



# Lähiverkon vaatimusmäärittely ja toteutusehdotus kunnostettavassa toimitilassa, Case Tuomarilan VPK



Seppänen, Jari

**Laurea-ammattikorkeakoulu**  
Laurea Leppävaara

## **Lähiverkon vaatimusmäärittely ja toteutusehdotus kunnostettavassa toimitilassa, Case Tuomarilan VPK**

Jari Seppänen  
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma  
Opinnäytetyö  
Tammikuu 2009

Jari Seppänen

**Lähiverkon vaatimusmäärittely ja toteutusehdotus kunnostettavassa toimitilassa, Case Tuomarilan VPK**  
Vuosi 2009

Sivumäärä 59

---

Tietoverkot ja niissä toimivat palvelut ovat nykyään liiketoiminnalle elintärkeitä, emmekä voi enää kuvitella liiketoimintaa ilman tietoverkon tuomia etuja. Myös tämän hankkeen toimeksiantajan omistamassa kiinteistössä toimivien sidosryhmien keskuudessa on syntynyt tarve tietoverkolle ja sen tarjoamille palveluille. Tämä opinnäytetyö onkin raportti toimeksiantajana toimivalle kohdeyhdistykselle lähiverkon vaatimusmäärittelystä ja suunnittelusta sen omistamaan kiinteistöön.

Työ käsittää kohdeyhdistyksen omistamaan kiinteistöön liittyvien eri sidosryhmien vaatimusmäärittelyn lähiverkolle ja vaatimusten luomien lähtökohtien pohjalta toteutetun varsinaisen toteutus- ja testaussuunnitelman. Työn alussa vertaillaan eri ratkaisuja kaapelointijärjestelmien näkökulmasta ja vertailun tuloksena valitaan yksi toteutettava vaihtoehto. Varsinaista suunnitelmaosaa lähestytään tietoliikenteen ja verkkojen, erityisesti lähiverkkojen, tarkastelulla.

Hankkeen tarkoituksena oli luoda toteutuskelpoinen ehdotus lähiverkon toteuttamiseksi kohdeyhdistyksen kiinteistöön. Oleellista oli myös ottaa huomioon eri sidosryhmien tarpeet nykytilanteessa ja viiden vuoden kuluttua.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi kaiken kattava, OSI-mallin eri kerrokset sekä loogisen ja fyysisen tason käsittävä tietoverkkosuunnitelma, jonka pohjalta varsinainen lähiverkon toteutus voidaan aloittaa. Toteuttajataholle voidaan tällöin luovuttaa tämä suunnitelma joko kokonaisuudessaan tai osittain esimerkiksi luovuttamalla pelkästään toteutetut verkkokuvat.

Asiasanat: lähiverkko, verkkosuunnittelu, kaapelointijärjestelmä, Ethernet, TCP/IP

Jari Seppänen

**Requirements analysis and suggestion to create a local area network, Case Tuomarilan VPK**  
Year 2009

Pages 59

---

The role of networks and the importance of many services provided by networks are critical to companies' business in today's world. Therefore it is impossible to imagine business without the benefits of networks. The stakeholders of a building owned by the client association of this project have also faced the rising need for the network. This thesis is a survey report for the client association on requirements planning and a suggestion to create a local area network for the building.

The research paper includes an investigation of the stakeholders' requirements for the network and the actual implementation and testing plan based on that. At the beginning of the thesis a comparison is made of the possibilities of building the network from a cabling structures point of view. As a result of that a decision is made with arguments to use one of the compared alternatives as a basis of the network. The actual planning section is approached by taking a deeper look at the basics of data communication and networking, specifically local area networking.

The main objective of this thesis was to create a feasible suggestion for implementing the local area network for the building owned by the client association, considering the present and future requirements of the stakeholder groups.

As the main result of this thesis came out an overarching local area network plan with all the layers as well as the logical and physical levels of the OSI model. It is possible to start the actual building of the network based on the plan. The builder can then be given either the whole plan or just some parts such as network maps.

Key words: local area network, network designing, cabling structure, Ethernet, TCP/IP

## SISÄLLYS

1	Johdanto.....	6
2	Kohdeyhdistys.....	7
2.1	Kohdekiinteistö.....	7
2.2	Toimijat kiinteistön tiloissa.....	8
3	Hankkeen lähtökohdat.....	9
3.1	Tavoitetila ja sen saavuttamiseen liittyvät riskit.....	9
3.2	Tutkimusmenetelmät ja aikaisempi tutkimus.....	10
3.3	Aiheen rajaus.....	11
3.4	Sidosryhmät.....	11
3.4.1	Sisäiset sidosryhmät.....	11
3.4.2	Ulkoiset sidosryhmät.....	12
3.5	Vaatimukset ja eri toteutusmahdollisuudet kiinteistössä.....	12
3.5.1	Vaatimusmäärittely tietoverkolle.....	12
3.5.2	Eri toteutusmahdollisuuksien vertailu ja valinta.....	13
4	Tietoverkot ja tietoliikenne.....	15
4.1	Verkkotyypit.....	15
4.2	Protokollat ja arkkitehtuurit.....	16
4.3	OSI-viitekehys.....	17
4.4	TCP/IP-protokollaperhe.....	18
4.4.1	IP-protokolla ja -osoite.....	18
4.4.2	TCP- ja UDP-protokollat.....	20
5	IEEE 802.x -lähiverkkostandardit.....	20
5.1	Ethernet 802.3(x).....	21
5.1.1	Fast Ethernet 802.3u.....	21
5.1.2	Gigabit Ethernet 802.3ab.....	22
5.1.3	Kytöntäinen Ethernet.....	22
5.1.4	Yleisimmät Ethernet-määrittelyihin perustuvat sovellukset.....	23
5.2	Muut 802.x-lähiverkkostandardit.....	24
6	Kaapelointijärjestelmä ja tilat.....	25
6.1	Yleiskaapelointistandardi EN-50173-1.....	25
6.2	Yleiskaapeloinnin osajärjestelmät.....	26
6.2.1	Aluekaapelointi.....	26
6.2.2	Nousukaapelointi.....	26
6.2.3	Kerroskaapelointi.....	27
6.3	Kanavien ja siirtoteiden luokat.....	27
6.4	Kaapelit ja liittimet.....	28
6.5	Työpisterasiat.....	28
6.6	Jakamot.....	29

7	Verkon palvelut ja niitä tarjoavat laitteet .....	29
7.1	Verkon aktiivilaitteet .....	29
7.1.1	Kytkin .....	29
7.1.2	Reititin .....	30
7.1.3	Palomuri .....	30
7.2	DHCP .....	30
7.3	DNS .....	31
7.4	NAT .....	31
7.5	Langaton lähiverkko kiinteän verkon jatkeena .....	31
7.6	Laajaverkkoyhteys .....	32
8	Toteutussuunnitelma eli verkkototeutuksen varsinaiset määrittelyt .....	32
8.1	Aliverkkojen ja IP-osoitteiden määrittely (OSI L3) .....	32
8.2	Lähiverkon yhdistäminen laajaverkkoon (OSI L3) .....	33
8.3	Virtuaalisten lähiverkkojen määrittely (OSI L2) .....	33
8.4	Lähiverkkototeutuksen ja topologian määrittely (OSI L1 & L2) .....	34
8.5	Yleiskaapelointiin ja jakamoihin liittyvä suunnittelu (OSI L1) .....	34
8.6	Lähiverkon yleinen kuvaus .....	35
9	Testaussuunnitelma .....	36
9.1	Toiminnallinen testaus .....	37
9.2	Määrittysten mukaisuustestaus .....	37
9.3	Standardin mukaisuustestaus .....	39
9.3.1	Kulkuviive-, pituus- ja johdotuksen oikeellisuus- testaus .....	39
9.3.2	Vaimennusmittaus .....	39
9.3.3	Impedanssin ja ylikuulumisen mittaus .....	40
10	Jatkokehitys .....	40
10.1	Toteutus .....	40
10.1.1	Laitehankinnat .....	41
10.1.2	Rakentaminen .....	41
10.1.3	Dokumentointi .....	41
10.2	Testaus .....	41
10.3	Käyttöönotto .....	41
10.4	Ylläpito ja laajennukset .....	41
10.5	Verkonhallinta .....	42
11	Työn arviointi ja yhteenveto .....	42
	Termistö .....	44
	Lähteet .....	48
	Kuvaotsikkoluettelo .....	51
	Taulukku luettelo .....	52
	Liitteet .....	53

## 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on raportti toimeksiantajana toimivalle kohdeyhdistykselle vaatimusmäärittelystä ja suunnitelmasta lähiverkon rakentamiseksi kiinteistöön. Työ sisältää kohdeyhdistyksen eri sidosryhmien vaatimuskartoituksen ja sen perusteella laaditun tarkemman vaatimusmäärittelyn tietoverkolle. Ennen varsinaista suunnitteluosiota vertaillaan lähiverkon toteutusvaihtoehtoja pääasiassa kaapelointijärjestelmien näkökulmasta ja eritoten niiden tarjoamia mahdollisuuksia. Vertailun tuloksena vaatimusmäärittelyssä ilmenneet tarpeet huomioidaan ottaen valitaan yksi toteutustapa suunnitelman pohjaksi ja edetään tietoverkkojen ja erityisesti lähiverkkotekniikoiden perusteisiin. Varsinaisten lähiverkon toteutus- ja testaus suunnitelmien eli määrittelyosioiden jälkeen paneudutaan verkon jatkokehitysideointiin ja annetaan konkreettisia ehdotuksia ideoiden toteuttamiseksi.

Tärkeimmät tavoitteet työssä ovat huolellinen vaatimusmäärittely ja kaikenkattavan suunnitelman laatiminen. Hyvällä suunnitelmalla on suuri lisäarvo työssä esitettyjen jatkokehitysehdotusten kannalta. Työn pääasiallinen tarkoitus onkin olla toimiva ja vakavasti otettava suunnitelma tietoverkon toteuttamista harkitsevalle taholle.

Työstä hyötyy kohdeyhdistys sidosryhmineen päätyessään toteuttaa varsinainen tietoverkon rakentaminen. Suunnitelma voidaan tällöin luovuttaa toteuttavalle taholle ja näin ollen verkon varsinainen rakennustyö voidaan aloittaa välittömästi suunnitelmaan perehtymisen jälkeen.

Kiitän toimeksiantajayhdistystä Tuomarilan Vapaaehtoinen Palokunta r.y:tä mahdollisuudesta toteuttaa kiinteistön tietoverkon suunnittelutyötä. Lisäksi haluan kiittää insinööriopiskelija Niko Hannulaa hänen uskomattoman suuresta panoksestaan hankkeessa, jossa hän piirsi puhtaaksi kohdekiinteistön alkuperäiset pohjakuvat.

## 2 Kohdeyhdistys

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimiva Tuomarilan Vapaaehtoinen Palokunta – Domsby Frivilliga Brandkår r.y. (myöh. Tuomarilan VPK) on yksi vanhimmista (perustettu 1929) Länsi-Uudenmaan aluepelastuslaitoksen Espoon toimialueen sopimuspalokunnista. Sopimuspalokunniksi luetaan maassamme vapaapalokunnat (VPK), tehdaspalokunnat sekä puolivakinaiset palokunnat. Näiden rooli on tukea ja täydentää vakinaisen palokunnan työtä sekä osallistua kansalaisten valistamiseen omalla toimialueellaan. Vapaaehtoisen pelastustyön rooli maassamme on merkittävä, sillä pinta-alallisesti maamme pelastustehtävistä noin 95 % hoidetaan vapaaehtoisin voimin. Sopimuspalokunnat ovatkin mukana noin 70 %:ssa kaikista pelastustehtävistä. (Tuomarilan VPK 2008.)

Tuomarilan VPK on aatteellinen yhdistys, jossa toimii neljä osastoa: hälytys-, nuoriso-, nais- ja veteraaniosasto. Palokunnan selkärankana toimii luonnollisesti hälytysosasto, joka on jatkuvassa 12 minuutin lähtövalmiudessa, mutta myös muut osastot ovat aktiivisia toimijoita omilla osa-alueillaan. Palokunnan toiminta on jaettavissa karkeasti kahteen osa-alueeseen, hallinnolliseen ja operatiiviseen toimintaan. Hallinnollisista toimista vastaavat palokunnan hallitus, rahastonhoitaja ja tilintarkastajat. Operatiivisessa toiminnassa ovat taas mukana kaikki em. osastot. Palokuntatoiminta Tuomarilan VPK:ssa on aktiivista ja perinteikästä, toiminnassaan Tuomarilan VPK yhdistääkin luontevasti perinteikkäät vpk:n ihanteet nykyaikaiseen valistus- ja pelastustyöhön (Koukkunen 2007).

Toimeksiantaja on minulle läheinen ja entuudestaan hyvinkin tuttu yhdistys. Toimin yhdistyksessä useissa tehtävissä: hallinnollisissa toimissa hallituksen sihteerinä ja www-ylläpitäjänä sekä operatiivisissa tehtävissä hälytysosaston vanhempana sammutusmiehenä ja nuoriso-osaston johtajana. Vapaaehtoinen pelastustyö kulkeekin sukuni veressä jo kolmannessa polvessa. Em. syistä myös kohdekiinteistö ja hankkeen sidosryhmät ovat jo entuudestaan tuttuja minulle työn toteuttajana. Kohdekiinteistö esitellään tarkemmin seuraavassa luvussa.

### 2.1 Kohdekiinteistö

Kohdeyhdistys Tuomarilan VPK omistaa kiinteistön Espoon Tuomarilassa osoitteessa Palotie 31 (kuva 1), missä varsinaisen palokuntatoimintojen lisäksi sijaitsee liikekiinteistöjä ja asuinhuoneistoja. Itse kiinteistö on suuri kolmessa tasossa oleva rakennus ja tarjoaa käyttäjilleen kolme vuokrakiinteistöä liiketoiminnalle, kaksi vuokrahuoneistoa asukkaille sekä palokunnan hallinnollisiin ja operatiivisiin toimintoihin varattuja tiloja. Kiinteistö on ulkomitoiltaan 32 x 11,5 metriä ja tilavuudeltaan 3600 m<sup>3</sup>. (Hällström 1946.)



Rakennus on vihitty käyttöön vuonna 1950. Valmistuessaan se oli Skandinavian suurin koskaan talkootyöllä valmistettu rakennus (Jousjärvi 2006). Järin suuria muutoksia rakennus ei lähes kuuden vuosikymmenen aikana ole kokenut, ja näin ollen se on monilta osin hyvinkin alkupe-  
räisessä kunnossa. Myös mm. sähköverkko ja puhelinkaapelointi ovat kunnostamattomia jär-  
jestelmiä.

Kiinteistön kunnostamisesta ei ole suunnitelman tekovaiheessa varmuutta, mutta varmaa on se, että väistämättä taloa joudutaan kunnostamaan monilta osin lähitulevaisuudessa. Varsi-  
nainen suunnitelmaosio perustuukin pitkälti sen ajatuksen varaan, että kiinteistöön sähköjär-  
jestelmän uusitaan ja tietoverkon vaatima yleiskaapelointi asennetaan tässä samassa yhtey-  
dessä.



Kuva 1. Kohdekiinteistö Palotieltä kuvattuna

## 2.2 Toimijat kiinteistön tiloissa

Kohdekiinteistön tarjoamista tiloista ovat opinnäytetyön tekohetkellä kaikki aktiivisessa käy-  
tössä. Kolmessa liiketoimintaan varatussa tilassa on jokaisessa vuokralaisena liiketoimintaa  
harjoittava yritys. Suurimmassa vuokratilassa (liiketila 3) kiinteistön keskimmaisessä kerrok-  
sessa (entinen palokunnan juhlasali) toimii elokuvateatteri. Katutasossa on kaksi erikokoista  
liiketilaa. Näistä suuremmassa tilassa (liiketila 1) toimii urheilukauppa ja pienemmässä tilassa  
(liiketila 2) elintarvikekioski. Jokainen yritys toimii sille varatussa vuokratilassaan ja harjoit-  
taa liiketoimintaansa sieltä käsin.

Kahdesta asumiskäyttöön tarkoitettusta huoneistosta molemmat ovat niin ikään vuokrattuina.  
Toinen asunnoista on varattu kiinteistön talonmiehen käyttöön (asunto 1) ja toinen ulkopuoli-  
selle vuokralaiselle (asunto 2). Vuokrahuoneistot sijaitsevat palokunnantalon ylimmässä eli  
kolmannessa kerroksessa.

Palokunnan eri osastot jäsenevät hyödyntävät kiinteistössä palokuntatoimintaan varattuja tiloja niin hallinnollisiin kuin operatiivisiin toimiinkin. Yhdistys käyttää auto- ja kalustohallia ja miehistötilaa katutasossa sekä luokka- ja keittiötilaa kiinteistön toisessa kerroksessa.

Kohdeyhdistys vuokraa kokouksia myös ulkopuolisille käyttäjille kokous- ja seminaarikäyttöön. Näitä ulkopuolisia käyttäjiä ovat mm. asunto-osakeyhtiöt ja paikalliset yhdistykset. Yleensä vuokraajan käytössä ovat sekä luokka- että keittiötilat.

### 3 Hankkeen lähtökohdat

#### 3.1 Tavoitetila ja sen saavuttamiseen liittyvät riskit

Tietoyhteiskunnan kehityksen myötä myös tämän kiinteistön käyttäjien keskuudessa on noussut tarve päästä hyödyntämään tänä päivänä yhä tärkeämpiä ja toiminnalleen oleellisia verkkopalveluita. Tähän saakka kiinteistön käyttäjät ovat joutuneet hankkimaan omat verkkoyhteytensä itse eikä mitään yhteistä ja keskitettyä järjestelmää ole kiinteistön puolesta ollut. Järjestely on todettu hankalaksi, ja tästä syystä eivät kaikki kiinteistön käyttäjät ole vaivautuneet hankkimaan omia yhteyksiään ja laitteitaan. Kiinteistössä ei ole pelkästään tarve laajaverkkoyhteydelle vaan myös sen jakamiselle kiinteistön käyttäjille lähiverkon avulla. Keskitetyillä järjestelmillä ja yhteisellä verkolla on etuja niin taloudellisesta kuin hallinnollisestakin näkökulmasta ajateltuna. Lähiverkon kautta sisäisten käyttäjien välinen tietoliikenne on taattu nopeasti ja tietoturvallisesti. Myös erilaisten palvelinjärjestelmien sijoittaminen kiinteistöön on mahdollista.

Tämän opinnäytetyön pääasiallinen tavoite on toimia hyvänä suunnitelmana ehdotettuja jatkokehitysehdotuksia silmällä pitäen. Työ tähtää nykyaikaisen ja toimivan tietoverkon rakentamiseen kohdeyhdistyksen omistamaan kiinteistöön. Uuden tietoverkon myötä kiinteistössä toimivat tahot pystyvät suorittamaan päivittäisiä verkkoa vaativia tehtäviään sujuvasti ja tietoturvallisesti. Verkon ylläpito ja hallinta on keskitetty kiinteistön tietoverkon ylläpidon taakse ja näin pystytään muodostamaan selviä kustannussäästöjä nykyiseen tilanteeseen verrattuna.

Kiinteistön lähiverkon tuomat suurimmat edut on esitelty seuraavassa:

- Yksi yhteinen lähiverkko ja laajaverkkoyhteys tuovat kustannussäästöjä ja vähentävät ylläpidon resurssien sitomista.
- Kiinteistön eri käyttäjien välisestä tiedonsiirrosta tulee mahdollista, ja se on samalla tehokasta lähiverkon tuoman nopeuden myötä.

- Tietoturvallisuus paranee nykyisestä.
- Yhteiset tietovarastot voidaan ottaa käyttöön lähiverkkoon sijoitettavien palvelinten avulla.
- Internetin hyödyntämisestä tulee selkeämpää, kun jokaisella vuokralaisella ei ole tarvetta hankkia omaa laajaverkkoyhteyttä ja tehdä laiteinvestointeja.

Hankkeissa on aina olemassa edes jonkinasteisia uhkia ja niistä aiheutuvia riskejä. Tämän hankkeen suurimpina uhkina pidän tässä työssä esiteltyjen jatkokehitysehdotusten viivästy- mistä tai niihin tarttumisen täydellistä epäonnistumista. Minimoidakseni nämä riskit painotan suunnitelman luovutusvaiheessa kohdeyhdistyksen edustajalle tämän opinnäytetyön olevan vasta suunnitelma tietoverkon pohjaksi ja sitä, miten suuri tarve todellisuudessa tämän hank- keen loppuun viemisellä on.

### 3.2 Tutkimusmenetelmät ja aikaisempi tutkimus

Tämä opinnäytetyö edustaa ns. toimintakeskeistä päättötyötä, vaikka saattaa joiltain osin muistuttaaakin tutkielmatyypistä. Toimintakeskeisessä työssä tavoitteena on tuottaa ja rapor- toida valitusta aiheesta. Kuten yleensä relevantin tiedon saavuttamisessa, myös tämän kaltai- sessa työssä vaaditaan tutkimusta tiedon löytämiseksi. Yleisesti ottaen tutkimustyössä tutki- jalla on ongelma, johon hän yrittää löytää ratkaisua tutkimuksen avulla. Tavallisesti tutkimus- työ synnyttää uutta tietoa, jota voidaan hyödyntää tämän ongelman selvittämiseksi. Tutki- mustyön tekemiseksi voidaan valita työn luonteen mukaisesti erityyppisiä tutkimusmetodeita, ja eri menetöt sopivatkin enemmän tai vähemmän tietynlaisen ongelman selvittämiseksi. Jär- vinen & Järvinen kertovat kirjassaan (2000, 102) konstruktivisen tutkimusmenetelmän olevan tapa uuden tiedon etsimiseen ja rakentamiseen jo olemassa olevan tiedon pohjalle. Päädyin käyttämään työssäni konstruktivista menetelmää, sillä suunnitelman tekeminen on uuden tiedon tuottamista ja tähtää johonkin tavoitteeseen. (Järvinen & Järvinen 2000, 3, 102.)

Tähän työhön verrattavia ja vastaavanlaisia päättötöitä on valmistunut aikaisemminkin. Otan esimerkkinä Tapani Viitalan tuottaman opinnäytetyön (2008) Laurea Leppävaaran Neon- laboratorion tietoverkon suunnittelu, rakentaminen ja dokumentointi. Viitala menee työssään askeleen pidemmälle verkon toteutusprosessissa, sillä työssään hän myös toteutti varsinaisen lähiverkon dokumentointineen. Työ on mielestäni erittäin kattava ja onnistunut kokonaisuus; omaa työtäni voidaankin vertailla esimerkiksi juuri Viitalan työhön. Näiden kahden samaan aiheeseen liittyvän päättötyön välillä pystytään näin ollen pohtimaan sitä, miten nämä sijoit- tuvat keskenään tieteen saralla, sekä mitä yhteistä ja erilaista näissä päättötöissä on.

### 3.3 Aiheen rajaus

Hankkeen prosessi on rajattu niin, että tämä työ kattaa esitutkimuksen, vaatimusmäärittelyn sekä varsinaiset toteutus- ja testaussuunnitelmat. Rajauksen ulkopuolelle jäävät esitetyt jatkokohitysehdotukset: toteutus, testaus, käyttöönotto ja ylläpito. Lisäksi suunnitelma ei ota kantaa mahdolliseen verkkokäyttäjärjestelmään eikä verkkoon sijoitettavien työasemien tarkempiin määrittelyihin. Rajauksen sisältävä, mutta koko tietoverkon toteutusta kuvaava kaavio on esitetty seuraavassa kuvassa (kuva 2).

#### Tietojärjestelmän/-verkon toteutusprosessi



Kuva 2. Tietojärjestelmän/-verkon toteutusprosessi

### 3.4 Sidosryhmät

Sidosryhmällä tarkoitetaan jotain tahoa, mihin yhdistys voi vaikuttaa, tai joka voi vaikuttaa yhdistykseen (Opetushallitus). Tässä yhteydessä sidosryhmiin luetaan kaikki tahot, jotka jollain tapaa liittyvät tämän hanketyön tähtäämään tietoverkkoon. Ne on jaoteltu kahteen pääryhmään, sisäisiin ja ulkoisiin sidosryhmiin. Sisäiset sidosryhmät käsittävät tiiviisti kohdeyhdistykseen tai kohdekiinteistöön liittyvät tahot, kun taas ulkoisiin luetaan selkeästi vähemmän intensiivisesti kohdeyhdistyksen toimiiin liittyviä osapuolia.

#### 3.4.1 Sisäiset sidosryhmät

Sisäisiin sidosryhmiin kuuluvat seuraavat tahot:

- Palokunta osastoineen (hälytys-, nuoriso-, nais- ja veteraaniosastot)
- Kiinteistön yritysvuokralaiset (liiketoiloissa 1-3)
- Kiinteistön asukasvuokralaiset (asuinhuoneistoissa 1-2)

### 3.4.2 Ulkoiset sidosryhmät

Ulkoisiin sidosryhmiin luetaan seuraavat:

- Kiinteistön ulkopuoliset vuokralaiset ja käyttäjät

### 3.5 Vaatimukset ja eri toteutusmahdollisuudet kiinteistössä

#### 3.5.1 Vaatimusmäärittely tietoverkolle

Tietoverkon suunnittelu on suuritöinen urakka. Hakala & Vainio kuvaavat kirjassaan (2005, 406), että suunnitteluprosessi edellyttää yrityksen toimintojen kartoittamista ja että suunnittelussa tulisi ottaa huomioon OSI-referenssimallin kaikkiin tasoihin liittyvät seikat. Vaatimusmäärittely on yksi tietoverkon suunnitelman tärkeimpiä vaiheita, sillä juuri eri sidosryhmät huomioonottava määrittely luo varsinaisen pohjan itse suunnitelmalle. Hakala & Vainio korostavatkin (2005, 407), että ”määrittelyvaiheen tarkoituksena on selvittää tietojärjestelmältä vaadittavat ominaisuudet”.

Haluttua tavoitetilaa kartoitettaessa joudutaan tekemään määrittely, josta käyvät ilmi tulevan verkon odotukset. Määrittelyssä olisi yleisellä tasolla hyvä löytää vastaus ainakin lähiverkon nopeuteen, laajuuteen ja tietoturvaan. Vaatimusmäärittely on toteutettu tässä luvussa (taulukko 1) eri sidosryhmät ja näiden vaateet huomioon ottaen nykytilanteessa ja 5 vuoden kuluttua. Opinnäytetyön tekijä on vaatimusmäärittelyssä oman ammattitaitonsa lisäksi käyttänyt hyväkseen runsasta kohdekiinteistön ja sidosryhmien tietämystään. Tarkasteltavat asiat vaatimusmäärittelyssä sidosryhmien kannalta on lueteltu seuraavassa. (Jaakohuhta 2000, 266.)

- Verkkoon liitettävien työasemien ja muiden verkkolaitteiden määrä verkon suunnitteluvaiheessa / 5 vuoden päästä
- Verkon nopeudelle asetettavat vaateet suunnitteluvaiheessa / 5 vuoden päästä
- Verkon merkitys toiminnalle/liiketoiminnalle (kriittisyys)
- Mahdollisten verkkoon sijoitettavien palvelimien tarve
- Erityisvaatimuksia verkolle tietoturvan kannalta
- Muut mahdolliset vaatimukset

Sidosryhmä	Työasemat ja muut verkko-laitteet nyt / 5v päästä (kpl)	Verkon nopeus nyt / 5v päästä (Mbit/s)	Verkon merkitys (kriittisyys)	Mahdolliset palvelimet	Eriyisvaatimukset tietoturvan kannalta	Muut vaateet / huomiot
Palokunta osastoineen	4 / 6	100 / 1000	Ei suuri	WWW-palvelin, tiedostopalvelin	Oma aliverkko ja virtuaalinen lähiverkko	
Kiinteistön yritysvuokralaiset	7 / 12	100 / 1000	Kohtalainen	Tiedostopalvelimia	Oma aliverkko ja virtuaalinen lähiverkko jokaisella toimijalla	
Kiinteistön asukasvuokralaiset	2 / 4	100 / 1000	Ei suuri		Oma aliverkko ja virtuaalinen lähiverkko jokaisella toimijalla	
Kiinteistön ulkopuoliset vuokralaiset	Tilaisuudesta riippuen 0 - 30	10 / 100	Ei suuri		Oma aliverkko ja virtuaalinen lähiverkko	Ainostaan langaton lähiverkko

Taulukko 1. Sidosryhmien vaatimukset tietoverkolle

### 3.5.2 Eri toteutusmahdollisuuksien vertailu ja valinta

Kiinteistö ja sen nykyinen jo olemassa oleva infrastruktuuri luovat tietyissä kehyksissä mahdollisuuksia tietoverkon toteutukseen ilman suurempia rakennustarpeita. Tässä luvussa onkin tarkoitus tarkastella kiinteistön luomia mahdollisuuksia sekä muita vaihtoehtoja tietoverkon toteutukselle lähinnä kaapelointijärjestelmän näkökulmasta ja valita yksi menetelmä varsinaisen suunnittelutyön pohjaksi. Tulen kiinnittämään huomioita mm. toteutustapaan, sen etuihin ja haittoihin, nopeuteen sekä edellisessä kappaleessa määritettyjen muiden vaatimusten täyttymiseen.

### **Kiinteistön sähköverkon hyödyntäminen**

Kuten aikaisemmin on mainittu, kiinteistössä on alkuperäinen sähköverkko. Useilla laitevalmistajilla on tarjolla järjestelmiä, joilla olemassa olevan sähköverkon voi valjastaa toimimaan myös dataverkkona. Käytännössä verkko rakennetaan niin, että kaikki verkkoon liitettävät työasemat ja palvelimet kytketään Ethernet-verkkokaapelilla sähköverkkoadapteriin. Tämän jälkeen sähköverkkoadapterit kytketään suoraan kiinteistön sähköverkon pistorasioihin. Huolehtimalla riittävästä salauksesta adapterien välillä, pystytään takaamaan riittävä tietoturva verkossa. Etuna menetelmässä ovat pienet verkonrakennuskustannukset ja pieni vaiva verkon suunnittelutyössä. Kiinteistön sähköverkon huono kunto ja useiden pääsulaketaulujen (joka vuokratilassa omansa) määrä voivat tuoda ongelmia verkon mahdollisessa käyttöönotossa. Edes toteutuksen mahdollistamat teoreettiset nopeudet eivät täytä vaatimusmäärittelyssä ilmenneitä tarpeita. (Jakobsson 2007.)

### **Puhelinverkon hyödyntäminen**

Osan rakennusta kattaa perinteinen puhelinparikaapelointi, ja myös tämän varaan on mahdollista luoda lähiverkko. Käytännössä järkevin vaihtoehto perinteisen puhelinkaapeloinnin ottamiseksi lähiverkkokäyttöön on ITU-standardoitu HomePNA. HomePNA mahdollistaa lähiverkon viemisen puhelinkaapeliin ilman, että puhelinliikenne siitä häiriintyy. Käytännön toteutukseen tarvitaan HomePNA-kytkin, johon laajaverkkoyhteys tuodaan reitittimeltä ja josta lähiverkko luodaan parikaapeleihin. Työasemiin ja palvelimiin tarvitaan lisäksi erilliset HomePNA-verkkokortit. Etuna HomePNA on edullinen toteuttaa, mutta myöskään tämä toteutustapa ei ominaisuuksiltaan ylety verkolle asetettuihin vaatimuksiin mm. nopeutensa takia. (Wintel Finland.)

### **Kokonaan langattomaan teknologiaan perustuva tietoverkko**

Yksi vartenotettava vaihtoehto lähiverkon toteuttamiseksi on täysin langattomaan menetelmään perustuvan verkon suunnittelu ja rakentaminen. Langattomia teknologioita tietoverkkokäyttöön on jo lukuisia, mutta varsinaiseen lähiverkkokäyttöön soveltuva tekniikka on yleisesti käytössä oleva IEEE:n 802.11. Tekniikalla pystyttäisiin pienellä vaivalla rakentamaan helposti koko kiinteistön kattava langaton lähiverkko. Tietoturvallisuuskin pystytään takaamaan asettamalla verkolle riittävän tehokasta salausalgoritmia käyttävä salausmenetelmä. Vaikka langattomienkin tekniikoiden tiedonsiirtonopeudet ovat kasvaneet tasaiseen tahtiin viime vuosina, eivät nopeudet kuitenkaan vielä riitä vaadittavalle tasolle standardoiduissa määrityksissä.

### **Uuden yleiskaapeloinnin mahdollistama tietoverkko**

Vartenotettavin vaihtoehto lähiverkon rakentamiseksi on rakentaa kokonaan uusi kaapelointi nopean lähiverkon toteuttamiseksi. Uusi lähiverkko voidaan toteuttaa eri kaapelityyppeihin, mutta järkevin vaihtoehto on käyttää kierrettyä kategorian 6 parikaapelia, mikä mahdollistaa nopean verkon vielä pitkälle tulevaisuuteenkin. Kaapelointi on hyvä toteuttaa käyttäen ns.

yleiskaapelointistandardia, sillä se määrittelee useita seikkoja oikeanlaisen yleiskaapeloinnin saavuttamiseksi. Yleiskaapelointi mahdollistaa useiden sovellusten käytön nyt ja tulevaisuudessa. Ainakin alkuun se luo dataverkon ja korvaa myös täysin vanhan puhelinkaapeloinnin. Myös muut vaatimusmäärittelyn mukaiset tarpeet pystytään toteuttamaan tällä menetelmällä. Em. etujen vastapainoksi tämä on panostukseltaan kaikista esitetyistä toteutustavoista ehdottomasti kallein.

Edellä tehdyn vaatimusmäärittelyn ja mahdollisten toteutustapojen vertailun perusteella tässä työssä kuvattu ja tarkemmin määritelty toteutussuunnitelma pohjautuu uuden, koko kiinteistön kattavan yleiskaapeloinnin asentamisen varaan. Ennen verkon varsinaisia määrittelyjä käyn kuitenkin läpi tärkeimpiä tietoliikenteen ja tietoverkkojen, pääasiassa lähiverkkojen, perusteita.

## 4 Tietoverkot ja tietoliikenne

### 4.1 Verkkotyypit

Tietoliikenne eli tiedonvälitys lähettäjän ja vastaanottajan välillä vaatii aina jonkin siirtoon kykenevän järjestelmän. Tietotekniikassa tämä tiedonvälitystapa on tietoverkko. Tietoverkko on siis kehitetty kahden tai useamman tietokoneen väliseen tiedonsiirtoon. Tietoverkot ovat viimeisen kahden vuosikymmenen aikana kehittyneet suurin harppauksin eteenpäin ja tästä syystä tässä luvussa käydään läpi verkkoihin liittyviä perusteita. (Granlund 2007, 2.)

Tietoverkot voidaan fyysisen laajuutensa turvin jakaa eri kategorioihin. Puska esittää kirjassaan (1999, 2) jaon neljään eri ratkaisuun: lähi-, alue-, etä- ja globaaliverkkoihin. Täydennän Puskan esittämää jakoa vielä kahdella kategorialla, kampus- ja henkilökohtaisella verkolla. Verkkotyypit on esitelty seuraavaksi kattavuudeltaan laajimmasta suppeimpaan.

#### **Gloaaliverkko (GAN = Global Area Network)**

Gloaaliverkko on verkkojen konvergenssin muodostaman kokonaisuuden tarjoama ratkaisu organisaation sisäisten lähiverkkojen yhdistämiseen. Sen tavoitteena on olla mahdollisimman läpinäkyvä käyttäjilleen (Puska 1999, 2). Laajuudeltaan verkko voi olla koko maailman kattava, kuten julkinen Internet.

#### **Laajaverkko (WAN = Wide Area Network)**

Laajaverkolla tarkoitetaan laajalle alueelle ulotettua tietoverkkoa tai esimerkiksi useista kaupunkiverkoista koostuvaa kokonaisuutta. Laajaverkkoon liitetään tiiviisti myös palveluntarjoajien tuottamat liityntätavat asiakkaiden lähiverkkojen liittämiseksi varsinaiseen laajaverk-



koon. Suuruudeltaan se on esimerkiksi maanlaajuinen, ja hallinnointi voi tapahtua vaikka te-leoperaattorin toimesta.

#### **Kaupunkiverkko (MAN = Metropolitan Area Network)**

Kaupunkiverkkoa kutsutaan myös toiselta nimeltään alueverkoksi. Kaupunkiverkko on nopea verkko, joka liittää yhteen esimerkiksi useita alueen lähiverkkoja. Puska toteaa myös (1999, 2), että ”Julkisen alueverkon rakentaja ja ylläpitäjä (palveluntarjoaja) on eri organisaatio kuin käyttäjät”.

#### **Kampusverkko (CAN = Campus Area Network)**

Kampusverkko on tietyn alueen useista lähiverkoista koottu suurempi verkko, käytännössä esimerkiksi organisaation eri rakennusten muodostamien lähiverkkojen kokonaisuus. Kampusverkko on yhden organisaation hallinnoima ja nopeudeltaan vastaa lähiverkon nopeustasoa.

#### **Lähiverkko (LAN = Local Area Network)**

Varsinainen lähiverkko, johon myös tämän työn suunnitelma perustuu, on nopea tietyn organisaation hallitsema, tietokoneita ja oheislaitteita käsittävä ja rajatun alueen kattava tietoverkko. Lähiverkoille on myös ominaista huomattavan suuri tiedonsiirtonopeus verrattuna muihin verkkotyyppeihin.

#### **Henkilökohtainen verkko (PAN = Personal Area Network)**

Henkilökohtainen verkko on henkilökohtaisten laitteiden, kuten älypuhelimien ja kannettavan tietokoneen tai esimerkiksi digitaalikelan ja tulostimen välille muodostettu tiedonsiirtoverkko. Tulevaisuuden visioissa täysin verkottuneessa kotitaloudessa laitteet keskustelevat jatkuvasti keskenään henkilökohtaisen verkon kantoalueella. Verkolle ominaista ovat hitaahko tiedonsiirtonopeus ja lyhyt kantama.

## 4.2 Protokollat ja arkkitehtuurit

Toisin kuin ihmisten välisessä kommunikoinnissa, tietotekniikassa on ennalta oltava tarkasti tiedossa, miten ja millä menetelmillä tietoa vaihdetaan, jotta molemmat osapuolet pystyvät lähettämään ja vastaanottamaan tietoa ymmärrettävästi. Protokollalla eli yhteyskäytännöllä tarkoitetaan tietoliikenteessä toiminnan ja sanomarakenteiden määrittelyä. Protokollan tulee määritellä ainakin se, miten yhteys luodaan, miten tietoa siirretään ja miten luotu yhteys päätetään tiedonsiirron valmistuessa. Lisäksi protokollan kuuluu osata kertoa, miten toimitaan sellaisessa tilanteissa, jossa yhteys katkeaa, tieto vääristyy tiedonsiirron aikana tai osa viesteistä jää puuttumaan. Yhteyskäytännöt jaetaan arkkitehtuurin määrittelemille eri tasoille ja käytetyimmät protokollat ovat usein standardisoituja tai ainakin muodostuneet tietoliikenteen de facto -standardeiksi. (Granlund 2007, 188; Puska 1999, 6.)

Tietoliikennearkkitehtuuri kuvaa protokollista koostuvan tietoliikennemallin rakennetta ja niiden välisiä suhteita, toisin sanoen protokollapinoa. Protokollapinossa protokollat on jaettu kerroksiin ja jokainen kerros hyödyntää omaa kerrosta alempana olevan kerroksen tarjoamia palveluita ja tarjoaa taas vuorostaan omia palveluitaan kerrosta ylemmälle tasolle. Standardoiduista protokollista koostuvan tietoliikennearkkitehtuurin yksi parhaita ominaisuuksia on se, että tietoliikenne noudattaa tänä päivänä samoja pelisääntöjä eikä valmistajakohtaisia menetelmiä kuten vielä 80-luvun alkupuolella. Kaksi tunnetuinta arkkitehtuuria tietoliikenteessä ovat yleisesti käytössä oleva TCP/IP-protokollaperhe ja lähinnä opetuskäytössä teoreettisena mallina toimiva OSI-viitekehys. (Granlund 2007, 6; IETF RFC 1122 1989; IETF RFC 3439 2002; Puska 1999, 6 - 7; Wendell 2007, 21.)

### 4.3 OSI-viitekehys

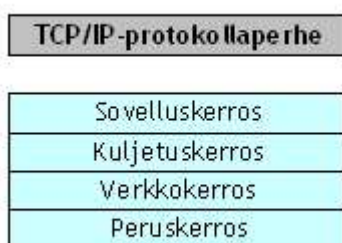
OSI-viitekehys kehitettiin 1980-luvulla tavoitteenaan päästä eroon valmistajakohtaisista arkkitehtuureista ja määrittelyistä. Nimenomaan OSI-malliin liittyvää kehitystyötä tehtiin jonkun verran, mutta kehitysvaiheessa TCP/IP ajoi kuitenkin sen ohi paljon käytännönläheisempänä toteutuksena. OSI-mallia ei siis koskaan otettu varsinaisesti käyttöön, mutta se on toiminut syntymisestään saakka hyvänä referenssimallina tietoliikennetekniikan ymmärtämisessä ja opetustyövälineenä. Cygate perustelee kirjassaan (2006) OSI-mallin tuntemisen tärkeyttä seuraavasti: ”kaikki nykyiset tietoliikennetekniikat voidaan mallintaa jollekin OSI-mallin kerrokselle”. OSI-mallissa on TCP/IP:n neljään kerrokseen nähden kolme kerrosta enemmän ja lähinnä TCP/IP eroaa OSI:sta niin, että siinä on tiivistetty muutamia OSI-mallin kerroksia yhteen. OSI-mallin kerrokset ovat sovellus-, esitystapa-, istunto-, kuljetus-, verkko-, siirtoyhteyks- ja fyysinen kerros. Näiden järjestys viitekehyksessä on esitelty seuraavassa kuvassa (kuva 3). (Cygate 2006; Puska 1999, 9.)



Kuva 3. OSI-viitekehys

#### 4.4 TCP/IP-protokollaperhe

TCP/IP-protokollaperhe (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) on tänä päivänä yleisin käytössä oleva tietoliikennearkkitehtuurimalli, ja käytännössä kaikki tämän päivän tietoliikenne perustuu siihen. Se on jaettu neljään eri kerrokseen (kuva 4): sovellus-, kuljetus-, verkko- ja peruserrokseen. Sovelluserroksella toimivat nimensä mukaisesti sovellusprotokollat kuten http, kuljetuserroksella kuljetusprotokollat kuten TCP ja UDP, verkkokerroksella mm. verkkojen välisestä liikenteestä vastaava IP ja peruserroksella esimerkiksi lähi-verkkotekniikka Ethernet. Myös tässä työssä suunniteltava tietoliikenneverkko on tarkoitus toteuttaa TCP/IP:tä käyttäen. (Hakala & Vainio 2005, 184; Wendell 2007, 22.)



Kuva 4. TCP/IP-protokollaperhe

##### 4.4.1 IP-protokolla ja -osoite

IP-protokolla on TCP/IP-protokollaperheen verkkokerrokselle kuuluva yhteydetön protokolla, joka käyttää hallittuja IP-osoitteita IP-pakettien reititykseen eri verkkojen välillä. Yhteydetömällä tarkoitetaan sitä, että lähetyksen oikeellisuutta ei tarkisteta ollenkaan kyseisessä verkkokerroksessa. IP-protokollan mukaisesti tieto välitetään paketteina (IP-paketti), ja jotta paketit löytäisivät perille, jokainen TCP/IP:tä käyttävä tietokone tai muu verkkolaite tarvitsee oman uniikin IP-osoitteen liikennöidäkseen muiden verkon osapuolten kanssa. IP-osoitteisto on looginen ja hierarkkinen järjestelmä, minkä ansiosta paketit löytävät perille reitityksen avustamana. Itse IP-osoite on 32-bittinen numerosarja (IPv4), joka on jaettu neljään pisteellä toisistaan erotettuun 8 bitin osaan, ns. oktettiin. Varsinaisen IP-osoitteen lisäksi jokainen laite tarvitsee nk. aliverkonpeitteen tarkentamaan varsinaista osoitetta. Aliverkonpeitteen tarkoitus on osoittaa IP-osoitteesta verkko- ja isäntäosien raja. IP-osoitteen yhden oktetin maksimi-arvo on binäärilukuna IIIIIIII, ja sen vastaava desimaaliarvo on 255. IP-osoitteet on jaettu määriteltyihin luokkiin verkko- ja isäntäosien pituuksien mukaisesti (kuva 5). Lisäksi koko osoitevaruudesta on varattu tiettyjä alueita pelkästään privaattikäyttöön. Tämä tarkoittaa sitä, että julkisessa verkossa ei näitä osoitteita voida suoraan käyttää, vaan ne on varattu esimerkiksi yritysten sisäisen verkon osoitteiksi. Jotta kommunikointi olisi mahdollista privaattiosoitteista julkiseen verkkoon, on ne ensin käännettävä julkisiksi osoitteiksi.

Tätä menetelmää kutsutaan osoitekäännökseksi; siihen palataan myöhemmin tässä työssä. Privaattiosoitteita voidaan vapaasti käyttää uudestaan ja uudestaan, kunhan niillä ei suoraan kommunikoida julkisessa verkossa. (Cygate 2006; IETF RFC 791 1981; Puska 1999, 113 - 126; Wendell 2007, 27.)

IP-protokollan mukaisessa liikennöinnissä on olemassa erilaisia lähetystapoja. Näitä lähetystapoja ovat yksittäislähetys (Unicast), jokulähetys (Anycast), levitysviesti (Broadcast) ja ryhmälevitysviesti (Multicast). Tärkeimmät ja eniten käytetyt lähetystavat ovat yksittäislähetys ja levitysviesti.

<b>IP-osoiteluokat</b>			
Luokka	Osoitteen alku binääreinä	Ensimmäisen oktetin alue	Mahdolliset verkot
A	0	0-126	126
B	10	128-191	16 384
C	110	192-223	20 971 52
D	1110	224-239	
E	11110	240-255	

<b>Privaattiosoitteavaruudet</b>
10.0.0.0-10.255.255.255
172.16.0.0-172.31.255.255
192.168.0.0-192.168.255.255

Kuva 5. IP-osoiteluokat ja privaattiosoitteavaruudet

Jokaisen verkon ensimmäistä osoitetta käytetään kuvaamaan verkkoa itseään ja viimeistä mahdollista osoitetta käytetään ko. verkon levitysviestiosoitteena. Jokaisella verkolla on oltava myös ns. oletusyhdyskäytävä. Oletusyhdyskäytävä on yleensä verkon reitittimen osoite johon IP-paketti ohjataan, mikäli kohdeosoitetta ei löydy samasta verkosta kuin lähdeosoite.

Seuraavassa on kuvattuna esimerkki IP-osoitteesta ja aliverkonpeitteestä. Ko. esimerkissä aliverkonpeite kertoo, että kaikki kolme ensimmäistä oktettia on verkko-osaa ja viimeinen oktetti on varattu kyseisen verkon laiteosoitteille.

Verkon osoite: 192.168.0.0

Aliverkon peite: 255.255.255.0

Oletusyhdyskäytävä / reititin: 192.168.0.1

Levitysviestiosoite: 192.168.0.255

Verkon laitteille varatut osoitteet: 192.168.0.2 - 192.168.0.254

#### 4.4.2 TCP- ja UDP-protokollat

Kuljetuskerrokselle kuuluvat protokollat vastaavat varsinaisesta tiedon siirrosta kommunikoiden järjestelmien välillä. Kuljetuskerroksen protokollia ovat TCP- ja UDP-protokollat. Näistä TCP on käytetympi ja nk. yhteydellinen protokolla, UDP taas yhteydetön protokolla. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että yhteydellinen protokolla ottaa myös kantaa pakettien perillepääsyyn ja tiedon muuttumattomuuteen. TCP-yhteydellä on aina tila, aloitus, lähetys tai lopetus ja sen avulla kommunikoivat osapuolet muodostavat, lähettävät ja lopettavat yhteyden numeroitujen segmenttien avulla. Varsinainen tiedonsiirto osapuolten välillä tapahtuu käyttäen kuljetuskerroksen protokollien eri porttinumeroita. TCP/UDP-porttiavaruus on kuvattu seuraavassa taulukossa (taulukko 2):

Porttinumero	Käyttötarkoitus
0 - 1023	Varattu tunnetuille protokollille
1024 - 49151	Varattu epävirallisesti eri protokollille
49152 - 65536	Vapaasti käytettävät porttinumerot

Taulukko 2. TCP/UDP-porttiavaruus

(Cygate 2006; IETF RFC 768 1980; IETF RFC 793 1981; Puska 1999, 127 - 129.)

#### 5 IEEE 802.x -lähiverkkostandardit

IEEE eli Institute of Electrical & Electronics Engineers on kansainvälinen teknologiajärjestö, johon kuuluu 360 000 henkilöjäsentä yli 150 maassa. IEEE:llä on suuri rooli sähkö-, tietokone- ja kontrollitekniikan julkaisujen tekemisessä sekä standardointityössä. Järjestön standardointityö on jaettu 13 aktiiviseen työryhmään, joissa jokaisessa toimii lukuisia alakomiteoita. Komiteat nimetään loogisesti numeroita hyödyntäen, esimerkiksi pääkomitea 802 (LAN/MAN). Alakomiteat erotetaan pääkomiteasta pisteellä ja numerosarjalla, esimerkiksi 802.11 (WLAN). Alakomiteoilla saattaa olla vielä omia alakomiteoitaan kuten 802.11g (yleisin käytössä oleva 54 Mbit/s WLAN-tekniikka). (IEEE 802 1990; IEEE 802.11 1997; IEEE 802.11g 2003; Cygate 2006.)

80-luvulla IEEE toi oman 802-projektinsa selkeyttämään lukuisia valmistajakohtaisia toteutuksia ja lähiverkkojen monimuotoisuutta. 802.x-standardit määrittelevät sekä yhtenäisen rajapinnan lähiverkoille että useita vaihtoehtoisia standardoituja lähiverkkototeutuksia. Lisäksi mainitsemisen arvoinen on myös 802.2 eli siirtoyhteyden ohjaus, joka määrittelee kaikille

802.x-standardiverkoille yhtenäisen siirtoyhteysprotokollan. Tänä päivänä tärkeimmät 802.x-sarjan määrittelyt on esitelty tässä luvussa. (IEEE 802 1990; IEEE 802.2 1985; Puska 1999, 11.)

### 5.1 Ethernet 802.3(x)

Ethernet on ollut heti syntymisestään saakka erittäin tärkeä lähiverkkotekniikka maailmassa. Ethernetin alkuperäinen kehitys alkoi jo 70-luvulla, jolloin Xerox kehitti kyseistä tekniikkaa. Ensimmäinen teollinen standardi saatiin vuonna 1980, jolloin Digital, Intel ja Xerox olivat yhdistäneet kehitysresurssinsa. Tämän jälkeen Ethernetin kehitys siirrettiin IEEE:lle ja vuonna 1983 perustettiin komitea 802.3. Sittemmin komitean alaisuuteen on syntynyt useita alakomiteoita Ethernetin kehityksen myötä. Perusprotokollien muuttumattomuuden, halpojen rakennuskustannusten ja jatkuvasti kehittyvän tiedonsiirtokapasiteetin ansiosta Ethernet on yleisin käytössä oleva lähiverkkotekniikka nykyään. (Cygate 2006; Spurgeon 2001, 25 - 27.)

Mitä Ethernet sitten käytännössä käsittää? Ensinnäkin se liittyy tiiviisti OSI-mallin kahdelle alimmalle kerrokselle, siirtoyhteys- ja fyysiselle kerrokselle. Toiseksi se käsittää 802.3 komitean julkaisut, jotka määrittelevät tiedonsiirtokapasiteetin ja mm. väylävarausmenetelmät. Varsinaiset Ethernet-sovellukset ovat omia standardeita kuten 10Base-T, nämä standardit taas käsittävät IEEE:n julkaisun ja topologian, fyysisen siirtotien liitintyyppineen (kategoria ja kaapeliluokka) ja siirtoteiden pituudet. Lisäksi 802.3:een liittyy oleellisena siirtoyhteyskerrokselle kuuluva MAC-kerros, jonka tehtävänä on pitää huolta kehysten erottamisesta, asemien tunnistamisesta ja siirtovirheiden havaitsemisesta. Jokaisella Ethernet-verkkolaitteella on oma uniikki MAC-osoitteensa, minkä perusteella Ethernet-kehukset välitetään lähettäjältä vastaanottajalle. (Cygate 2006; Granlund 2007, 262.)

Varsinaisella 802.3:lla tarkoitetaan perinteistä 10 Mbit/s Ethernet-kilpavarausväylää (CSMA/CD-väylänvarausmenetelmä) hyödyntävää julkaisua. Muut perinteisen Ethernetin kehittyneemmät julkaisut on esitelty tarkemmin seuraavissa luvuissa.

#### 5.1.1 Fast Ethernet 802.3u

Perinteisen Ethernetin seuraaja 802.3u on 100 Mbit/s kilpavarausväylä (Fast Ethernet), joka käyttää Ethernetin kanssa yhtenevää väylänvarausmenetelmää. Julkaisu esiteltiin 1995 ja sen standardeja ovat kuparikaapelissa ja valokuitukaapeleissa 100Base-TX , 100Base-T4 ja 100Base-FX. Näistä yleisimmin käytössä oleva 100Base-TX vaatii siirtotiekseen vähintään CAT5-tason kierretyn parikaapelin. Suurimpana erona perinteiseen Ethernetiin on kymmenkertainen nopeus.

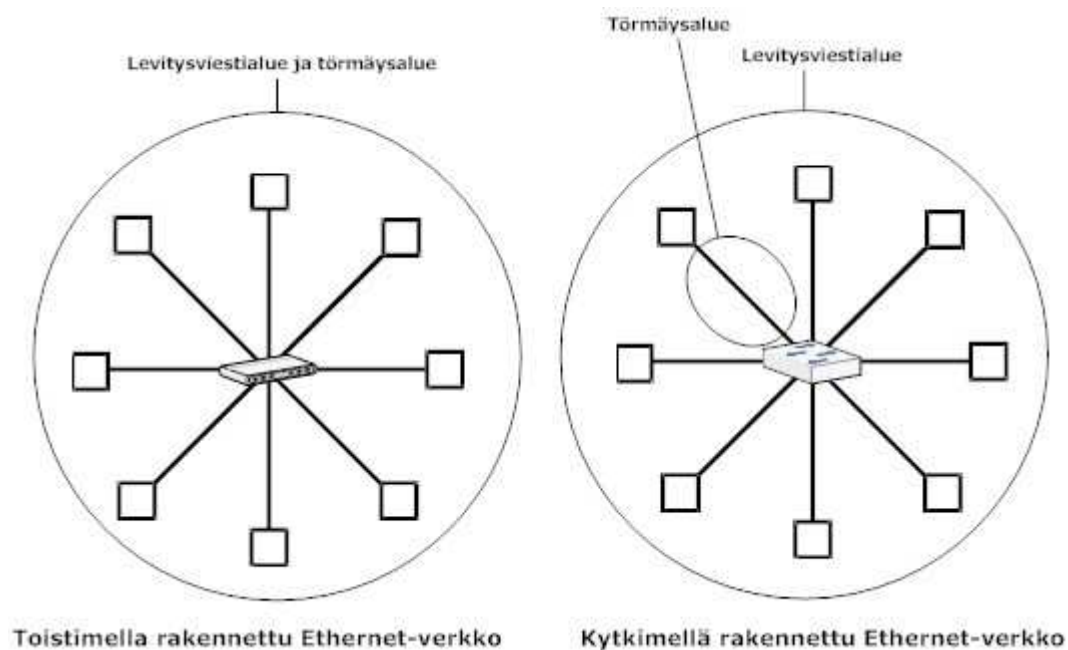
### 5.1.2 Gigabit Ethernet 802.3ab

Jatkuvasti kasvavan siirtokapasiteetin tarpeen seurauksena kehitettiin vuosina 1998 ja 1999 jälleen edellä esitettyyn julkaisuun nähden kymmenkertaisen nopeuden omaava Ethernet-versio. 802.3ab-julkaisu määrittää 1000 Mbit/s kilpavarausväylän (Gigabit Ethernet), ja myös se käyttää Ethernetin kanssa yhtenevää väylänvarausmenetelmää. Julkaisun standardi 1000Base-T vaatii siirtotiekseen vähintään CAT5e-tasoisien kierretyn parikaapelin. Mitoitus-säännöt ovat samat kuin muissa aikaisemmin esiteltyissä Ethernet-versioissa.

### 5.1.3 Kytkenäinen Ethernet

Ennen Ethernet-verkko pohjautui pitkälti verkossa toimivien toistimien varaan. Toistin (Hub) on ”tyhmä” laite, jonka tehtävänä on vastaanottaa Ethernet-kehysiä jokaisesta portista ja toistaa vastaanotettu sanoma niin ikään jokaiseen porttiin. Tästä johtuen verkko ei ole ensinkään tietoturvallinen eikä varsinkaan suorituskykyinen, sillä koko verkko on tällöin käytössä jaettuna medianä. Esimerkkinä laitteen A lähettäessä kehyksen laitteelle B on laitteen C halutessaan lähettää oma datansa odotettava edellisten lopettavan siirron. Samalla myös laite C kuulee kaiken tiedonsiirron, mikä laitteiden A ja B välillä käydään. Näin ollen toistimen varaan rakennettu verkko on yhtä levitysviestialuetta (Broadcast Domain) sekä yhtä törmäysaluetta (Collision Domain). Levitysviestialueella tarkoitetaan verkon aluetta, johon levitysviestit leviävät. Törmäysalue taas on alue, missä Ethernet-kehysten törmäykset ovat mahdollisia.

Edellä kuvatun ongelman ratkaisuksi Ethernet-ympäristöön kehitettiin Ethernet-kytkin. Se toimii OSI-mallin toisella kerroksella (siirtoyhteys) ja osaa lukea ja varastoida omaan muistiinsa Ethernet-kehysten MAC-osoitteita. Näin ollen kytkimelle saapuva kehys välitetään vain kehyksessä määritetyille vastaanottajalle MAC-osoitteen perusteella. Suurin kytkimen luoma etu on siinä, että käytettäessä sitä toistimen sijaan jokainen verkkolaite saa oman verkko-segmenttinsä sekä törmäysalueensa. Myös verkon siirtokapasiteetti on jokaisen laitteen käytettävänä täysipainoisesti (kuva 6). Kun kytkennästä tehdään vielä molemman-suuntainen, ei törmäyksiä tapahdu lainkaan.



Kuva 6. Toistimella ja kytkimellä rakennetut Ethernet-verkot

#### 5.1.4 Yleisimmät Ethernet-määrittäisiin perustuvat sovellukset

IEEE:n määrittäysten perustalle on standardoitu varsinaisia Ethernet-sovelluksia, joiden nimeämisestä käy ilmi lähiverkkototeutuksen nopeus, käytetty signaalintimenetelmä ja fyysisen median tiedot. Esimerkkinä 10Base-T, missä 10 kertoo yhteyden olevan 10Mbit/s, Base (Base-band) kertoo käytettävästä peruskaistasiirtoon perustuvasta verkosta ja T (Twisted) osoittaa kyseessä olevan kierretyn parikaapelin standardi. (Spurgeon 2001, 39 - 40.) Seuraavassa taulukossa (taulukko 3) on lueteltu kaikki tänä päivänä tärkeimmät Ethernet-standardit ja niiden kuvaukset.



Ethernet-standardi	IEEE:n määrittely	Kuvaus
10Base5	802.3	10Mbit/s Ethernet paksussa koaksiaalikaapelissa
10Base2	802.3a	10Mbit/s Ethernet ohuessa koaksiaalikaapelissa
10Base-T	802.3i	10Mbit/s Ethernet kierretyssä parikaapelissa
100Base-TX	802.3u	100Mbit/s Ethernet kierretyssä parikaapelissa
100Base-FX	802.3u	100Mbit/s Ethernet monimuotoisessa valokuidussa
1000Base-T	802.3ab	1000Mbit/s Ethernet kierretyssä parikaapelissa
1000Base-SX	802.3z	1000Mbit/s Ethernet lyhyellä aallonpituudella monimuotoisessa valokuitukaapelissa
1000Base-LX	802.3z	1000Mbit/s Ethernet pitkällä aallonpituudella yksimuotovalokuitukaapelissa

Taulukko 3. Yleisimmät Ethernet-standardit IEEE:n määrittelyissä

## 5.2 Muut 802.x-lähiverkkostandardit

Ethernetin lisäksi on myös täysin muita mainitsemisen arvoisia ja joitain Ethernetiin liittyviä lähiverkkotekniikoita, joita käyn lyhyesti seuraavassa läpi.

### 802.5 Token Ring

Puska kertoo kirjassaan (1999, 76), että Token Ring on IBM:n vuonna 1985 määrittelemä rengasmuotoinen lähiverkkotekniikka, joka käyttää myös MAC-osoitteita kehysten välittämisessä. Token Ring perustuu rengasmuotoiseen lähiverkkoon, jossa tiedon lähettämisen vuoronvaraus perustuu renkaassa kiertävään Token-valtuusmerkkiin. Token Ring on kuoleva lähiverkkotekniikka, toisin sanoen uusia tämän standardin mukaisia verkkoja ei enää rakenneta, mutta niitä on kuitenkin edelleen jonkin verran käytössä vanhoissa yritysverkoissa.

### 802.11 Langattomat lähiverkot

IEEE:n 802.11 määrittelee standardit langattomalle lähiverkkoteknologialle. Langattomat teknologiat ovat kehittyneet viimeisten vuosien aikana huimin harppauksin mm. siirtokapasiteetiltaan. Tänä päivänä tärkeimmät standardit ovat 802.11b (11 Mbit/s) ja 802.11g (54 Mbit/s). Langattomilla teknologioilla on mahdollista luoda koko lähiverkko tai vaihtoehtoisesti

käyttää yleisempää tapaa, jossa langaton verkko luodaan kiinteän verkon rinnalle. Tämän työn suunnitelmassa langaton verkko suunnitellaan juuri kiinteän verkon ”jatkeeksi”. (Hakala & Vainio 2005, 152.)

### 802.1q virtuaaliset lähiverkot

Kuten kappaleessa 5.1.3 kerrottiin, kytkentäinen Ethernet parantaa lähiverkon tietoturvasuutta ja suorituskykyä huomattavasti, mutta se ei poista sitä tosiseikkaa, että levitysviestialuetta ei edelleenkään pystytä kontrolloimaan. Tällöin verkkolaitteen lähettäessä levitysviestin kaikki samalla levitysviestialueella olevat laitteet vastaanottavat kehiksen. Ainoastaan reititin toimii levitysviestialueen ”katkaisijana”, mutta reitittimen käyttö vain tähän tarkoitukseen ei ole perusteltua. IEEE:n 802.1q tuo tähän oman ratkaisunsa, virtuaalisen lähiverkko-tekniikan (VLAN). Se mahdollistaa loogisen verkon jakamisen useisiin levitysviestialueisiin ja tällöin vain saman virtuaalisen lähiverkon laitteet voivat keskustella keskenään. VLAN-jako on looginen, ei fyysinen, joten samaan VLAN:iin kuuluvien laitteiden ei tarvitse välttämättä olla yhdistetty samaan kytkimeen. Virtuaaliverkkojen edut pähkinänkuoressa ovat:

- Levitysviestialueiden pienentäminen parantaa verkon suorituskykyä
- Tietoturvasuuden lisääminen (esimerkiksi yritysten eri osastot omilla virtuaalisissa lähiverkoissaan)
- Joustavuus; ei ole sidottu fyysisiin sijainteihin
- Kustannussäästöt; reitittimien käyttö levitysviestialueiden katkaisijana vähenee

(Puska 1999, 94.)

## 6 Kaapelointijärjestelmä ja tilat

### 6.1 Yleiskaapelointistandardi EN-50173-1

Ennen yleiskaapeloinnin yleistymistä jokaiselle sovellukselle tarvittiin oma kaapelointinsa, esimerkiksi puhelinkaapelointi puhelimille ja atk-kaapelointi työasemille. Tänä päivänä tästä pyritään pääsemään eroon, sillä paljon tarkoituksenmukaisempaa on rakentaa yksi siirtojärjestelmä palvelemaan useita sovelluksia. Yleiskaapeloinnilla tarkoitetaan juuri tämänkaltaista sovellusriippumatonta siirtotiejärjestelmää. Yleiskaapeloinnin toteuttamiseksi on olemassa Euroopassa yhtenäinen standardi EN-SFS-50173, joka voidaan jakaa kolmeen osaan: EN-50173-1 (toimistorakennusten tele- ja datakaapelointi), EN-50173-2 (teollisuusrakennusten kaapelointi) ja EN-50173 (asuinrakennusten kaapelointi). (Hakala & Vainio 2005, 114.)

Yleiskaapelointi ottaa kantaa tiettyihin määräyksiin, joista tärkeimmät ovat seuraavat:

- Yleiskaapeloinnin toiminnalliset osat, liitäntäraajapinnat, työpisterasiat ja kaapelityypit
- Osajärjestelmät ja kaapeloinnin maksimipituudet näissä
- Kanavien ja siirtoteiden luokat
- Kaapeleiden ja liittimien vaatimukset
- Mallitoteutukset

(Juvonen & Välimäki 2005, 12.)

Hakala & Vainio kuvaavat teoksessaan (2005, 116), että yleiskaapeloinnin tarkoitus on tukea kuvan, äänen ja datan siirtämistä sekä tarjota näille kiinteä kaapelointi. Yleiskaapelointi on tähtimäinen ja varsinaisiin verkkojen toteutustopologioihin se ei ota kantaa. Tällöin sovellusten vaatimat loogiset rengas-, väylä- ja tähtitopologiat toteutetaan yleiskaapelointijärjestelmän ulkopuolisilla laitteilla ja kaapeleilla.

## 6.2 Yleiskaapeloinnin osajärjestelmät

### 6.2.1 Aluekaapelointi

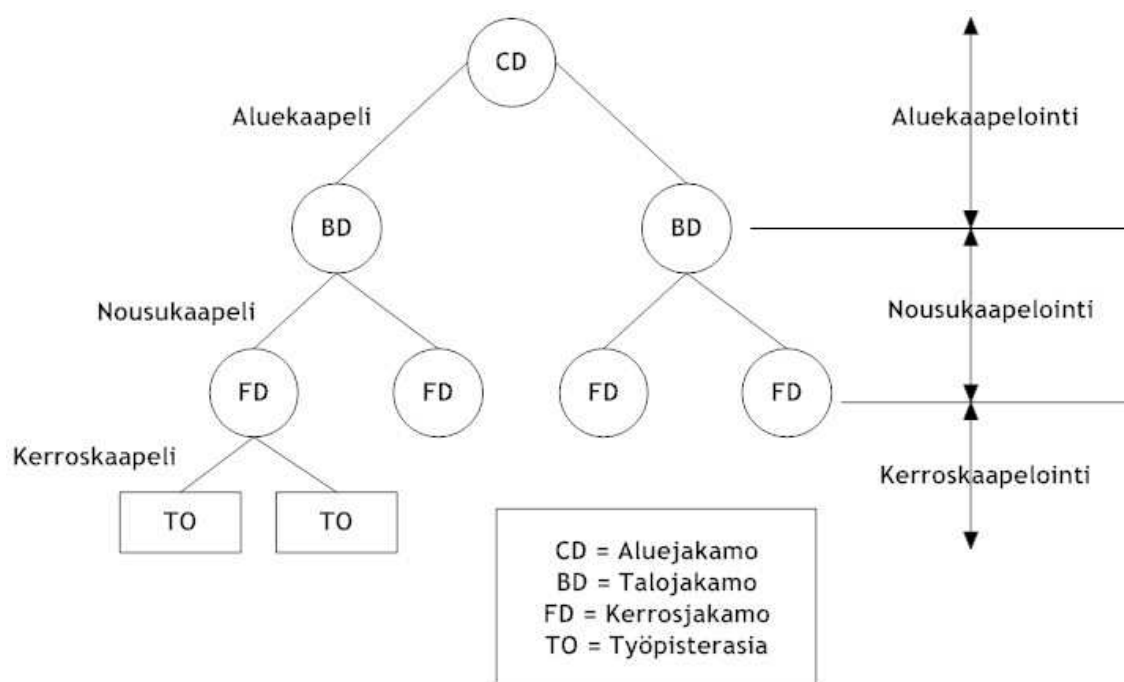
Yleiskaapelointi voidaan jakaa kolmeen eri osajärjestelmään fyysisen sijaintinsa mukaisesti (kuva 7). Tarkasteltaessa tilannetta laajaverkosta lähiverkkoon päin ensimmäisenä järjestelmänä on aluekaapelointi. Siihen sisältyy aluejakamosta talojakamoon ulottuva kaapelointi ja sen päätteet sekä aluejakamoissa sijaitsevat ristikytkennät. Tilanteessa, jossa verkko on pieni, ei erillistä talojakamoa välttämättä tarvita, vaan aluejakamo voidaan yhdistää suoraan kerrosjakamoon. Mikäli taas kiinteistöön ei kuulu kuin yksi rakennus eli on vain yksi talojakamo, ei aluekaapelointia välttämättä tarvita ollenkaan. Jokaiselle yleiskaapeloinnin osajärjestelmälle on määritetty kaapeloinnin maksimipituudet ja niitä ei tule ylittää. Aluekaapeloinnin maksimipituus ei saa ylittää 2000 metriä, ja se tulee toteuttaa kokonaisuudessaan valokuitukaapelilla. (Juvonen & Välimäki 2005, 12 - 13.)

### 6.2.2 Nousukaapelointi

Nousukaapeloinnilla tarkoitetaan talojakamosta kerrosjakamoon tai -jakamoihin asti ylettyvää yleiskaapeloinnin osajärjestelmää. Siihen sisältyvät nousukaapelit, niiden päätteet talo- ja kerrosjakamoissa sekä talojakamossa sijaitsevat ristikytkennät. Maksimipituus nousukaapeloinnille on määritelty 500 metriksi, ja suositeltavaa on käyttää valokuitua, mutta myös korkealuokkaisen kierretyn parikaapelin käyttö on mahdollista. (Juvonen & Välimäki 2005, 13.)

### 6.2.3 Kerroskaapelointi

Kerroskaapelointi kattaa kerrosjakamosta työpisterasioihin vedettävät kaapeloinnit, kerrosjakamoissa sijaitsevat kerroskaapeloinnin päätteet sekä ristikytkennät ja työpisterasiat (Hakala & Vainio 2005, 118; Jaakohuhta 2000, 52 - 55). Kerroskaapeloinnin sallittu enimmäispituus on 90 metriä. Yleiskaapelointiin kuulumattoman työasemakaapelin ja ristikytkentäkaapelin yhteenlaskettu maksimipituus saa tällöin olla 10 metriä, sillä yhden lähiverkkosegmentin pituus ei saa ylittää 100 metriä. (Juvonen & Välimäki 2005, 13 - 14; Melart-Data, 4.)



Kuva 7. Kaapeloinnin osajärjestelmät

### 6.3 Kanavien ja siirtoteiden luokat

Yleiskaapeloinnin siirtotiessä toimivat sovellukset on jaettu tarkoituksenmukaisiin luokkiin, joiden jako perustuu kaistanleveyteen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että määriteltäessä yleiskaapeloinnissa käytettävää sovellusta, täytyy ottaa huomioon sovelluksen luokka ja luokalle soveltuva kaapelityyppi. Sovellusten luokat on esitelty seuraavaksi (taulukko 4).

Luokka	Taajuus	Käyttötarkoitus
A	100 kHz	Mm. analogiset puhelimet
B	1 MHz	ISDN
C	16 MHz	10Base-T
D	100 MHz	100Base-T, 1000Base-T
E	250 MHz	1000Base-TX
F	600 MHz	FC-100TP
Opt.		Mm. 10Base-FL, 10Base-FB, 100Base-FX, 1000Base-SX, 1000Base-LX

Taulukko 4. Kanavien ja siirtoteiden luokat sekä niiden sovellusvaihtoehdot

#### 6.4 Kaapelit ja liittimet

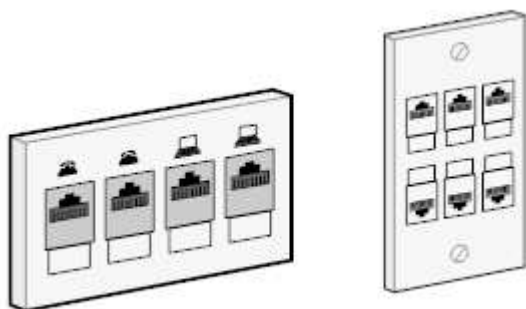
Yleiskaapeloinnissa käytetään joko kierrettyä parikaapelia tai vaihtoehtoisesti valokuitukaapelia. Kaapelit ja liittimet on jaettu fyysisiltä ominaisuuksiltaan eri kategorioihin. Kuparikaapelin päissä käytetään standardinmukaisia RJ-45-liittimiä johdon kytkemiseksi laitteisiin. Tärkeimmät kuparikaapelikategoriat on esitelty seuraavassa taulukossa (taulukko 5).

Kategoria	Suurin taajuus
5	100 MHz
5e	150 MHz
6	250 MHz
7	600 MHz

Taulukko 5. Kuparisen kierretyn parikaapelin tärkeimmät kategoriat

#### 6.5 Työpisterasiat

Standardin mukaisesti jokaista työpistettä kohden tulee olla vähintään kaksi RJ-45-työpisteliitäntää ja niihin vedettyjen kaapelien tulee olla vähintään kategorian 5 kierrettyä parikaapelia. Toisaalta työpisterasioita tulisi olla vähintään yksi jokaista 10:tä työpistepöytäkohden. Työpisterasioita on erityyppisiä, ja varsinainen rasiaelementti saattaa käsittää useamman liitäntäpisteen. Seuraavassa kuvassa (kuva 8) on esitelty muutamia erilaisia rasiatyyppejä.



Kuva 8. Erityyppisiä työpisterasioita

## 6.6 Jakamot

Kuten aikaisemmin on kuvattu, on jakamoita olemassa kolmea päätyyppiä: alue-, talo- ja kerrosjakamoita. Jakamoiden suunnittelussa tulee ensisijaisesti ottaa huomioon kiinteistön laajuus verkon kannalta. Suuremmissa kiinteistöissä saatetaan tarvita useampia talojakamoita, kun taas pienemmässä yhden rakennuksen kiinteistössä voidaan talo- ja kerrosjakamot yhdistää yhdeksi kokonaisuudeksi. Tällöin aluekaapeli tuodaan suoraan kerrosjakamoon ja jaetaan sieltä eteenpäin kohti työpisterasioita. Jokaiseen rakennuksen fyysiseen kerrokseen ei välttämättä tarvita edes omaa kerrosjakamoaan, vaan jakamoiden määrässä tulisi ensisijaisesti pitää lähtökohtana rakentaa yksi jakamo tuhatta työtilaneliometriä kohden. (Hakala & Vainio 2005, 122 - 124.)

## 7 Verkon palvelut ja niitä tarjoavat laitteet

### 7.1 Verkon aktiivilaitteet

#### 7.1.1 Kytkin

Kytkin on OSI-mallin toisella kerroksella eli siirtoyhteyserroksella toimiva verkon aktiivilaite. Kytkimen tehtävä on kytkeä lähiverkossa Ethernet-kehykset lähettäjältä oikealle vastaanottajalle kehyksessä olevien MAC-osoitteiden perusteella. Lisäksi lähiverkkokytkin ylläpitää omassa muistissaan tietokantaa sen eri porteissa sijaitsevien laitteiden MAC-osoitteista. Mikäli kehyksessä olevan vastaanottajan MAC-osoite löytyy kytkimen tietokannasta, lähetetään kehyks suoraan ko. porttiin. Jos kohdeosoitetta ei kytkimen tietokannasta löydy, lähetetään kehyks levitysviestinä kaikkiin kytkimen portteihin.

### 7.1.2 Reititin

Reititin toimii OSI-mallin kolmannella eli verkkokerroksella, ja se toimii eri verkkojen rajapinnassa, toisin sanoen erottaa vähintään kaksi verkkoa toisistaan. Reitittimien pääasiallinen tehtävä on reitittää paketteja lähettäjän ja vastaanottajan välillä käyttäen hyväksi loogisia verkko-osoitteita (IP-osoite). Reitittämistä varten on olemassa useita erityyppisiä reititysprotokollia, joiden tehtävä on reitittää varsinaista reititettävää protokollaa (esimerkiksi IP). Reititimeen voidaan yhdistää myös useita palomuurin tehtäviä, kuten kohde- ja lähdeosoitteiden perusteella tapahtuva pakettisuodatus.

### 7.1.3 Palomuri

Palomuri koostuu joko sovelluksesta tai laitteesta ja sovelluksesta, ja sen tehtävänä on tutkia ja suodattaa paketteja kahden verkon välillä. Yleensä palomuria käytetään suojaamaan yrityksen sisäverkkoa julkiselta Internetiltä. Näin ollen palomuri ikään kuin seisoo sisäverkon suojana ja käsittelee sen läpi meneviä paketteja sille annettujen tietoturvapoliittikkujen mukaisesti. (Allen 2002, 121.)

Palomuurit voidaan jakaa neljään päätyyppiin niiden toiminnallisen luonteen mukaisesti. Nämä luokat on esitelty seuraavana.

- Staattiset eli tilattomat pakettifiltterit (esimerkiksi reitittimet, jotka tarkastelevat mm. lähde- ja kohdeosoitteita)
- Tilalliset palomuurit (tarkastelevat yhteyksiä yksittäisten pakettien sijasta)
- Sovellustason palomuurit (esimerkiksi Proxy-palomuurit)
- Konekohtaiset palomuurit

(Cygate 2006.)

## 7.2 DHCP

Verkkoon kytkettävät laitteet tarvitsevat jokainen oman loogisen verkko-osoitteen (IP-osoitteen) kommunikoidakseen TCP/IP-protokollapinoa hyödyntävässä verkossa. IP-osoite voidaan asettaa jokaiselle verkkolaitteelle manuaalisesti, mutta suuremmissa verkossa tämä menettely on hankalaa ja aikaa vievää. Ongelmaan tuo ratkaisun DHCP-protokolla, jonka tehtävänä on jakaa verkkoon liitettäville laitteille IP-osoite ennalta määrätystä osoiteavaruudesta. Varsinaisen verkko-osoitteen lisäksi DHCP jakaa yleensä aliverkonpeitteen ja tietoja nimi-palveluista (DNS). DHCP helpottaa suuremman verkon hallintaa huomattavasti automatisoimalla verkko-osoitteiden jaon ennalta määrättyin ehdoin. Itse DHCP-palvelu voi olla oma pal-

velimensa tai vaihtoehtoisesti sijaita reitittimen yhteydessä. (IETF RFC 1531 1993; IETF RFC 2131 1997; Hakala & Vainio 2005, 240.)

### 7.3 DNS

”Domain Name System (DNS) on järjestelmä, jossa koneiden nimet ja vastaavat IP-osoitteet on tallennettu puumaiseen hajautettuun tietokantaan” (Hakala & Vainio 2005, 186). Pienessä lähiverkossa ei ole tarvetta omalle nimipalvelujärjestelmälle, mutta jokaisella verkon laitteella täytyy kuitenkin olla tieto siitä, missä loogisessa verkko-osoitteessa nimipalvelu sijaitsee. Usein pienissä verkoissa käytetäänkin laajaverkkoyhteyden palveluntarjoajan antamia DNS-osoitteita, jotka palveluntarjoajan DHCP jakaa edelleen asiakkaalle. (IETF RFC 920 1984.)

### 7.4 NAT

Verkkolaitteiden tarvitseman jatkuvasti kasvavan IP-osoitemäärän johdosta nykyisen IPv4-määrittelyn mukaiset loogiset osoitteet alkavat käydä vähiin. IPv4:n mukaisia 32-bittisiä IP-osoitteita on olemassa noin neljä miljardia. Ottaen huomioon maapallon reilun kuuden ja puolen miljardin ihmisen väkiluvun sekä kehittyvissä maissa tapahtuvan tietoyhteiskunnan kehityksen ongelma on todellinen. IPv6 on IP-protokollan uudempi versio, ja se ratkaisee osoitteiden loppumisen tulevaisuudessa. IPv6:n käyttöönotto on kuitenkin vielä hamassa tulevaisuudessa, ja tästä syystä nykyisen järjestelmän avuksi on kehitetty IP-osoitekäännökset (NAT). NAT:n (Network Address Translation) yleisin käytössä oleva menetelmä on ns. PAT (Port Address Translation), missä kaikki osoitteet ylikuormitetaan yhteen osoitteeseen. Toisin sanoen lähiverkossa voidaan käyttää privaattiverkon osoitteita. Lähiverkon laitteiden kommunikoidessa julkisessa Internetissä olevien laitteiden kanssa niiden käyttämä privaattiosoite käännetään yleensä reitittimessä yhdeksi julkiseksi osoitteeksi. Lisäksi yhteydelle merkitään jokin vapaana oleva portti, jotta yhteys voidaan yksilöidä ja palaavat paketit löytävät takaisin oikealle sisäverkon laitteelle. (IETF RFC 3022 2001; Cygate 2006.)

### 7.5 Langaton lähiverkko kiinteän verkon jatkeena

Langaton lähiverkko toimii usein varsinaisen langallisen lähiverkon jatkeena ja näin ollen täydentää varsinaisen lähiverkon muodostamaa kokonaisuutta. Langaton verkko voi joko toimia langallisen verkon kanssa tasavertaisena liittymistapana tai vaihtoehtoisesti nk. vierailijaverkkona. Tasavertaisessa menetelmässä langattomaan verkkoon pääsevät kytkeytymään käyttäjät, joilla on oikeus kytkeytyä myös langalliseen verkkoon. Vierailijaverkko-mallissa langaton verkko on verkkovierailijoiden käytössä ja näin ollen irrotettu varsinaisesta yrityksen sisäisestä langallisesta lähiverkosta.



## 7.6 Laajaverkkoyhteys

Laajaverkkoyhteydellä tarkoitetaan liittymismenetelmää lähiverkosta julkiseen Internetiin. Laajaverkkoyhteyksiä tarjoavat paikalliset palveluntarjoajat, kuten tele- ja verkko-operaattorit. Liitännätapoja on monia, ja valittavana olevien yhteystapojen määrään vaikuttavat monet yksittäiset tekijät, kuten maantieteellinen sijainti, kaapeleiden tyyppi ja laatu sekä operaattorin tarjoamat vaihtoehdot. Valittaessa laajaverkkoyhteyttä lähiverkon liittämiseksi ulkomaailmaan on syytä ottaa huomioon tarjolla olevat vaihtoehdot ja käyttökustannukset suhteessa eri nopeusvaihtoehtoihin.

## 8 Toteutussuunnitelma eli verkkototeutuksen varsinaiset määrittelyt

Kappaleessa 3.5.2 päädyttiin käyttämään varsinaisena kaapelointijärjestelmänä uutta koko kiinteistön kattavaa yleiskaapelointijärjestelmää. Tähän kappaleeseen sisältyvät varsinaiset verkkosuunnitelman valinnat ja määrittelyt perusteluineen.

### 8.1 Aliverkkojen ja IP-osoitteiden määrittely (OSI L3)

Aliverkotus tarkoittaa tietyn loogisen verkon jakamista useampaan pienempään osaan, jolloin saavutetaan hyödyllisiä seikkoja kuten tietoturvallisuuden parantuminen ympäristössä, hallinnan helpottuminen ja verkon suorituskyvyn paraneminen.

Suunniteltu lähiverkko käyttää privaattikäyttöön osoitettua 10-verkkoa. Se on A-luokan verkko, mutta tehdään siitä B-luokan verkko käyttämällä aliverkonpeitettä 255.255.255.0. Tämä tarkoittaa sitä, että kaksi ensimmäistä oktetia osoittaa verkon osoitteen, kolmas oktetti aliverkon ja viimeinen oktetti laite-osan. Tällöin varataan jokaisen sisäisen sidosryhmän käyttöön yksi C-luokan 10-verkko. Laitteita jokaiseen aliverkkoon voidaan em. määrittelyn perusteella sijoittaa 253 (256 vähennettynä broadcast-osoitteella, verkko-osoitteella ja oletusyhdyskäytävän osoitteella). Aliverkot määritellään jaettavaksi reitittimen DHCP-palvelimelle edempänä määritettyjen virtuaalisten lähiverkkojen mukaisesti. Aliverkkomäärittely on esitetty seuraavassa taulukossa (taulukko 7).

Käyttäjärühmä	Aliverkko	Maski	Laiteosoitteet	Levitysviestiosoite
Palokunta	10.1.1.0	/24	10.1.1.2 - 10.1.1.254	10.1.1.255
Liiketila 1	10.1.2.0	/24	10.1.2.2 - 10.1.2.254	10.1.2.255
Liiketila 2	10.1.3.0	/24	10.1.3.2 - 10.1.3.254	10.1.3.255
Liiketila 3	10.1.4.0	/24	10.1.4.2 - 10.1.4.254	10.1.4.255
Asunto 1	10.1.5.0	/24	10.1.5.2 - 10.1.5.254	10.1.5.255
Asunto 2	10.1.6.0	/24	10.1.6.2 - 10.1.6.254	10.1.6.255
WLAN-käyttäjät	10.1.7.0	/24	10.1.7.2 - 10.1.7.254	10.1.7.255

Taulukko 6. Suunnitellun lähiverkon IP-osoitteistus aliverkotus huomioon ottaen

### 8.2 Lähiverkon yhdistäminen laajaverkkoon (OSI L3)

Suunniteltu lähiverkko ei edellytä minkään tietyn tyyppisen laajaverkkoyhteyden hankkimista, mutta yhteydeksi valittaneen aluepelastuslaitoksen kanssa jo keväällä 2008 sovittu paikallisen tele- ja verkko-operaattorin tarjoama ADSL-yhteys. Nopeudeltaan yhteys tulee olemaan 2 Mbit/s.

### 8.3 Virtuaalisten lähiverkkojen määrittely (OSI L2)

Virtuaaliset lähiverkot määritellään tässä aliverkoittain, mutta ennen kaikkea ottaen huomioon kiinteistössä toimivien verkonkäyttäjien tietoturvasuus. Näin ollen jokainen sisäiseen sidosryhmään kuuluva taho saa käyttöönsä oman virtuaalisen lähiverkon. Myös langaton verkko on oma VLANinsa. Virtuaaliset lähiverkot tulee konfiguroida kytkimien portteihin laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti. Määritykset käyvät ilmi seuraavasta taulukosta (taulukko 6).

Käyttäjärühmä	Aliverkko	VLAN:n numero
Palokunta	10.1.1.0/24	VLAN 101
Liiketila 1	10.1.2.0/24	VLAN 102
Liiketila 2	10.1.3.0/24	VLAN 103
Liiketila 3	10.1.4.0/24	VLAN 104
Asunto 1	10.1.5.0/24	VLAN 105
Asunto 2	10.1.6.0/24	VLAN 106
WLAN-käyttäjät	10.1.7.0/24	VLAN 107

Taulukko 7. Suunnitellun lähiverkon VLANien määrittely aliverkotus huomioon ottaen

#### 8.4 Lähiverkkototeutuksen ja topologian määrittely (OSI L1 & L2)

Viitaten aiemmin tässä työssä esiteltyihin Ethernet-toteutuksiin on tämän kiinteistön lähiverkkoratkaisuksi tässä suunnitelmassa valittu Ethernet 802.3ab (Gigabit Ethernet) ja toteutukseksi 1000Base-T (parikaapelissa), sillä nämä vastaavat hyvin sidosryhmien vaatimuksia tietoverkon kriteereistä. Kuten aiemmin on todettu, 1000Base-T kuuluu D-luokan sovelluksiin, jolloin taajuusvaatimuksena siirtomedialelle on 100 MHz. Kaapelityypin valinnassa tämä tietää siis vähintään kategoria 5 käyttämistä yleiskaapeloinnin perustana. Mutta koska yleiskaapeloinnin on tarkoitus olla mahdollisimman pitkäikäinen, valitsemme asennuskaapeliksi kategoria 6 mukaisen kierretyn parikaapelin standardinmukaisin RJ-45-liittimin. Verkon topologiaksi muodostuu kaikkien em. pohjalta tähtimäinen topologia.

Vierailijoille tarkoitettu langaton verkko (WLAN 802.11g) toimii kiinteistössä yhden tukiaseman voimin, ja tarkoituksena on kattaa sillä vähintään luokka- ja keittiötilat rakennuksen toisessa kerroksessa. Langattoman verkon tukiasemasijoitus näkyy pistepiirustusten yhteydessä samassa liitteessä. Tukiaseman pystytyksessä tulee huomioida riittävän vahvan salausalgoritmin asettaminen.

#### 8.5 Yleiskaapelointiin ja jakamoihin liittyvä suunnittelu (OSI L1)

Hankekiinteistöön kuuluu yksi rakennus, johon ei tällä hetkellä tule aluekaapeloinnin mukaisia aluekaapelia. Tästä syystä tässä suunnitelmassa ei oteta kantaa yleiskaapeloinnin aluekaapelointiosajärjestelmään. Kiinteistön kohtuulliset työtilaneliömetrit puoltavat vain yhden kerrosjakamon suunnittelua. Tällöin on järkevää suunnitella vain yksi jakamo, joka toimii kiinteistön yleiskaapeloinnin pääjakamona (talopakamo ja kerrosjakamo). Liitteissä on kuvattu tilan sijoitus kiinteistössä ja tilan laitekaapin lay-out-piirustus. Kyseinen jakamo on suunniteltu rakennuksen kellarikerrokseen sisältäen seuraavassa kuvatut laitteet ja järjestelmät:

- Laajaverkkoyhteyden mukainen aktiivilaite palomuuritoiminnoin
- Lähiverkon reititin DHCP-palvelimella ja subinterface-tuella
- Lähiverkkokytkin tai -kytkimet
- Kerroskaapeloinnin päätteet
- Kerroskaapeloinnin ristikytkentä
- Asiaankuuluva ilmanvaihto, valaistus, sähkönsyöttö, maadoitukset, laitetelineet, johdotitiet yms.

Varsinaisia kerroskaapeloinnin asennusreititejä ei ole tarkemmin määritelty tässä yhteydessä, joten ne voidaan toteuttaa verkkototeuttajan parhaan näkemyksen mukaisesti ottaen huomioon asiaan kuuluvat mitoitusäännöt. Työpisterasioiden sijoitus toteutetaan liitteessä olevien

pistepiirustusten mukaisesti ja niille vedetään tarvittava määrä korkeatasoisia kierrettyjä parikaapeleita. Työpisterasiaelementit käsittävät kukin kaksi liitäntää lähiverkolle ja kaksi liitäntää muihin sovelluksiin (esimerkiksi perinteinen puhelin). Vaatimusmäärittelyyn nähden työpisterasioiden määrää on hiukan suurempi laitemäärän mahdollisen kasvun takia.

## 8.6 Lähiverkon yleinen kuvaus

Liitteissä on kuvattuna verkon looginen ja fyysinen rakenne selkeyttämään tämän kappaleen kuvausta.

Laajaverkkoyhteys päätetään laajaverkkoyhteystyyppin määrittelemään palomuuritoiminnot sisältävään reitittimeen. Tästä laitteesta on mahdollista luoda myös nk. DMZ-alue (Demilitarized Zone) esimerkiksi mahdollisten www-palvelinten loogiseksi sijoituspaikaksi. DMZ:lla tarkoitetaan aluetta, joka kuuluu yrityksen sisäverkkoon, mutta on siitä kuitenkin eristettynä ja omaa avoimemman pääsyn sisäverkon tiettyyn määriteltyyn osaan. DMZ:tä ei tässä toteutuksessa suunnitella, mutta sille jätetään varaus toteutukseen. Laajaverkkoreitittimessä toimii myös varsinainen verkon palomuuuri, johon voidaan konfiguroida tarvittavat tietoturvapoliittikan mukaiset säännöt. Aluksi suositeltavaa on pitää palomuuuri mahdollisimman kiinni ja vasta tarpeiden käydessä ilmi avata esimerkiksi portteja eri palveluiden käyttöön.

Laajaverkkoreitittimeltä yhteys kulkee varsinaiseen lähiverkon reitittimeen korkeatasoisen kierretyn parikaapelin kautta. Lähiverkon reitittimen valinnassa täytyy huomioida se, että siinä on tuki nk. subinterface- ja DHCP-palvelimen toiminnoille. Subinterfacella tarkoitetaan yhden reitittimen fyysisen portin jakamista useaan virtuaalisen porttiin, jolloin jokaisen aliverkolle ja virtuaaliselle lähiverkolle ei tarvita omaa fyysistä liitäntäänsä. Useimmissa reitittimissä on vain muutama liitäntäpiste. Näin ollen reitittimeen konfiguroidaan yhteen liitäntään subinterfacet jokaiselle määritetyille aliverkolle ja DHCP-palvelin kytketään toimintaan jakamaan IP-osoitteita aliverkoittain subinterfacejen välityksellä.

Reitittimeltä yhteys viedään näin ollen yhtä fyysistä kaapelia pitkin edelleen lähiverkon kytkimelle porttiin, joka on konfiguroitu nk. trunk-portiksi. Trunk-portti on liitäntä, jonka kautta kaikkien virtuaalisten lähiverkkojen liikenne voi kulkea samanaikaisesti. Muuten kytkimen portit konfiguroidaan virtuaalisten lähiverkkojen mukaisesti niin, että jokaiselle työpisterasian dataliitännälle on oma konfiguroitu porttinsa kytkimessä. Kun kytkimeen on konfiguroitu tarvittava määrä portteja määritetyin virtuaalisin lähiverkoin, voidaan tehdä ristikytkentä kytkimestä ristikytkentätauluun ottaen huomioon ristikytkennän toisessa päässä sijaitsevien työpisterasioiden sijainti kiinteistön tiloissa.

## 9 Testaussuunnitelma

Tietojärjestelmien käyttöönotossa erittäin oleellinen vaihe on testauksen läpivienti aiemmin laaditun testaussuunnitelman mukaisesti. Pääasiallisena tarkoituksena on selvittää, täyttääkö toteutus sille aiemmin määritetyt vaatimukset, standardien mukaiset omat vaateet sekä miten mahdollisista vikatilanteista selvittää. Toisin sanoen testausvaiheen tarkoituksena on varmistaa verkon toiminnallisuus ja tehdä mahdollisesti vaadittavat muutokset eri osajärjestelmiin. Hakala & Vainio antavat esimerkin (2005, 410), jonka mukaan testausvaihe voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen: toiminnalliseen, määritystenmukaisuus- ja standardinmukaisuustestaukseen. Toiminnallinen testaus käsittää kaikkien asennettujen laitteiden ja kaapelointien yleisen testauksen. Määritystenmukaisuustestissä pyritään selvittämään, kuinka hyvin rakennettu järjestelmä vastaa suunnittelun mukaista vaatimusmäärittelyä. Standardinmukaisuustestissä taas tutkitaan toteutettua järjestelmää ja vertaillaan sitä siinä käytettyihin standardeihin sekä toteutetaan näiden määrittelemiä testaustoimenpiteitä. Testaussuunnitelma määrittelee eri testeille toteutettavat toimenpiteet ja antaa niistä hyväksyttävät tulokset joihin tulee päästä.

Testauksen tuloksena tulisi syntyä ainakin seuraavat testausdokumentit:

- Kuormitustestausdokumentti
- Virhemäärätestausdokumentti
- Yleiskaapelointistandardin mukaiset testausdokumentit

(Hakala & Vainio 2005, 410 - 411.)

Laajuudeltaan toteutussuunnitelman mukaisen tietoverkon testauksen tulee käsittää kaikkien asennettujen laitteiden ja järjestelmien läpikäynti, jotta voidaan taata verkon täysi toimivuus käyttöönottovaiheessa ja mahdollisissa poikkeustilanteissa. Tavoitteena on todeta verkon toimivuus niin normaali, kuin poikkeustilanteissakin. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että tietoverkko on toimintakykyinen myös suuremman rasituksen alaisena, eikä suuresta kuormituksesta aiheudu käyttäjille tietoliikennekatkoksia. Aikataulultaan testaus tulisi suorittaa heti toteutus- ja dokumentointivaiheiden jälkeen, eikä se saa jäädä käyttöönottovaiheen kanssa samanaikaiseksi tapahtumaksi. Testaukseen osallistuvat niin toteuttajataho kuin verkonylläpitäjät, ja menettelytapoina käytetään tässä kappaleessa kuvattuja menetelmiä niin, että niistä jää myös todisteet (nk. testausdokumentit).

## 9.1 Toiminnallinen testaus

Testaus aloitetaan käymällä läpi hankkeeseen liittyvät tilat ja niihin asennetut komponentit (nk. tilakatselmus). Katselmuksessa käydään läpi silmämääräinen arvio siitä, onko toteutusvaiheessa asennetut kaapelointijärjestelmä ja verkon laitteet sijoitettu suunnitelmien mukaisesti ja onko toteutunut asennustyö siistiä. Tämän jälkeen kaikki laitetilassa sijaitsevat verkon laitteet testataan niiden tarjoamien ominaisuuksien mukaisesti. Seuraavassa taulukossa (taulukko 8) on esitetty toiminnallisen testauksen verkon laitteisiin kohdistuvat toimenpiteet.

Laite	Testaustoimenpide	Hyväksyttävä tulos	Testin tulos
Laajaverkkoreititin	Laajaverkkoyhteyden toimivuus, saadaanko palveluntarjoajan jakama IP-osoite laitteelle	Laajaverkkoyhteys toimii ja IP saadaan operaattorilta	
Reititin	Reitittimen DHCP-palvelimen testaus aliverkoittain	DHCP jakaa IP:t oikein toteutussuunnitelman mukaisesti aliverkoittain	
Lähiverkkokytkin	Kytkimen virtuaalisten lähiverkkojen testaus	VLAN:t on määritetty oikein ja ristikytkentäkaapelit kytketty oikein VLAN:ittain	
Langattoman verkon yhdyspiste	Peittoalue	Kokoustila	

Taulukko 8. Verkon laitteisiin kohdistuvat testaustoimenpiteet

Toiminnalliseen testaukseen kuuluvat myös varsinaisen lähiverkon liikenne- ja kuormitustestaus sekä virhemäärätestaus. Nämä testit voidaan suorittaa esimerkiksi kahden lähiverkkoon kytketyn työaseman välillä erityisesti tämän tyyppiseen testiin soveltuvien sovellusten avustuksella. Sovellus testaa verkon maksimaalisen suorituskyvyn sekä pitää kirjaa mahdollisista lähetysvirheistä.

## 9.2 Määrittystenmukaisuustestaus

Tässä testausvaiheessa suoritetaan vertailu vaatimusmäärittelyssä kuvattujen ehtojen ja toteutuneiden vastaavien välillä. Seuraavassa taulukossa (taulukko 9) on kuvattuna vaadittavat

testaustoimenpiteet ja niiden hyväksyttävät testaustulokset. Hyväksyttävä testitulos on ehdoton saavutettava.

Testaustoimenpide	Testattava tila	Hyväksyttävä tulos	Testin tulos
Työasemien ja muiden verkkolaitteiden määrällinen kytkemismahdollisuus	Palokunta	6	
	Liiketilat 1-3	12	
	Asunnot 1-2	4	
	Langattoman verkon kantoalue	30	
Aliverkot ja virtuaaliset lähiverkot	Palokunta	10.1.1.0/24 ja VLAN 101 kaikissa tilan lähiverkko-työpisterasioissa	
	Liiketila 1	10.1.2.0/24 ja VLAN 102 kaikissa tilan lähiverkko-työpisterasioissa	
	Liiketila 2	10.1.3.0/24 ja VLAN 103 kaikissa tilan lähiverkko-työpisterasioissa	
	Liiketila 3	10.1.4.0/24 ja VLAN 104 kaikissa tilan lähiverkko-työpisterasioissa	
	Asunto 1	10.1.5.0/24 ja VLAN 105 kaikissa tilan lähiverkko-työpisterasioissa	
	Asunto 2	10.1.6.0/24 ja VLAN 106 kaikissa tilan lähiverkko-työpisterasioissa	
	WLAN-käyttäjät	10.1.7.0/24 ja VLAN 107 kaikissa WLAN-verkkoon kytkeytyvissä koneissa	
Lähiverkon nopeus	Kaikki fyysiset tilat	100 Mbit/s	
	Langattoman verkon kantoalue	54 Mbit/s	

Taulukko 9. Määrittystenmukaisuustestaus

### 9.3 Standardinmukaisuustestaus

Kaapelointijärjestelmän standardien mukaiset mittaukset tulee suorittaa aina niihin varta vasten suunnitelluilla digitaalisilla signaalintiprosessointia käyttävillä hyväksymismittareilla. Mittareilla (Kuva 9) on mahdollista löytää kaapelien katkokset, oikosulut sekä avoimet ja riskikkäiset parit. Mittari kertoo testauksen tulokset ja ilmoittaa onko saavutettu tulos sallituissa rajoissa vai ei. Tässä kappaleessa käydään lyhyesti läpi mittarin tekemistä testeistä ja niiden merkityksestä.



Kuva 9. Tietoverkon mittauksissa käytettävä mittauslaite (Rauno Alatalo 2008)

#### 9.3.1 Kulkuaikaviive-, pituus- ja johdotuksen oikeellisuus- testaus

Standardit määrittelevät kaapelityyppien maksimipituudet, joihin vaikuttavat kaapelimateriaalin vaimennus ja signaalin päästä päähän kulkemiseen käyttämä aika. Kaapelien pituudet eivät saa ylittää niille asetettuja maksimipituuksia. Kulkuaikaviive- ja pituusmittauksen tarkoituksena on testata lähiverkkosegmenttien pituudet ja signaalin etenemiseen käyttämä aika, nk. kulkuaikaviive. Kaapelin pituus saadaan mittaamalla ensin kaapelin kulkuaikaviive ja tämän jälkeen vertaamalla sitä ko. kaapelimateriaalin tavanomaiseen kulkuaikaviiveeseen. (Hakala & Vainio 2005, 60.)

Kierrettyssä parikaapelissa johtimien tulee olla kytkettynä liittimessä tiettyihin nastoihin, jotta välttyttäisiin yhteyden muodostumisen estymiseltä tai liialta ylikuulumiselta. Mittarit käyttävät nk. Wire Map -mittausta varmistamaan johtimien ja nastojen oikea kytkentä. (Hakala & Vainio 2005, 63.)

#### 9.3.2 Vaimennusmittaus

Yksinomaan kaapelin pituuden mittaus ei takaa standardin määrittelemää enimmäisvaimennusta kaapelissa, sillä myös liitokset ja liittimet heikentävät signaalin kulkua. Tästä syystä



kaapeleille on tehtävä myös varsinainen vaimennusmittaus, jonka tarkoituksena on testata todellinen signaalin vaimentuminen koko kaapelin pituuden matkalla. Hakala & Vainio kertovat teoksessaan (2005, 61), että vaimennuksen laskenta perustuu mittauksessa kaapeliin syötetyn signaalin tehon ja kaapelista pois tulevan signaalin tehon suhteeseen. Pienempi arvo merkitsee parempaa kaapelia vaimennuksen osalta. (Hakala & Vainio 2005, 61.)

### 9.3.3 Impedanssin ja ylikuulumisen mittaus

Impedanssimittauksen tarkoitus on selvittää kaapelin katkottomuus ja havaita oikosulut, vuotokohdat ja huonot liitokset. Mikäli havaitaan poikkeamia, tulee tämän jälkeen suorittaa kaapelitutkimittaus vikakohdan tai -kohtien paikantamiseksi. (Hakala & Vainio 2005, 62.)

Parikaapelissa johdinparit ovat kierrettyjä toistensa ympärille symmetrisesti. Tällä tavoin pystytään estämään vieraiden jännitteiden ja vieressä kulkevien metallijohtimien aiheuttama vaikutus lähetettävään signaaliin. Parikaapelin ylikuulumisessa osa lähetettävästä datasta aiheutuvasta sähkömagneettisen kentän energiasta indusoituu muihin pareihin. Tähän voi olla syynä huonosta parien kierrosta johtuvat epäsymmetrisyydet tai liittimien läheisyydessä liiaksi auki jäävä kierto. Energian Indusoituessa muihin pareihin ne saatetaan tulkita kokonaan varatuiksi medioiksi eikä lähetystä pystytä aloittamaan. Mahdollinen ylikuulumiskohta kaapelissa on mahdollista selvittää tutkimittauksella. (Hakala & Vainio 2005, 64 - 65; Ogletree 2001, 37.)

## 10 Jatkokehitys

### 10.1 Toteutus

Suunnitelmaa seuraa toteutusvaihe, johon sisältyvät tarvittavat laitehankinnat, varsinainen verkon rakentaminen ja asiaankuuluva dokumentointi. Kiinteistön tietoverkon rakentamisesta päättävä elin kilpailuttaa suunnitelman perusteella useita toteuttajatahoja ja valitsee itselleen parhaiten sopivan tarjouksen.

Hakalan & Vainion mukaan (2005, 410) toteutusvaiheessa pyritään aloittamaan varsinainen toteuttaminen suunnitelman pohjalta, mutta todellisuudessa suunnitelmia joudutaan vielä muuttamaan joidenkin yksityiskohtien osalta. Verkon toteutus noudattaa tässä työssä esitettyä toteutussuunnitelmaa.

### 10.1.1 Laitehankinnat

Verkon toteuttajaksi valitulle taholle annetaan valtuudet suorittaa tarvittavat laitehankinnat tämän lähiverkon toteutussuunnitelmassa esitettyjen määritysten mukaisesti ja näistä muodostuvien kustannusten täytyy olla eriteltynä tarjouksessa. Laitehankintoihin sisältyvät kaikki tarvittavat lähiverkkolaitteet aina aktiivilaitteista tarvittaviin asennusmateriaaleihin saakka.

### 10.1.2 Rakentaminen

Toteutusvaiheen varsinainen osuus on itse verkon rakennustyö kattaen yleiskaapeloinnin asennuksen ristikytkentöineen ja työpisterasioineen, datatilan rakentamisen, laiteasennukset ja tarvittavat laitteiden konfiguroinnit.

### 10.1.3 Dokumentointi

Dokumentoinnin roolia toteutusvaiheessa ei voida vähätellä, sillä hyvin toteutettu verkon dokumentointi edesauttaa koko järjestelmän ylläpidon vaivattomuutta ja selkeyttä. Dokumentoinnin tulee sisältää kaikki tehdyt asetukset ja täydentää niitä vielä lisäkommentoinneilla tarkoituksenaan vastata kysymyksiin, mitä asetuksia on tehty ja mihin ne on tehty. Varsinaiset dokumentoinnin tulokset tulevat verkonylläpitäjien käyttöön ja siksi niiden ei tarvitse olla asennusohjetasoisia, vaan ne voidaan suunnata IT-ammattilaisia silmällä pitäen. (Cisco Systems 2001, 13; Hakala & Vainio 2005, 410.)

## 10.2 Testaus

Testaus toteutetaan kappaleessa 9 laaditun testaussuunnitelman mukaisesti toteutusvaiheen jälkeen. Testauksen tuloksena syntyvät testauspöytäkirjat luovutetaan verkonylläpitäjälle.

## 10.3 Käyttöönotto

Käyttöönottovaihe on varsinaisen järjestelmän tuominen sen käyttäjien saataville. Siihen liittyvät lisäksi ylläpidon seurantatoimet ja sidosryhmien ohjeistaminen uuden järjestelmän käyttämisessä. ”Käyttöönottovaiheen dokumentteina toimivat erilaiset luovutus- ja loppudokumentit, joita tavarantoimittajat tai palveluntarjoajat laativat” (Hakala & Vainio 2005, 411).

## 10.4 Ylläpito ja laajennukset

Varsinaisesti tietojärjestelmäprojektin viimeinen vaihe on käyttöönottovaihe, mutta koko prosessiin liittyvät hyvin tiiviisti myös järjestelmän ylläpito ja sen hallinta. Ylläpito jätetään

yhdistyksen järjestelmävastaavan vastuulle, ja hänen tehtävänä on laatia dokumentit järjestelmään tehtävistä muutoksista ja laajennuksista. Näihin dokumentaatioihin kuuluvat käyttäjä- ja käyttöoikeusasetukset, aktiivilaitteisiin tehdyt konfiguraatiomuutokset ja ristikytkentäkortit jokaisesta ristikytkennästä. (Hakala & Vainio 2005, 411.)

Mikäli langattomalle verkolle on kysyntää sidosryhmien osalta koko kiinteistön alueella, voidaan suunnitella langattoman verkon laajentamista lisäämällä tukiasemien määrää.

## 10.5 Verkonhallinta

Verkonhallinta on vaihe, jossa järjestelmä on jo täysin käyttöön otettu ja sen varsinainen käyttö on rutinoitunut sidosryhmien osalta. Verkonhallinnan tavoitteena on ylläpitää riittävää tietoturvasoaa, havaita järjestelmien virheilmoituksia, tutkia käyttäjätoimia ja tarkkailla verkon suorituskykyä.

Verkonhallinnassa on mahdollista käyttää jotain keskitettyä hallintajärjestelmää tai hyödyntää tähän tarkoitukseen jokaisen laitteen omaa hallinnointikonsolia. Keskitetyt hallintajärjestelmät hyödyntävät jotain yleisesti käytössä olevaa verkonhallintaprotokollaa kuten SNMP:tä (Simple Network Management Protocol). Keskitetyn hallintajärjestelmän etuna on varsinkin isommassa ympäristössä vaivattomuus ja helppokäyttöisyys. Yhdistyksen tietojärjestelmävastaavan harteille jätetään sopivan verkonhallintajärjestelmän valinta. (Ogletree 2001, 46.)

## 11 Työn arviointi ja yhteenveto

Järvinen & Järvinen kertovat kirjassaan (2000, 102) seuraavasti: ”Jotta tiedettäisiin, saavutettiinkö hyödyllinen tulos, uutta innovaatiota on myös arvioitava”. Kun toteutusprosessissa konkreettisen tuotteen sijasta jäädään vain suunnitteluasteelle, tulee suunnitelman olla niin jäsentynyt, että sen perusteella pystytään varmasti päättämään, miten suunnitelmassa kuvattuun tavoitetilään päästään (Järvinen & Järvinen 2000, 102).

Tämän työn hyödyllisyys testataan todella vasta siinä vaiheessa, kun varsinainen toteutusvaihe käynnistyy, mutta työn laatua voidaan arvioida jo pelkästään suunnitelmanakin. Suunnitelma tulisi nähdä tarkastelun alla niin, että voitaisiin huomata mahdolliset puutteet tai epäkohdat.

Tämän hankkeen tuloksena syntyi omasta mielestäni kokonaisvaltainen, useita tärkeitä seikkoja huomioon ottava, ennen kaikkea laadukas ja toteutuskelpoinen lähiverkkosuunnitelma kohdeyhdistyksen kohdekiinteistöön sisältäen sekä toteutus- että testaussuunnitelman. Toivon yhdistyksen päättävän elimen suhtautuvan työssä esitettyihin jatkokehitysehdotuksiin

avoimin mielin ja päättäessään toteuttaa lähiverkon hyödyntää tätä opinnäytetyötä suunnittelun pohjana.

Tavoitteena oli toteuttaa varteenotettava suunnitelma, mutta ennen kaikkea sidosryhmät ja näiden vaatimukset huomioon ottava kokonaisuus. Tässä onnistuttiin hyvin, sillä sidosryhmät kartoitettiin tarkasti ja näiden asettamat vaateet verkolle käytiin huolellisesti läpi.

Opinnäytetyön tekijänä opin runsaasti tietoverkon suunnittelusta ja siitä, kuinka monista pienistä palasista lähiverkon suunnittelutyö koostuu. Lisäksi kaapelointijärjestelmän suunnittelun aikana konkretisoitui todella se, miten vaikea näin vanhaan kiinteistöön on suunnitella järkevästi toimiva ja standardit täyttävä järjestelmä. Kaiken kaikkiaan olen iloinen, että sain mahdollisuuden olla mukana hankkeessa ja varsinkin siitä, että roolini kyseisen tietojärjestelmäprosessin vaiheissa oli alkuperäistä suurempi.

## Termistö

802.3x	IEEE:n määritelmä Ethernet-lähiverkoille.
802.11x	IEEE:n määritelmä langattomille lähiverkoille.
ADSL	Laajaverkkoliitännätapa (Asymmetric Digital Subscriber Line).
Aliverkko	Loogisesta IP-verkosta pilkottu pienempi osa.
Aliverkonpeite	Kertoo mikä osa IP-osoitteesta on verkko-osaa ja mikä laiteosaa. Aliverkonpeitteen esitystapa voi olla esimerkiksi 255.255.255.0 tai /24.
Anycast	Jokulähetys, viestin lähetys ryhmälle niin, että vain yksi ryhmän jäsen saa viestin.
Arkkitehtuuri	Tietoliikenteessä yhteyskäytäntöjen eli protokollien muodostamia kokonaisuuksia esimerkiksi TCP/IP-protokollapino.
Broadcast	Yleislähetys, viestin lähetys niin, että jokainen samassa aliverkossa oleva saa viestin.
CAN	Kampusverkko (Campus Area Network).
CAT	Kategoria (Category); kupariset kierretyt parikaapelit on jaettu ominaisuuksiensa mukaan eri kategorioihin.
CSMA/CD	Ethernetin väylävarausmenetelmä (Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection).
DHCP	Protokolla, jonka tarkoitus on jakaa uudelle verkkoon liittyvälle laitteelle IP-osoite ja muita tarpeellisia tietoja (Dynamic Host Configuration Protocol).
DMZ	Demilitarisoitu alue (Demilitarized Zone); osa yrityksen verkkoa, mutta erotettu varsinaisesta sisäverkosta. DMZ-alueella sijaitsee yleensä palveluita, joita julkisesta verkosta on tarve päästä käyttämään, esimerkiksi WWW-palvelin.

DNS	Nimipalvelu (Domain Name Server), jonka tehtävänä on muuntaa nimet IP-osoitteiksi.
Ethernet	Yleisin käytössä oleva lähiverkkotekniikka sisältäen useita IEEE:n määrittämiä ja standardeja. Ethernet käyttää CSMA/CD-väylävaraustekniikkaa.
Fast Ethernet	Perinteisen Ethernetin kehittyneempi versio hyödyntäen kuitenkin samaa väylävarausmenetelmää ja tarjoten nopeuden 100Mbit/s. Vaatii vähintään CAT5-tasoisin kaapeloinnin.
GAN	Globaaliverkko (Global Area Network).
Gigabit Ethernet	Ethernetin kanssa yhtenäistä väylävarausmenetelmää käyttävä nopeudella 1000Mbit/s toimiva Ethernetin versio. Vaatii vähintään CAT5e-tasoisin kaapeloinnin.
HomePNA	Lähiverkkotekniikka, joka on suunnattu käytettäväksi valmiiksi asennetussa puhelinparikaapelissa esimerkiksi vanhoissa taloissa. Enimmäisnopeudet ovat 1Mbit/s (v1.0) ja 10Mbit/s (v2.0).
IEEE	IEEE on kansainvälinen tekniikan alan järjestö (Institute of Electrical and Electronics Engineers).
IP	IP (Internet Protocol) on TCP/IP-protokollapinon verkkokerroksen protokolla, jonka tehtävänä on IP-pakettien välitys lähettäjän ja vastaanottajan välillä.
IP-osoite	Yksilöllinen loogisen osoitteiston numerosarja, jonka jokainen IP-verkkoon liitetty laite tarvitsee kommunikoidakseen verkossa.
ITU	Kansainvälinen televiestintäliitto (International Telecommunication Union).
LAN	Lähiverkko (Local Area Network).

MAC-osoite	Ethernet-verkossa toimivan jokaisen laitteen yksilöllinen numerosarja, jonka perusteella Ethernet-kehykset voidaan toimittaa perille lähettäjältä vastaanottajalle.
MAN	Kaupunkiverkko (Metropolitan Area Network).
Maski	Aliverkon peite (Subnet Mask).
Multicast	Ryhmälähetys, viestin lähetys niin, että jokainen ryhmään kuuluva saa viestin.
NAT	Osoitteenmuunnos (Network Address Translation), tarkoittaa loogisen osoitteen muuttamista toiseksi.
OSI-malli	OSI-referenssimalli (Open Systems Interconnection Reference Model) on tietoliikenteen protokollapinoa kuvaava malli, joka ei ole varsinaisesti käytössä.
PAN	Henkilökohtainen verkko (Personal Area Network).
PAT	Porttimuunnos (Port/Address Translation) on eräs NAT:n käytetyimmistä menetelmistä. Siinä kaikki sisäverkon privaattiosoitteita käyttävät laitteet liikennöivät julkisessa verkossa yhdellä ja samalla julkisella IP-osoitteella käyttäen yhteyksiinsä eri porttinumeroita.
Protokolla	Protokolla eli yhteyskäytäntö määrittelee, miten tietoa tulee osapuolten välillä vaihtaa.
RJ-45	Yleisin liittintyyppi kierretulle parikaapelille.
SNMP	Verkonhallintaan tarkoitettu protokolla (Simple Network Management Protocol).
TCP	TCP on TCP/IP-protokollapinon kuljetuskerroksen yhteydellinen protokolla, jonka tehtävänä on huolehtia IP-pakettien perille saattamisesta.

TCP/IP	TCP/IP -protokollapino on yleisin tietoliikenteen protokollia ja niiden suhteita määrittelevä arkkitehtuuri.
UDP	UDP on TCP/IP-protokollapinin kuljetuskerroksen yhteydetön protokolla.
Unicast	Yksittäislähetys, viestin lähetys niin, että vain yksi vastaanottaja saa viestin.
VLAN	Virtuaalinen lähiverkko (Virtual LAN).
WAN	Laajaverkko (Wide Area Network).
WLAN	Langaton lähiverkko (Wireless Local Area Network).
WWW-palvelin	Palvelin, joka tarjoaa käyttäjilleen html-sivuja http-protokollan välityksellä.
Yleiskaapelointi	Sovellusriippumaton siirtotiejärjestelmä, joka tarjoaa yhteisen kaapeloinnin ja siirtotien esimerkiksi puheelle ja datalle.



## Lähteet

## Kirjalliset ja julkaistut lähteet:

Allen, J. 2002. CERT - Verkkotietoturvan hallinta. Suomentaja Toivonen, A. Helsinki: Edita IT Press.

Cygate Oy. 2006. Cygate Academy Datatietoliikenteen perusteet. Cygate.

Granlund, K. 2007. Tietoliikenne. 3. uud. laitos. Jyväskylä: WSOYpro/Docendo.

Hakala, M. & Vainio, M. 2005. Tietoverkon rakentaminen. 2. uud. laitos. Jyväskylä: Docendo.

Jaakohuhta, H. 2000. Lähiverkot - Ethernet. 2. painos. Helsinki: Edita IT Press.

Järvinen, P. & A. 2000. Tutkimustyön metodeista. Tampere: Opinpajakirja.

Ogletree, T. 2001. Verkot. Suomentaja Ilkka, J. Helsinki: Edita IT Press.

Puska, M. 1999. Lähiverkkojen tekniikka - pro training. Helsinki: Suomen Atk-kustannus.

Spurgeon, C. 2001. Ethernet - tehokäyttäjän opas. Suomentaja Torkkeli, R. Helsinki: Satku.

Wendell, O. 2007. CCENT/CCNA ICND1 Official Exam Certification Guide. 2. painos. Indianapolis: Cisco Press.

Wendell, O. 2007. CCNA ICND2 Official Exam Certification Guide. 2. painos. Indianapolis: Cisco Press.

## Sähköiset lähteet:

Rauno Alatalo. 2008. Lähiverkkotesteri SC6106-A - ATK-palvelu Rauno Alatalo. Viitattu 10.12.2008. <http://www.tietokonekorjaamo.fi/?1,lahiverkkotesteri-sc6106-a>

Cisco Systems. 2001. Network Design - How To. Viitattu 21.10.2008. <http://users.evtek.fi/~k0301462/CCNA1case/Network%20Design%20Example.ppt>

IEEE. 1985. 802.2 Logical link control. Viitattu 24.11.2008. [http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?tp=&isnumber=1313&arnumber=30705&punumber=2382](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?tp=&isnumber=1313&arnumber=30705&punumber=2382)

IEEE. 1990. 802 IEEE Standards for local and metropolitan area networks: overview and architecture. Viitattu 24.11.2008. [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs\\_all.jsp?tp=&isnumber=9800&arnumber=467387&punumber=3249](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?tp=&isnumber=9800&arnumber=467387&punumber=3249)

IEEE. 1997. 802.11 IEEE Std 802.11-1997 Information Technology-telecommunications And Information exchange Between Systems-Local And Metropolitan Area Networks.specific Requirements-part 11: Wireless Lan Medium Access Control (MAC) And Physical Layer (PHY) Specifications. Viitattu 24.11.2008. [http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?tp=&isnumber=14251&arnumber=654749&punumber=5258](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?tp=&isnumber=14251&arnumber=654749&punumber=5258)

IEEE. 2003. 802.11g IEEE standard for information technology- telecommunications and information exchange between systems- local and metropolitan area networks- specific requirements Part II: wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications. Viitattu 24.11.2008.

[http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs\\_all.jsp?tp=&isnumber=27242&arnumber=1210624&pu number=8601](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?tp=&isnumber=27242&arnumber=1210624&pu number=8601)

IETF. 1980. RFC 768 - User Datagram Protocol. Viitattu 24.11.2008.  
<http://tools.ietf.org/html/rfc768>

IETF. 1981. RFC 791 - Internet Protocol. Viitattu 24.11.2008.  
<http://tools.ietf.org/html/rfc791>

IETF. 1981. RFC 793 - Transmission Control Protocol. Viitattu 24.11.2008.  
<http://tools.ietf.org/html/rfc793>

IETF. 1984. RFC 920 - Domain requirements. Viitattu 3.12.2008.  
<http://tools.ietf.org/html/rfc920>

IETF. 1989. RFC 1122 - Requirements for Internet Hosts - Communication Layers. Viitattu 24.11.2008. <http://tools.ietf.org/html/rfc1122>

IETF. 1993. RFC 1531 - Dynamic Host Configuration Protocol. Viitattu 3.12.2008.  
<http://tools.ietf.org/html/rfc1531>

IETF. 1997. RFC 2131 - Dynamic Host Configuration Protocol. Viitattu 25.11.2008.  
<http://tools.ietf.org/html/rfc2131>

IETF. 2001. RFC 3022 - Traditional IP Network Address Translator. Viitattu 3.12.2008.  
<http://tools.ietf.org/html/rfc3022>

IETF. 2002. RFC 3439 - Some Internet Architectural Guidelines and Philosophy. Viitattu 24.11.2008. <http://tools.ietf.org/html/rfc3439>

Jakobsson, N. 2007. Sähköverkko muuttuu lähiverkoksi. Viitattu 21.10.2008.  
<http://mikropc.net/rml/arkisto/mikropc/pdf/1904200760.pdf>

Jousjärvi, A. 2006. Tuomarilan historiaa 1900-luvun alusta. Viitattu 5.11.2008.  
<http://www.tuomarila.fi/perinne/lipas/historia.html>

Koukkunen, K. 2007. Tuomarilan VPK:n historiaa ja nykyisyyttä. Viitattu 17.10.2008.  
<http://www.tuomarilanvpk.net/historia.html>

Melart-Data. Yleiskaapeloinnin uusi standardi EN 50173-1. Viitattu 21.10.2008.  
<http://users.evtek.fi/~k0301462/CCNA1case/EN50173-1.pdf>

Opetushallitus. Etälukio - Yrittäjyysväylä. Viitattu 4.11.2008.  
<http://www2.edu.fi/yrittajyysvayla/?page=227>

Tuomarilan VPK. 2008. Viitattu 17.10.2008. <http://www.tuomarilanvpk.net/index.html>

Wintel Finland. HomePNA - Laajakaista. Viitattu 26.10.2008.  
<ftp://ftp.wintel.fi/docs/Kiss/Laajakaista/HomePNA-Laajakaista.pdf>

#### Opinnäytetyöt:

Juvonen, J. & Välimäki, K. 2005. Lähiverkon kerroskaapeloinnin dokumentointi. Laurea-ammattikorkeakoulu. Laurea Leppävaara. Espoo. Opinnäytetyö.

Viitala, T. 2008. Neon-laboratorion tietoverkon suunnittelu, rakentaminen ja dokumentointi. Laurea-ammattikorkeakoulu. Laurea Leppävaara. Espoo. Opinnäytetyö.

Muut julkaisemattomat lähteet:

Hällström. 1946. Tuomarilan VPK:n omistaman kiinteistön alkuperäiset pohjapiirustukset.  
Espoo.

## Kuvaotsikkoluettelo

Kuva 1. Kohdekiinteistö Palotieltä kuvattuna.....	8
Kuva 2. Tietojärjestelmän/ -verkon toteutusprosessi.....	11
Kuva 3. OSI-viitekehys.....	17
Kuva 4. TCP/IP-protokollaperhe.....	18
Kuva 5. IP-osoiteluokat ja privaattiosoiteavaruudet .....	19
Kuva 6. Toistimella ja kytkimellä rakennetut Ethernet-verkot.....	23
Kuva 7. Kaapeloinnin osajärjestelmät.....	27
Kuva 8. Erityyppisiä työpisterasioita .....	29
Kuva 9. Tietoverkon mittauksissa käytettävä mittauslaite (Rauno Alatalo 2008) .....	39

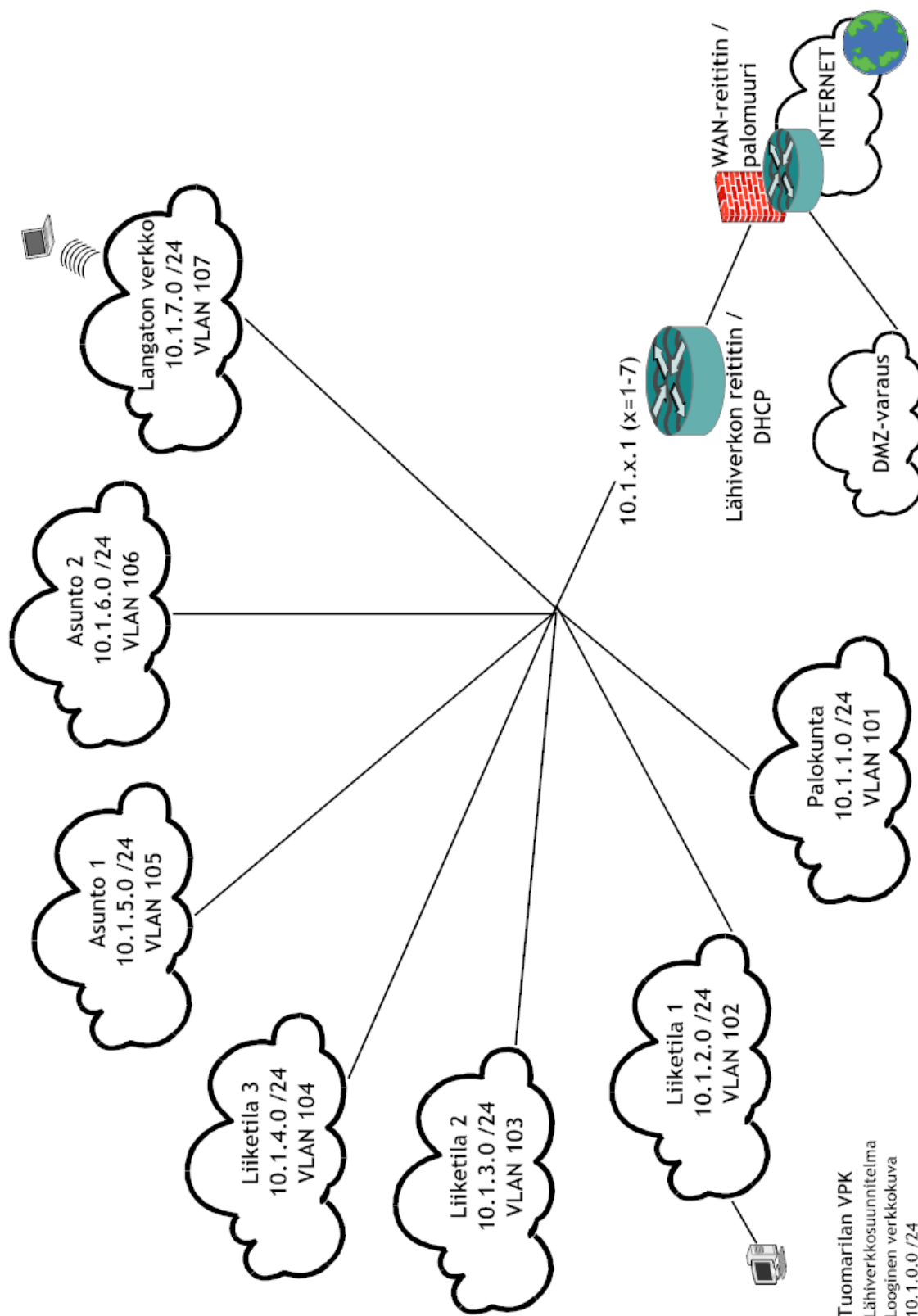
## Taulukkuuettelo

Taulukko 1. Sidosryhmien vaatimukset tietoverkollle.....	13
Taulukko 2. TCP/UDP-porttiavaruus.....	20
Taulukko 3. Yleisimmät Ethernet-standardit IEEE:n määrityksissä.....	24
Taulukko 4. Kanavien ja siirtoteiden luokat sekä niiden sovellusvaihtoehdot .....	28
Taulukko 5. Kuparisen kierretyn parikaapelin tärkeimmät kategoriat .....	28
Taulukko 6. Suunnitellun lähiverkon IP-osoitteistus aliverkotus huomioon ottaen.....	33
Taulukko 7. Suunnitellun lähiverkon VLANien määrittely aliverkotus huomioon ottaen	33
Taulukko 8. Verkon laitteisiin kohdistuvat testausmenpiteet .....	37
Taulukko 9. Määrittysten mukaisuustestaus.....	38

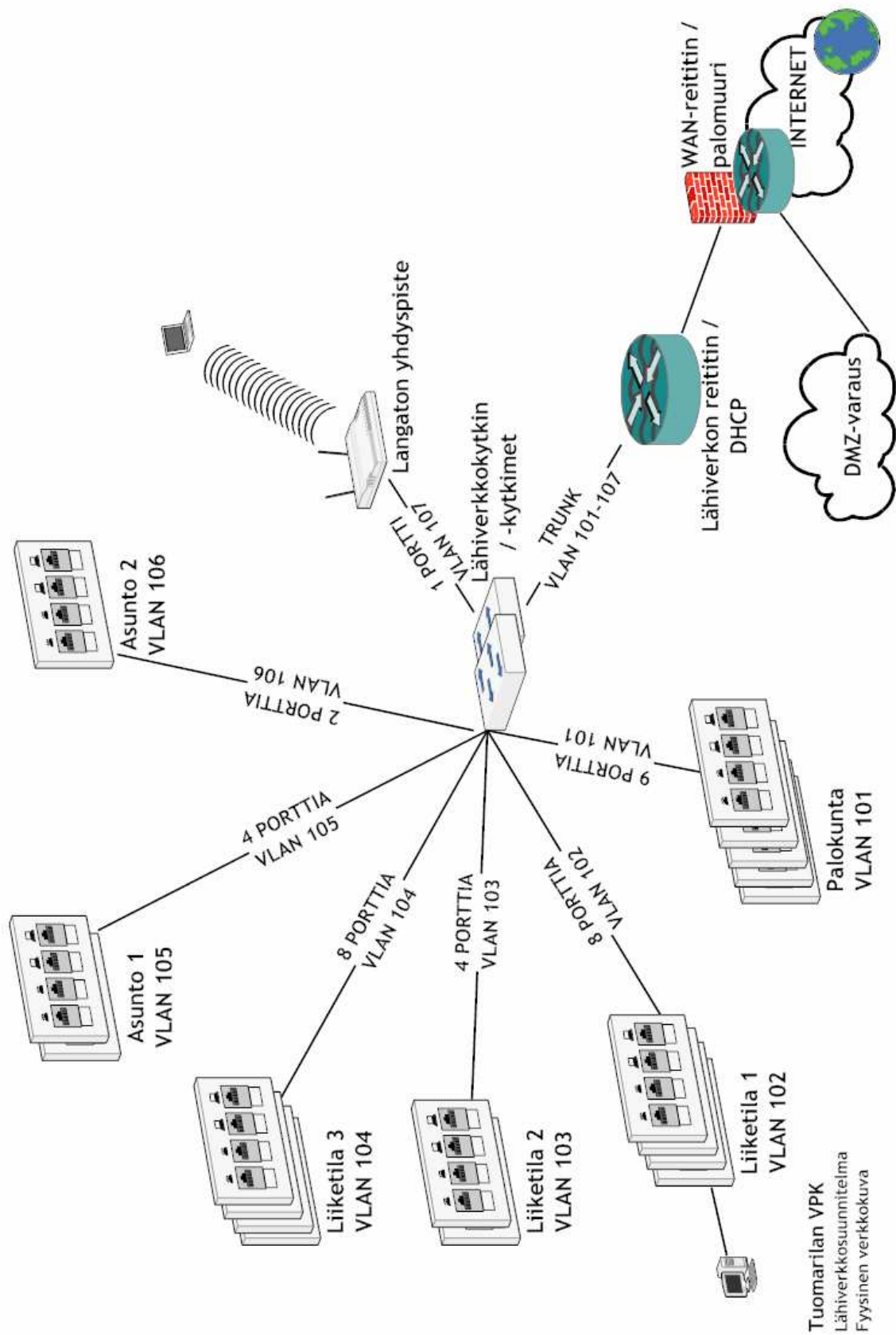
## Liitteet

Liite 1 Looginen verkkokuva .....	54
Liite 2 Fyysinen verkkokuva .....	55
Liite 3 Datatilan laitekaapin lay-out-piirustus .....	56
Liite 4 Datatila- ja työpisterasiasuunnitelma, Kellarikerros.....	57
Liite 5 Datatila- ja työpisterasiasuunnitelma, 1. kerros .....	58
Liite 6 Datatila- ja työpisterasiasuunnitelma, 2. kerros .....	59

Liite 1 Looginen verkkokuva



Liite 2 Fyysinen verkkokuva





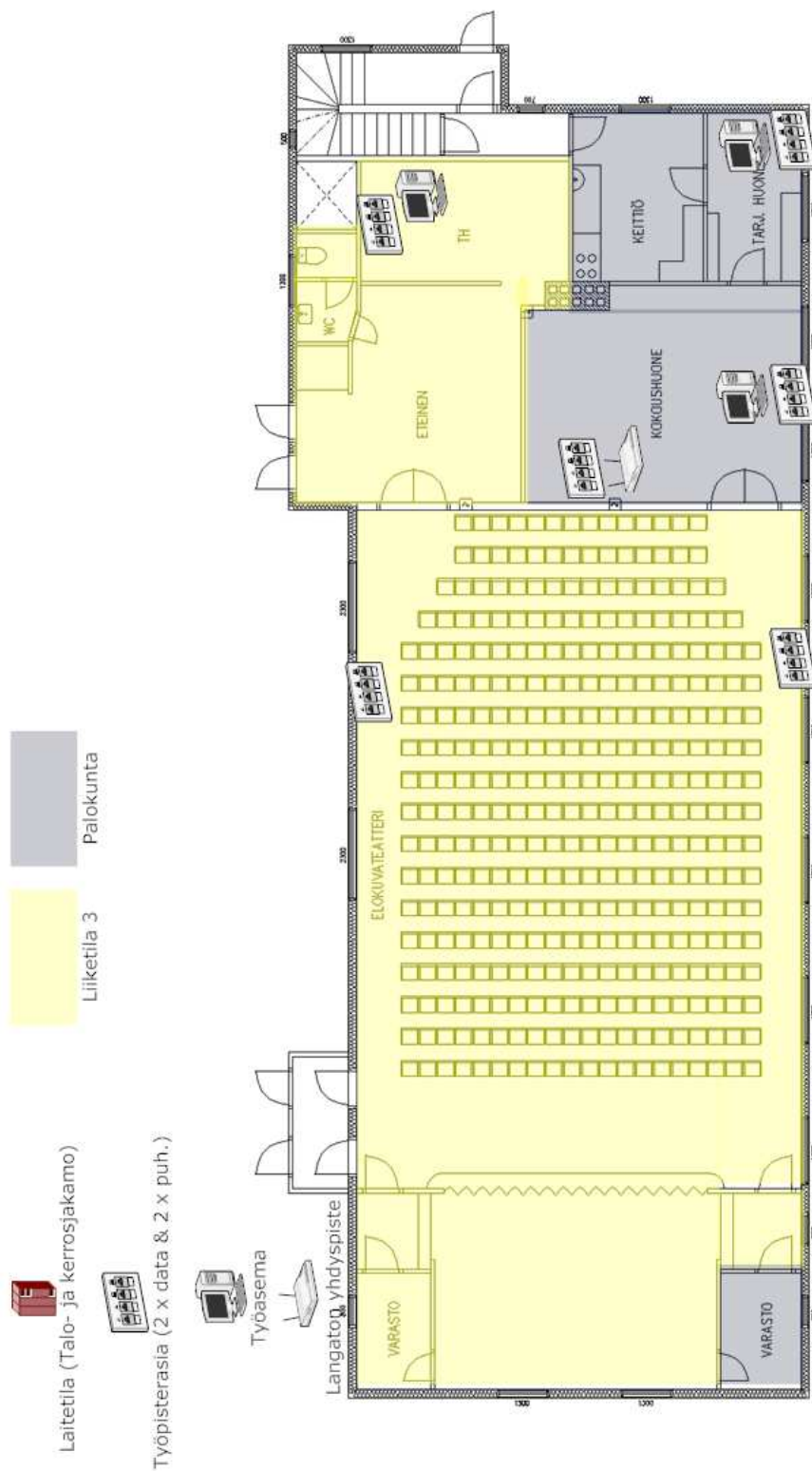
Liite 3 Datatilan laitekaapin lay-out-piirustus



Tuomarilan VPK  
Lähiverkkosuunnitelma  
Laitekaapin lay-out-piirustus  
Talo- ja kerrosjakamo



Liite 5 Datatila- ja työpisterasiasuunnitelma, 1. kerros



**Tuomarilan VPK**  
Lähiverkkosuunnitelma  
Datatila- ja työpisterasiasuunnitelma  
1. Kerros

