekä tiedon etsimiseen Internetistä.

Verkon luotettavuuteen liittyy toinenkin yhdistykselle tärkeä näkökulma. Toimeksiantajan lähiverkon ylläpidon tulisi olla mahdollisimman helppoa. Lähiverkon tulisi toimia pitkiä aikoja ilman mitään käyttäjien erityisiä toimia. Ongelmien sattuessa paikalle joudutaan usein kutsumaan ulkopuolinen asiantuntija. Ylläpitoon liittyy myös kysymys verkon varaosien saatavuudesta. Jos esimerkiksi työasemasta rikkoutuu jokin komponentti, pitää saatavilla olla mahdollisimman nopeasti uusi komponentti, jottei työ keskeytyisi pitkiksi ajoiksi.



## **Resurssien jakaminen**

Lähiverkkoa tarvitaan yhdistyksessä tiedostojen siirtämiseen ja jakamiseen. Lisäksi sen avulla voidaan jakaa verkon laitteita, kuten tulostimia ja skanneria kaikkien yhteiseen käyttöön. Näin jokaiselle työasemalle ei tarvitse erikseen hankkia kaikkia laitteita.

## **Kapasiteetti**

Lähiverkossa 10 Mbps:n tiedonsiirtokapasiteetti riittäisi yhdistyksessä nykyisellä käyttäjämäärällä hyvin normaalien tehtävien suorittamiseen. Kun 10 ja 100 Mbps:n parikaapeliverkkojen hintaero ei käytännössä ole kuin joitakin kymmeniä euroja, kannattaa suosia nopeampaa vaihtoehtoa. Tulevaisuudessa voidaan lähiverkon kautta käyttää sovelluksia, jotka vaativat nykyistä enemmän kapasiteettia. Tällaisia ovat muun muassa erilaiset tietokannat, työryhmäsovellukset ja videoneuvottelut.

Toimeksiantajan verkkoratkaisuksi voidaan käytännössä esittää kahta vaihtoehtoa, jotka ovat parikaapeliverkko tai langaton verkko. Näiden eri versioista esiin voidaan nostaa erityisesti 100 Mbps:n Ethernet- verkko ja langaton g- verkko.

## **Langalliset ratkaisut**

Langallisen ratkaisun etuna voidaan pitää sen yleisyyttä ja laajaa käyttöä yrityksissä. Suurin osa nykyisistä kiinteistä lähiverkoista on Ethernet- verkkoja. Ethernet ei ole kuitenkaan uusi tekniikka ja siksi sen käytöstä on olemassa pitkän aikavälin kokemusta. Tästä syystä voidaan olettaa Ethernetin lastentautien olevan ohi. Tämän ratkaisun käyttäminen lähiverkoissa ei tuo mukanaan uusia tai yllättäviä ongelmia, toisin kuin voi tapahtua langattomissa ratkaisuissa.

Ethernet- ratkaisuista parikaapeleilla toteutettu lähiverkko on edullisin, sillä parikaapeli on jopa noin kolme kertaa optista kuitua edullisempaa. Hintasuhde pitää paikkansa jos asennuksessa käytetään kategorian 5 parikaapelia, uudemmat 6 ja 7 kategorioiden parikaapelit ovat kalliimpia. Kategorioiden 6 tai 7 tullessa kyseeseen voitaisiin harkita, olisiko optisen kuidun ulottaminen työasemille tarkoituksenmukaisempaa. Optisen kuidun hinta suhteessa uusimpiin parikaapelikategorioiden on tasoittumassa. Tästä syystä työssä käsiteltiin pintapuolisesti myös kuituverkkoa. Selvittelyn perusteella voidaan kuitenkin sanoa, että toistaiseksi optisten komponenttien hinta on liian kallis työasemakäyttöön.

Tutkituista parikaapeliratkaisuista hinnaltaan edullisin vaihtoehto oli 100 Mbps:n parikaapeliverkko. Koska 100 Mbps:n verkko on riittävä, eikä tulevaisuudessa ole oletettavasti tarvetta siirtää suuria

tietomääriä verkossa, eivät muut nopeudet ole tällä hetkellä tarkoituksenmukaisia.

### **Langattomat ratkaisut**

Langaton verkko on hinnaltaan jopa kiinteääkin verkkoa edullisempi. Tätä selittää etenkin se, että osa kaapeleiden asenuskustannuksista jää langattomassa ratkaisussa pois. Laitteiden hintaa on alentanut langattomien ratkaisujen hintakilpailu ja niiden yleistyminen kotitalouksissa. Esimerkkiverkon tiedonsiirtonopeus on teoriassa 54 Mbps, mutta käytännössä tiedonsiirtonopeus on noin 20 Mbps:n, tämä nopeus ei välttämättä riitä toimeksiantajalle. Langattoman lähiverkon etuna on myös liikkuvuus.

Langattomat lähiverkot ovat suhteellisen uutta tekniikkaa verrattuna perinteisempiin ratkaisuihin. Uuden teknologian käyttöönottoon liittyy aina riski siitä, että tekniikka vanhenee ennen aikojaan. Jos investoinnin käyttöikä jää lyhyeksi, sen alun perin edullinen hinta ei olekaan lopullinen kustannuserä. Pahimmassa tapauksessa investoinnin lopullinen käyttöikä ei olekaan kymmenen vuotta vaan kaksi tai kolme vuotta. Tällöin lähiverkko on rakennettava alusta alkaen jollakin muulla ratkaisulla.

Langattoman lähiverkon toiminta-alueesta ei myöskään voida olla täysin varmoja ilman tarkkoja mittauksia. Radioaaltojen toimintasäde ei aina ole säännöllinen ympyrä, vaan se riippuu toimitilojen rakenteista. Radioaallot eivät välttämättä läpäise paksuja väliseiniä tai muuta tielle sattuvaa estettä. Yhdistyksen toimitiloihin saattaa jäädä katvealueita, joissa langaton yhteys ei toimi. Tällaiset katvealueet voidaan saada käyttöön käyttämällä suuntaavia antennejä. On kuitenkin muistettava, että langattomilla on rajansa tehokkuuden suhteen.

Langattomat g-laitteet toimivat vapaalla 2,4 gigahertsin taajuudella, tätä taajuutta käyttävät myös muut laitteet. Näitä ovat muun muassa Bluetooth, mikroaaltouunit ja käsipuhelimet. Vaikka verkko ei lakkaisi toimimasta näiden laitteiden vaikutuksesta, niin sen toiminta voi kuitenkin hidastua merkittävästi.

### **Langallisen ja langattoman yhteisratkaisu**

Tässä ratkaisussa voidaan tehdä ensin langaton verkko niihin toimipisteisiin tai toimipisteen osiin joissa on välitön tarve saada verkko pystyyn, esimerkiksi palvelukodeissa henkilökunnan käyttöön tuleva verkko voidaan rakentaa langattomasti ja asukkaille tuleva verkko tehdä parikaapelointia käyttäen. Langattomissa ratkaisuissa verkon kustannukset tulevat pääosin laitehankinnoista. Ensimmäisessä vaiheessa voidaan hankkia tukiasemia ja verkkokortteja henkilökunnalle tuleviin työasemiin. Toisessa vaiheessa voidaan rakentaa parikaapeliverkko asukkaiden käyttöön. Parikaape

loinnissa korkein yksittäinen kustannus on kaapelointi, joka kannattaa teettää ammattilaisella. Tässä ratkaisussa saadaan kummin ratkaisun hyvät puolet käyttöön. Ratkaisut täydentävät myös toisiaan.

### **Toimipisteiden yhdistäminen**

Toimipisteiden yhdistäminen toteutetaan palveluntarjoajan toteuttamalla yritysverkolla. Yritysverkko on organisaation digitaalisen tiedonsiirron kokonaisratkaisu, joka on hallittavuudeltaan erinomainen. Hallittavuus tarkoittaa sitä, että palveluntarjoaja pystyy valvomaan jatkuvasti sekä runkoverkon osuutta että palvelun päätelaitteita ja reitittämiä yrityksen tiloissa. Toimipisteiden välisen liikenteen lisäksi palveluun pystytään integroimaan yhteydet internetiin.

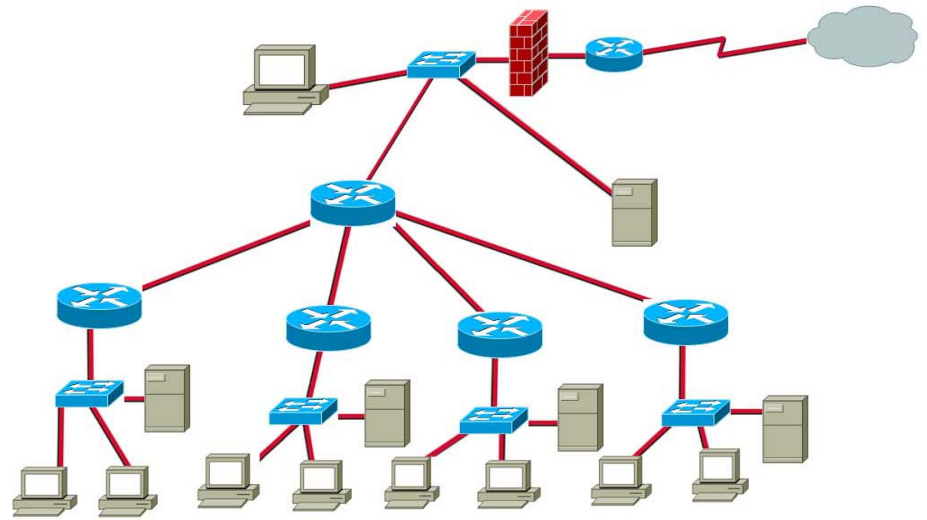
Kun yrityksen toimipisteet liitetään yhteen, kuten kuvassa 8, tietojärjestelmiä voidaan käyttää kaikkialla yrityksessä. Verkko on luonteeltaan suljettu: yrityksen toimipisteet voivat liikennöidä keskenään, mutta yritysverkon ulkopuoliset eivät voi liikennöidä niihin. Ulkopuoliset eivät pääse edes etsimään aukkoja tietoturvasta, koska eri yritykset ovat jo runkoverkossa eristetyt toisistaan. Pääsy internetiin hoidetaan yritysverkosta yhden tai useamman hallitun yhdyskäytävän ja palomuurin läpi. Järjestelyn voi toteuttaa yritys itse tai se voi olla osa tietoliikenteen kokonaispalvelua.

Yritysverkko toteutetaan suljettuna IP-verkkona (Internet Protocol). Myös muita tietoliikenneprotokollia voidaan tarpeen vaatiessa tukea lisäpalveluna. Palvelun rajapintana asiakkaan toimipisteissä on operaattorin omistaman ja hallitseman reitittimen lähiverkkoportti. Tilaajayhteys toteutetaan ADSL-liittymällä.

Yritysverkon hinta muodostuu verkon käyttöönoton yhteydessä maksettavasta kertamaksusta ja kuukausittain maksettavista kuukausimaksuista.

Kunkin toimipisteen palvelun hinta koostuu seuraavista komponenteista:

- reititin
- tilaajayhteys
- runkoverkon portti
- liikenne runkoverkossa



*Kuva 8 (Yhdistyksen fyysinen topologia)*

## 8 YHTEENVETO

Nykyään useimmissa yrityksissä ja yhteisöissä, niin suurissa kuin pienissäkin, on työasemia ja muita verkkoon kuuluvia laitteita yhdistävä lähiverkko. Lähiverkko toimii päivittäisten rutiinitöiden taustalla mahdollistaen Internet- yhteyden jakamisen kaikille työasemille, sähköpostin käytön ja sisäisessä verkossa tiedostojen ja tulostimien jakamisen. Tavallisen tekstitiedoston siirtämisen palvelimelle ei kuormita lähiverkon kapasiteettia suuresti. Uusien sovellusten ja työtapojen käyttäminen lisää kuitenkin koko ajan siirrettävän tiedon määrää. Työryhmäsovellusten, kuten verkkoneuvotteluiden käyttöön, tarvitaan verkon kapasiteettia enemmän ja useammin kuin tekstitiedoston siirtoon. Samalla lähiverkkoihin ollaan yhdistämässä myös muita tiedonsiirto palveluita, kuten puhetta (VoIP) tai liikkuvaa kuvaa (videoneuvottelut ja turvakamerat), joutuu lähiverkon toiminta kovalle koetukselle.

Tämä selvitystyö oli yhden yhdistyksen toimeksiantona tehty taustatutkimus. Työn tavoitteena oli kartoittaa toimeksiantajan lähiverkon rakentamiseen sopivia lähiverkkoratkaisuja. Kartoituksen pohjalta kerättiin sekä teoreettista tietoa että käytännön ratkaisuja yhdistyksen päätöksenteon tueksi. Työssä esiteltiin neljä erilaista esimerkkiverkkoa, joiden kohdalla arvioitiin ratkaisun kustannuksia ja tarkasteltiin hyviä ja huonoja puolia. Esitellyistä ratkaisuista yksi oli langaton ratkaisu ja kolme oli langallisia Ethernet- verkkoja.

Hyvän lähiverkon lähtökohtana on tarkka ja perusteellinen suunnittelu. Uutta verkkoa suunniteltaessa oli otettava huomioon yhdeksän verkon merkittävää lähtökohtaa, jotka ovat yksinkertaisuus, ylläpidettävyys, kapasiteetti, muunneltavuus, vikasietoisuus, käytettävyys, turvallisuus, kytkentäisyys ja palveluiden yhdentyminen. Jotta näitä seikkoja voidaan eritellä, oli verkon suunnittelussa käytävä läpi tarkasti yhdistyksen toimintaa ja verkon käyttäjiä sekä otettava huomioon molempien tarpeet. Esitetyt lähiverkkoratkaisut olen pyrkinyt tuomaan esiin sellaisella tavalla, että toimeksiantajan on helpompi löytää heille sopivin ratkaisu.

Ethernet on lähiverkkotekniikoista yleisin. Jopa 90 prosenttia lähiverkoista on Ethernet- verkkoja. Ethernet on jättänyt taakseen monia kilpailevia verkkotekniikoita, vaikka se ei aina ole ollut teknisesti paras verkkoratkaisu. Alkuvaiheessa sen edullinen hinta ja myöhemmin nopea kehitys ja levinneisyys ovat tuoneet Ethernetille vankan aseman.

Langattomat verkkoratkaisut ovat viime vuosina yleistyneet. Tämä johtuu kotitalouksien suuresta halusta hankkia langattomia ratkaisuja, mutta myös yritykset ovat osoittaneet kiinnostusta langattomia ratkaisuja kohtaan. Yritysten epäluulo langattomia ratkaisuja kohtaan johtuu osin IEEE:n julkaisemista useista eri standardeista,

jotka eivät kaikki ole keskenään yhteensopivia. Yleisin ratkaisu on Wi-Fi (IEEE 802.11b). Tämän ratkaisun tiedonsiirtonopeus ei kuitenkaan vastaa yritysten tarpeita ollen liian hidas ja ratkaisun käyttämä taajuus on yleensä ruuhkainen. Langattomien ratkaisujen suosio perustuu johdoista riippumattomaan käyttöön sekä kohtuulliseen hintaan ja suhteellisen helppoon käyttöönottoon. Langattomuuden huonoja puolia on signaalin nopea heikkeneminen radioaajuuksien rajallisuus, herkkyys häiriöille ja toisaalta langattoman signaalin aiheuttamat häiriöt muihin laitteisiin.

Lähiverkossa toimeksiantajalle on tärkeintä luotettavuus ja varma toiminta. Toimeksiantajalla ei ole omaa osaamista tietotekniikanalalta eikä resursseja määrittellä itse verkon asetuksia. Verkon luotettavuuteen liittyy toinenkin tärkeä näkökulma. Lähiverkon ylläpidon tulisi olla mahdollisimman helppoa ja yksinkertaista. Lähiverkon pitää toimia pitkiäkin aikoja ilman, että käyttäjien pitää puuttua laitteiden toimintaan. Ongelmatilanteissa paikalle joudutaan yleensä kutsumaan ulkopuolinen asiantuntija. Ylläpitoon liittyy myös kysymys verkon varaosien sekä ammattitaitoisten asentajien saatavuudesta. Jos laitteita rikkoontuu, pitää saatavilla olla mahdollisimman nopeasti uusi laite ja henkilö, joka asentaa sen.

Tämän työ tarkoituksena oli tarjota tietoa lähiverkon rakentamiseen. Lähiverkon rakentaminen on pitkä prosessi. Tässä työssä käsitellään vain prosessin alkuvaiheen tarveharkintaa sekä vaihtoehtojen kartoitukseen liittyviä seikkoja. Työn ulkopuolelle jää sen sijaan paljon asioita, kuten lopullinen päätöksenteko, rahoituksen hankkiminen, laitteiden toimittajien valinta, itse rakentamisen läpivieminen sekä lopputuloksen arviointi.

Opinnäytetyölle asettamani tavoitteet saavutin omasta mielestäni hyvin. Ongelmaksi koin ainoastaan ajoittaiset vaikeudet lähdemateriaalin kanssa sekä laatimassani aikataulussa pysymisen vaikeuden.

## 9 LÄHTEET

- Academica 2004. Kotisivut. [online][viitattu 16.11.2004]  
[www.academica.fi](http://www.academica.fi)
- ATK- Agentti 2004. Kotisivut. [online][viitattu 17.11.2004]  
[www.atk-agentti.fi/content.php?pn=121&ci=2](http://www.atk-agentti.fi/content.php?pn=121&ci=2)
- Blackbox 2004. Kotisivut. [online][viitattu 16.11.2004]  
[www.blackboxnetworkservices.fi/tuotteetvalikko.htm](http://www.blackboxnetworkservices.fi/tuotteetvalikko.htm)
- Chappel, Laura 1999. Cisco reitittimet. Helsinki: IT Press
- Charles Spurgeon's Ethernet Web Site [online] [viitattu 26.10.2004]  
[www.ethermanage.com/ethernet/ethernet.html](http://www.ethermanage.com/ethernet/ethernet.html)
- Cisco Press 2002a. Cisco Verkkoakatemia ensimmäinen vuosi. Helsinki: IT Press
- Cisco Press 2002b. Cisco Verkkoakatemia toinen vuosi. Helsinki: IT Press
- Cisco 2004. Kotisivut. [online][viitattu 10.11.2004]  
[faculty.valencia.cc.fl.us/wyousif/CCNA/Semester%201%20Presentations/Presentations/Cisco%201-5.ppt](http://faculty.valencia.cc.fl.us/wyousif/CCNA/Semester%201%20Presentations/Presentations/Cisco%201-5.ppt)
- CostCentral 2004. Kotisivut. [online][viitattu 16.11.2004]  
[www.costcentral.com/product-list/Adapters/24/ZyXEL\\_Communications/Z00694/](http://www.costcentral.com/product-list/Adapters/24/ZyXEL_Communications/Z00694/)
- D-Link 2004. Kotisivut. [online][viitattu 16.11.2004]  
[www.dlink.fi](http://www.dlink.fi)
- Hakala, Mika, Vainio, Mika 2002. Tietoverkon rakentaminen. Jyväskylä: Decendo Finland Oy
- Introduction to the 100VG-AnyLAN Technology. Kotisivu. [online][viitattu 6.1.2005]  
[www.100vg.com/white/intro.htm](http://www.100vg.com/white/intro.htm)
- IT-ensyklopedia 2004. [online][viitattu 13.10.2004].  
[www.itinfo.fi/ensyklopedia/index.php](http://www.itinfo.fi/ensyklopedia/index.php)
- Tampereen Vanhuspalveluyhdistys ry esite 2005
- TIA Fiber Optics LAN Section 2000. Fiber in the Horizontal: The better way to carry information. [online][viitattu 6.1.2005].  
[www.fols.org/resources/whitepaper0100.pdf](http://www.fols.org/resources/whitepaper0100.pdf)
- Turku Energia 2004. Kotisivut. [online][viitattu 9.11.2004]  
<http://www.dsturku.net/fi/>

Viestintävirasto 2004. Kotisivut. [online][viitattu 28.10.2004]  
[www.ficora.fi/suomi/radio/n2436.htm](http://www.ficora.fi/suomi/radio/n2436.htm)

Wikipedia 2004 Kotisivut [online][viitattu 4.11.2004]  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/IEEE>



## 10 LIITTEET

### 10.1 Liite 1: Usein esiintyviä lyhenteitä

<b>ADSL</b>	<i>Asymmetric digital subscriber line</i> on asymmetrinen digitaalinen tilaajayhteys, joka perustuu asiakkaan puhelinverkon tilaajajohdossa käytettyyn kierrettyyn parikaapeliin. Yksittäisille kotikäyttäjille tarjotaan yleensä tekniikkaa, jonka siirtonopeus on palveluntarjoajalta asiakkaalle enintään 1,5 Mbps ja toiseen suuntaan 512 kbps. (IT-ensyklopedia <a href="http://www.itinfo.fi">www.itinfo.fi</a> )
<b>AP</b>	<i>Access point</i> on langattomissa lähiverkoissa laite, jonka kautta langaton työasema kytkeytyy langalliseen lähiverkkoon. (IT-ensyklopedia <a href="http://www.itinfo.fi">www.itinfo.fi</a> )
<b>ATM</b>	<i>Asynchronous transfer mode</i> on nopea tiedon paketinvälitystekniikka, joka perustuu määrämittaisten pakettien dynaamiseen varaukseen. ATM-tekniikan avulla voidaan siirtää kaiken tyyppistä liikennettä kuten dataa, kuvaa ja ääntä. ATM soveltuu televerkkoihin, LAN-, MAN-, sekä WAN-verkkoympäristöihin. (IT- ensyklopedia <a href="http://www.itinfo.fi">www.itinfo.fi</a> )
<b>Cat5</b>	<i>Category 5</i> on tiedonsiirtokaapeleiden ja liittimien laatuluokka, joka on tarkoitettu 10Base-T, 100Base-TX, 1000Base-T, Ethernet, Token Ring, Fiber Channel (kupariversio) ja AMT –yhteyksien kaapelointiin. (IT-ensyklopedia <a href="http://www.itinfo.fi">www.itinfo.fi</a> )
<b>CSMA/CD</b>	<i>Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection</i> on kilpavarauksella toimivassa verkossa käytäntö, joka edellyttää yhteisen siirtotien vapauden kuulostelua ennen lähetyksen aloittamista. Jos kaksi laitetta aloittaa lähetyksen yhtäaikaaisesti tapahtuu törmäys, jonka laitteet havaitsevat. Uusintalähetys aloitetaan satunnaisen ajan kuluttua, jos siirtotie on vapaana. (IT- ensyklopedia <a href="http://www.itinfo.fi">www.itinfo.fi</a> )
<b>CSMA/CA</b>	<i>Carrie Sense Multiple Access with Collision Avoidance</i> on kilpavarauskäytäntö, jonka peruseriaate on käytännössä on sama kuin edellisen, mutta sitä käytetään langattomissa verkoissa. Näissä siirtotien kuulostelu ei onnistu, mutta törmäyksiä pitää yrittää välttää. (IT- ensyklopedia <a href="http://www.itinfo.fi">www.itinfo.fi</a> )
<b>DHCP</b>	<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i> on dynaaminen TCP/IP osoitteiden jakojärjestelmä, jossa työasemat saavat käyttöönsä tarvittavan TCP/IP osoitteen yhteisestä varannosta. (IT- ensyklopedia <a href="http://www.itinfo.fi">www.itinfo.fi</a> )
<b>FDDI</b>	<i>Fiber Distributed Data Interface</i> on tietoliikenteessä määritelty valokuitetekniikkaan perustuva lähiverkkostandardi. Verkko on renkaan muotoinen ja toimii vuoronvarausperiaatteella. (IT- ensyklopedia <a href="http://www.itinfo.fi">www.itinfo.fi</a> )

- IEEE** *Institute of Electrical and Electronics Engineering* on vuonna 1884 perustettu järjestö, jossa on yli 377 000 jäsentä 150 maasta. Se toimii verkko- ja laitteiden standardoimiseksi ja julkaisee niiden standardeja. (IT- ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))
- ISDN** *Integrated Services Digital Network* on digitaalinen monipalveluverkko, joka on tarkoitettu täydentämään jo olemassa olevia telepalveluita. Samassa verkossa on silloin yhdistettynä esimerkiksi kuvapuhelin, datasiirto tai palveluita, kuten telekopiojärjestelmät. (IT- ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))
- ISM** *Industrial, Scientific, Medical* on yhteisnimitys vapaasti käytettäville radiotaajuusalueille, joita voidaan käyttää ilman viestintävirastolta anottavaa lupaa. Taajuuksia on kolme: 915 MHz, 2,4 ja 5,8 GHz. Näitä taajuuksia käytetään pääasiassa langattomissa verkkoratkaisuissa. (IT- ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))
- ISO** *International Organisation for Standardisation* on kansainvälinen vuonna 1947 perustettu standardointijärjestöjen kattojärjestö. Siihen kuuluu noin 90 maata. ISO:n standardointityö tapahtuu eri alojen pysyväisissä teknisissä komiteoissa (160 kappaletta), alakomiteoissa (590 kappaletta) ja työryhmissä (1300 kappaletta). (IT- ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))
- LAN** *Local Area Network* on tietoliikenteessä lähiverkko, joka tarkoittaa maantieteellisesti rajatun, pienehkön alueen sisäistä tietoliikennettä toteuttavaa ja suureen siirtokapasiteettiin pystyvää verkkoa, joka on tavallisesti yhden organisaation hallinnassa. Verkko koostuu kaapeleista, verkkolaitteista, työasemista, palvelimista, ohjelmistoista ja verkon palveluista. (IT- ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))
- MAN** *Metropolitan Area Network* on yleisnimitys alueverkoista, jotka kattavat kaupungin, kuntayhtymän tai jonkin taajama-alueen. Alueverkossa voidaan siirtää puhetta, dataa ja liikkuvaa kuvaa. Alueverkot on toteutettu valokuituyhteyksiä käyttäen. (IT- ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))
- Mbps** *Megabits per second* on tiedonsiirtonopeuden mittayksikkö. (IT- ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))
- RJ-45** *Registered Jack 45* on puhelin- ja lähiverkoissa käytetty päätelaitteiden ja kytkentärasioiden liitintyyppi. (IT- ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))
- STP** *Shielded Twisted Pair* on suojattu kierretty parikaapeli, jota käytetään lähiverkkojen yleiskaapeloinneissa. (IT- ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))
- UPS** *Uninterruptible Power Supply* on laite, jossa verkkojännite tasasuunnataan ja varataan akkuihin, joista sähkö vaihtosuunnataan ja syötetään kuormaan. Näin kuorman puolella sähkö on täysin katkotonta. Lisäksi muut verkkojännitteen häiriöt suodattuvat pois. (IT- ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))

- USB** *Universal Serial Bus* on tietokoneen sarjaliikenneväylä. Sillä voidaan ohjata kaikkia PC:n ulkoisia oheislaitteita. Väylään voidaan liittää enintään 127 laitetta. (IT- ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))
- UTP** *Unshielded Twisted Pair* on suojaamaton kierretty parikaapeli, jota käytetään yleisesti lähiverkkojen kaapeloinnissa. (IT- ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))
- VLAN** *Virtual Local Area Network* on virtuaalinen lähiverkko, jolla tarkoitetaan samasta fyysisestä lähiverkosta erotettuja näennäisiä verkkoja. (IT- ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))
- VoIP** *Voice over IP* on menettely, jolla IP- verkon yli välitetään puhetta ja puheluita. (IT- ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))
- VPN** *Virtual private network* on tietoliikennetekniikassa tekniikka, jolla yhdistetään yritysten eri toimipaikoissa sijaitsevia lähiverkkoja ja liikkuvia päätelaitteita käyttäen siirtotienä julkisia verkkoja. VPN- tekniikka käyttää turvallisen yhteyden aikaansaamiseksi monia salaus- ja todennustekniikoita. (IT- ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))
- WAN** *Wide Area Network* on laaja tietoliikenneverkko, jolle on tyypillistä maantieteellinen ulottuvuus paikkakunnalta toiselle tai maan rajojen ulkopuolelle aina maanosien väliseksi verkoksi. (IT- ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))
- WEP** *Wired Equivalent privacy* on IEEE 802.11 standardin mukaisessa langattomassa lähiverkossa käytetty liikenteen salausmenetelmä. (IT- ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))
- WLAN** *Wireless Local Area Network* on langaton lähiverkko, jossa työasemat, palvelimet ja muut päätelaitteet keskustelevat langattomasti keskenään. (IT- ensyklopedia [www.itinfo.fi](http://www.itinfo.fi))

## 10.2 Liite 2: IEEE –standardeja

- IEEE 802.3 tunnetaan yleisesti Ethernet -standardina. Kyseessä on törmäyksen-  
tunnuksella varustettu kilpavarausväylä. (IT- ensyklopedia  
www.itinfo.fi)
- IEEE 802.5 määrittely valtuudenvälitysrenkaasta eli Token Ring –verkosta. Verkko  
toteutetaan yleensä IBM- kaapelointia käyttäen, mutta voidaan toteuttaa  
myös UTP –kaapelilla. Loogisesti verkko on rengas ja fyysisesti tähti,  
jonka keskellä on Multi-Station Access Unit (MAU tai MSAU). (IT- en-  
syklopedia www.itinfo.fi)
- IEEE 802.11 on vuonna 1997 valmistunut määrittely langattomista lähiverkoista ISM-  
radiotaajuuksilla 2,4 GHz nopeudella 1 ja 2 Mbps. Se määrittelee langat-  
tomien lähiverkkojen fyysisen kerroksen ja verkkokerroksen. Siinä mää-  
ritellään myös radiotaajuuksille kaksi vaihtoehtoista tekniikkaa sekä mää-  
rittelyn salauksesta. (IT- ensyklopedia www.itinfo.fi)
- IEEE 802.11a on IEEE 802.11 määrittelyn vuonna 2001 valmistunut täydennys fyysi-  
sellä tasolla 40 Mbps nopeudella toimivista langattomista lähiverkoista.  
Se toimii 5 Ghz taajuusalueella ja sisältää toiminnallisia parannuksia e-  
deltäjänsä 802.11b:n verrattuna. (IT- ensyklopedia www.itinfo.fi)
- IEEE 802.11b on vuonna 1997 valmistuneen IEEE 802.11 –määrittelyn täydennys 5,5  
ja 11 Mbps nopeuksille langattomissa lähiverkoissa radiotaajuuksilla 2,4  
MHz. (IT-ensyklopedia www.itinfo.fi)
- IEEE 802.11e on kehitteillä oleva tekniikka, joka parantaa a-, b- ja g-tyypin verkkojen  
toimintaa. Tarkoituksena on tuoda langattomiin verkkoihin palvelutason  
hallinta. Tätä tarvitaan muun muassa ip-puheluissa ja videoneuvotteluis-  
sa. (Wikipedia fi.wikipedia.org)
- IEEE 802.12 100VG-AnyLAN on alunperin HP:n kehittämä tekniikka 100 Mbps  
Ethernetiksi, mutta se päätettiin erottaa omaksi verkkotyyppikseen, koska  
katsottiin, että se ei ole enää Ethernet. Verkon kehitti HP:n idean pohjal-  
ta 100VG-AnyLAN Forum. 100Base-VG käyttää UTP category 3, 4, 5,  
5+ tai 6 –kaapelin neljää paria. Koodauksena on Quarter Coding  
(5B/6B-koodaus), koodauksessa 5 databittiä koodataan 6 linjabitiksi ja  
lähetetään linjalle NRZ-koodia käyttäen puolisuuntaisena siirtona 30  
MHz kaistalla, suurin osa energiasta on alle 20 MHz kaistalla. Linja  
signaalit ovat kaksitilaisia ja lähetystasona 2,5 V. (IT- ensyklopedia  
www.itinfo.fi)

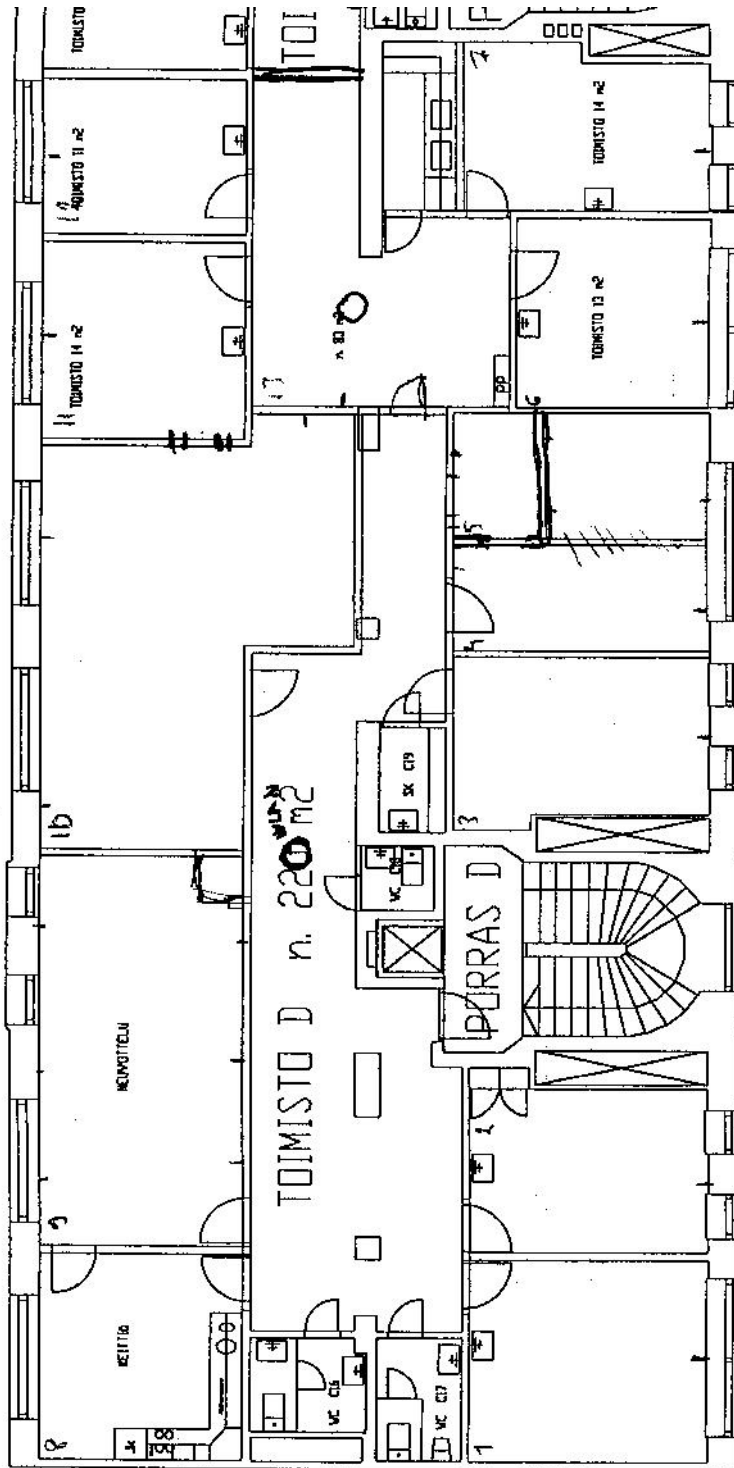
## 10.3 Liite 3: Tekniset tiedot

D-Link DES-3250TG	ZyXEL ZyWALL 2	D-Link DGS-1224T
Switching Capacity 13.6Gbps	<b>Virtual Private Network</b>	<b>Standards</b>
64-byte Packet Forwarding rate 10.1 Mpps	• Two VPN connections	- IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet
MAC address 8K	<b>Firewall Security</b>	- IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet
Packet buffer 64MB	• Packet Filter	- IEEE 802.3ab 1000BASE-T Gigabit Ethernet
L2 Features	• Stateful Packet Inspection	- IEEE 802.3z Gigabit Ethernet
IGMP snooping	• Denial of Service	- ANSI/IEEE 802.3 NWay auto-negotiation
802.1D Spanning tree	• Attack Alert and logs	- IEEE 802.3x Flow Control
802.1w Rapid Spanning Tree	• Access Control of Service	<b>Number of Ports</b>
802.3ad Link Aggregation	<b>Routing Support</b>	- 24 10/100/1000BASE-T ports
[ ports per group/ groups per device ]-8,6	• IP Routing: UDP, TCP, ICMP,	- 2 combo SFP (Mini GBIC)
LACP	<b>ARP, RIP V1 and RIP V2</b>	<b>Protocol</b>
Port mirroring	• Programmable Static Route	CSMA/CD
Broadcast storm control	• IP Multicast	<b>Data Transfer Rates</b>
VLAN	<b>IP Management</b>	- Ethernet:
802.1Q Yes	• DHCP client/server	10Mbps (half duplex)
VLAN Group 255	• Multi-NAT/SUA	20Mbps (full duplex)
Asymmetric VLAN	<b>Content Filtering</b>	- Fast Ethernet:
L3 Features	• Java/ActiveX/Cookie/Proxy Blocking	100Mbps (half duplex)
Quality Of Service	• URL Blocking	200Mbps (full duplex)
Priority queues number 4	<b>ISP Authentication</b>	- Gigabit Ethernet:
Based on Port Yes	• RR Manager	2000Mbps (full duplex)
Based on MAC DA/SA	• PPPoE	<b>Network Cables</b>
802.1p support	• PPTP	- UTP Cat. 5, Cat. 5e (100 m max.)
Based on TOS	<b>Network Management</b>	- EIA/TIA-568 100-ohm STP (100 m max.)
DSCP	• Web-based configurator	<b>Full/half Duplex</b>
Based on IP DA/SA	• Telnet remote access support	- Full/half duplex for 10/100Mbps speeds
ACL (Access Control List)	• TFTP/FTP for firmware upgrade/backup	- Full duplex for Gigabit speed
Based on MAC address	• SNMP support	<b>VLAN</b>
Based on VLAN	<b>Application</b>	- Port-based VLAN
Based on 802.1p priority	• Built-in Diagnostic Tool	- Maximum number of VLAN: 24 per device
Based on DSCP	• DNS proxy	<b>Quality of Service (QoS)</b>
Based on IP address	• Internet Time Calibration	- 802.1p Priority Queues
Based on TCP/UDP port	• Dynamic DNS	- Maximum number of queues: 2
Based on TCP/UDP payload (Release 4)	• Traffic Redirect	- Port-based VLAN
Network Access/Security management	• Dial Backup*	<b>Port Trunks</b>
RADIUS Authentication	• UPnP	- 2 or 4 ports per trunk
TACACS+ Authentication (Release 4)	<b>Hardware Specification</b>	- 3 port trunks per device
Port Security function	• Power : 12VDC	<b>AC Input</b>
802.1x Port-based Access Control	• CON/AUX Switch	100 to 240 VAC 50/60Hz internal ups
802.1x MAC-based Access Control	• RS-232 DB-9F: Console/Dial Back-up	<b>Operating Temperature</b>
Bandwidth Control (Step: 1M)	• Reset Button	0 to 40 C
Traffic segmentation	• LAN 1-4: 10/100Mbps Ethernet	<b>Storage Temperature</b>
Management	• WAN: 10/100Mbps Ethernet	-10 to 70 C
Web-GUI, CLI, Telnet, TFTP	<b>Operating Environment</b>	<b>Operating Humidity</b>
SNMP v1, SNMP v2c, SNMP v3	• Operating Temperature: 0 ~ 40°C	10% to 90% non-condensing
RMON (4 Groups), Boop/DHCP client	• Operating Humidity: 5 ~ 90% (non-condensing)	<b>Storage Humidity</b>
SYSLOG	<b>Physical Specification</b>	5% to 90% non-condensing
Web GUI Traffic Monitoring	• Dimensions: 181mm(W) x 128mm(L) x 36mm(H)	<b>Dimensions</b>
Web MAC address Browsing	• Weight: 330g	440 (W) x 210 (D) x 44 (H) mm (device only)
Mechanical 1U		19-inch standard rack mounting size
Dimensions 441 x 309 x 44 mm		<b>Weight</b>
Weight 4.4 kg		2.993 kg (device only)

D-Link DL DGE 350T	ZyXEL Prestige 662 HW	
<p><b>Standards</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet</li> <li>- IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet</li> <li>- IEEE 802.3ab 1000BASE-T Gigabit Ethernet</li> <li>- ANSI/IEEE 802.3 NWay auto-negotiation</li> <li>- PCI local bus 2.2 specifications</li> <li>- Universal Bus Support 3.3V, 5V</li> <li>- IEEE 802.3x Flow Control</li> <li>- IEEE 802.1Q VLAN tagging</li> </ul> <p><b>Protocol</b></p> <p>CSMA/CD</p> <p><b>Data Transfer Rates</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ethernet:</li> <li>10Mbps (half duplex)</li> <li>20Mbps (full duplex)</li> <li>- Fast Ethernet:</li> <li>100Mbps (half duplex)</li> <li>200Mbps (full duplex)</li> <li>- Gigabit Ethernet:</li> <li>2000Mbps (full duplex)</li> </ul> <p><b>Network Cables</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10BASE-T:</li> <li>UTP Cat. 3, 4, 5 (100 m max.)</li> <li>EIA/TIA-586 100-ohm STP (100 m max.)</li> <li>- 100BASE-TX, 1000BASE-T:</li> <li>UTP Cat. 5 (100 m max.)</li> <li>EIA/TIA-568 100-ohm STP (100 m max.)</li> </ul> <p><b>Flow Control</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- IEEE 802.3x flow control per for full duplex</li> <li>- Back pressure in half duplex</li> </ul> <p><b>IRQ</b></p> <p>Allocated by system</p> <p><b>I/O Address</b></p> <p>Allocated by system</p> <p><b>Full/half Duplex</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Full duplex only (1000Mbps)</li> <li>- Full/half duplex (10/100Mbps)</li> </ul> <p><b>Operating Temperature</b></p> <p>0 - 40 C</p> <p><b>Storage Temperature</b></p> <p>-25 - 55 C</p> <p><b>Humidity</b></p> <p>5% - 90% non-condensing</p>	<p><b>ADSL Compliant</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• RADSL (ANSI T1.413 Issue 2)</li> <li>• G.dmt ADSL over POTS (G.992.1 Annex A)</li> <li>• G.dmt ADSL over ISDN (G.992.1 Annex B and U-R2)</li> <li>• G.lite (G.992.2)</li> <li>• ADSL2 G.dmt.bis (G.992.3)*</li> <li>• ADSL2 G.lite.bis (G.992.4)*</li> <li>• ADSL2+ (G.992.5)*</li> <li>• Reach Extended ADSL (RE ADSL)*</li> </ul> <p><b>ATM Support</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 PVCs Support</li> <li>• RFC 1483/2684 Multiple Protocol over AAL5</li> <li>• RFC 2364 PPP over AAL5</li> <li>• RFC 2516 PPP over Ethernet</li> <li>• VC and LLC Multiplexing</li> <li>• Traffic Shaping UBR, CBR, VBR-nrt</li> <li>• ATM Forum UNI 3.1/4.0 PVC</li> <li>• I.610 OAM F4/F5 loop-back, AIS, and RDI</li> </ul> <p><b>Firewall Security</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stateful Packet Inspection</li> <li>• Prevent DoS, DDoS</li> <li>• Policy based Access Control</li> <li>• IP &amp; Generic Packet Filtering</li> <li>• Real-time Attack Alert and Logs</li> <li>• DMZ Interface for Public Server*</li> </ul> <p><b>Virtual Private Network</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 IPSec VPN Tunnels</li> <li>• IKE and Manual Key Management</li> <li>• AH and ESP Protocol</li> <li>• DES, 3DES, AES Encryption</li> <li>• Tunnel and Transport Mode Encapsulation</li> </ul> <p><b>Anti-Virus*</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Port Scanning for HTTP, POP3/SMTP,</li> </ul> <p><b>FTP protocols</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatically signature file download to provide real time protection</li> <li>• Protect non-pc devices</li> </ul> <p><b>Wireless</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 802.11g Compliance</li> <li>• 802.11g+ 100Mbps*</li> <li>• 64/128/256 bits WEP Encryption</li> <li>• Dynamic WEP Key</li> <li>• MAC Address Filtering</li> <li>• WPA,WPA-PSK/TKIP</li> <li>• 802.1x Authentication with RADIUS Client</li> </ul> <p><b>Routing Support</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• IEEE 802.1d Transparent Bridging</li> <li>• IP Routing: TCP, UDP, ICMP, ARP</li> <li>• RIP1v1 and RIPv2</li> <li>• IP Multicast IGMP v1/v2</li> </ul> <p><b>IP Management</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SUA/Multi-NAT Internet Sharing</li> <li>• Multimedia Support</li> <li>• DHCP Server/Relay/Client</li> <li>• DNS Proxy</li> <li>• Dynamic DNS</li> <li>• UPnP Support</li> </ul> <p><b>Network Management</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Web based Configuration</li> <li>• Command-line Interpreter (CLI)</li> <li>• Telnet Remote Management</li> <li>• SNMP Support</li> <li>• FTP/TFTP firmware upgrade and configuration backup/restore</li> <li>• Built-in Diagnostic Tool</li> </ul> <p><b>Application</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dial Backup</li> <li>• Traffic Redirect</li> <li>• Media Bandwidth Management (MBM)*</li> <li>• Port based VLAN for Ethernet &amp; WLAN*</li> <li>• Call Scheduling</li> <li>• Budget Management</li> <li>• Vantage CNM Support*</li> <li>• Content Access Control*</li> </ul> <p><b>Hardware Specification</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ADSL: One RJ-11 or RJ-45 Port</li> <li>• LAN: 4-Port Switch, 10/100M Auto</li> </ul> <p><b>MDI/MDIX</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antenna: 5dBi detachable antenna</li> <li>• Console/AUX: RJ45 Port</li> <li>• CON/AUX Switch</li> <li>• Reset Button</li> <li>• Status LEDs Indicator</li> <li>• Power: 12V DC</li> </ul> <p><b>Physical Specification</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensions: 180(L) x 162(D) x 36(H) mm</li> <li>• Weight: 375g</li> </ul> <p><b>Operating Environment</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperature: 0 ~ 40°C</li> <li>• Humidity: 20 ~ 85% (non-condensing)</li> </ul>

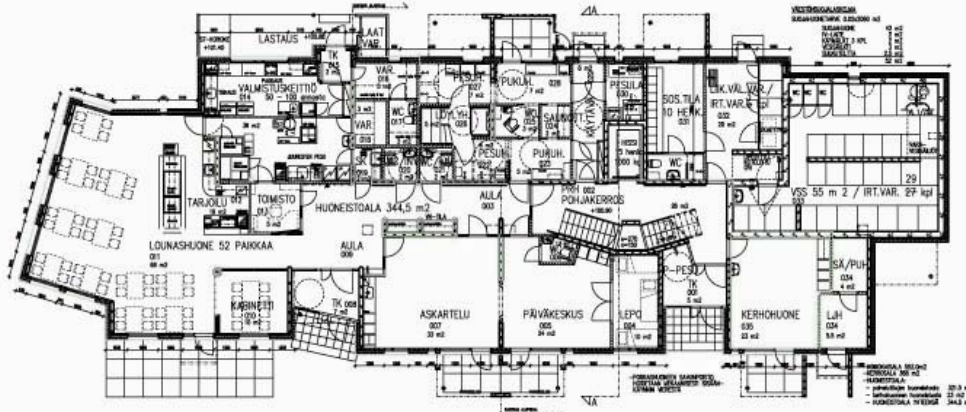
ZyXEL ZyAIR G360	ZyXEL ZyAIR EXT-104	
<p><b>- C-Tick</b> IEEE 802.11g standard IEEE 802.11b standard</p> <p><b>Frequency Range</b> 2.4G ~ 2.4835GHz</p> <p><b>Data Rate (Automatic Fallback)</b> *125M/54M/48M/36M/24M/22M/ 12M/11M/9M/6M/5.5M/2M/1Mbps</p> <p><b>Modulation Technique</b> DBPSK/DQPSK/CCK/OFDM</p> <p><b>Network Architecture</b> Ad-Hoc Mode (Peer to Peer without AP) &amp; Infrastructure Mode</p> <p><b>Host Interface</b> PCI</p> <p><b>Antenna</b> External Antenna</p> <p><b>Security</b> 64/128/256-bit WEP Wi-Fi Protected Access (WPA)</p> <p><b>Roaming</b> IEEE 802.11 compliant</p> <p><b>Transmit Output Power</b> 17dBm@11M 14dBm@54M</p> <p><b>Receiver Sensibility</b> -83dbm@11M -68dbm@54M</p> <p><b>Power Consumption</b> 11g: TX: 600mA; RX: 450mA (max) 11b: TX: 600mA; RX: 450mA (max)</p>	<p>Description Indoor 4dBi Omnidirectional Ceiling Antenna Application Indoor Beamwidth Horizontal: 360° Vertical: 58° ~ 75° Frequency Range 1.7GHz ~ 2.7GHz Gain 4 dBi VSWR 2.0 Max Connector SMA Straight Plug/Reverse Cable Length 2m Dimensions 132 x 42mm Weight 100g</p>	

## 10.4 Liite 4: Pohjapiirustukset

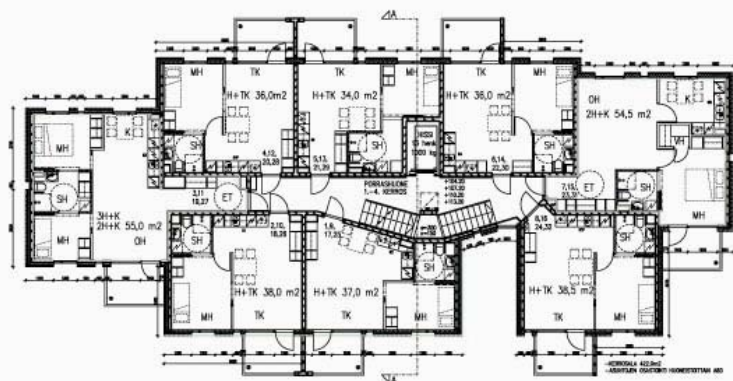


Kuva8 hallintotoimisto



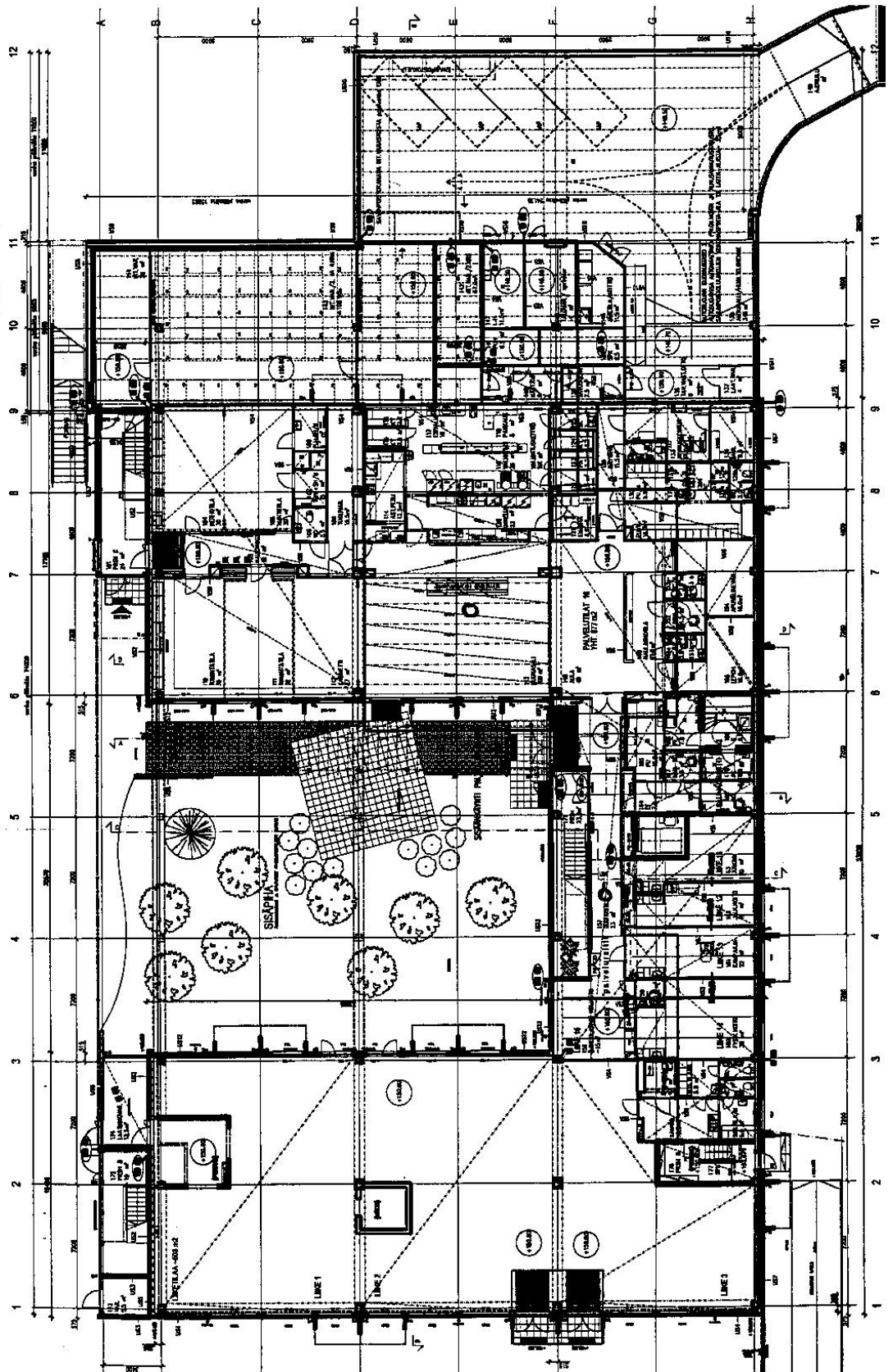


Kuva9 Kaukaharju, pohjakerros

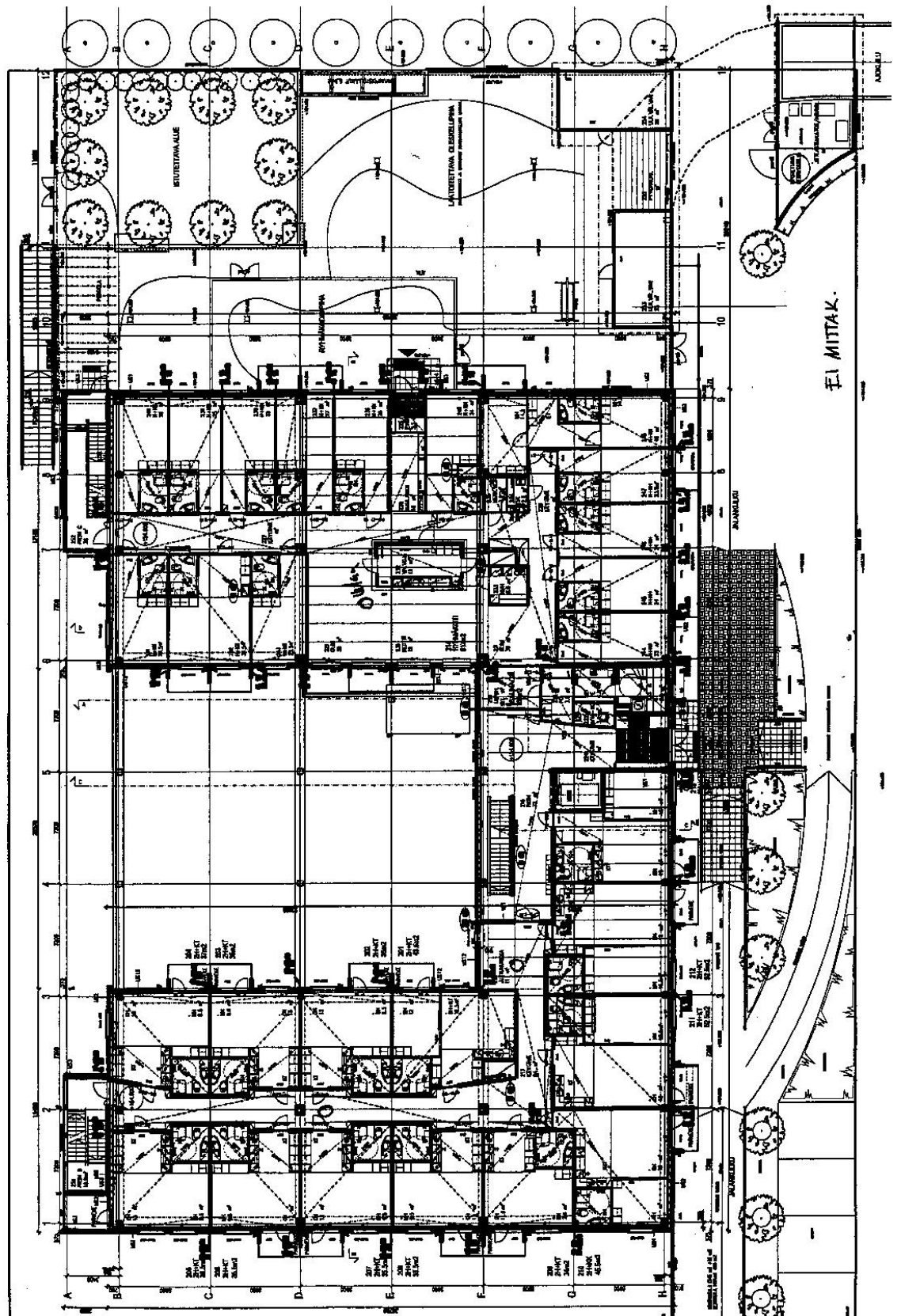


Kuva 10 Kaukaharju, kerrokset 1-4

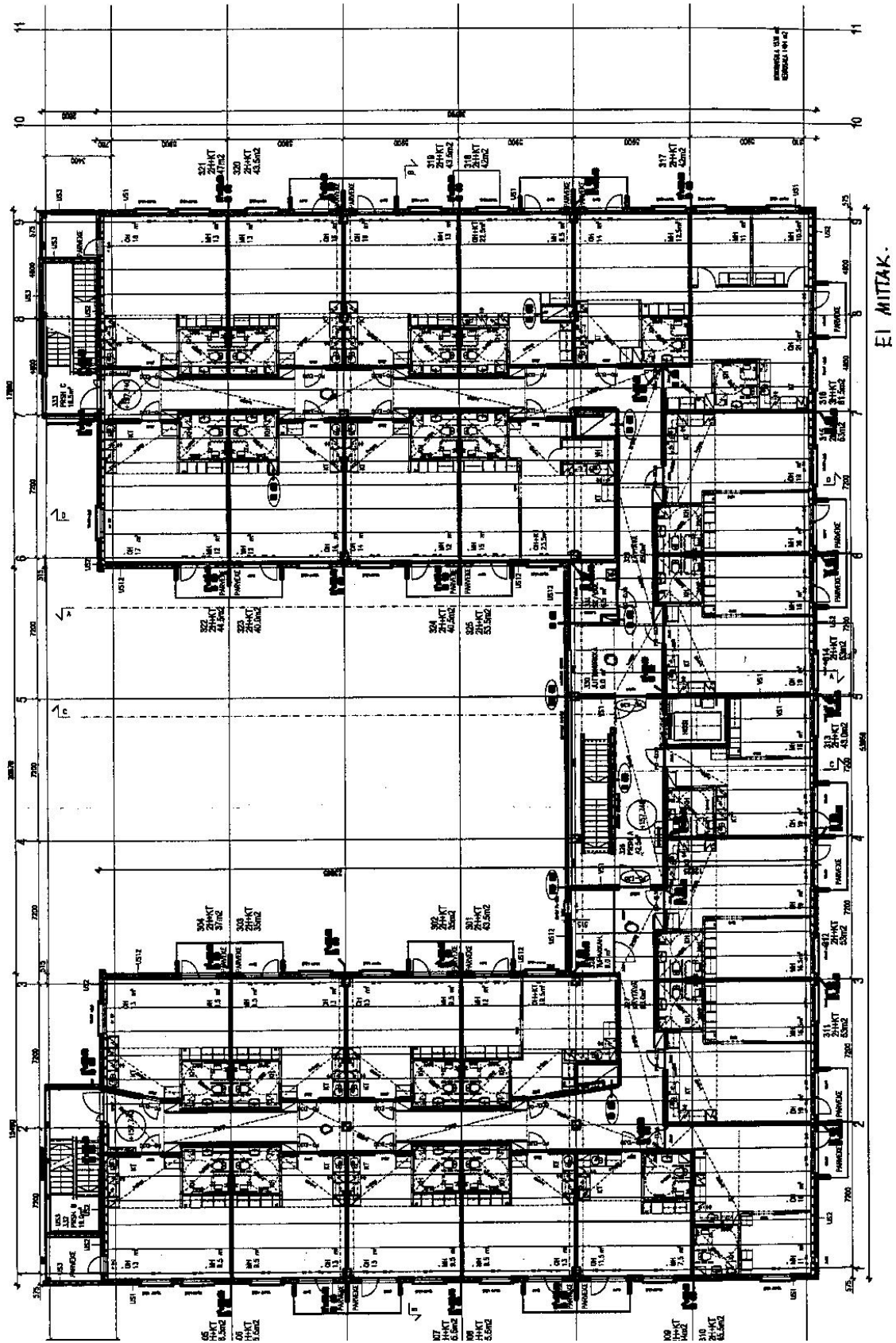
E1 MITTAK.



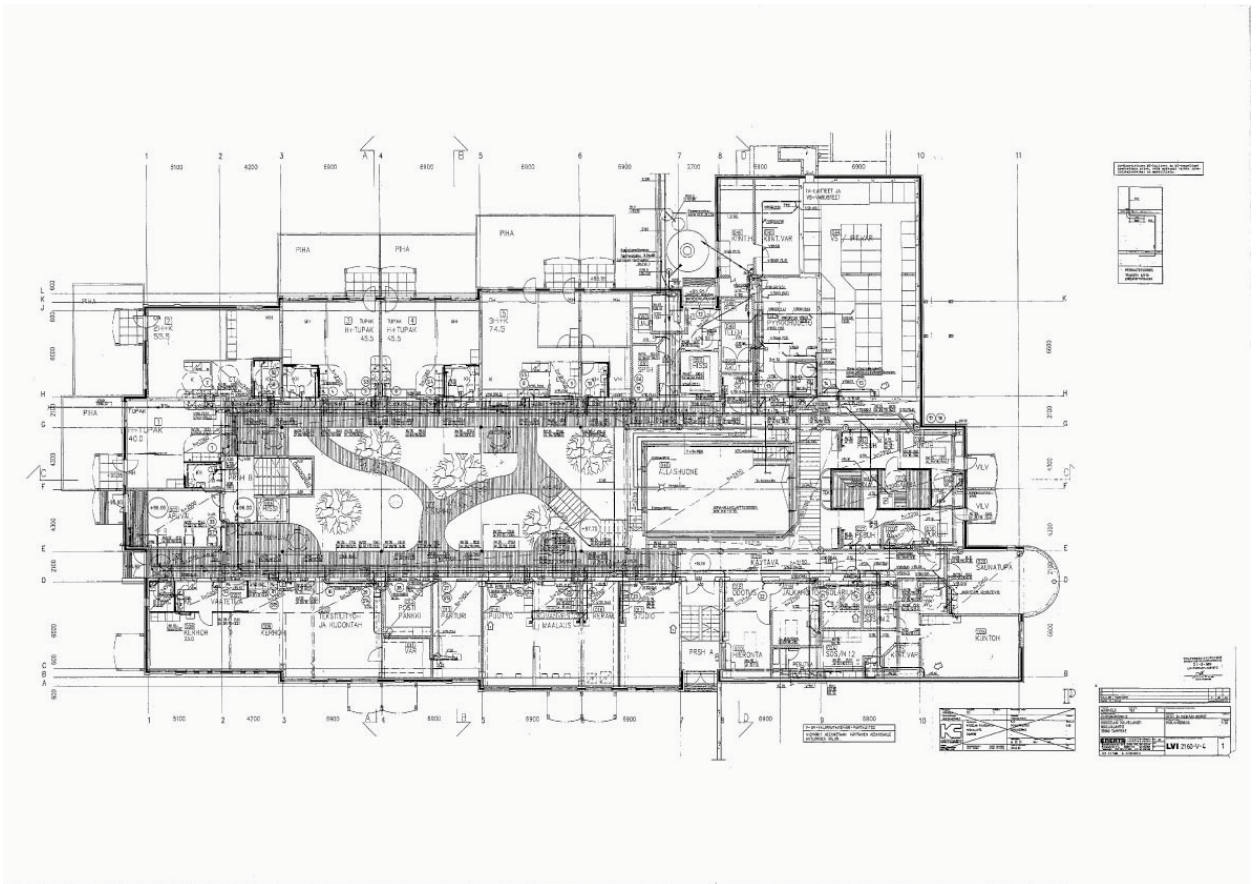
Kuva 11 Keinuisto, pohjakerros



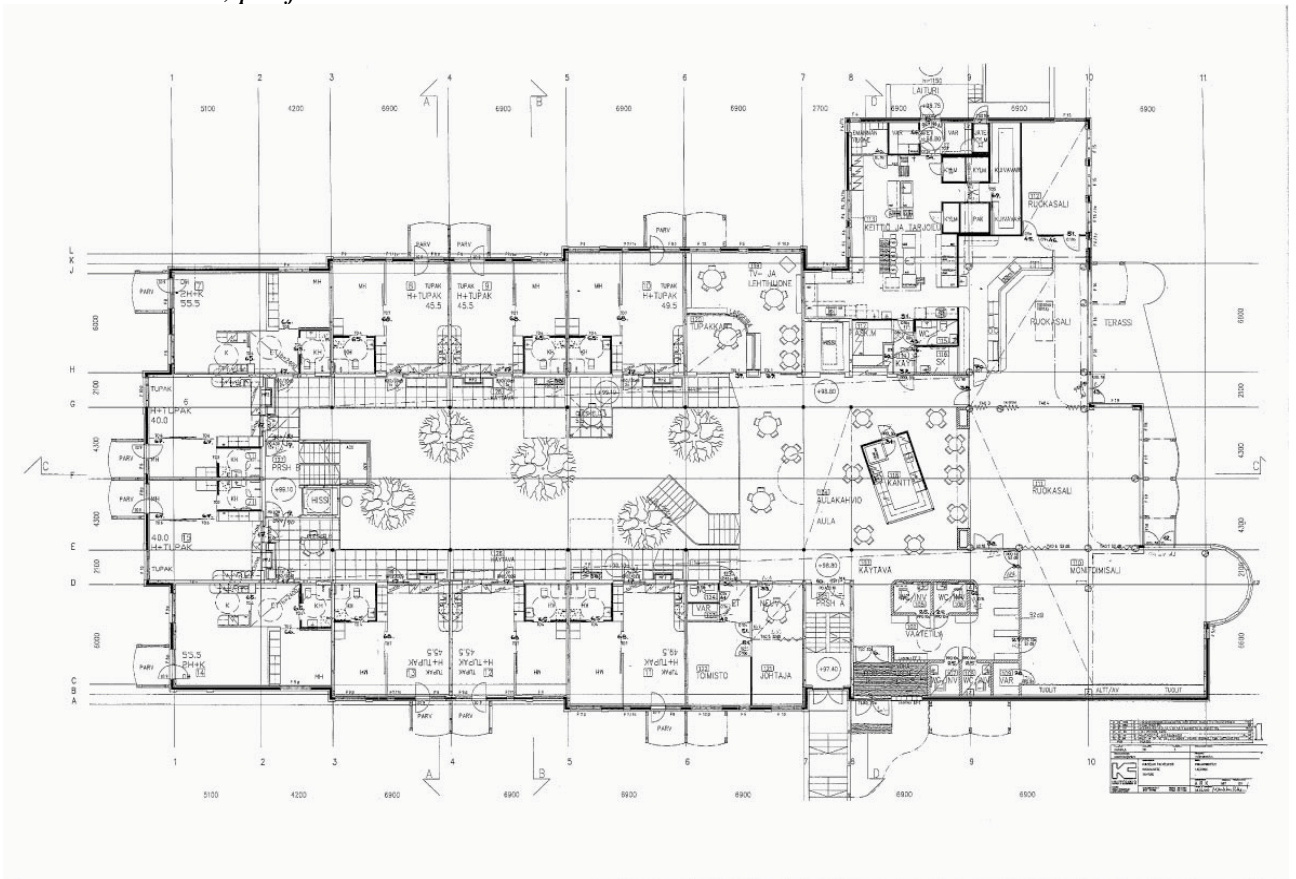
Kuva 12 Keinuisto, kerros 1



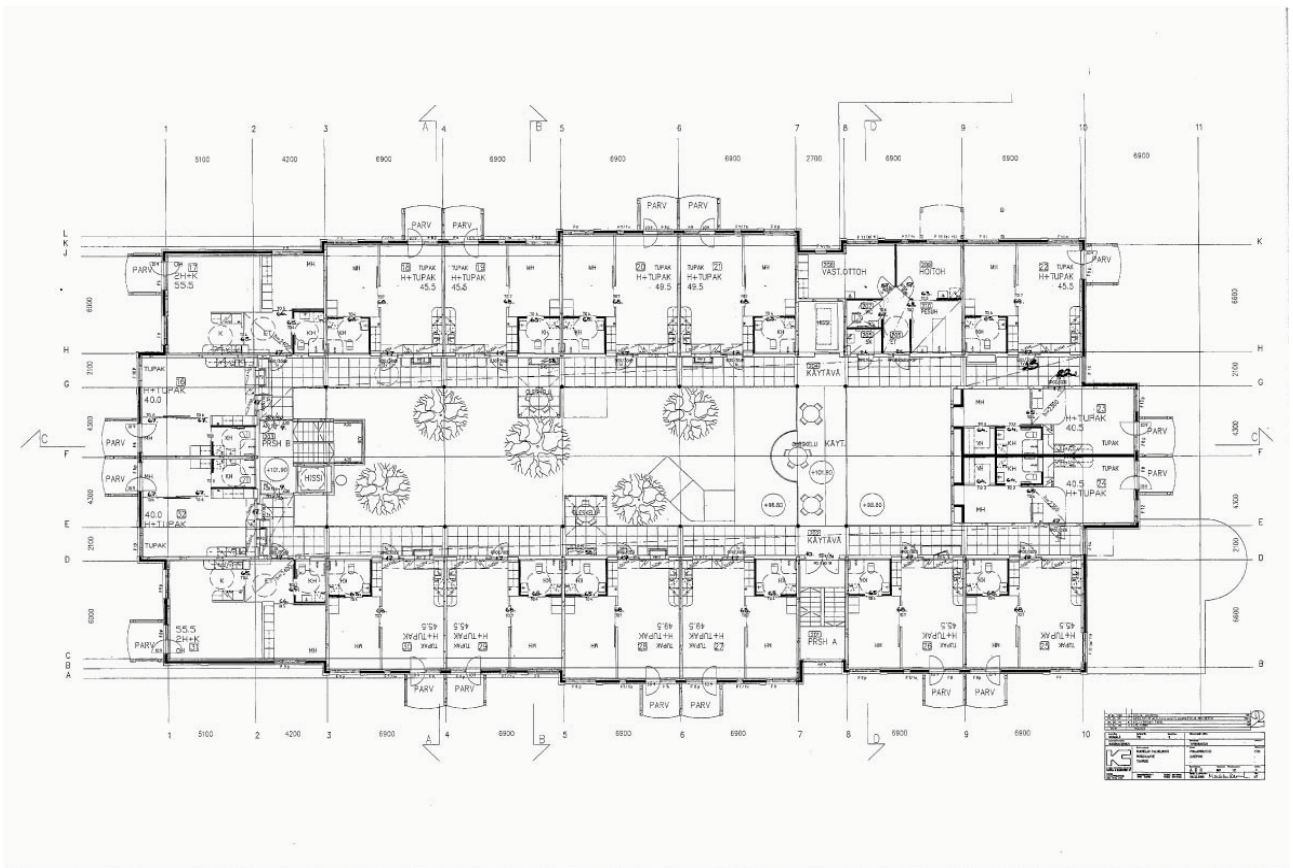
Kuva 13 Keinupuisto, kerrokset 2-3



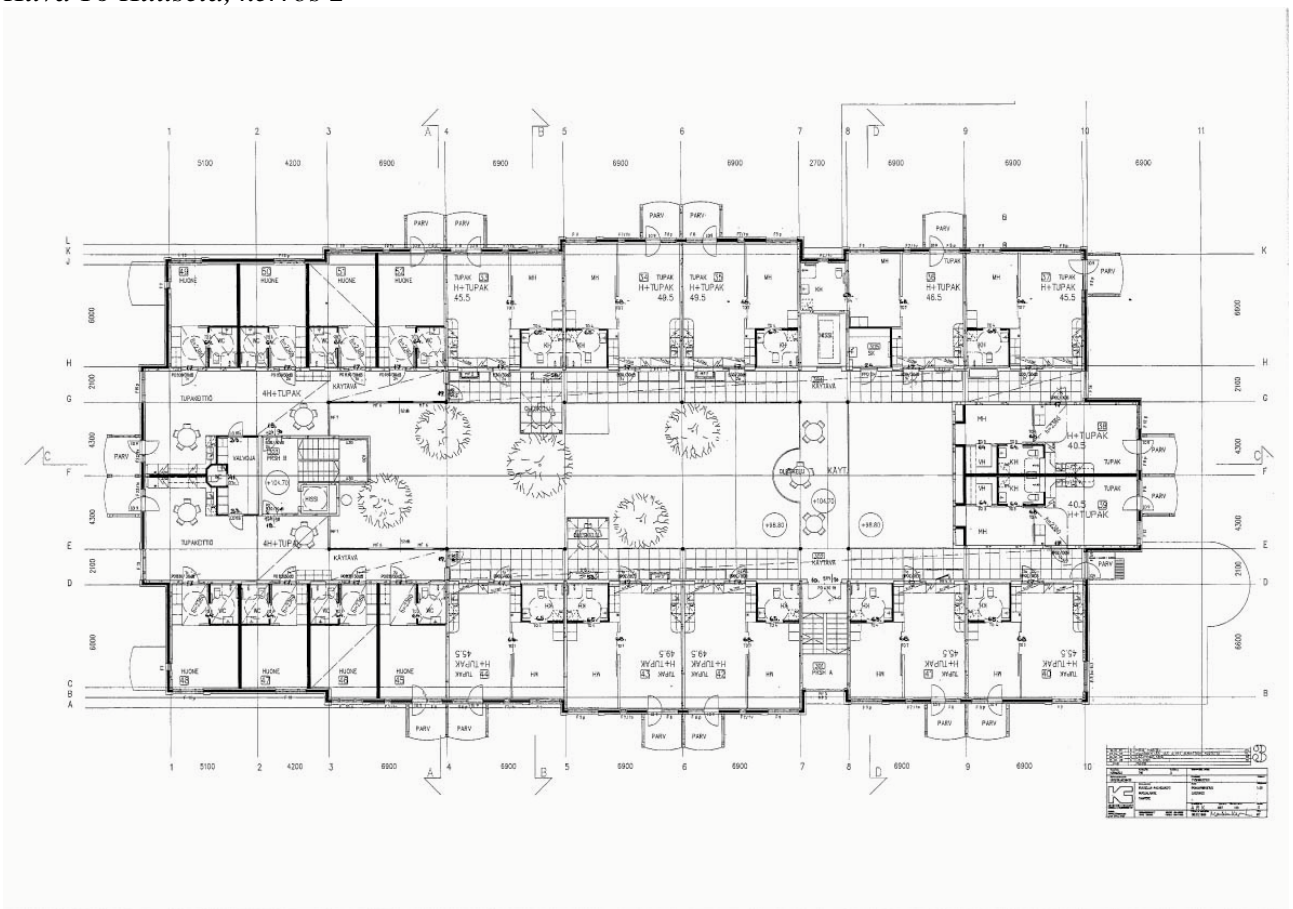
Kuva 14 Kuusela, pohjakerros



Kuva 15 Kuusela, kerros 1



Kuva 16 Kuusela, kerros 2



Kuva 17 Kuusela, kerros 3

