



LAUREA

# IT-infrastruktuurin suunnittelu moni- toimihallille



Rabb, Heidi

Kouhia, Markus

2009 Laurea Leppävaara

Laurea-ammattikorkeakoulu  
Laurea Leppävaara

## IT-infrastruktuurin suunnittelu monitoimihallille

Heidi Rabb, Markus Kouhia  
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma  
Opinnäytetyö  
Tammikuu 2009

Heidi Rabb, Markus Kouhia

### IT-infrastruktuurin suunnittelu monitoimihallille

Vuosi 2009

Sivumäärä 38+22

---

Tämä opinnäytetyö käsittelee IT-infrastruktuurin suunnittelua monitoimihallille. Monitoimihallia, jolle suunnitelma on tehty, ei vielä ole rakennettu. Monitoimihallin rahoituskeskustelut ovat loppusuoralla ja rakennuksen on tarkoitus alkaa alkukesästä 2009. Monitoimihallin tulevaa nimeä ja sijaintia ei ole paljastettu tässä opinnäytetyössä, koska hanke ei ole vielä julkinen.

Opinnäytetyö on tehty kiinteistöyhtiölle, joka on vastuussa hallin rakennuttamisesta. Monitoimihalli tullaan rakentamaan kasvavaan kuntaan, jossa on suuri tarve paremmille liikuntamahdollisuuksille. Monitoimihallissa tulee olemaan mahdollista harrastaa monia ryhmä- sekä yksilöurheilulajeja, virkistäytyä sekä järjestää erilaisia yleisötapahtumia.

Yritys, jolle IT-infrastruktuuri on suunniteltu, on hyvin pieni. Henkilöstöä on vähän, ja IT-infrastruktuurin suorituskyvyn vaatimukset eivät ole suuret. Suunnitelmasta on tehty mahdollisimman kokonaisvaltainen ja siinä on jätetty varaa kasvulle. Suunnitelman toteuttaminen ei ollut osa tätä opinnäytetyötä, vaan se tulee olemaan oma projektinsa.

Suunnitelmassa on keskitytty laitteistoon, mutta myös ohjelmistoja on mietitty siltä osin, että minkä tyyppisiä ohjelmistoja hallissa tullaan tarvitsemaan. Suunnitelma on tehty tarvekartoituksen pohjalta. Tarvekartoituksessa selvitettiin, millaisia toimintoja hallissa tulee olemaan, kuinka paljon henkilöstöä tarvitaan ja mitä he vaativat IT-ratkaisuilta työtehtäviensä hoitamiseksi.

Asiasanat: IT-infrastruktuuri, palvelin, kaapelointi, tietoliikennekomponentit, vlan, wlan tietoturva, OSI-malli, POE

Heidi Rabb, Markus Kouhia

### Designing an IT infrastructure for a sports centre

Year 2009

Pages 38+22

---

This thesis is about planning an IT infrastructure for a sports centre that has not been built yet. Financing negotiations for the sports centre are almost finalized and the building of the centre is planned to start in the beginning of summer 2009. The name and location of the sports centre to be are not revealed in this thesis because the project is not public yet.

The thesis has been completed for the real estate company in charge of having the sports centre built. The sports centre will be built in a fast growing town, which has a big demand for better exercising possibilities. The sports centre will provide the opportunity to do many different types of sports individually or in a group. It will also provide possibilities for relaxing and arranging events.

The company the IT infrastructure is designed for is very small with few employees and low demands for the capacity of the IT infrastructure. The plan has been made as comprehensive as possible and there is also room left for expansion in the plan. Implementation of the plan was not a part of this thesis. The Implementation of the IT infrastructure will be another project.

The plan is concentrated on hardware. Software has been considered only provisionally to determine what types of software will be needed. The plan is based on an exploratory study of demand. In the exploratory study was researched what activities there will be in the sports centre, how many employees it will have and what is their demand for the IT infrastructure to carry out their work assignments.

Key words: IT infrastructure, a server, cabling, network devices, vlan, wlan IT security, OSI-model, POE

## Sisällys

1	JOHDANTO.....	7
2	LÄHTÖKOHDAT.....	8
2.1	Tavoitteet .....	8
2.2	Rajaukset .....	8
2.3	Älytalaratkaisut.....	9
2.4	Keskeisiä käsitteitä .....	9
2.4.1	IT-infrastruktuuri .....	9
2.4.2	Palvelin.....	10
2.4.3	Kaapelointi .....	10
2.4.4	Tietoliikennekomponentti .....	10
2.4.5	Vlan .....	10
2.4.6	Wlan .....	10
2.4.7	Tietoturva .....	11
2.4.8	OSI- malli .....	11
2.4.9	PoE.....	12
3	MONITOIMIHALLI.....	13
3.1	Liikuntatilojen tarveselvitys .....	13
3.2	Salibandy .....	14
4	TARVEKARTOITUS .....	14
4.1	Henkilöstön suuruus .....	15
4.2	Toiminnot.....	15
4.3	Www-sivut .....	16
4.4	Internet-yhteys .....	16
4.5	Wlan asiakkaiden käyttöön .....	16
4.6	Suorituskyvyn vaatimukset .....	16
4.7	Vaatimusmäärittely .....	17
4.8	Käyttötapaus .....	18
5	INFRASTRUKTUURIN SUUNNITTELU.....	18
5.1	Internet-palveluntarjoaja .....	18
5.2	Kaapelointi .....	19
5.2.1	Parikaapeli .....	19
5.2.2	Valokuitu.....	20
5.3	Kaapelityypin valinta .....	20
5.4	Tietoliikennekomponentit .....	22
5.4.1	Kytkimet .....	24
5.4.2	Reitittimet.....	25

5.5	Wlan .....	25
5.6	Valvontakamerat .....	26
5.7	Palvelin .....	26
5.8	Palvelimen käyttöjärjestelmä .....	28
5.9	Työasemat .....	28
5.10	Ohjelmistot .....	29
5.11	Käyttöjärjestelmä .....	29
5.12	Tulostimet.....	30
5.13	Palvelinhuone.....	30
5.14	Laitekaapit .....	31
5.15	UPS .....	31
5.16	Tietoturva .....	31
5.17	Www-sivut.....	32
5.18	Ajanvarausjärjestelmä .....	33
5.19	Sähköposti.....	33
5.20	Kustannusarvio .....	33
6	YHTEENVETO .....	34
7	ARVIOINTI.....	35
8	OPINNÄYTEYTÖPROSESSISTA .....	35

LÄHTEET

LIITTEET

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli suunnitella IT-infrastruktuuri monitoimihallille. Suunnitelma on laadittu huolella. Suunnitelmassa on pyritty ottamaan huomioon kaikki mahdollinen ja sen perusteella voidaan toteuttaa toimiva IT-infrastruktuuri. Suunnittelussa on käytetty hyväksi OSI-mallia ja sen kaikkia seitsemää kerrosta sovelluksista fyysiseen kaapelointijärjestelmään.

Monitoimihallia, josta työssä puhutaan ja jolle suunnitelma on tehty, ei ole vielä rakennettu. Hallin rahoituskeskustelut alkavat olla päätöksessä ja rakentaminen on suunniteltu aloitettavaksi alkuvuodesta 2009. Koska hallin rakennusta ei ole vielä aloitettu, ei sen nimeä ja tulevaa sijaintia paljasteta tässä opinnäytetyössä.

Opinnäytetyö on tehty yhteistyössä hallin rakennuttamisesta vastaavan kiinteistöyhtiön edustajien kanssa. Kiinteistöyhtiöltä on saatu kaikki suunnitteluun tarvittavat tiedot, kuten esimerkiksi hallin pohjapiirustus.

Opinnäytetyön toisessa luvussa käydään läpi opinnäytetyöprojektin lähtökohtia ja alkutilannetta. Luvussa selvennetään, miksi juuri tämä aihe on valittu opinnäytetyölle sekä tilanteen monitoimihallin kohdalla projektin alkaessa.

Monitoimihalli on esitelty kolmannessa luvussa. Esittelyssä kerrotaan keskeisimmät asiat liittyen hallin käyttötarkoitukseen sekä selvitetään, miksi halliprojektiin on lähdetty.

Neljännessä luvussa käsitellään tarvekartoitusta, joka oli yksi tärkeimmistä opinnäytetyöprojektin vaiheista. IT-infrastruktuurin suunnittelu lähtee aina tarvekartoituksesta. Ratkaisut suunnitellaan asiakkaalle asiakkaan omien tarpeiden ja vaatimusten perusteella. Tarvekartoitus on tehty pääasiassa kiinteistöyhtiön edustajien kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta.

Viidennessä luvussa esitellään valmis suunnitelma IT- infrastruktuurista. Suunnitelmaa on havainnollistettu kuvilla, joista osa on liitetty tekstiin ja osa on työn liitteinä.

Kuudennessa luvussa ja seitsemän käydään läpi valmista suunnitelmaa, arvioidaan sen onnistumista sekä kerrotaan hieman itse opinnäytetyöprosessista sekä IT- infrastruktuurin suunnittelusta.

## 2 LÄHTÖKOHDAT

Kun IT-infrastruktuurin suunnittelu alkoi, eivät rakennuttajat vielä olleet ajatelleet asiaa. Tämän opinnäytetyön tekijät tarjoutuivat suunnittelemaan IT- ratkaisut opinnäytetyöhönsä. Suunnittelua varten saatiin käyttöön hallin pohjapiirustus sekä selvitys hallin tarkoituksesta ja toiminnasta. Näiden dokumenttien lisäksi tehtiin lukuisia haastatteluita.

Opinnäytetyön tekijöille mahdollisuus lähteä tähän projektiin oli hieno tilaisuus, koska IT-infrastruktuurin suunnittelu on suuri ja vaativa hanke, vaikka kyseessä olisikin pieni yritys. Huonosti tai virheellisesti suunnitellut ratkaisut eivät toimi tai aiheuttavat ongelmia myöhemmin. Vikojen etsiminen ja korjaaminen koko IT-infrastruktuurin toteuttamisen jälkeen voi olla kallista. Suunnitelma kannattaa tehdä myös mahdollisimman kokonaisvaltaisesti ja suunnitelmassa onkin mietitty muun muassa älytalaratkaisuja osana projektia.

Opinnäytetyön tekijät ovat molemmat erikoistuneet koulussa yritysten tietoverkkoihin, joten tämä projekti sopi opinnäytetyöksi hyvin. Suunnitelmassa päästiin hyvin pitkälle jo pelkästään aikaisemmin opitun tietämyksen perusteella, jota opinnäytetyön tekijät ovat molemmat saaneet koulun lisäksi työelämässä. Lisätietoa hankittiin ja syvällisempää tutkimusta tehtiin käyttäen hyväksi lähteitä.

### 2.1 Tavoitteet

Tavoitteena oli tehdä suunnitelma, joka toteutettuna olisi täysin toimiva. Opinnäytetyön tekijät olisivat valmiit toteuttamaan suunnitelman itse, mutta se on laadittu kuitenkin niin, että myös ulkopuolinen voi sen perusteella toteuttaa IT- infrastruktuurin. Kiinteistöyhtiöllä ei kuitenkaan ole velvoitetta käyttää suunnitelmaa, vaan he voivat ostaa ratkaisut muualtakin jollain kyseinen yritys suunnittelee ratkaisut itse. Suunnitelma on vain ehdotus, mutta tavoitteena on tietysti, että siitä on vähintäänkin apua IT-ratkaisun suunnitteluun. Suunnitelma luovutetaan kiinteistöyhtiölle, joka saa käyttää sitä hyväkseen näin tahtoessaan.

### 2.2 Rajaukset

Opinnäytetyöprojektiin ei liity suunnitelman toteuttamista. IT- infrastruktuurin rakentaminen monitoimihalliin tulee olemaan kokonaan oma hankkeensa. Suunnitelmassa on keskitytty pääasiassa fyysiseen infrastruktuuriin. Sovellusten kohdalla suunnitelma on vain suuntaa antava. Sovelluksia on mietitty vain siltä osin, mitä sovellusten määrä, käyttötarkoitus ja suorituskyky vaatimukset fyysisen infrastruktuurin suunnitteluun. Tarvittavia sovelluksia on mietitty tarvekartoituksen yhteydessä. Kameravalvonnan osalta on mietitty tekniikkaa, jolla valvonta voi-



daan yhdistää suunniteltuun verkkoon, mutta laitevalintoihin ei ole otettu kantaa. Lisäksi opinnäytetyössä on pohdittu älytalo- sekä IP-puhelinratkaisuja.

### 2.3 Älytalaratkaisut

Älytalolla tarkoitetaan yleensä rakennuksen valaistuksen, ilmastoinnin ja lämmityksen ohjausta sekä kulunvalvontaa. Älytekniikan tarkoituksena on luoda mukavuutta sekä vähentää kustannuksia. (Älykoti 2005; Väisänen 2005.)

Monitoimihallin kohdalla älyratkaisuja voitaisiin käyttää esimerkiksi pitämällä käyttämättömät tilat lämmittämättöminä silloin, kun niissä ei ole toimintaa. Lämmitystä ja ilmanvaihtoa voisi helposti säädellä sen mukaan, kuinka paljon ihmisiä tilaisuuksiin osallistuu. Älyratkaisuilla asiakkaiden viihtyvyys paransi hyvän ilmanlaadun ja sopivan lämpötilan ansiosta. Älyratkaisut säästäisivät paljon energiaa kun ilmastointia, lämmitystä ja valoja ei tarvitsisi pitää turhaan päällä, vaan ne voitaisiin ohjelmoida toimimaan silloin kun niitä tarvitaan. Älyratkaisut ovat luonnollisesti kalliimpia hankittaessa kuin perinteiset ratkaisut, mutta rakennuksen elinkaaren aikana ne säästäisivät huomattavia summia rahaa. (Älykoti 2005; Väisänen 2005.)

Älytalaratkaisua ehdotettiin kiinteistöyhtiön edustajille neljännessä haastattelutilanteessa, mutta he eivät olleet kiinnostuneita asiasta ainakaan tällä erää. Pääasiallinen syy on, että suurin osa hallin käyttövuoroista on varattu jo etukäteen asiakkaille. Älyratkaisuja kannattaisi kuitenkin miettiä vielä uudestaan, koska ne tekisivät uudesta hallista entistä vetovoimaisemman ja vaikuttavamman. Ratkaisuilla saattaisi olla vaikutusta hallin käyttöasteeseen ja asiakkaiden viihtyvyyteen. (Älykoti 2005; Väisänen 2005.)

### 2.4 Keskeisiä käsitteitä

Tässä luvussa on selvennetty keskeisiä käsitteitä, jotka esiintyvät opinnäytetyössä.

#### 2.4.1 IT-infrastrukturi

IT-infrastrukturi käsittää tietotekniikan ja hallinnan. Tietotekniikan osalta se kattaa laitteet, ohjelmistot ja tietoliikenneyhteydet. Hallinnan osalta se kattaa ylläpidon ja asiakastuen. (IT Management; Gartner Inc)

#### 2.4.2 Palvelin

Palvelin koostuu aina palvelintietokoneesta, joka on fyysinen, sekä palvelimen käyttöjärjestelmästä. Palvelimen tehtävänä on tarjota erilaisia palveluja. Palvelu voi olla esimerkiksi verkkotulostus, joka tarkoittaa sitä, että kaikki samaan verkkoon kytkettyä tietokonetta käyttävät henkilöt voivat tulostaa samalle tulostimelle. Erilaisia tehtäviä suorittavia palvelimia on olemassa paljon. Niitä ovat esimerkiksi: sovelluspalvelin, nimipalvelin, www-palvelin, sähköpostipalvelin, tiedostopalvelin ja tulostuspalvelin. Palvelimen käyttöjärjestelmänä voidaan käyttää esimerkiksi Windows Server- käyttöjärjestelmiä. (Microsoft Oy; palvelin, Jaakohuhta 2005; 6.)

#### 2.4.3 Kaapelointi

Kaapeloinnilla tarkoitetaan siirtomediaa, jota on esimerkiksi parikaapeli. Kaapelointi on perusta yrityksen koko tietoliikenteen toimivuudelle. (Cygate Academy, 4:3)

#### 2.4.4 Tietoliikennekomponentti

Tietoliikennekomponenteilla tarkoitetaan esimerkiksi kytkimiä ja reitittäjiä, joiden tehtävänä on yhdistää tietoverkkoja tai niiden osia ja ohjata liikennettä. (Hakala & Vainio 2005, 81.)

#### 2.4.5 Vlan

Vlan eli Virtual LAN (suom. Virtuaalinen lähiverkko) on tekniikka, jolla fyysinen verkko jaetaan useampaan loogiseen osaan. Tekniikalla voidaan jakaa esimerkiksi yrityksen osastot eri loogisiin osiin riippumatta siitä miten osastot on sijoitettu rakennukseen. Vlan on joustava tehtäessä muutoksia verkkoon ja se myös helpottaa verkon hallintaa (Jaakohuhta 2005; 28, 87-88, 119, 145, 157, 190, 212, 271, 310.)

#### 2.4.6 Wlan

Wlan on lyhenne sanoista Wireless Local Area Network ja se tarkoittaa langatonta lähiverkkoa. Wlan- tekniikalla voidaan yhdistää lähiverkon laitteet toisiinsa ilman kaapeleita. (Jaakohuhta 2005; 264.)

#### 2.4.7 Tietoturva

Tietoturva on varsin laaja käsite. Sillä voidaan tarkoitaa tietojen, palveluiden, järjestelmien ja tietoliikenteen suojaamista. Uhkia tietoturvallisuudelle on olemassa hyvin paljon. Uhkia ovat esimerkiksi huijausyritykset, roskaposti, tietokonevirukset ja vakoilu. Suomen valtionhallinto on luokitellut tietoturvan kehittämistoimet kahdeksaan eri osa-alueeseen:

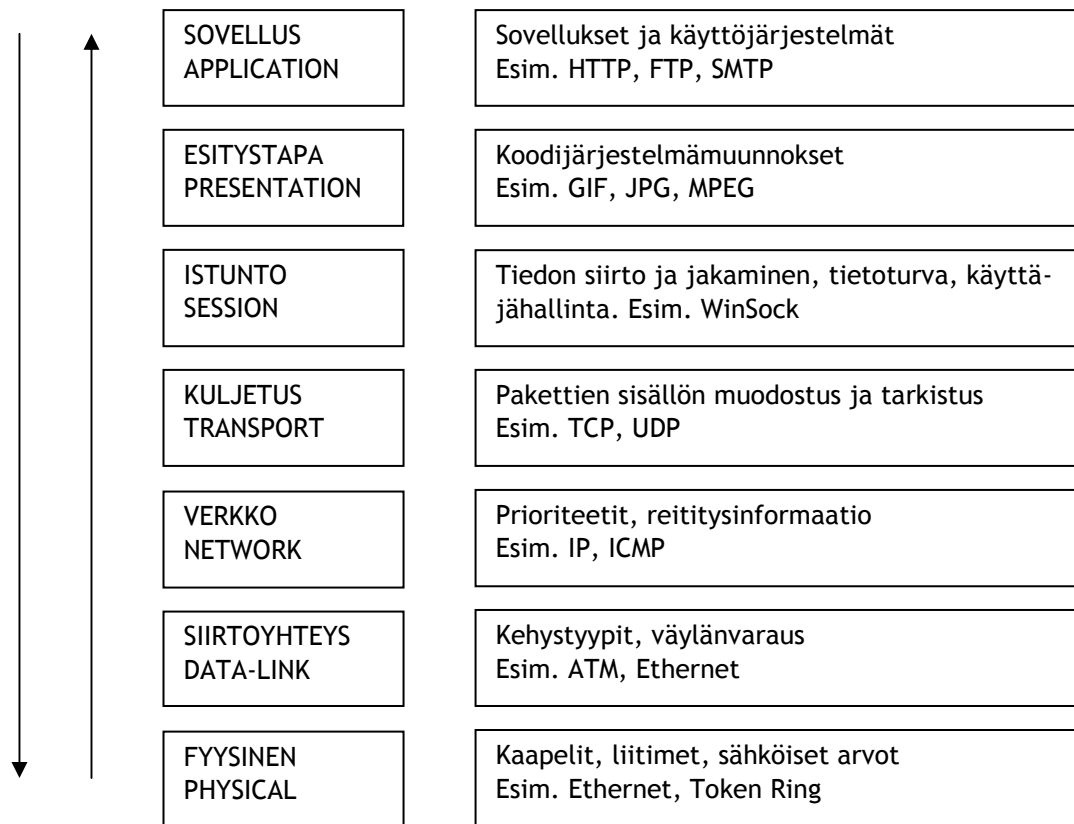
- Hallinnollinen tietoturva
- Henkilöstöturvallisuus
- Fyysinen turvallisuus
- Tietoliikenneturvallisuus
- Ohjelmistoturvallisuus
- Tietoaineistoturvallisuus
- Käyttöturvallisuus
- Laitteistoturvallisuus

(Jaakohuhta 2005; 215.)

#### 2.4.8 OSI- malli

OSI- viitemalli (Open Systems Interconnection Reference Model) on ISO:n (International Organization for Standardization) kehittämä standardi, joka kuvaa tietojärjestelmiä. OSI- malli kehitettiin alun perin standardiksi, jota noudattamalla eri valmistajien laitteet olisivat olleet keskenään täysin yhteensopivia. Alkuperäinen käyttötarkoitus ei koskaan toteutunut, mutta OSI- mallista tuli kuitenkin yksi tärkeimmistä tieto- ja tietoliikennejärjestelmiä kuvaavista standardeista. (Hakala & Vainio 2005, 138-142; Jaakohuhta 2005; 97.)

OSI- malli on kerrosmalli, jossa on kuvattu tietojärjestelmille seitsemän eri perustehtävää. Mallin alimmat kerrokset (1-3) kuvaavat lähinnä laitteistojen ja niihin läheisesti liittyvien protokollien toimintaa. Ylemmät kerrokset kuvaavat asiakas- palvelin- sovelluksen ohjelmallisen toiminnan. Kuvassa on esitelty OSI- viitemalli kerroksineen ja esimerkkeineen kerrosten tarkoituksesta. (Hakala & Vainio 2005, 138-142; Jaakohuhta 2005; 97.)



Kuvio 1. OSI-viitemalli

Nuolet kuvaavat tietoliikenteen suuntaa. Nuoli alaspäin kuvaa verkkoon lähettämistä ja nuoli ylöspäin verkosta vastaanottamista. (Hakala & Vainio 2005, 138-142; Jaakohuhta; 97.)

#### 2.4.9 PoE

PoE (Power Over Ethernet) on Standardin mukainen tapa syöttää käyttäjännite cat-verkkokaapeloinnissa. PoE toimii cat3 Standardissa ja sitä uudemmissa kaapeleissa. PoE on Ethernet-standardiin tehty laajennus, jonka tarkoituksena on mahdollistaa verkkoa käyttävien laitteiden virransyöttö. Yleisimmin Power Over Ethernetiä käytetään IP-puhelimille, wlan-tukiasemille sekä valvontakameroille. POE on kustannustehokas tapa virransyöttöön, koska erillisiä virtakaapeleita ei tarvita, virransyötön järjestämiseen ei tarvita sähkömiestä ja se on myös luotettava, jos PoE- kytkin on liitetty UPS-laitteeseen (Uninterruptible Power Supply). (Power over Ethernet ja sen käyttö valvontakameroissa. [www- dokumentti]. 2008.)

### 3 MONITOIMIHALLI

Monitoimihalli on suunniteltu ensisijaisesti liikuntakeskukseksi sekä vastaamaan erilaisten viikonloppuisin järjestettävien yleisötilaisuuksien tilantarpeeseen. Kunnassa, johon halli rakennetaan, ei tällä hetkellä ole kiinteistöä, joka vastaisi kysyntään jota kunnassa on. (Monitoimihallin hankekuvaus 2008.)

Kunnan päättäjien visio on, että alueelle muodostuu eri liikuntamuotojen klusteri, joka vetää lähialueelta paljon harrastajia ja lisää samalla huomattavasti ostoskäyntejä alueen liikkeisiin. Monitoimihallissa voidaan järjestää maakunnallisia, valtakunnallisia ja jopa kansainvälisiä kilpailuja sekä myös erilaisia konsertteja ja muita kulttuuritapahtumia. Hallin vaikutuksen kunnan imagoon viihtyisänä asumiskuntana odotetaan olevan suuri. (Hankekuvaus 2008.)

Tiloissa voidaan myös toteuttaa terveellisten elämäntapojen tutkimus- ja koulutustoimintaa. Kahteen pelisaliin mahtuu yhteensä 1380 henkilöä ja katsomoon 530 henkilöä. Katsomo mahdollistaa suurienkin yleisötapahtumien järjestämisen hallissa. Areenan akustiikka rakennetaan sellaiseksi, että hallissa voidaan järjestää viihdekonsertteja. Jotta halli olisi mahdollisimman helposti ja nopeasti muunnettavissa erilaisten kulttuuritilaisuuksien vaatimusten mukaiseksi, varustetaan halli ääni- ja valolaitteiden nostolaitteilla. Paikallisille urheiluseuroille ja muille käyttäjille on varattu kokoustilat saunoineen. Lisäksi halliin tulee viihtyisä kahvio, joka huolehtii asiakkaiden virkistäytymisestä. Asiakkaiden käyttöön tulee langaton Internet-yhteys. (Hankekuvaus 2008.)

Hallin kerrosala on noin 6000 m<sup>2</sup>. Hallin rakennuttamisesta vastaavan kiinteistöyhtiön edustajien mukaan suunnittelu on edennyt rakennuslupavaiheeseen ja tarvittavat pohja-, runko-, julkisivu- ja asemapiirustukset ovat lähes valmiit. Hallin rakentamisen on tarkoitus alkaa alkukesästä 2009 ja valmistua keväällä 2010. (Monitoimihallin hankekuvaus 2008)

#### 3.1 Liikuntatilojen tarveselvitys

Ihmisten lisääntyneen valvutuneisuuden myötä tietoisuus liikunnan ja terveellisten elämäntapojen vaikutuksesta eliniän pituuteen kasvaa. Kysyntä liikuntatiloista on viime vuosikymmenien aikana kasvanut huomattavasti ja saman kehityksen uskotaan jatkuvan tulevaisuudessa. Liikuntamahdollisuudet ovat olennainen osa asumisviihtyvyyttä ja vaikuttavat kunnan vetovoimaan etenkin lapsiperheiden kohdalla. Aasukkaille on tärkeää, että liikuntaa pääsee harrastamaan lähellä kotia, omassa kunnassa ja nykyaikaisissa tiloissa. (Hankekuvaus 2008.)

Nykyinen liikuntasalitarjonta ei vastaa ei kysyntää, eikä sovellu kaikille lajeille. Myös kuntosaleista on pulaa. Olemassa olevat kuntosalit ovat niin kuormitettuja, että tavallisen kuntalaisen mahdollisuudet kuntosalien käyttöön ovat hyvin pienet. (Hankekuvaus 2008.)

Hallin tilat on suunniteltu monien eri joukkuelajien käyttöön. Tilojen suunnittelussa on otettu huomioon myös mahdolliset sääntömuutokset sekä turvallisuusnäkökohdat joukkuelajeihin. Kiinteistön tiloja on mahdollista muuttaa kohtuullisin kustannuksin esimerkiksi kouluopetukseen tai nuorisotilakäyttöön soveltuviksi, mikäli tulevaisuudessa hallin käyttöaste jää liian alhaiseksi alun perin suunniteltujen toimintojen osalta. (Hankekuvaus 2008.)

### 3.2 Salibandy

Esimerkkinä liikuntatilojen tarpeesta voidaan käyttää salibandyn nykyisiä harrastusmahdollisuuksia kunnassa. Salibandy on kasvattanut suosiotaan nopeasti ja se on nykyään yksi merkittävimmistä liikuntamuodoista. Sopivien liikuntasalien puute kuitenkin hidastaa sen kasvua eivätkä kaikki halukkaat pääse harrastamaan lajia, joka on tehokas liikuntamuoto ja lisäksi edullinen harrastaa. Monitoimihallin hankeryhmässä katsotaan, että liikuntamahdollisuuksien lisääminen edistää tasa-arvoa. Nykyään kunnan salibandyn liigatason pelit joudutaan pelaamaan muualla, koska kunnassa ei ole liigalisenssin vaatimuksia täyttävää salia. (Monitoimihallin hankekuvaus 2008.)

## 4 TARVEKARTOITUS

Tarvekartoitus on yksi tärkeimmistä lähtökohdista suunniteltaessa IT-ratkaisuja yritykselle. Yrityksen henkilöstön määrä, henkilöstön työtehtävien laatu sekä yrityksen toiminnot määräävät hyvin pitkälle millaisia ratkaisujen tulee olla sekä määrällisesti että suorituskyvyltään. (Hakala & Vainio 2005, 406-408.)

Monitoimihalliin halutaan myös valvontakamerat. Tekniikoita on olemassa erilaisia ja yksi mahdollinen tekniikka on käyttää hyväksi lähiverkkoa käyttäen IP-kameroita. Tästä syystä myös kameravalvontaa on mietitty tässä työssä. Kameravalvontaa on selvennetty enemmän kappaleessa viisi.

IT- ratkaisujen ohella on mietitty myös hieman puhelinratkaisuja. Kiinteistöyhtiön edustajat ilmoittivat että puhelimet luultavasti halutaan. Perinteiset lankapuhelimet alkavat kuitenkin olla jo aikansa elänyt ratkaisu. Yrityksen omaa lähiverkkoa hyödyntävät IP-puhelimet ovatkin yleistymässä kovaa vauhtia. Uuteen rakennukseen olisi kustannustehokkaampaa ottaa käyttöön IP- puhelimet, koska erillistä verkkoa ei tarvitsisi rakentaa. IP-puhelut ovat myös hal-

vempia, joten pitemmällä aikavälillä tarkastelulta IP-puhelintekniikka tulee perinteistä halvemmaksi, vaikka käyttöönottokustannukset voivatkin olla kalliimmat. IP-puhelimia valmistaa esimerkiksi Cisco Systems. IP-puhelimet on helppo liittää osaksi yrityksen Ethernet-verkkoa. Monitoimihallin kohdalla tultiin siihen tulokseen, että IP-puhelimia ei suunnitella osaksi verkkoa. Syynä ratkaisuun oli se, että henkilöstöä hallissa on vähän ja heistäkin vain muutama viettää päivänsä yhdellä työpisteellä, joten matkapuhelimet tarvitaan joka tapauksessa kaikille. Puhelinvaihdetta ei tarvita ja matkapuhelimet pystyvät kaikkiin niihin toimintoihin joita työntekijät niiltä vaativat. Tarvittavia toimintoja voivat olla esimerkiksi puhelun pito sekä puhelinnumeroiden pikanäppäimet. Lankapuhelimille olisi niin vähän käyttöä, että ei ole järkevää maksaa niistä turhaan. (Cisco Systems, Introduction; Haastattelu 2 kiinteistöyhtiön edustajien kanssa.)

#### 4.1 Henkilöstön suuruus

Halli tulee työllistämään vakituisesti 8-15 henkilöä, osa-aikaisesti 15-20 henkilöä sekä lisäksi välillisesti useita henkilöitä. IT-ratkaisujen suunnittelun kannalta merkitystä on ainoastaan niillä työntekijöillä, jotka ovat monitoimihallissa töissä ja käyttävät hallin IT-infrastruktuuria hyödykseen työtehtäviensä hoitamiseksi. Halliin ei tulla palkkaamaan vakituista IT-tukihenkilöä. Tästä syystä IT-ratkaisujen tulee olla yksinkertaiset ja niitä täytyy olla helppoa ylläpitää. Ongelmatilanteissa IT-tukihenkilö tilataan paikalle alan yrityksestä. (Hankekuvaus 2008; Haastattelu 2 kiinteistöyhtiön edustajien kanssa.)

#### 4.2 Toiminnot

Halliin on suunniteltu erilaisia tiloja seuraavia tarpeita varten:

- Sisäpallot: lentopallo, sulkapallo, koripallo, salibandy ja futsal
- Monipuoliset kuntosalilaitteet
- 8 keilarataa, hohtokeilaus
- Tanssi, aerobic, spinning ja bodyjumbppa
- Voimistelu ja ryhmäliikunta
- Budolajit, nyrkkeily ja jooga
- Teatteri, konsertit, messut ja seminaarit
- Minigolfrata

(Hankekuvaus 2008.)

#### 4.3 Www-sivut

Monitoimihallille halutaan yksinkertaiset www-sivut, joita on helppo ylläpitää. Www-sivuille halutaan myös ajanvarausjärjestelmä, jotta asiakkaat voivat varata tiloja käyttöönsä kätevästi Internetissä. (Haastattelu 3 kiinteistöyhtiön edustajien kanssa.)

#### 4.4 Internet-yhteys

Henkilöstöllä tulee olla pääsy Internetiin työasemiltaan. Internet-yhteyden ei tarvitse olla kovin nopea, koska Internetin käyttö on kuitenkin vähäistä ja käyttäjiä on vain muutama. (Haastattelu 3 kiinteistöyhtiön edustajien kanssa.)

#### 4.5 Wlan asiakkaiden käyttöön

Asiakkaiden käyttöön on suunniteltu wlania. Alun perin ajatuksena oli, että wlan tulee ainoastaan kahvilaan, mutta se on suunniteltu toimivaksi myös muissa virkistätymistiloissa, kuten klubihuoneella asiakkaiden viihtyvyyden lisäämiseksi. (Haastattelu 3 kiinteistöyhtiön edustajien kanssa.)

#### 4.6 Suorituskyvyn vaatimukset

Monitoimihalliin tullaan tarvitsemaan arviolta kymmenen PC:tä. Työasemia tulevat käyttämään pääasiassa toimistotyöntekijät sekä kassahenkilöt. Työntekijöiden käyttöön tulevat sovellukset eivät vaadi järjestelmältä paljon, vaan ovat hyvin kevyitä. Toimistotyöntekijät tulevat käyttämään työssään pääasiassa Microsoft Officea. Kassakoneisiin tulee kassaohjelmisto. (Haastattelu 3 kiinteistöyhtiön edustajien kanssa.)

Toistaiseksi verkon suorituskyvyn ei tarvitse olla nykypäivän vaatimuksia suurempi, koska verkko on tulevaisuudessa helposti muunnettavissa pienillä muutoksilla tehokkaammaksi. Hallissa tulee olemaan työntekijöitä vain vähän, joten verkon kuormitus ei ole suuri. Verkkolaitteiden valinnoissa noudatetaan kustannustehokkuutta, mutta niiden tulee kuitenkin olla riittäviä toimistotyöntekijöiden käyttöön.

Palvelimen tulee pystyä toimimaan tiedostopalvelimena, tulostuspalvelimena sekä käyttäjätietokantana. Myös palvelimen kohdalla on ajateltu kustannustehokkuutta. Palvelimen tulee pystyä ongelmitta suoriutumaan tehtävistään, mutta sen ei tarvitse kuitenkaan olla liioitellun tehokas.



#### 4.7 Vaatimusmäärittely

Vaatimusmäärittelyssä on listattuna IT-infrastruktuurin vaatimukset.

Vaatimukset työasemien osalta:

- jokaiselle oma pc
- kustannustehokkuus
- helppokäyttöinen käyttöjärjestelmä

Vaatimukset ohjelmistojen osalta:

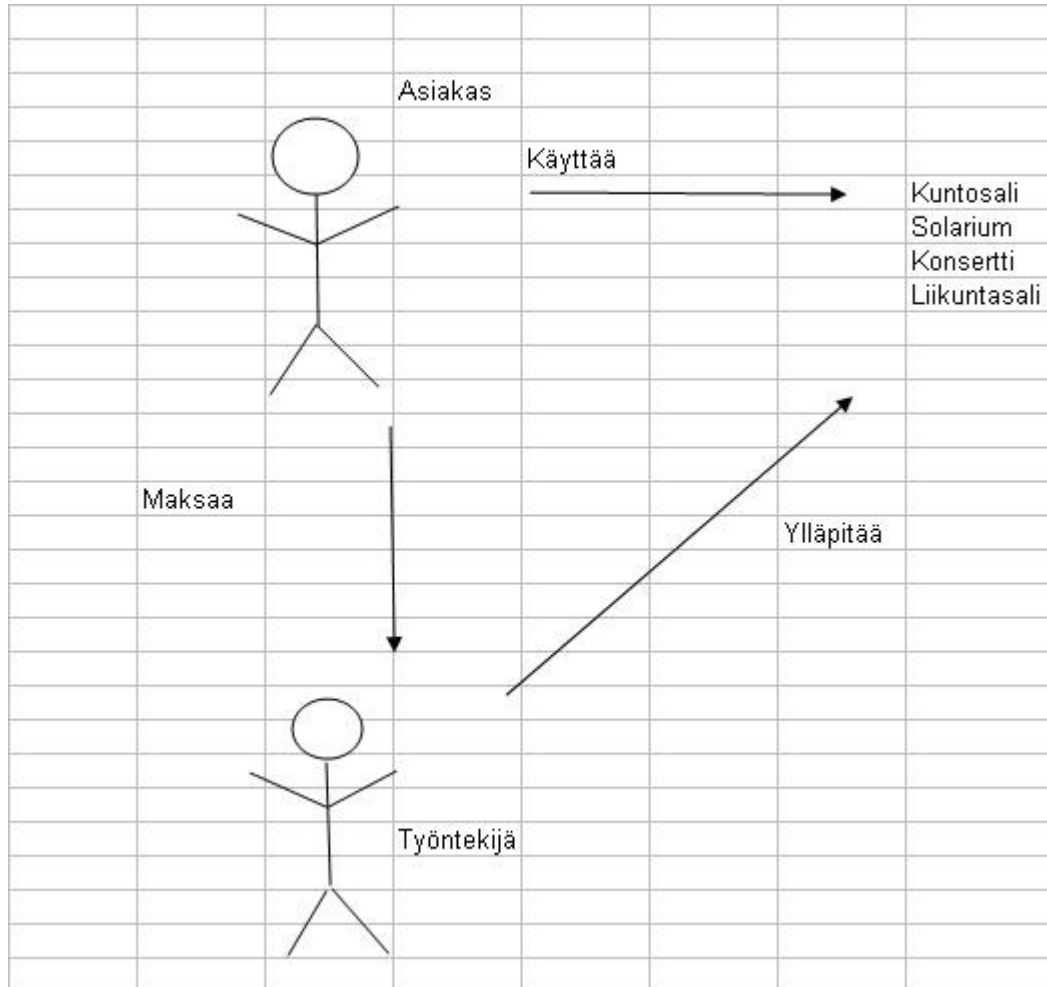
- tekstinkäsittelyohjelmisto
- taulukkolaskentaohjelmisto
- sähköposti
- kassakoneisiin kassaohjelmisto
- muut kevyet toimisto-ohjelmistot (reskontra yms.)
- kustannustehokkuus.

Vaatimukset tietoverkon osalta:

- internet-yhteys
- riittävä verkon kapasiteetti
- Power Over Ethernet- valmius
- QOS-valmius
- vlan-tuki
- tietoturvallisuus
- kustannustehokkuus

#### 4.8 Käyttötapaus

Kaaviossa kuvattu käyttötapaus monitoimihallissa.



Kuvio 2. Käyttötapaus

## 5 INFRASTRUKTUURIN SUUNNITTELU

IT-infrastruktuurin suunnittelussa on huomioitu OSI-viitemalli, jota käytetään tietoliikennejärjestelmien toiminnan kuvaamiseen. Suunnitelman laatiminen alkoi sovellustasolta ja viimeisenä mietittiin kaapelointi.

### 5.1 Internet-palveluntarjoaja

Internet-palveluntarjoajia on Suomessa useita, joista moni tarjoaa yrityksille räätälöityjä ratkaisuja. Esimerkiksi TeliaSonera ja Elisa tarjoavat ratkaisuja Suomessa. Vertailua palveluntarjoajien välillä ei voida tehdä ilman tarjouksia, jotka yritykset antavat tarjouspyynnön pe-

rusteella. Palveluntarjoajat eivät ilmoita hintoja julkisesti, koska hinnat määräytyvät räätälöidyn paketin mukaan.

Tässä työssä esimerkkinä on käytetty Elisan ratkaisuja, koska Elisan Internet- sivuilta oli parhaiten saatavilla tarvittavat tiedot. Elisan Internet- sivut olivat ainoat joilla esitellään ratkaisujen tekniset tiedot. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että Elisa olisi paras vaihtoehto. Paras vaihtoehto voidaan määrittellä kilpailuttamalla palveluntarjoajien tarjoukset.

<b>Palveluntarjoaja</b>	<b>Ratkaisut yrityksille</b>	<b>Saatavuus alueella</b>	<b>Ratkaisujen kuvaus</b>
Elisa Oyj	Kyllä	Kyllä	Hyvä
TeliaSonera Finland Oyj	Kyllä	Kyllä	Tyydyttävä
DNA Oy	Kyllä	Kyllä	Tyydyttävä
Saunalahti Group Oyj	Ei	Kyllä	Huono

Vertailu on tehty palveluntarjoajien Internet-sivujen sisällön perusteella.

## 5.2 Kaapelointi

Vanhemmissa lähiverkoissa ja laajaverkoissa käytettiin runsaasti erilaisia koaksiaalikaapeleita, koska ennen erilaiset verkkotyypit vaativat oman kaapelointijärjestelmänsä erikoiskaapeleiden ja liittimien. Nykyään verkot rakennetaan ns. yleiskaapelointina, jolloin sama kaapelointijärjestelmä pystyy palvelemaan erilaisia verkkotyyppisiä sekä myös muitakin verkkoja kuin datasiirtoverkkoja. Nykyisin verkkojen rakentamiseen käytetään pääasiassa kierrettyjä parikaapeleita sekä valokaapeleita. Tämän verkon rakentamiseen käytetään cat5e tai cat6-parikaapelia. Eri kaapelityyppejä on vertailtu luvussa 5.2. Luvussa on selvitetty miksi ainoastaan parikaapelia aiotaan käyttää. (Hakala & Vainio 2005, 53.)

Kaapelointi kahdennetaan verkon häiriönsietoisuuden parantamiseksi. Kytkinten välille tulee kaksi kaapelia, joista toinen on varayhteys. Varayhteys otetaan automaattisesti käyttöön RSTP-protokollalla (Rapid Spanning Tree Protocol) esimerkiksi kytkimen portin vikaannuttua. (Cisco Systems 2006, 1: 25-40.)

### 5.2.1 Parikaapeli

Kierretty parikaapeli on yleisesti käytetty kaapelityyppi, jossa käytetään toistensa ympärille kierrettyjä johdinpareja häiriöiden vähentämiseksi. Yleisesti ottaen parikaapeleita on kahdenlaisia; suojaamattomia ja suojattuja. Tavallisimmin käytetty kaapelityyppi on UTP (Unshielded Twisted Pair), jota käytetään puhelinverkoissa ja tietoliikennetekniikassa. Paras suoja häiriöitä vastaan saavutetaan käyttämällä STP-kaapelia (Shielded Twisted Pair), jossa kaapeli ja parit ympäröidään metallivaipalla. Tarve paremmalle suojaukselle voi johtua esimerkiksi

voimakkaita magneettikenttiä aiheuttavista tekijöistä. Parikaapelin siirtomatka on 90metriä ja siirtonopeus jopa 1Gt/s. (Hakala & Vainio 2005, 53-55, 79; Marttila, Ethernet-verkkojen kaapelityypit, Jaakohuhta; 72-73.)

Tähän verkkoon käytetään parikaapelia. Parikaapeleita käytetään työasemien ja tulostimien liittämiseen huonerasioihin, huonerasioiden ja ristikytkentäpaneelien välillä, ristikytkentäpaneelien ja kytkinten välillä, kytkimien välillä sekä root- kytkimestä reitittämiin.

### 5.2.2 Valokuitu

Valokuitu on ollut mullistus tietoliikenteelle todella suuren siirtokapasiteettinsa ansiosta. Valokuidun teoreettinen maksimisiirtonopeus on kymmeniä terabittejä sekunnissa. Valokuitu on luotettavaa, koska siihen eivät vaikuta sähkömagneettiset häiriöt. Valokuitu on kallista, mutta sitä käytetään silti nykyään yhtä enemmän liityntäverkkojen ja lopullisten liityntäyhteyksien rakentamiseen. Liityntäyhteydellä tarkoitetaan esimerkiksi yhteyttä toimistorakennuksiin. (Hakala & Vainio 2005, 53-55, 79; Cygate Academy, 4:12-16.)

Valokuitu voidaan jakaa kahteen eri päätyyppiin, jotka ovat yksimuotokuitu ja monimuotokuitu. Yksimuotokuitua käytetään pääasiassa runkoyhteyksiin erittäin pienen vaimennuksen takia. Yksimuotokuidulla signaalia voidaan siirtää jopa 100km matka ilman vahvistimia. Lyhyemmällä siirtoetäisyyksillä käytetään monimuotokuitua, jonka siirtoetäisyys on 100m - 2km. Monimuotokuitu on huomattavasti halvempaa ja se soveltuu esimerkiksi laitteiden liittämiseen toisiinsa sekä rakennuksien runkokaapelointiin. (Cygate Academy, 4:12-16; Hakala & Vainio 2005, 53-55, 79.)

Tähän verkkoon ei ole suunniteltu käytettäväksi valokuitua kustannussyistä. Valokuitu on esitelty, koska tulevaisuudessa suorituskyvyn vaatimukset saattavat kasvaa. Syynä uusille tarpeille voi olla esimerkiksi huomattavat laajennukset liiketoiminnassa. Tällöin vanhat kaapeloinnit voidaan vaihtaa valokuituun. Tämän hetkiset vaatimukset ovat kuitenkin niin pienet, että valokuitu olisi hyötyihinsä nähden turhan kallis vaihtoehto.

### 5.3 Kaapelityypin valinta

Kaapelityypin valintaa mietittäessä vertailtiin tietoja parikaapelin sekä valokuidun välillä. Yksi mahdollisuus olisi ollut toteuttaa runkokaapelointi, eli kytkinten välinen liikenne, valokuidulla. Pohdinnassa päädyttiin kuitenkin siihen tulokseen, että koko verkko on parasta toteuttaa parikaapelilla, koska se on kustannustehokkaampi tapa. Parikaapelin kapasiteetti sekä siirtomatka riittävät koko kaapeloinnin toteutukseen, koska käyttäjiä on vähän ja välimatkat ovat lyhyitä. Lisäksi parikaapeli on halvempaa ja sen asennus on yksinkertaisempaa. (Cygate

Academy, 4:12-16; Hakala & Vainio 2005, 53-55, 79; Marttila 2004, Ethernet-verkkojen kaapelityypit.)

Valokuiduista monimuotokuitu on halvempaa kuin yksimuotokuitu. Monimuotokuitukin on kuitenkin parikaapeleihin nähden hyvin kallista. Kapasiteetiltaan ja häiriönsiedoltaan valokuitu on paras vaihtoehto, mutta sen käyttöönottokustannukset tulisivat turhan kalliiksi. Valokuidulle täytyy asennettaessa tehdä erilliset kuitupaneelit, jotka on hitsattava ammattilaisen toimesta. Lisäksi valokuitu vaatii kytkimiin erilliset lähetin- vastaanottimet (Mini- Gbic), jotka ovat myös arvokkaita. (Cygate Academy, 4:12-16; Hakala & Vainio 2005, 53-55, 79; Marttila 2004; Suomen Puolustusvoimien asiantuntijan haastattelu 2; Tietosähkö Oy; Marttila, Ethernet-verkkojen kaapelointi.)

Suojaamaton parikaapeli (UTP) on moninkertaisesti halvempaa kuin monimuotovalokuitu. Suojaamaton parikaapeli on altis häiriöille, joita voivat aiheuttaa esimerkiksi voimakkaat magneettikentät ja metalliset rakenteet. Suojaamatonta parikaapelia ei saa myöskään vetää kosteisiin paikkoihin, koska kosteus voi vaurioittaa johtimien eristeitä ja liitinten kontakteja. Suojaamatonta parikaapelia voidaan käyttää tässä verkossa ainakin työasemien ja huonerasioiden välillä sekä aktiivilaitteiden ja ristikytkentäpaneelien välillä. Runkokaapeloinnin, eli ristikytkentäpaneelien ja huonerasioiden välisen kaapeloinnin, suorittaa sähköasennukseen erikoistunut liike. Mikäli mahdollista, voidaan runkokaapelointiin käyttää suojaamatonta parikaapelia, mutta muussa tapauksessa käytetään suojattua parikaapelia (STP). Suojattu parikaapeli on huomattavasti kalliimpaa kuin suojaamaton parikaapeli, mutta se on häiriönsietoisempaa ja soveltuu hankaliin olosuhteisiin paremmin. Suojatun parikaapelin käyttöönottokustannukset eivät kuitenkaan ole yhtä kalliit kuin valokuidun kohdalla. (Hakala & Vainio 2005, 53-55, 79; Marttila 2004; Nettivire; Verkkokauppa.com.)

## Vertailutaulukko

<b>Nousukaapeloinnit</b>	<b>Cat6</b>	<b>Monimuoto kuitu</b>	<b>Yksimuoto kuitu</b>	<b>Mediamuunnin</b>	<b>Koaksiaalikaapeli</b>
<b>Nopeus</b>	1 Gigabit/s	10 Gigabit/s	10 Gigabit/s	100 Mb/s	10 Mb/s
<b>Luotettavuus</b>	Luotettava	Luotettava	Luotettava	Ei luotettava	Luetettava
<b>Kantomatka</b>	100 metriä	2 kilometriä	Kymmeniä kilometrejä	Satoja metrejä	185 metriä
<b>Kustannustehokkuus</b>	Edullinen	Kallis	Kallis	Edullinen	Edullinen
<b>Erillinen lähetin-vastaanotin</b>	Ei tarvita	SX Mini-GBIC	LX Mini-GBIC	Mediamuunnin	Ei tarvita
<b>Häiriönsieto</b>	Välttävä	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Välttävä
<b>Yleisin käytötarkoitus</b>	Sisäkaapeloinnit	Rakennusten väliset yhteydet	Rakennusten väliset yhteydet	Rakennusten väliset yhteydet	Turvakameroiden kaapeloinnit
<b>Power over ethernet</b>	Kyllä	Ei	Ei	Ei	Ei
<b>Puhelimet</b>	Kyllä	Ei	Ei	Ei	Ei

Nousukaapeloinnit, siis kytkinten väliset kaapeloinnit, voi suorittaa usealla eri tekniikalla. Cat6-parikaapeli, monimuotokuitu, yksimuotokuitu, mediamuunnin, ja koaksiaalikaapeli. Nousukaapelointien tärkeimmät ominaisuudet ovat tässä projektissa, kustannustehokkuus, luotettavuus, vähintään viidenkymmenen metrin kantomatka ja yhden gigabitin nopeus.

Taulukon mukaan Cat6-parikaapeli täyttää kaikki vaatimukset ja on muita tekniikoita huomattavasti halvempi toteuttaa. Tällä käyttäjämäärällä verkon kuormitus on niin pientä, että cat-kaapelointi riittää nousukaapeloinniksi.

Tulevaisuudessa, jos halliin tulee jotakin sellaista, mikä tarvitsee 10 gigabitin yhteydet, on ne helppo toteuttaa valokuidulla jälkeenpäinkin. 10 gigabitin yhteyksiä ei tulla tarvitsemaan varmaankaan vielä seuraavan 10 vuoden aikana. 10 gigabitin verkkokomponentit ovat vielä tällä hetkellä niin kalliita, että ne eivät ole millään tavalla perusteltuja tällaiseen projektiin.

#### 5.4 Tietoliikennekomponentit

Parikaapeloinnilla toteutettu verkko tarvitsee aina verkkoon aktiivilaitteita, vaikka tarvetta reititykselle ei olisikaan. Aktiivilaitteet toimivat signaalin vahvistajina, liikenteen reitittäjinä, segmenttien erottajina sekä törmäysten estäjinä. (Hakala & Vainio 2005, 81)

Kytkin on älykäs laite, joka toimii OSI-mallin toisella kerroksella (siirtoyhteyskerros). Kytkimellä on verkossa useita tehtäviä. Sen päätehtävänä on välittää Ethernet-kehyksiä portista toiseen. Kytkin pystyy vastaanottamaan toisesta segmentistä tulevan paketin, tallentamaan sen muistiinsa ja lähettämään sen eteenpäin seuraavaan segmenttiin. Kytkimen muistia kutsutaan osoitetauluksi, johon laite tallentaa tietoa verkon muiden laitteiden sijainnista. Kytkin seuraa myös pakettien kulkua ja pystyy toimimaan havaittuaan virheen tiedonsiirrossa. Yhdistämällä kytkimiä toisiinsa voidaan verkkoa laajentaa suuremmaksi tarpeen tullen. Pieniin segmentteihin kytkimillä jaettu verkko on tehokas ja tietoturvallinen. (Cisco Systems 2005, 3:31-32; Cygate Academy, 6:11-12; Hakala&Vainio 2005; 53.)

Reititin toimii OSI-mallin kolmannella kerroksella (verkkokerros). Reititintä voidaan käyttää lähiverkon myös lähiverkon sisällä, mutta sen yleisin ja tärkein tehtävä on toimia verkon rajalla yhteytenä ulkomaailmaan. Reititin yhdistää aina vähintään kaksi verkkoa. Reititin nimensä mukaan reitittää ja välittää liikennettä. Reititin oppii ympäröivästä verkosta liikenteen ohjaustietoa ja tallentaa tiedot reititystauluunsa. Reititystauluun tallentuu tietoa saavutettavista verkoista, mitä kautta niihin pääsee, millä etäisyydellä ne sijaitsevat sekä mistä tieto on opittu. Reitittimet ovat pitkälle kehitettyjä laitteita. Ne pystyvät reitityksen lisäksi valvomaan liikennettä toimimalla palomureina, keräämään informaatiota liikennemääristä sekä ylläpitämään palvelunlaatua. Palvelunlaadulla tarkoitetaan esimerkiksi sitä, että puheen välitys voidaan priorisoida. (Cisco Systems 2005, 4:38-43; Cygate Academy, 7:8-12; Jaakohuhta 2005; 108).

Wlan-tukiasemat ovat yksiä langattomien verkkojen tärkeimmistä komponenteista. Tukiasema toimii lähetin-vastaanottimena liittäen langattomasti päätelaitteet fyysiseen verkkoon. Päätelaitteet ottavat yhteyden verkossa lähimpään tukiasemaan radioteitse. Useimmat tukiasemiksi suunnitellut laitteet voivat toimia lisäksi etäsiltoina, reitittiminä sekä toistimina. (Elers; Hakala & Vainio 2005, 158-159.)

Maailman johtava verkkolaitteiden valmistaja on Cisco Systems, jonka verkkolaitteita käytetään ylivoimaisesti eniten. Cisco Systems valmistaa laitteita myös kevyempiin verkkoihin. Ne ovat hinta-laatu suhteeltaan hyviä laitteita, mutta tälle verkolle niitä ei kuitenkaan valittu kustannussyistä. Ciscon laitteet ovat kilpailijoiden tuotteita kalliimpia. Käytettäväksi valittiin Hewlett-Packardin laitteet, koska ne ovat laadultaan sekä käytettävyydeltään hyviä, eivätkä ne ole yhtä kalliita kuin Cisco Systemsin laitteet. Opinnäytetyön tekijöillä on kokemusta sekä Ciscon että HP:n laitteista, joka vaikutti myös olennaisesti valintapäätökseen.

### 5.4.1 Kytkimet

Tässä verkossa käytetään Hewlett-Packardin ProCurve 2610-24/12PWR- kytkimiä. Näihin kytkimiin päädyttiin, koska ne ovat riittävän suorituskykyisiä, kustannustehokkaita sekä helposti hallittavia. Jokaiseen kerrokseen tulee oma kytkin, eli kytkimiä tulee yhteensä kolme (liite 1). (HP, ProCurve 2610- 24/12PWR Switch.)

Jokaiseen kerrokseen tulee HP ProCurve 2610-24/12PWR- kytkimet, koska kyisessä kytkinmallissa on kaksi gigabitin porttia, jotka riittävät runkoverkon toteuttamiseen. Kytkimessä on kaksikymmentäneljä sadan megabitin porttia, jotka riittävät kerrokseen tuleville verkkolaitteille. HP Procurve 2610- kytkimissä on tuki Vlanille. Kytkinmallissa on PoE(Power Over Ethernet)- ominaisuus, joka mahdollistaa langattomien tukiasemien ja valvontakameroiden kytkimen suoraan kytkimeen ilman erillistä virtajohtoa. Toisen kerroksen kytkin toimii ns. Root-kytkimenä. Laitteen tekniset tiedot ovat liitteessä 13. (HP, ProCurve 2610- 24/12PWR Switch.)

#### Vertailutaulukko

Malli	Hinta	Power over Ethernet	VLAN	1 Gigabit RJ-45	Riittävä suorituskyky	Takuu	Tarvittavat ominaisuudet	Kustannustehokkuus
HP ProCurve Switch 2610-24/12PWR	503 €	X	X	X	X	lkuinen	X	1.
HP ProCurve Switch 2610-24/24PWR	751 €	X	X	X	X	lkuinen	X	2.
HP ProCurve Switch 2626-PWR	1 227 €	X	X	X	X	lkuinen	X	3.
HP ProCurve Switch 2650-PWR	2 312 €	X	X	X	X	lkuinen	X	6.
HP ProCurve Switch 2510-24	240 €		X	X	X	lkuinen		
HP ProCurve Switch 2610-24	330 €		X	X	X	lkuinen		
Catalyst 2960 24 10/100 PoE	1 329 €	X	X	Erillinen lähetin + 175€	X	5 vuotta	X	5.
Catalyst 2960 24 10/100	1 107 €		X	Erillinen lähetin + 175€	X	5 vuotta		
Catalyst 2960 24 10/100/1000	1 462 €	X	X	X	X	5 vuotta	X	4.
Catalyst 3560 24 10/100/1000T PoE	2 533 €	X	X	X	X	5 vuotta	X	7.



Tärkeimpiä ominaisuuksia kytkimille ovat tässä projektissa gigabitin RJ-45 portit, joilla kytkinten välinen liikenne saadaan gigabitin nopeuteen. Tällä käyttäjämäärällä ja verkon kuormituksella kytkintenvälisiin yhteyksiin riittäisi 100 megabittiä. 1 gigabitin yhteydet saadaan tehtyä kuitenkin ilman erillisiä kustannuksia, kun valitaan sellainen kytkinmalli missä on 1 gigabitin RJ-45 portit.

POE-ominaisuus (Power over Ethernet) on myös erittäin hyvä ominaisuus, jotta turvakamerat ja tukiasemat voidaan liittää suoraan kytkimiin ilman erillisiä virtakaapeleita. Taulukon mukaan HP Procurve 2610-24/12PWR:ssä on kaikki tarvittavat ominaisuudet ja se on lisäksi kustannustehokkain. HP:lla (Hewlett-packard) on myös kytkimille ikuinen takuu, jos kytkin hajoaa, saa vaihtolaitteen seuraavana päivänä ja tämä on yksi syy miksi HP:n verkkolaitteita on käytetty tässä projektissa.

#### 5.4.2 Reitittimet

Reitittimet tulevat Elisan yritys Internet- paketin mukana. Ne ovat Cisco Systemsin 800- mallisia reitittimiä. Reitittimet sijoitellaan rakennuksen toiseen kerrokseen laitetilaan. Toinen reitittimistä palvelee monitoimihallin omaa verkkoa ja toinen asiakkaiden wlan- verkkoa. Elisan tarjoamat yrityspaketin mukana tulevat reitittimet on hyvä ottaa, koska silloin Elisa on vastuussa reitittimien toiminnasta ja käyttötuesta. Reititin tukee QOS-protokollaa (Quality Of Service), jolla esimerkiksi puheen siirto verkossa voidaan priorisoida, mikäli IP-puhelimet halutaan ottaa käyttöön. (Elisa, Yritysiinternet.)

#### 5.5 Wlan

Wlan tulee asiakkaiden käyttöön. Pääasiassa ideana on, että asiakkailla on mahdollisuus käyttää wlania omalla kannettavalla tietokoneellaan, mutta kahvioon tulee myös mahdollisesti monitoimihallin kustantamia PC:itä asiakkaiden käyttöön. PC:t liitetään wlan-verkkoon.

Tukiasemiksi valittiin Hewlett-Packardin ProCurve 420 Wireless Access Point- laite. HP:n laite on valittu tietoliikennekomponenttien yhdenmukaisuuden takia. Kyseinen laite on HP:n tukiasemista kustannustehokkain, koska se on halvin ja riittää suorituskyyvyltään tälle verkolle hyvin. Laitteen tekniset tiedot ovat liitteessä 14. (HP, ProCurve Wireless Access Point.)

Wlanin kantoalueeksi on suunniteltu laajasti asiakkaiden käytössä olevia tiloja. Jokaisessa kerroksessa on omat alueensa, jossa wlan toimii (liitteet 8, 9, 10). Wlan-tukiasemia sijoitellaan halliin tarpeen mukaan. Lopullinen wlan-tukiasemien määrä ja sijoittelupaikat voidaan määrittellä vasta hallin valmistuttua, kun tarkat kantomatkat päästään mittaamaan. Kantomatkaan vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi seinät sekä muut häiriötekijät. Wlan-

tukiasemat yhdistetään parikaapeleilla kerroskytkimiin. Wlan-verkosta tulee täysin itsenäinen asiakkaille tarkoitettu Internet-yhteys. Wlan-verkko eristetään hallin muusta verkosta omaksi virtuaaliseksi lähiverkokseen (Vlan10) (liite 4).

#### Konfiguraatiot

Kytkimiin konfiguroidaan kolme vlnia (liite 1). Lisäksi kytkimet konfiguroidaan käyttämään RSTP-protokollaa (Rapid Spanning Tree Protocol). RSTP-protokolla mahdollistaa toissijaisen yhteyden käyttöönoton ensisijaisen vikaannuttua. Protokollalla topologiamuutoksesta toipuminen kestää maksimissaan 6 sekuntia.

(Cisco Systems 2006, 1: 25-40.)

#### 5.6 Valvontakamerat

Kameravalvonta on kätevintä toteuttaa IP-kameroilla, joissa on RJ45-liitännät. Näin ollen erillistä fyysistä kaapelointia valvontakameroille ei tarvita vaan ne liitetään suoraan samaan fyysiseen kaapelointiin kun muut verkkolaitteet. Verkossa käytetään PoE-kytkimiä, jotka mahdollistavat kameroiden liittämisen suoraan kytkimiin ilman erillistä virtajohtoa. Tämä helpottaa kameroiden asentamista ja rakennukseen sijoittelua huomattavasti. Valvontaverkko eristetään hallin muusta verkosta omaan Vlaniinsa (Vlan50). Vlanista50 ei ole pääsyä Internetiin. (Tietokone-lehti 2008; Turva.kaik.org 2008.)

Valvontakameroiden määrä ja sijoittelu tullaan päättämään myöhemmin asiantuntijoiden toimesta. Valvontakamerakuva tallentuu erilliseen tallentimeen, joka sijoitetaan kolmannen kerroksen toimistoon. Toimistoon tulee yksi tai kaksi näyttölaitetta joilla valvontakuvaa voidaan seurata. Kameravalvontajärjestelmät ovat niin kalliita, että ne tulee kilpailuttaa huolella asiantuntijoiden toimesta ennen kun päätöksiä laitevalinnoista tehdään.

#### 5.7 Palvelin

Käyttäjien vähäisyyden takia ei palvelimen tarvitse on suorituskvyyltään liioitellun hyvä. Yksi palvelin riittää hyvin monitoimihallille. Markkinoilla on myös palvelimia korvaavia appliance-tyyppisiä erikoislaitteita, joilla voidaan helposti toteuttaa esimerkiksi tulostuspalvelut. Erikoislaitteilla voidaan ottaa käyttöön kaikki pienyrityksessä tarvittavat palvelut. Perinteisen palvelimen ratkaisuun päädyttiin kuitenkin, koska yksi palvelin on helppo ja selkeä hallittava. Myös tilanteessa jolloin tukea joudutaan kutsumaan paikalle ulkopuolisesta yrityksestä, voidaan olla varmempia, että tukihenkilöllä on osaamista laitteen suhteen. Aivan kevyimpiin vaihtoehtoihin ei haluta lähteä, ettei kustannuksia tulisi ajateltua liikaa. Kustannustehokasta ei ole valita halvinta vaihtoa, vaan paras vaihtoehto. Liian kevyet vaihtoehdot eivät esimerkiksi

ole välttämättä tarpeeksi vikasietoisia. Kustannustehokkuus kärsii jos laitetta joudutaan kutsumaan jatkuvasti huoltamaan ulkopuolinen henkilö kun hallin sisältä ei löydy tarpeeksi osamista vikatilainteiden selvittämiseksi. (Kotilainen 2007.)

Vertailussa päädyttiin Hewlett-Packardin palvelinvaihtoehtoihin, koska kytkimet tilataan myös HP:lta. Kaiken tilaaminen samalta valmistajalta on järkevää, koska todennäköisesti suuremman erän tilaaminen on suhteessa halvempaa kuin jokaisen laitteen tilaaminen erikseen eri valmistajilta. HP on myös luettava ja laajasti käytetty merkki. HP:n tietoliikennelaitteiden hyvä käytettävyyttä lisää myös luottamus HP:n palvelimia kohtaan. Muiden yleisesti luotettujen valmistajien, kuten esimerkiksi IBM, tuotteet ovat suunnilleen samanhintaisia eli hinnoissa tuskin säästettäisiin vaikka etsittäisiin kaikista halvin varteenotettava vaihtoehto. Palvelimia valmistavat monet yritykset, joten kilpailu on kovaa. Kilpailun takia valmistajat joutuvat pitämään hintansa suunnilleen samalla tasolla kuin kilpailijoilla.

Palvelinvertailussa valinta kohdistui HP:n ProLiant DL120 G5- palvelinsarjan malliin 465475-421. Palvelinsarjan HP ProLiant DL valittiin, koska tarvittiin laitekaappiin sijoitettavan palvelimen. Palvelin on hyvä saada sijoitettua laitekaappiin, koska kaikki muutkin laitteet ovat laitekaapissa. Laitekaappi on hyvä tapa pitää kaikki laitteet siististi yhdessä paikassa, poissa lattioilta sekä lukkojen takana (liite 5). Toinen vaihtoehtoja palvelinsarjalle olisi ollut esimerkiksi HP ProLiant ML. Sarjassa on suorituskyvyltään hyvin samanlaisia palvelimia, mutta ne eivät sovi sijoitettaviksi laitekaappiin. (HP, ProLiant DL120 G5.)

HP ProLiant DL120 G5 465475-421 on ProLiant DL- sarjan halvin malli. Sen keskihinta on n. 600€. Palvelin on 1U:n kokoinen ja sopii suunniteltuun räkkiin hyvin. Suunnitelmassa palvelimelle on varattu tilaa 2U:ta. Laite riittää hallin vaatimuksiin hyvin. Laitteen tekniset tiedot ovat liitteessä 15. (HP, ProLiant DL120 G5.)

HP ProLiant DL120 G5 465475-421 on joustava ja laajennettava palvelin. Sen oletusominaisuudet riittävät toistaiseksi monitoimihallin käyttöön hyvin, mutta mikäli tulevaisuudessa on tarvetta nostaa suorituskykyä, on se mahdollista. Palvelimen prosessorin nopeudella ja keskusmuistin määrällä ei ole samanlaista merkitystä kuin työasemissa, vaan eniten merkitystä on levyjärjestelmällä ja sen suorituskyvyllä. Palvelin tulee pyörittämään pientä tietokantaa ja 1Gt:n vakiomuisti tulee riittämään sille hyvin. Kiintolevyn koko on toistaiseksi täysin riittävä ja mikäli tulevaisuudessa on tarvetta, saa kovalevytilaa helposti lisää. Laitteella on CE-merkintä, eli tuote täyttää sitä koskevat direktiivit ja se on läpikäynyt mahdollisesti vaaditut tarkastukset. (HP, ProLiant DL120 G5; Kotilainen 2007; Wikipedia Internet- tietosanakirja, CE-merkintä.)

## 5.8 Palvelimen käyttöjärjestelmä

Nykyisin tarjolla on useita erilaisia vaihtoehtoja yrityspalvelimen käyttöjärjestelmäksi. Windows-käyttöjärjestelmät ovat suosituimpia, mutta esimerkiksi Linux on nostanut suosiotaan viime vuosien aikana. Linuxin etuna on sen avoin lähdekoodi eli hankintakustannukset puuttuvat lähes täysin. Linux ei kuitenkaan ole käyttöliittymältään yhtä selkeä ja yleisesti hallittu kuin Windows. Windows on yksinkertainen ja selkeä ja Windowsia osaa käyttää melko hyvin kuka vain, joka Windowsin käyttöjärjestelmiin on tottunut. Tukea Windows- käyttöjärjestelmälle saa ongelmatilanteissa myös paremmin kuin Linuxille. Windowsissa huono puoli on kaltevat käyttöjäjisenssit, mutta koska palvelimen hallintakustannukset nousevat nopeasti osaamisen puuttumisen takia, on järkevin vaihtoehto kuitenkin se käyttöjärjestelmä, joka on palvelimen hallinnoijalle tutuin. (Kotilainen 2007.)

Monitoimihallin kohdalla Windows-käyttöjärjestelmä paras vaihtoehto, koska palvelinta tulee hallinnoimaan hallin oma työntekijä, joka ei ole tietotekniikan ammattilainen. Hyvä vaihtoehto Windowsin palvelinkäyttöjärjestelmistä on pienyrityksille suunniteltu Microsoft Windows Small Business Server 2008, joka on suunniteltu ympäristöihin joissa on maksimissaan 75 työasemaa. Käyttöjärjestelmää on saatavana kaksi eri versiota; Standard ja Premium. Näistä vaihtoehtoista Standard riittää hallille hyvin, koska Premium asennetaan kahdelle palvelimelle, kun hallissa on vain yksi. Erona versioissa on, että Premiumissa toisella palvelimella toimisi lisäksi Windows Server 2008 sekä SQL Server. Näitä ei monitoimihallissa kuitenkaan tarvita, joten yksi palvelin ja Standard- versio ovat riittävät. (Haastattelu 3 kiinteistöyhtiön edustajien kanssa; Kotilainen 2007; Moonsoft.)

Microsoft Windows Small Business Server 2008 Standard Edition on kokonaisvaltainen ratkaisu, joka tarjoaa sähköposti- ja viestintäominaisuuden, Internet-yhteysvalmiuden, sisäiset Intranet-sivustot, etäkäyttöpalvelut mobiililaitteiden tuen, tiedostojen ja tulostimien jakamisen sekä varmuuskopioinnin ja palautuksen. Monitoimihallissa ei tule olemana tarvetta näille kaikille ominaisuuksille, mutta toisaalta ylimääräiset ominaisuudet on hyvä olla olemassa tulevaisuutta ajatellen. Uutena yrityksenä on aina mahdollista, että halli kehittyy ja mahdollisesti kasvaa, jolloin ominaisuuksista voi olla hyötyä. Käyttöjärjestelmä mahdollistaa esimerkiksi sen, jos hallissa joskus halutaan ottaa käyttöön Microsoft Exchange ja tuottaa sähköpostipalvelut täysin itsenäisesti. (Moonsoft.)

## 5.9 Työasemat

Työasemia halliin tulee vain muutama. Paljon paikasta toiseen liikkuville työntekijöille on parasta hankkia kannettavat tietokoneet, mikäli he edes tietokonetta tarvitsevat. Toimistotyöntekijöille, jotka tekevät työnsä omissa työpisteissään valinta voi olla tarpeen mukaan

joko kannettava työasema tai pöytäkone. Pöytäkone voi olla parempi vaihtoehto jos työntekijän ei ole tarvetta kantaa tietokonetta mukanaan, koska kannettaville työasemille tarvitaan telakat ja ulkoiset näytöt sekä näppäimistöt ergonomian takia. Pöytäkoneiden hankinta tulisi hieman halvemmaksi kuin kannettavien hankinta. Lopullinen päätös työasemista voidaan tehdä vasta kun varmasti on tiedossa, että millaisia työasemia hallin tulevat yrittäjät haluavat työntekijöilleen.

Tietokoneiden kohdalla valittiin jälleen valmistajaksi Hewlett-Packardin johtuen jo aikaisemmin mainituista syistä. Hewlett-Packard on arvostettu tietokonevalmistaja ja sen tuotteet ovat laajasti käytössä. Koska varsinaista ehdotusta työasemista ei voida vielä tehdä, on HP:n mallistosta valittu vaihtoehdot sekä pöytäkoneista että kannettavista. Uusia malleja tietokoneista tulee kuitenkin markkinoille jatkuvasti ja keväällä 2010 kun hallin on määrä valmistua, on HP:n mallisto varmasti jo uusiutunut. Periaatteeksi voidaan kuitenkin sanoa, että HP:n edullisimmat yrityskäyttöön suunnitellut mallit varmasti riittävät monitoimihallin työntekijöiden käyttöön. Näyttölaitteiksi ei tulla tarvitsemaan markkinoiden suurimpia ja laadultaan parhaimpia laitteita, mutta suositus on kuitenkin, että näytöt olisivat yli 17 tuuman kokoisia. Seuraava koko on 19 tuumaa, joka olisi täysin riittävä. Pienelläkin erolla näyttölaitteen koossa voi olla suuri merkitys työntekijälle, eikä hinnoissakaan ole suurta eroa. (HP, Näytöt yrityskäyttöön.)

Esimerkkiratkaisut Hewlett-Packardin tämän hetkisestä mallistosta ovat liitteessä 16.

#### 5.10 Ohjelmistot

Ohjelmistoista ei voida vielä tässä vaiheessa tehdä varsinaista ehdotusta, koska todellinen tarve selviää vasta kun halliin tulevat yrittäjät ilmoittavat tarpeensa. Alustavien neuvottelujen perusteella tarvittavia ohjelmistoja tulevat olemaan ainoastaan Microsoft Office 2007 sekä kassaohjelmisto kassakoneille. Eryystarpeista yrittäjät ilmoittavat myöhemmin. (Haastattelu 2 kiinteistöyhtiön edustajien kanssa.)

#### 5.11 Käyttöjärjestelmä

Työasemien käyttöjärjestelmäksi on parasta valita Microsoft Windows- tuote, koska Windows on maailmassa käytetyin ja parhaiten hallittu käyttöjärjestelmä. Monitoimihallin tulevien työntekijöillä voidaan olettaa olevan kokemusta Windows- käyttöjärjestelmistä. Lisäksi työasemien järjestelmän valvojan on helpointa ylläpitää Windows- työasemia. Windows- käyttöjärjestelmän käyttöönotto on suhteellisen helppoa ja koulutusta tarvitaan vain vähän.

Varteenotettavia työasemakäyttöjärjestelmiä Microsoftilla on tällä hetkellä vain Windows XP ja Windows Vista. Windows XP on kuitenkin jo melko vanha. Se on julkaistu vuonna 2001 ja sille on ilmestynyt jo kolmas Service Pack. Käynti Microsoft Windowsin kotisivuilla paljastaa, että XP:n eteen tuskin ollaan enää tekemässä kehitystyötä. Haettaessa tietoa Windows XP:stä Internet- sivustolta, aukeaa ensin sivu, jolla esitellään syitä päivittää Windows Vistaan. Sivustolla käynti ei jätä epäselväksi sitä asiaa, että XP:tä ei kannata enää uuteen yritykseen ottaa käyttöön. XP on julkaistu jo niin kauan sitten, että vaarana on, että sitä ei tueta enää montaa vuotta eteenpäin. (Microsoft, Windows; Microsoft Oy; Windows XP.)

Vaihtoehdoksi jää siis Windows Vista. Vista on julkaistu maailmanlaajuisesti vuonna 2007. Microsoft on kuitenkin kehittänyt jo Vistankin seuraajaa paljon ennen Vistan julkistamista. Harvat yritykset ovat vaihtaneet vanhaa käyttöjärjestelmäänsä Vistaan. Syynä lienee juuri se, että Vista nähdään ns. ”siirtymävaiheena” sen seuraajaan, joka tunnetaan tällä hetkellä nimellä Windows 7. Osasyynä on luultavasti myös, että XP:tä tuetaan edelleen eikä pakottavaa tarvetta lähteä kalliiseen käyttöjärjestelmänuusimisprojektiin ole vielä. Windows 7 saatetaan julkaista jo loppuvuodesta 2009. Tämän hetkisen tiedon perusteella monitoimihallille on suositeltava käyttöjärjestelmäksi Windows Vistaa, koska se on Microsoftin käyttöjärjestelmistä tuorein ja sen kehitystyö tuskin tulee loppumaan vielä vuosiin. Hallin on määrä valmistua keväällä 2010 ja mikäli Windows 7 on siihen mennessä julkaistu, ja sen käytettävyydestä on jo olemassa tarpeeksi tietoa, on se parasta ottaa käyttöön monitoimihalliin. Asia vaatii kuitenkin uutta tarkastelua sen ollessa ajankohtainen, koska Windows 7:n paremmuudesta Windows Vistaan nähden on ensin saatava tarpeeksi todisteita. Mikäli kehitystyö on syystä tai toisesta Microsoftilla edelleen kesken, voi olla, että Vistaan päädytään sittenkin. (Microsoft, Windows; Microsoft Oy, Windows Vista; Wikipedia Internet- sanakirja, Windows 7.)

#### 5.12 Tulostimet

Monitoimihallissa tullaan tarvitsemaan myös muutamaa tulostinta. Jokaiseen kerrokseen on syytä sijoittaa yksi tulostin, joka palvelee sen kerroksen käyttäjiä. Tulostimien tulee olla väri-laser- tulostimia, jotka myös kopioivat, skannaavat sekä toimivat fakseina. Hewlett-Packardin mallistosta valittiin monitoimihallille sopivan tulostimen. Myös tulostinten kohdalla on otettava huomioon, että hallin valmistuessa mallistossa saattaa olla jo uudempia ja parempia saman hintaluokan tulostimia. Laitteen tekniset tiedot ovat liitteessä 17.

#### 5.13 Palvelinhuone

Palvelinhuone sijoitetaan hallin toiseen kerrokseen varastohuoneeseen (liite 9), joka on kooltaan 12,2 m<sup>2</sup>. Palvelinhuone toimii samalla talojakamona. Palvelinhuonetta ei voida sijoittaa sähköpääkeskukseen, koska se sijaitsee rakennuksen päädyssä. Sähköpääkeskuksesta ei olisi

kustannustehokasta vetää kaapelointeja, koska matkasta tulisi niin pitkä. CAT-kaapelointien maksimipituus on n.90 metriä. Varastohuone on sijainniltaan hyvä, koska se sijaitsee keskellä rakennusta. (Cygate Academy, 4:10; Monitoimihallin pohjapiirustus.)

#### 5.14 Laitekaapit

Jokaiseen kerrokseen tulee oma laitekaappinsa ja ne sijoitellaan mahdollisimman keskelle rakennusta. Toisen kerroksen laitekaappi sijoitetaan palvelinhuoneeseen. Laitekaappi on kooltaan 41 U:ta eli noin kaksi metriä korkea. Kaappiin tulee laitekaappien väliset optiset nousukaapeloinnit, RJ45-kytkentäpaneelit, toisen kerroksen kytkin (SW2), kaksi reititintä, palvelin, UPS sekä tarvittavat sähköliitännät (liite 5).

Ensimmäisen ja kolmannen kerroksen laitekaapit ovat täysin samanlaiset. Kaapit ovat seinään asennettavia 12 U:n kokoisia. Niihin tulee laitekaappien väliset nousukaapeloinnit, RJ45-kytkentäpaneelit, kerroskytkin (SW1 tai SW3) sekä tarvittavat sähköliitännät (liite 5).

#### 5.15 UPS

UPS (Uninterruptible Power Supply) on virransyöttölaite, joka sijoitetaan laitekaappiin. UPS:n tehtävä on turvata jatkuva virransyöttö lyhyiden virtakatkosten aikana. UPS:ään liitetyt verkko-laitteet eivät sammu virtapiikkien takia. (Wikipedia Internet- tietosanakirja, UPS.)

UPS- laitteeksi valittiin HP:n R12000/3- laitteen. Kyseinen laite on HP:n UPS- laitteista halvin, mutta täysin riittävä tälle verkolle. Hewlett-Packard valittiin samasta syystä kuin muissakin laitevalinnoissa, eli on kustannustehokkainta ostaa kaikki samalta valmistajalta sekä laitteiden rikkouduttua samat huoltomiehet voivat tulla korjaamaan laitteet. Huoltomiesten tilaus paikalle on selkeää kun kaikki laitteet ovat samanmerkkisiä. (HP, HP R12000/3.)

#### 5.16 Tietoturva

Tietoturvallisuuden takaamiseksi hallin oman verkko, asiakkaiden verkko sekä valvontaverkko on suunniteltu toimivaksi eri Vlaneissa (Virtual LAN). Eri Vlaneihin kytketyt laitteet eivät pääse kommunikoimaan keskenään. Kameravalvonta Vlanista (Vlan50) ei ole pääsyä Internetiin, jotta väärinkäytöksiä ei pääse tapahtumaan. Internetiin kytkettyjä verkkoa suojaa reitittimien palomuurit sekä työasemiin tulevat virustorjunta- sekä palomuuriohjelmistot.

Wlan on hyvin turvaton tekniikka ja verkossa kulkeva data on helppoa siepata. Hallin Wlanin kohdalla tämä ei kuitenkaan ole suuri huolenaihe, koska langattomassa verkossa ei tule kulkemaan mitään hallin kannalta kriittistä dataa. Hyökkäykset, jotka aiheuttavat häiriöitä lan-

gattomaan verkkoon, eivät ole riski monitoimihallin kannalta. Riskejä pyritään kuitenkin hallitsemaan. Wlan- tukiasemien hallinta rajoitetaan tehtäväksi ainoastaan fyysisen kaapelin kautta, eli verkon yli ei voida ottaa hallintayhteyttä tukiasemiin. Näin ollen tukiasemien konfiguraatioita ei pystytä muuttamaan luvatta. Lisäksi tukiasemat suojataan salasanalla. Jokaisella langattomalla lähiverkolla on oma SSID-tunnuksensa (Service Set Identifier), jonka tarkoituksena on erotella verkot toisistaan. Tehdasasetuksena wlan-tukiasemat mainostavat SSID-tunnusta, jolloin verkko on näkyvä mille tahansa laitteelle, joka on tukiaseman kantoalueella. SSID-tunnuksen mainostus tulee laittaa manuaalisesti pois päältä tukiasemista. Kun verkkoa ei mainosteta, vähentää se riskiä siitä, että joku ulkopuolinen kiinnostuu verkkoon hyökkäämisestä. Luvatonta verkkoon kytkeytymistä ja vakoilua voidaan estää käyttämällä suojauskäytäntöjä, kuten WPA-salausprotokollaa (Wireless Fidelity Protected Access). WPA-protokolla on luotu korvaamaan aikaisempi WEP-salausprotokolla (Wired Equivalent Privacy), josta tuli suhteellisen turvaton hyökkääjien löydettyä siitä puutteita. WPA salaa liikenteen salausavaimilla, jotka vaihdetaan automaattisesti 10 000 paketin välein. Järjestelmä voi käyttää myös pakettikohtaisia salausavaimia. WPA-protokolla mahdollistaa käyttäjien luotettavan tunnistuksen. (Hakala & Vainio 2005, 160, 167-169.)

Tietoturvasyistä vain yhdelle ihmiselle tulee antaa oikeudet hallinnoida monitoimihallin palvelinta. Verkkoon tunkeutujien varalta palvelimen järjestelmänvalvojan käyttäjätunnus ei saa olla nimeltään ”Administrator”, koska se on helposti arvattavissa. Samalle henkilölle annetaan oikeudet hallinnoida myös työasemia järjestelmänvalvojan oikeuksilla. Tämänkään tunnuksen nimi ei saa olla ”Administrator”. Työntekijöille ei tule antaa järjestelmänvalvojatason käyttöoikeuksia työasemiin. Rajoitetut käyttöoikeudet estävät esimerkiksi haitallisten ohjelmien asennuksen joko tahallisesti tai vahingossa.

Jokaiselle hallin verkkoa käyttävälle henkilölle tulee luoda oma käyttäjätunnuksensa, josta henkilö on itse vastuussa. Henkilö ei saa luovuttaa käyttäjätunnuksensa salasanaa toiselle henkilölle eikä antaa toisen henkilön käyttää verkkoa omalla tunnuksellaan. Käyttäjien salasanat tulee asettaa pakotetusti vanhenemaa vähintään kolmen kuukauden välein.

#### 5.17 Www-sivut

Kotisivutila ostetaan Elisalta. Kotisivujen toteutus tilataan ulkopuoliselta suunnittelijalta, joka ohjelmoi sivustolle myös ajanvarausjärjestelmän. Kotisivut ovat tapa markkinoida yritystä, joten toteutuksesta on kannattavaa maksaa ammattilaiselle. (Elisa verkkokauppapalvelu ja Elisa kotisivupalvelu, Elisa.)



### 5.18 Ajanvarausjärjestelmä

Ajanvarausjärjestelmä tulee monitoimihallin www-sivuille. Ajanvarausjärjestelmä on tarkoitettu asiakkaille tilojen varaamisen helpottamiseksi. Järjestelmään tulee rekisteröityä. Rekisteröitymisen jälkeen tiloja voi varata omalla käyttäjätunnuksella. Ilkivallan estämiseksi rekisteröitymisen tulee tapahtua monitoimihallin työntekijän toimesta. Asiakkaan, joka voi olla esimerkiksi urheiluseura, edustaja tulee paikanpäälle halliin jolloin työntekijä varmistuu hänen henkilöllisyydestään. Asiakkaalle luodaan tunnus ja jatkossa hän voi tehdä tilavaraukset Internetissä. Vapaa rekisteröityminen Internetissä mahdollistaisi sen, että ilkivallan tekijä varaa kaikki tilat itselleen monitoimihallin liiketoiminnan hankaloittamiseksi. Järjestelmän kautta asiakkaat voivat varata vapaita aikoja kaikkiin hallin tiloihin, joita ovat esimerkiksi vapaat keilausradat ja liikuntatilat. (Haastattelu 3 kiinteistöyhtiön edustajien kanssa.)

### 5.19 Sähköposti

Sähköpostiratkaisuksi on järkevintä ostaa Elisan Yritysposti- palvelu. Suurimpana syynä on, että omaa sähköpostipalvelinta ei tarvitse silloin ostaa ja ylläpitää. Sähköpostiosoitteita tarvitaan hyvin vähän, joten Elisan tarjoama räätälöity paketti on paras vaihtoehto monitoimihallille. (Yritysposti, Elisa.)

Elisan palvelu on edullinen ja huoleton. Elisa vastaa järjestelmän ylläpidosta ja kehityksestä, mutta tarjoaa mahdollisuuden nimetä yrityksestä yhden tai useamman henkilön ylläpitämään sähköpostilaatikoiden määriä, kokoja ja osoitetietoja. Ylläpito tapahtuu helppokäyttöisesti www-hallintaliittymän avulla. Muutokset sähköposteihin voidaan tehdä välittömästi tarpeen mukaan. (Yritysposti Elisa.)

Postilaatikkoja saa niin paljon kuin yritys haluaa ja niistä maksetaan niiden määrän ja koon mukaan. Sähköpostia voi käyttää missä vain Internetin avulla webmail-ominaisuuden ansiosta. Palveluun on mahdollista lisätä myös virus- ja roskapostisuodatinpalvelu. (Yritysposti, Elisa.)

### 5.20 Kustannusarvio

Kustannusarvio on suuntaa-antava. Lopullinen kustannusarvio voidaan laskea vasta kun kaikki tarpeet ovat selvinneet ja tarjouskilpailu on käyty.

Kytkimet	HP Procurve 2610-24/12 PRW	3kpl	1509€
Tukiasemat	HP Procurve 420 Wireless Access Point	7kpl	1890€
Kaapelit	Cat6 UTP / 1m	50kpl	345€
	Cat6 UTP / 3m	40kpl	396€
Palvelin	HP Proliant DL120 G5	1kpl	814€
UPS	HP R12000/3	3kpl	1392€
Laitekaappi	41U	1kpl	1000€
	12U	2kpl	600€
Työasemat	Pöytä HP DX2450	5kpl	2790€
	Kannettava HP 6735S	10kpl	4420€
Tulostimet	HP Laserjet CM2320FXI	3kpl	2395€

Yhteensä: 17551€

Tietoliikennekaapeloinnin hintaa on vielä mahdotonta arvioida, koska tarjous pitäisi kysyä kaapelointeja tekevästä yrityksestä. Tässä vaiheessa, kun rahoitusneuvottelut ovat vielä kesken, mahdollisuutta ei ole kilpailuttaa työtä, koska rakennuspiirustuksia ei saa luovuttaa. Tietoliikennekaapeloinnit suorittaa mahdollisesti yritys, joka suorittaa sähkökaapeloinnit halliin.

## 6 YHTEENVETO

Huolellisen suunnittelun tuloksena syntyi ehdotus, joka on saatavissa olevan tiedon perusteella tehty, mahdollisimman kokonaisvaltainen ratkaisu. Fyysisen infrastruktuurin osalta on mietitty palvelin-, työasema-, tulostin-, kaapelointi- sekä tietoliikennekomponenttiratkaisuja. Ohjelmistojen osalta on tehty ehdotus palvelimen ja työasemien käyttöjärjestelmistä sekä joistain ohjelmistoista. Lisäksi suunnitelmassa on mietitty esimerkiksi tietoturva- sekä www-sivuja.

Tietoliikenne-ratkaisuista tehtiin piirustukset, joista ilmenee tietoliikennekomponenttien fyysinen sijoittelu rakennuksessa sekä looginen topologia. Kytkimille on kirjoitettu myös valmis konfiguraatio.

## 7 ARVIOINTI

Työn arviointi on hankalaa, koska verrattavaa kohdetta ei ole. Yritykset eivät luovuta ulkopuolisille tietoa omien verkkojensa topologioista. Opinnäytetyön tekijät tietävät kuitenkin molemmat, millaisia ratkaisuja heidän omissa työpaikoissaan on, ja niihin on voitu vertailla tätä ratkaisua. Kyseisten yritysten ratkaisuja ei tässä opinnäytetyössä kuitenkaan saa julkais- ta.

## 8 OPINNÄYTEYTÖPROSESSISTA

Aihevalinta opinnäyteyölle oli erittäin mielenkiintoinen, mutta myös todella haastava. Uusia asioita tuli tekijöille mieleen monia sen jälkeen, kun suunnittelu oli aloitettu. Tietoa haettiin paljon ja uusia asioita opittiin. Opinnäytetyön tekijät oppivat opinnäytetyötä tehdessään, kuinka vaativaa IT- infrastruktuurin suunnittelu on. Huolellinen suunnittelu tarkat dokumen- taatiot ovat todella tärkeitä. Työn tekeminen antoi tekijöille kuitenkin intoa lähteä jonain päivänä samantyyppiseen projektiin työelämässä.

Työhön kului aikaa huomattavasti enemmän kuin alun perin oli kuviteltu. Opinnäytetyötä on työstetty koko syyslukukausi 2008. Huolellinen suunnittelu ja asioiden kypsyttely oli kuitenkin tarpeen parhaan mahdollisen lopputuloksen saamiseksi.

## LÄHTEET

## Kirjalliset lähteet

Introduction to Cisco Networking Technologies Version 2.1. 2005. Cisco Systems. Cisco Press.

Interconnecting Cisco Network Devices Version 2.3. 2006. Cisco Systems. Cisco Press.

Datatietoliikenteen perusteet. 2006. Cygate Academy.

Hakala M. & Vainio M. 2005. Tietoverkon rakentaminen. Porvoo: WS Bookwell.

Jaakohuhta H. 2005. Lähiverkot - Ethernet. Helsinki: Edita Prima Oy.l

Samuli Kotilainen. Nettiajan väsymätön vahti. Tietokone-lehti. 13 /2008 Forssa: Forssan kirjapaino.

## Elektroniset lähteet

Introduction, Cisco Systems. www-dokumentti. Luettu 29.11.2008.  
<<http://www.cisco.com/en/US/products/hw/phones/ps379/index.html>>

DNA Yrityksille, DNA. www- dokumentti. Luettu 20.3.2009  
< <http://www.dna.fi/Yrityksille/Sivut/Default.aspx>>

Elers N. WLAN eli langaton lähiverkko: tietoturvakysymykset keskeisessä asemassa. www-dokumentti. Luettu 22.9.2008.  
<[http://www.ficom.fi/tietoa/tietoa\\_4\\_1.html?id=1083055480.html](http://www.ficom.fi/tietoa/tietoa_4_1.html?id=1083055480.html)>

Elisa verkkokauppalvelu ja Elisa kotisivupalvelu, Elisa Oyj www-dokumentti. Luettu 13.10.2008. <<http://www.elisa.fi/yrittajille/tuotteet/?o=1325.10>>

Yritysposti, Elisa Oyj. www-dokumentti. Luettu 13.10.2008.  
<<http://www.elisa.fi/yrittajille/tuotteet/?o=1310.00>>

Yritysinترنت, Elisa Oyj. www-dokumentti. Luettu 13.10.2008.  
<<http://www.elisa.fi/yrittajille/tuotteet/?o=1304.00>>

Gartner Inc, IT Management. www-dokumentti. Luettu 10.9.2008.  
<<http://www.gartner.com/it/products/research/topics/topics.jsp#ITM>>.

HP R12000/3, HP www-dokumentti. Luettu 4.12.2008  
<<http://h10010.www1.hp.com/wwpc/fi/fi/sm/WF06c/A1-329290-330243-3446192-3446192-331857-3638834.html>>

HP Compaq 6735s- kannettava, HP. www-dokumentti. Luettu 4.12.2008.  
<<http://h10010.www1.hp.com/wwpc/fi/fi/sm/WF06b/321957-321957-64295-89315-89315-3687621-3792704.html>>

HP Compaq dx2450- mikrotorni, HP. www-dokumentti. Luettu 4.12.2008.  
<<http://h10010.www1.hp.com/wwpc/fi/fi/sm/WF06b/12454-12454-64287-3328893-3328893-3658382-3762482.html>>

ProCurve 2610- 24/12PWR Switch, HP. www-dokumentti. Luettu 15.11.2008.  
<<http://h10010.www1.hp.com/wwpc/fi/fi/sm/WF06b/12883-12883-3445275-427605-427605-3751584-3658873.html>>

ProLiant DL120 G5, HP. www-dokumentti. Luettu 30.11.2008.

<<http://h10010.www1.hp.com/wwpc/fi/fi/sm/WF06a/15351-15351-3328412-3328421-3328421-3683232.html>>

ProCurve 420 Wireless Access Point, HP. www-dokumentti. Luettu 15.11.2008.

<[http://h10010.www1.hp.com/wwpc/fi/fi/sm/WF06a/12883-12883-1137927-1137931-1137931-376308.html?jumpid=reg\\_R1002\\_FIF](http://h10010.www1.hp.com/wwpc/fi/fi/sm/WF06a/12883-12883-1137927-1137931-1137931-376308.html?jumpid=reg_R1002_FIF)>

Näytöt yrityskäyttöön, HP. www-dokumentti. Luettu 4.12.2008.

<<http://h10010.www1.hp.com/wwpc/fi/fi/sm/WF02a/382087-382087-64283.html>>

HP:n 19 tuuman L1908w- laajakuvanäyttö, HP. www-dokumentti. Luettu 4.12.2008.

<<http://h10010.www1.hp.com/wwpc/fi/fi/sm/WF02a/382087-382087-64283.html>>

HP Color LaserJet CM2320fxi- monitoimitulostin, HP. www-dokumentti. Luettu 4.12.2008.

<<http://h10010.www1.hp.com/wwpc/fi/fi/sm/WF06b/18972-18972-238444-3328086-3328086-3597338-3597470.html>>

Kotilainen S. 2007. Palvelimen valintaopas. www-dokumentti. Luettu 30.11.2008.

<<http://www.tietokone.fi/lukusali/artikkelit/2003tk09/palvelimet.htm>>

Marttila J. 2004. Ethernet- verkkojen kaapelityypit. www- dokumentti. Luettu 3.11.2008.

<<http://cc.joensuu.fi/~marttila/verkko/kaapelityypit.html>>

Mikä on palvelin?, Microsoft Oy. www-dokumentti. Luettu 10.9.2008.

<[http://www.microsoft.com/finland/pkinfo/products/server/what\\_it\\_is.mspx](http://www.microsoft.com/finland/pkinfo/products/server/what_it_is.mspx)>

Windows, Microsoft Oy. www-dokumentti. Luettu 3.12.2008.

<<http://www.microsoft.com/finland/windows/products/default.aspx>>

Windows Vista, Microsoft Oy www-dokumentti. Luettu 3.12.2008.

< <http://www.microsoft.com/finland/windows/products/windowsvista/seeit/default.mspx>>

Windows XP, Microsoft Oy www-dokumentti. Luettu 3.12.2008.

< <http://www.microsoft.com/finland/windows/windows-xp/default.aspx>>

Microsoft Windows Small Business Server 2008, Moonsoft. www-dokumentti. Luettu

30.11.2008. <<http://www.moonsoft.fi/products/000615.aspx>>

D-link mini-gbic sfp-fx, Multitronic. www-dokumentti. Luettu 15.11.2008.

<[http://www.multitronic.fi/showprod.php?prod\\_id=DEM-211&b=1](http://www.multitronic.fi/showprod.php?prod_id=DEM-211&b=1)>

Kaapelit ja tarvikkeet, Nettivire Oy. www-dokumentti. Luettu 3.11.2008.

<[http://www.nettivire.fi/shop/cat/product\\_catalog.php?c=37](http://www.nettivire.fi/shop/cat/product_catalog.php?c=37)>

IP- kamerat, Notesco Oy, [www-dokumentti. Luettu 29.11.2008).

<[http://www.notesco.net/index\\_files/intellinet.htm](http://www.notesco.net/index_files/intellinet.htm)>

Laajakaista, Saunalahti. www-dokumentti. Luettu 20.3.2009.

< <http://saunalahti.fi/internet/>>

UPS / UPS, virransyöttö / Tuotteet / Ekauppa, Shopcenter. www-dokumentti Luettu

30.11.2008. <<http://retailerfi09.netset.eu/m4n?cat1id=272&seid=etailer-products&cat2id=265&qpm2=265&viewMode=1>>

Yrityksille, Sonera. www-dokumentti. Luettu 20.3.2009.

< <http://www.sonera.fi/Yrityksille>>

Tuotteet, Tietosähkö OY. www-dokumentti. Luettu 3.11.2008.  
<<http://www.tietosahko.fi/sivut/tuotteet.html>>

Power over Ethernet ja sen käyttö valvontakameroissa, Turva.kaik.org. www-dokumentti.  
Luettu 6.11.2008.  
<<http://turva.kaik.org/2008/02/power-over-ethernet-poe-ja-sen-kaytto-valvontakameroissa>>

Tuote 8991, Verkkokauppa.com. www-dokumentti. Luettu 3.11.2008.  
<<http://www.verkkokauppa.com/popups/prodinfo.php?id=8991>>

Älykoti. 2005. Virtuaali AMK. www-dokumentti. Luettu 13.10.2008.  
<<https://www.amk.fi/opintojaksot/00003/1059500410556/1059503011169/1059504057692/1060195978878.html.stx>>

Väisänen V. 2005. Älytalo säästää asumiskustannuksia. www-dokumentti. Luettu 13.10.2008.  
<<http://kuningaskuluttaja.yle.fi/node/988>>

Wikipedia Internet- tietosanakirja, UPS. www-dokumentti. Luettu 20.11.2008.  
<<http://fi.wikipedia.org/wiki/UPS>>

Wikipedia Internet- tietosanakirja, Windows 7. www-dokumentti. Luettu 3.12.2008.  
<[http://fi.wikipedia.org/wiki/Windows\\_7](http://fi.wikipedia.org/wiki/Windows_7)>

Wikipedia Internet- tietosanakirja, CE- merkintä. www-dokumentti. Luettu 15.11.2008.  
<<http://fi.wikipedia.org/wiki/CE-merkint%C3%A4>>.

#### Julkaisemattomat lähteet

Monitoimihallin rakennuttamisesta vastaavan kiinteistöyhtiön edustajien kanssa käydyt keskustelut. (Nimiä ei saa julkaista).

- haastattelu 1: Nurmijärvellä 2.1.2008, aiheena hankekuvaus
- haastattelu 2: Nurmijärvellä 4.2.2008, aiheena hankekuvaus ja tarvekartoitus
- haastattelu 3: Nurmijärvellä 18.4.2008, aiheena tarvekartoitus
- haastattelu 4: Nurmijärvellä 24.9.2008, aiheena älytaloatkaisut ja vaatimusmäärittely
- haastattelu 5: Nurmijärvellä 15.10.2008, aiheena IT- infrastruktuurin toteutus

Monitoimihallin hankekuvaus. 2008. [Power Point- esitys]. (Tekijän nimeä ei saa julkaista).

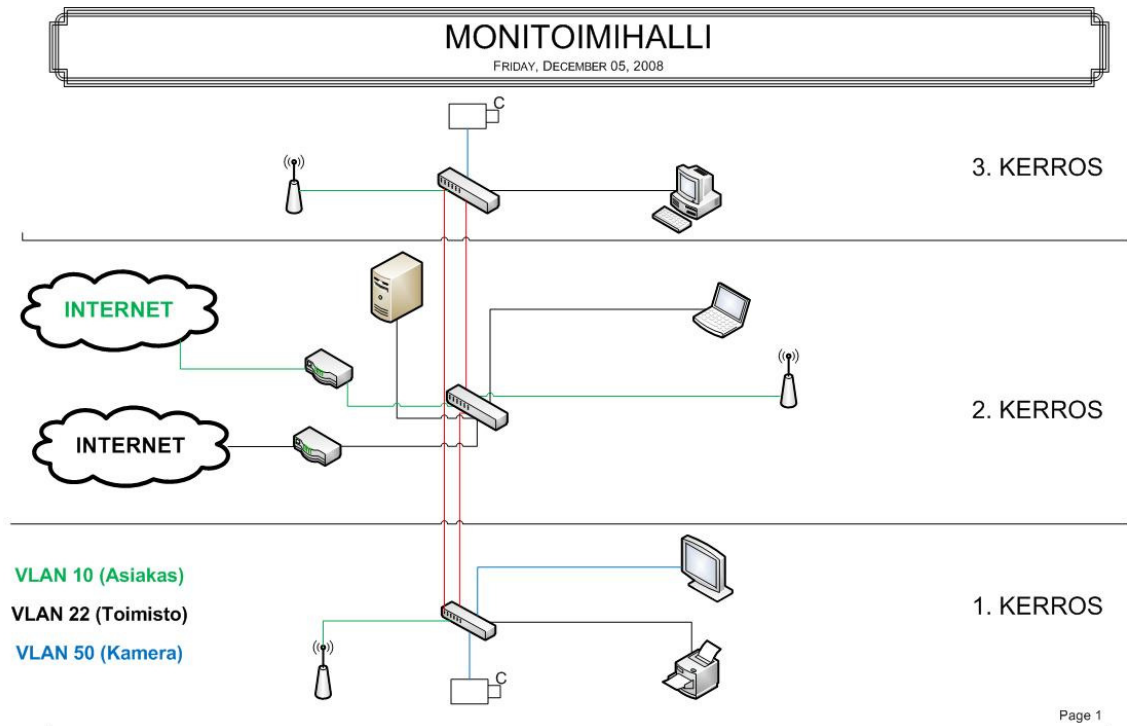
Monitoimihallin pohjapiirustukset. (Tekijän nimeä ei saa julkaista).

Suomen Puolustusvoimien tietoliikenne- ja palvelinasiantuntijoiden kanssa käydyt keskustelut. (Nimiä ei saa julkaista).

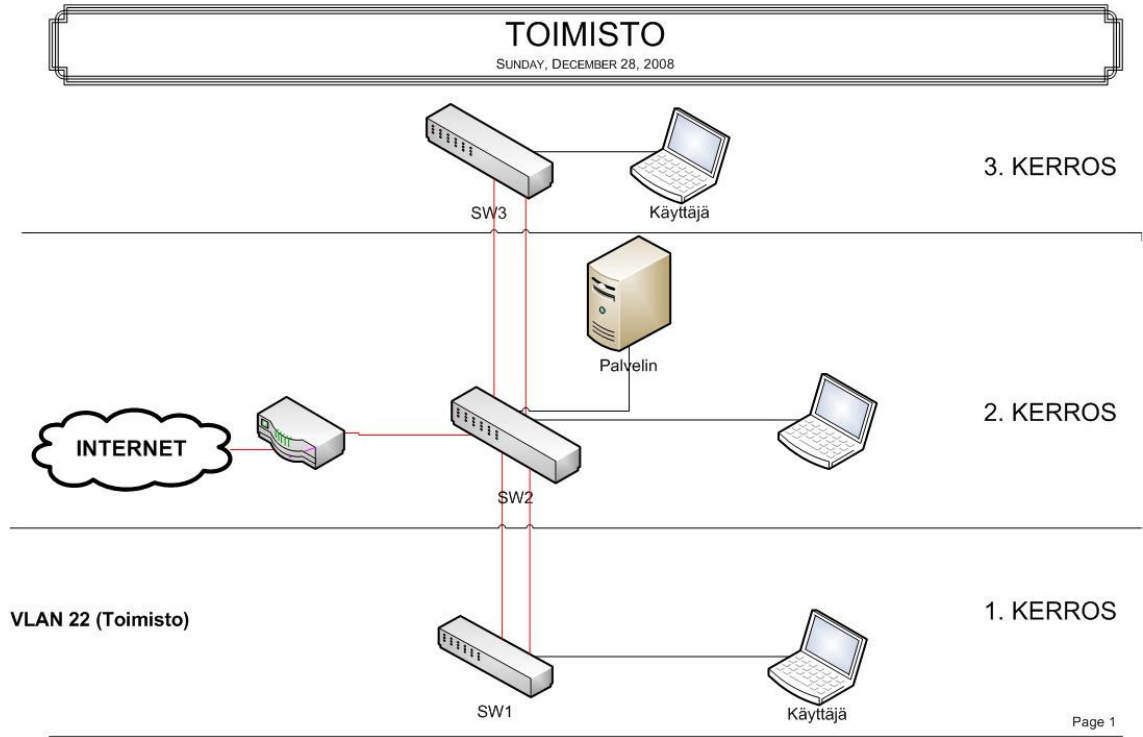
- haastattelu 1: Porvoossa 20.10.2008, aiheena tietoliikenne
- haastattelu 2: Porvoossa 21.10.2008, aiheena kaapelointiratkaisut

Helsingissä 5.1.2009 toinen opinnäytetyön tekijöistä rakensi vastaavan verkon työnantajan toimeksiannosta.

## Liite 1

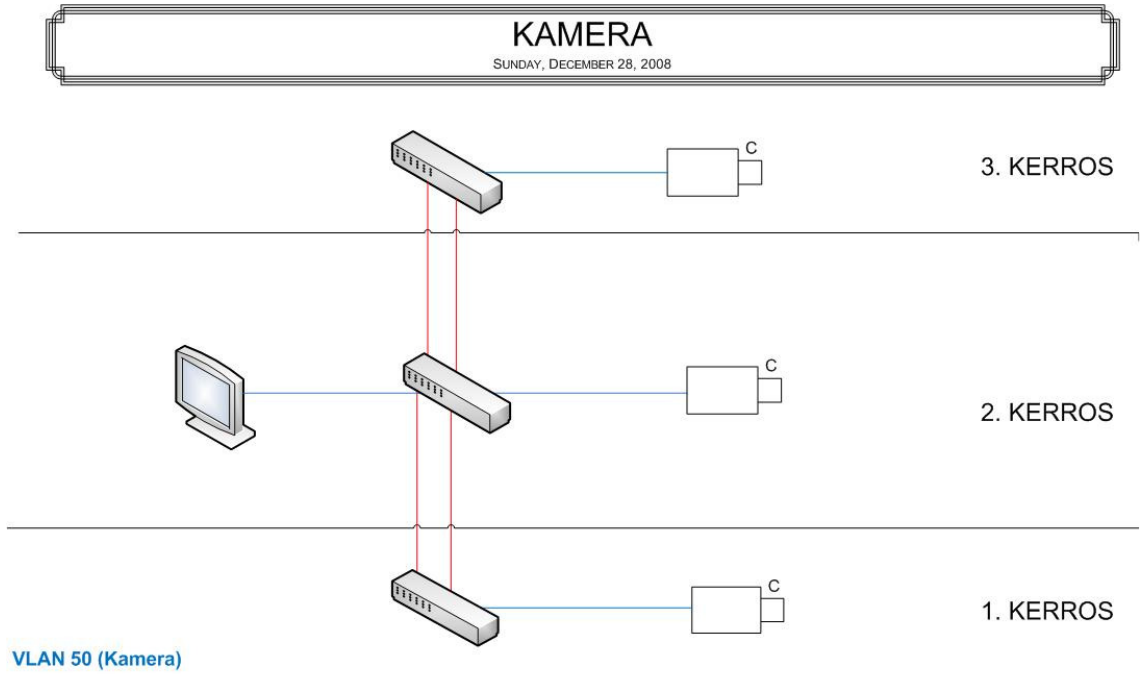


Liite 2

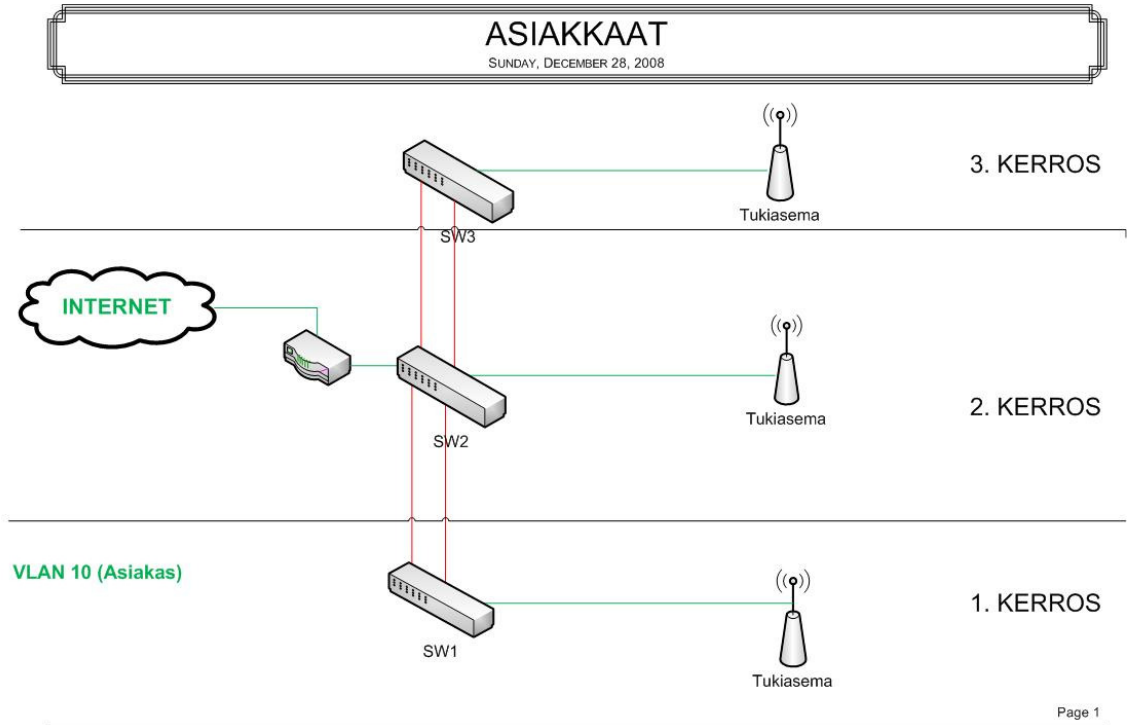




Liite 3

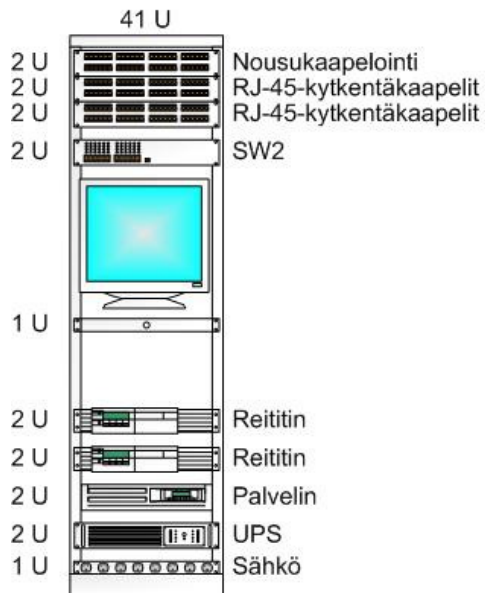


Liite 4

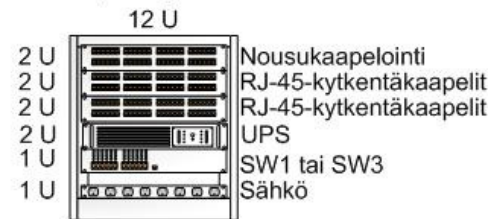


## Liite 5

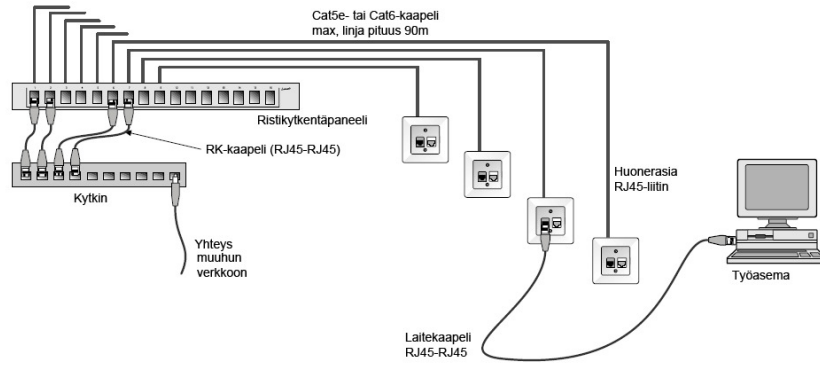
## Laitekaappi 2. Kerros



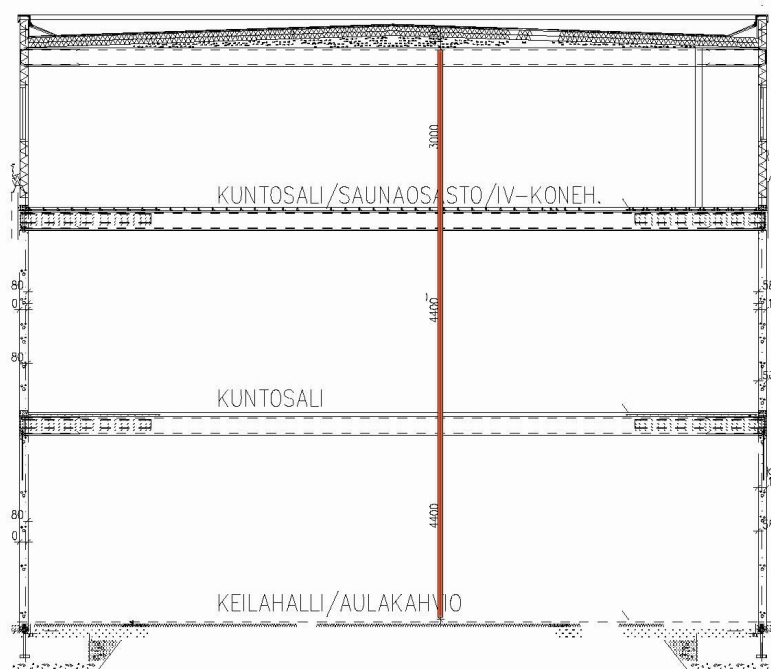
## Laitekaapit 1. ja 3. Kerros



## Liite 6



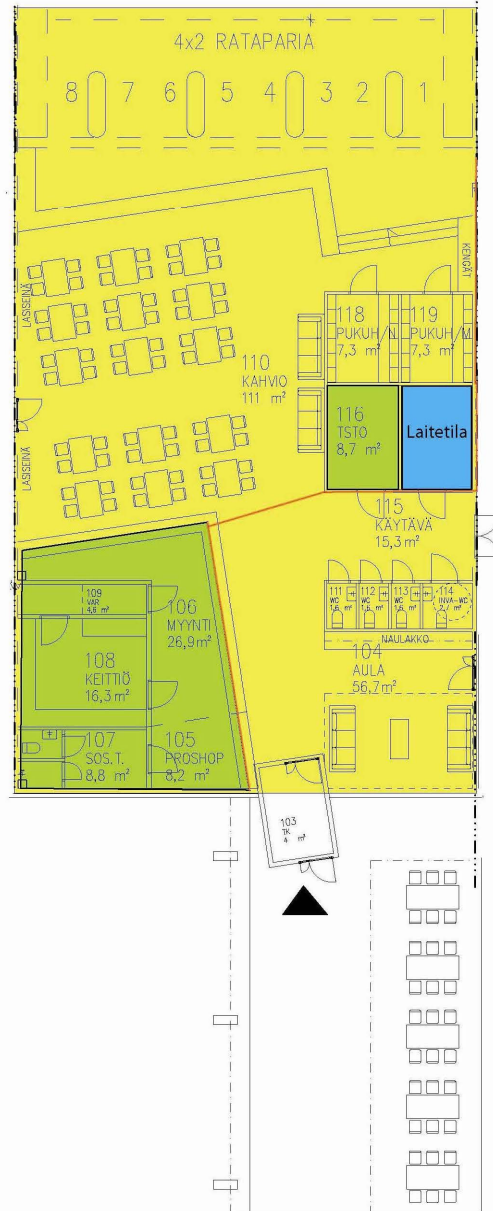
## Liite 7



## Nousukaapeloinnit

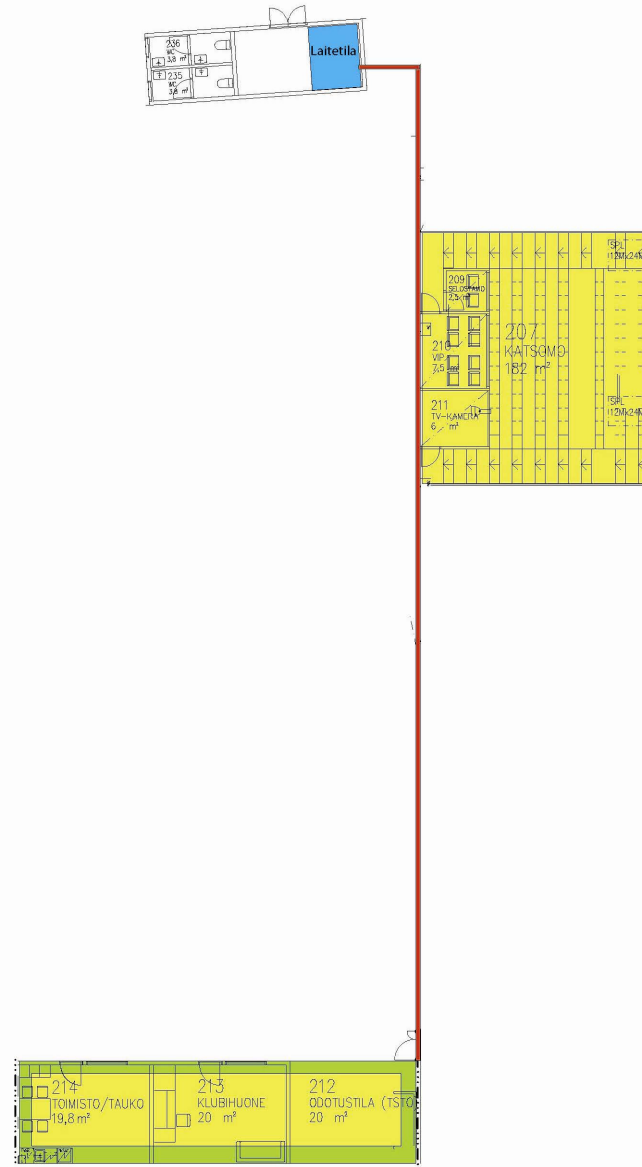
Kuvassa on läpileikkaus hallista. Kuva on osa pohjapiirrustusta ja siitä on poistettu kaapeloinnin kannalta epäoleellinen osa.

## Liite 8



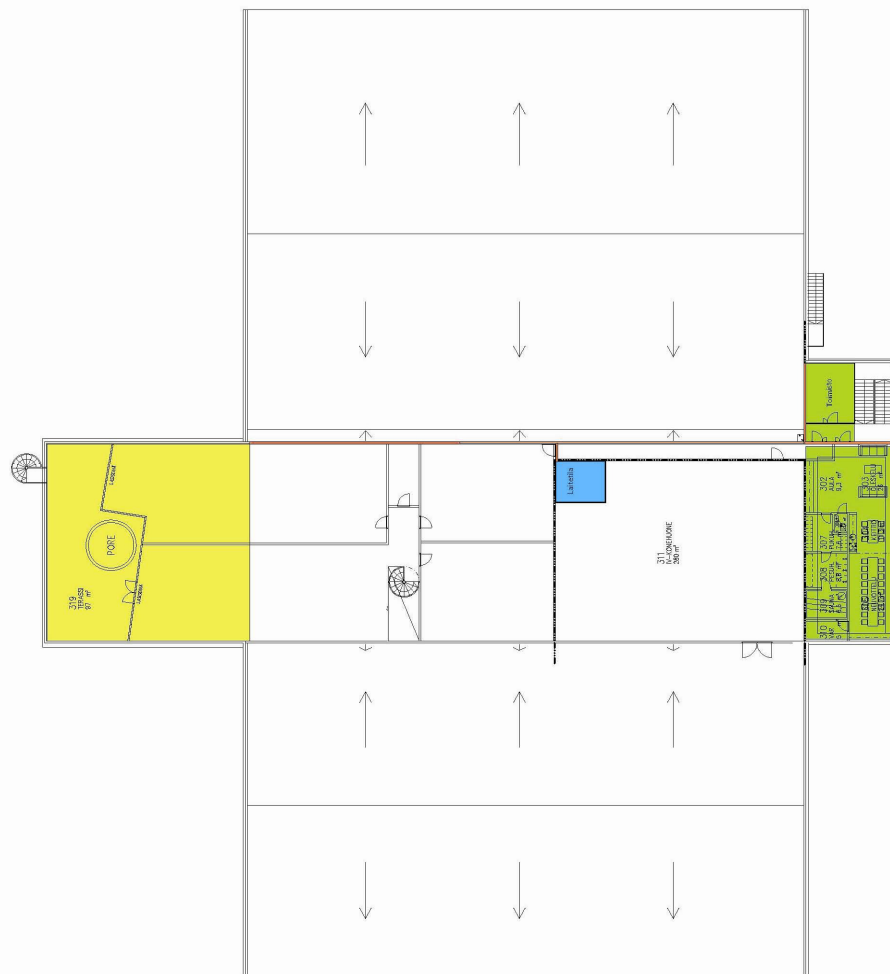
1. Kerros. Kuvassa sinisellä pohjalla näkyy laitetila. Vihreällä pohjalla näkyy hallin oman verkon alue (vlan22). Keltaisella on merkitty wlan- verkko (vlan 10). Punaisella on merkitty kaapelointi. Kuva on osa pohjapiirrustusta ja siitä on poistettu kaapeloinnin kannalta epäoleellinen osa.

## Liite 9



2. Kerros. Kuvassa sinisellä pohjalla näkyy laitetila. Vihreällä pohjalla näkyy hallin oman verkon alue (vlan22). Keltaisella on merkitty Wlan- verkko (vlan 10). Punaisella on merkitty kaapelointi. Kuva on osa pohjapiirrustusta ja siitä on poistettu kaapeloinnin kannalta epäolennainen osa.

## Liite 10



3. Kerros. Kuvassa sinisellä pohjalla näkyy laitetila. Vihreällä pohjalla näkyy hallin oman verkon alue (vlan22). Keltaisella on merkitty Wlan- verkko (vlan 10). Punaisella on merkitty kaapelointi. Kuva on osa pohjapiirrustusta ja siitä on poistettu kaapeloinnin kannalta epäoleellinen osa.



## Liite 11

### Toisen kerroksen kytkimen konfiguraatio

```
hostname "Halli-SW2"
max-vlans 128
time timezone 120
time daylight-time-rule Western-Europe
console inactivity-timer 10
no web-management
console baud-rate 9600
ip default-gateway 192.168.1.1

; VLAN MÄÄRITYKSET
vlan 1
    name "VLAN1"
    no ip address
    exit
vlan 10
    name "ASIAKAS"
    no ip address
    untagged 2-6
    tagged 25-26
    exit
vlan 22
    name "TOIMISTO"
    no ip address
    untagged 7-20
    tagged 25-26
    exit
vlan 50
    name "KAMERA"
    no ip address
    untagged 21-24
    tagged 25-26
    exit
vlan 100
    name "Hallinta"
    ip address Esim: 192.168.1.2 255.255.255.0
    Untagged 1
    tagged 25-26
    exit
management-vlan 100

; SPANNING-TREE -ASETUKSET
spanning-tree
spanning-tree force-version rstp-operation
spanning-tree protocol-version rstp;
; Priority laitetaan vain Root-Kytkimeen.
spanning-tree priority 0
;
```

(Hakala & Vainio 2005, 100-103; Cisco Systems 2006, 1: 25-40, 2: 3-55)

## Liite 12

### Ensimmäisen ja kolmannen kerroksen kytkimien konfiguraatio

```
hostname "Halli-SW1 Tai SW3"
max-vlans 128
time timezone 120
time daylight-time-rule Western-Europe
console inactivity-timer 10
no web-management
console baud-rate 9600
ip default-gateway 192.168.1.1

; VLAN MÄÄRITYKSET
vlan 1
    name "VLAN1"
    no ip address
    exit
vlan 10
    name "ASIAKAS"
    no ip address
    untagged 2-6
    tagged 25-26
    exit
vlan 22
    name "TOIMISTO"
    no ip address
    untagged 7-20
    tagged 25-26
    exit
vlan 50
    name "KAMERA"
    no ip address
    untagged 21-24
    tagged 25-26
    exit
vlan 100
    name "Hallinta"
    ip address Esim: 192.168.1.3 tai .4 255.255.255.0
    Untagged 1
    tagged 25-26
    exit
management-vlan 100

; SPANNING-TREE -ASETUKSET
spanning-tree
spanning-tree force-version rstp-operation
spanning-tree protocol-version rstp;
;
```

(Hakala & Vainio 2005, 100-103; Cisco Systems 2006, 1: 25-40, 2: 3-55)

## Liite 13

ProCurve 2610-24/12PWR tekniset tiedot (Tiedot ilmoitettu pääasiassa englanniksi, koska suurta osaa tietoliikennesanastosta ei ole suomennettu):

Ulkoiset I/O-portit: 24 auto-sensing 10/100 ports (IEEE 802.3 Type 10Base-T, IEEE 802.3u Type 100Base-TX); Media Type: Auto-MDIX; Duplex: half or full; 1 RJ-45 serial console port; 2 auto-sensing 10/100/1000 ports (IEEE 802.3 Type 10Base-T, IEEE 802.3u Type 100Base-TX, IEEE 802.3ab Type 1000Base-T); Duplex: 10Base-T/100Base-TX: half or full; 1000Base-T: full only; 2 open mini-GBIC (SFP) slots

Muisti ja prosessori: MIPS @ 300 MHz, 16 MB flash, 128 MB SDRAM; packet buffer size: 1 MB

Saantiviive: 100 Mb < 4,1 µs; 1000 Mb < 2,9 µs

Osoitetaulukon koko: 8,000 merkintää

Reititys- tai kytkentämahdollisuus: 12,8 Gbps

Siirtonopeus: 9,5 miljoonaa pakettia/sekunnissa

Hallintaominaisuudet: HP ProCurve Manager Plus; HP ProCurve Manager ; command-line interface; Web browser; configuration menu; out-of-band management

Tietoliikenne: HTML + telnet management; IEEE 802.1D MAC Bridges; IEEE 802.1p Priority; IEEE 802.1Q VLANs; IEEE 802.1v VLAN classification by Protocol and Port; IEEE 802.1w Rapid Reconfiguration of Spanning Tree; IEEE 802.3ad Link Aggregation Control Protocol (LACP); IEEE 802.3af Power over Ethernet; IEEE 802.3x Flow Control; RFC 768 UDP; RFC 783 TFTP Protocol (revision 2); RFC 792 ICMP; RFC 793 TCP; RFC 826 ARP; RFC 854 TELNET; RFC 951 BOOTP; RFC 1542 BOOTP Extensions; RFC 2030 Simple Network Time Protocol (SNTP) v4; RFC 2131 DHCP; RFC 3376 IGMPv3; RFC 1213 MIB II; RFC 1493 Bridge MIB; RFC 2021 RMONv2 MIB; RFC 2096 IP Forwarding Table MIB; RFC 2613 SMON MIB; RFC 2618 RADIUS Client MIB; RFC 2665 Ethernet-Like-MIB; RFC 2668 802.3 MAU MIB; RFC 2674 802.1p and IEEE 802.1Q Bridge MIB; RFC 2737 Entity MIB (Version 2); RFC 2863 The Interfaces Group MIB; IEEE 802.1X Port Based Network Access Control; RFC 1492 TACACS+; Secure Sockets Layer (SSL); SSHv1/SSHv2 Secure Shell

Saatavissa oleva teho: 3,3 / 1,7 A

Virrankulutus: 62W

Paino: 3,4kg

HP:n kytkimillä on elinikäinen takuu.

(HP, ProCurve 2610- 24/12PWR Switch.)

## Liite 14

ProCurve 420 Wireless Access Point tekniset tiedot (Tiedot ilmoitettu englanniksi, koska suurta osaa tietoliikennesanastosta ei ole suomennettu.):

Ulkoiset I/O-portit: 1 auto-sensing 10/100 port(IEEE 802.3 Type 10Base-T, IEEE 802.3u Type 100Base-TX); Media Type: ProCurve Auto-MDIX; Duplex: half or full; 1 RS-232C DB-9 console port

Muisti ja prosessori: Flash Capacity: 4 MB

Langaton tekniikka: 802.11g - Modulation technique: Orthogonal Frequency Division Modulation (64 QAM, 16 QAM, QPSK, BPSK); Media Access Protocol: CSMA/CA (Collision Avoidance) with ACK; Nominal output power: 15 dBm

Tietoliikenne: RFC 783 TFTP; RFC 854 Telnet; RFC 768 UDP; RFC 792 ICMP; RFC 793 TCP; RFC 826 ARP; RFC 2030 Simple Network Time Protocol; IEEE 802.11b Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band; IEEE 802.11g Further Higher Data Rate Extension in the 2.4 GHz Band; RFC 2138 RADIUS; RFC 2866 RADIUS accounting; SSHv2 Secure Shell; Secure Sockets Layer (SSL); IEEE 802.1X Network Login; IEEE 802.11i Medium Access Control (MAC) Security Enhancements; IEEE 802.1Q VLANs; 802.3af Power over Ethernet; IEEE 802.1Q VLAN tagging; SNMPv1/v2c/v3; HTML and telnet management; RFC 1493 Bridge MIB; RFC 1213 MIB II; RFC 3164 Syslog; RFC 791 IP; RFC 894 IP over Ethernet; RFC 1541 DHCP; RFC 2068 HTTP; RFC 2011 IP-MIB (read only); RFC 2012 TCP-MIB (read only); RFC 2013 UDP-MIB (read only)

Virtavaatimukset: 100-240 VAC; 50/60 Hz

Saatavissa oleva teho: 0,4A

Virrankulutus: 30W

Paino: 1,02kg

Laitteella on elinikäinen takuu.

(HP, ProCurve Wireless Access Point.)

## Liite 15

HP ProLiant DL120 G5 465475-421 tekniset tiedot:

Proessori: Kahden ytimen Intel® Pentium® E2160, 1,80 GHz

Proessorin FSB- väylä: 800MHz

Sisäinen välimuisti: 1Mt:n tason 2 välimuisti

Vakiomuisti: 1\*1Gt

Muistin enimmäismäärä: 8Gt

Muistityyppi: PC2-6400 (800 MHz), puskuroimaton ECC DDR2 SDRAM, lomitus valinnaisena (käytettävissä, kun DIMM- muistimoduuleja käytetään pareittain)

Muistipaikat: 4 DIMM- paikkaa

Sisäinen asema: 1\*160Gt:n SATA- asema, 3,5", ei käytönaikaista vaihtoa

Kiintolevyaseman nopeus: 7 200 kierrosta/min

Kiintolevyohjain: Intel® 82801IR Integrated Serial ATA Host Controller

Kotelotyyppi: 1U- teline

Piirisarja: Intel® 3200- piirisarja

Verkkoliittymä: Sisäinen NC105i Gigabit- palvelinsovitin

Ulkoiset I/O- portit: Sarjaliitäntä - 1; USB 2.0 - 5 (2 edessä, 1 sisäinen, 2 takana); Näyttö - 1 (takana); Näppäimistö - 1; Hiiri - 1; Hallinta - 1 lisävarusteena hankittavalle LO100c; Verkko-liitäntä RJ-45 - 1

Laajennuspaikat: Yhteensä kaksi paikkaa: (1) täyspitkä PCI Express x8 -paikka (x8-liitin); voidaan vaihtaa täyspitkään 64-bittiseen/133 MHz:n PCI-X-paikkaan; (1) puolipitkä, matala PCI Express x4 -paikka (x8-liitin)

Virtalähteen tyyppi: Automaattisesti jännitteen tunnistava 350W:n PFC- virtalähde, CE- merkintä

Virtavaatimukset: 90-132 V AC, 180-264 V AC; 47-63 Hz

Yhteensopivat käyttöjärjestelmät: Windows® Server 2003 (Web Edition, Standard Edition ja Enterprise Edition Standard ja Enterprise Edition); Microsoft® Small Business Server 2003 R2; Microsoft® Windows® 2008; Red Hat Enterprise Linux; SUSE Linux Enterprise Server

Mitat (L\*S\*K): 44,80cm x 69,85cm x 4,30cm

Paino: 14kg

Alan standardien mukaisuus: ACPI 3.0; PCI 2.3 -yhteensopiva; PXE- tuki; WOL- tuki; Microsoft® Logo -sertifioitu; USB 2.0; IPMI 2.0

Suojauksen hallinta: Käynnistyssalasana; Näppäimistön salasana; USB-portin hallinta; Siirrettävä DVD-ROM-asema (valinnainen); Erillinen LO100c-hallintaverkkoportti (valinnainen); Järjestelmänvalvojan salasana

Laitteella on kolmen vuoden takuu, joka käsittää myös huollon asiakkaan tiloissa.

(HP, ProLiant DL120 G5.)

## Liite 16

## Pöytäkone:

HP Compaq dx2450 (FE260ET)

Asennettu käyttöjärjestelmä: Windows Vista® Business \*

Prossessorin nopeus: 2,70 GHz

Ulkoisen välimuisti: 1Mt:n tason 2 välimuisti

Prossessorin FSB- väylä: 2 000 MHz

Piirisarja: NVIDIA nForce 430

Muistityyppi: PC2-6400 DDR2 800 SDRAM

Vakiomuisti: 2x1Gt

Muistin enimmäismäärä: 4 Gt:n DDR2 SDRAM -muisti

Muistipaikat: 4 DIMM

Muistipäivitys: Laajennettavissa 4 Gt:uun neljän vakiomallisen DIMM-paikan avulla

Sisäiset asemat: 250Gt

Ulkoiset massamuistipaikat: Kaksi ulkoista 5,25 tuuman ja yksi ulkoinen 3,5 tuuman asema-paikka

Optiset asemat: 16x-nopeuksinen SATA DVD+/-RW SuperMulti LightScribe -asema ja HP:n 16 tallennusvälineen lukulaite (3,5 tuumaa, PCI)

Kiintolevyohjain: SATA 3,0 Gb/s

Grafiikka-alijärjestelmän nimi: Sisäinen NVIDIA GeForce 6150SE- grafiikkaohjain

Näytönohjaimen ajuri 01

Microsoft® Windows Vista® ja Microsoft® Windows® XP Professional

Näytönohjaimen ominaisuudet: 3D-/2D-ohjain: yhteensopiva tuki Microsoftin® vakio- API:en kanssa mm. Microsoft DirectX®9, DirectXVA®, OpenGL® 1.4.; Sisäinen VGA-ohjain; sisäinen 300 MHz:n RAMDAC; Ohjaimen kellotaajuus 400 MHz; Enimmäisvärisyvyys: 32 bittiä / pikseli; Usean näytön tuki: kahden näytön tuki emolevyn VGA- liitinten ja SDVO/ADD2-vaihtoehdon avulla.

Grafiikka-alijärjestelmän näytönohjaimen muisti: Näytönohjain käyttää järjestelmämuistia näyttömuistina. Näyttömuistin käyttö voi vaihdella 8 ja 256 Mt:n välillä järjestelmän kuormitustason ja vapaan muistin mukaan.

Grafiikka-alijärjestelmän näytönohjaimen resoluutio: Pystyvirkistystaajuuden enimmäisarvo: 75 Hz / enintään 1 920 x 1 440, 60 Hz / 2 048 x 1 536

Laajennuspaikat: 1 täyskorkea PCI 2.3 -paikka, 1 täyskorkea PCI Express x16 -paikka, 2 täyskorkeaa PCI Express x1 -paikkaa

Ääni: Sisäinen High Definition -ääni ja Realtek ALC888S- koodekki, edessä mikrofoni- ja kuulokeportit, takana linjalähtö- ja linjatuloportit, sisäinen kaiutin

Modeemi: 2006 Agere PCI 56K -modeemi (valinnainen)

Verkkoliittymä: Sisäinen Realtek RTL8211B Gigabit Ethernet

Verkkokortit: Lisänä Intel® Pro 1000 PT PCIe -Gigabit-verkkokortti

Käytettävissä olevat lähiverkkoajurit: Microsoft® Windows Vista®, FreeDos

Ulkoiset I/O-portit: Takana: 4 USB 2.0, 2 PS/2, 1 RJ-45, 1 VGA, äänitulo/-lähtö, mikrofonitulo; Edessä: 2 USB 2.0 -porttia, ääniportit

Mitat (L x S x K): 16,5 cm x 37,3 cm x 36,5 cm

Paino: 10,2 kg

Osoitinlaite: HP:n kaksipainikkeinen optinen PS/2-rullahtiiri

Näppäimistö: Ostettava erikseen (HP:n vakionäppäimistöjä saatavilla PS/2- tai USB- liitännällä)

\* Malli saatavilla myös ilman esiasennettua käyttöjärjestelmää (HP, HP Compaq dx2450- mikrotorni.)

Kannettava:

HP Compaq 6735s (KU219ET)

Prossorityyppi: AMD Sempron -prossori SI-40

2,0 GHz, 512 kt:n tason 2 välimuisti

Asennettu käyttöjärjestelmä: Windows Vista® Home Basic (päivityssuositus: Windows Vista® Business)

Näyttötyyppi: TFT

Näytön koko: 15,4 tuuman halkaisija

Paino: 2,5 kg:sta alkaen

Mitat (L x S x K): 3,2 (etureuna) x 35,8 x 26,7 cm

Akun kesto: 3 tuntia (7 tuntia 45 minuuttia HP:n pitkäkestoisella akulla, 11 tuntia 20 minuuttia HP:n tehoakulla)

Sisäiset asemat: 160 Gt

Kiintolevyaseman nopeus: 5400 k./min

Optiset asemat: Kiinteä LightScribe SuperMulti -DVD+/-RW- asema (kaksikerroksinen)

Vakiomuisti: 1 x 2048 Mt:n DDR2-muisti

Muistipaikat: Kaksi SODIMM- paikkaa tukee kaksikanavaista muistia

Muistipäivitys: Päivitettävissä enintään 8192 Mt:uun

Piirisarja: AMD M780G- piirisarja

Langaton tekniikka: Broadcom 802.11b/g -Mini-PCI-kortti, Bluetooth

Langattomat ominaisuudet: Kyllä

Modeemi: 56 kb/s:n modeemi

Verkkoliittymä: Marvell Ethernet PCI -ohjain (10/100-verkkokortti)

Laajennuspaikat: Vapaat paikat lisälaitteille: 1 ExpressCard/54-paikka, mediakortin lukija  
 Ulkoiset I/O-portit: Kaksi USB 4 -porttia, VGA- portti, stereomikrofoniliitäntä, stereokuuloke-  
 / linja ulos -liitäntä, virtaliitäntä, RJ-11-portti, RJ-45-portti

Grafiikka-alijärjestelmän nimi: ATI Radeon™ HD 3200

Näytön erotuskyvyn kuvaus: 1 280 x 800 pikselin WXGA-näyttö

Ääni: High Definition Audio, stereokaiuttimet, stereokuuloke- / linja ulos -liitäntä, mikro-  
 foniliitäntä (stereo), sisäinen mikrofoni

Näppäimistö: Täysikokoinen näppäimistö

Osoitinlaite: Kosketuslevy, jossa selausvyöhyke

Virtatiedot: 6-kennoinen (47 Wh:n) litiumioniakku

Virtavaatimukset: Ulkoinen 65 W:n HP Smart -verkkolaite, HP:n pikalataustekniikka

Lisävarusteet: Laitteen kanssa yhteensopiva telakointiasema, ulkoinen näppäimistö ja hiiri  
 sekä kantolaukku.

(HP, HP Compaq 6735s- kannettava.)

Näyttölaite:

HP 19" L1908W- laajakuvanäyttö

Näyttötekniikkatyyppi: Aktiivimatriisi- TFT (Thin Film Transistor)

Kontrastisuhde: 1000:1

Virkistykseen vasteaika: 5 ms

Näytön katselukulma: 160° pysty- ja 160° vaakasuunnassa

Peitelevyn käsittely: Häikäisyneisto ja antistaattinen pinnoitus

Näytön koko: 19 tuuman halkaisija

Näytön kirkkaus: 300 NIT

Kuvapisteväli: 0,285 mm

Näyttö, enimmäispikselitaajuus: 140 MHz

Videosisääntulon liitin: 15-nastainen D- sub VGA

Sertifioinnit, vaatimustenmukaisuus: TCO'03, ISO 13406-2 VDT -ohjeiden mukainen, MPR-II-  
 yhteensopiva, CISPR- vaatimukset, VCCI- hyväksynät, MIC- vaatimukset (Korea), CSA, ACA-  
 hyväksyntä (Australia), "GS"-merkintä, TUV- hyväksynät, CE- merkintä, FCC- hyväksyntä,  
 ENERGY STAR® -hyväksyntä, PC-2001-sertifioitu, Microsoft® Windows® -sertifioitu (Mic-  
 rosoft® Windows® 98, Microsoft Windows 2000, Microsoft Windows XP ja Windows Vista®)

Ergonomiset ominaisuudet: Vastaa litteiden näyttöjen EN-ISO 13406-2 -ergonomiavaatimuksia.

Sisääntulosignaali: VGA

Plug and play: Kyllä

Asennusliitäntä: Ulkoinen VESA- asennus: normaali 100 mm:n 4-reikäkuvio

Mukana toimitettu ohjelmisto: HP Display Assistant -ohjelmisto mahdollistaa näytön säädön ja  
 värien kalibroinnin näyttöön liitetyn tietokoneen Display Data Channel Command Interface



(DDC/CI) -protokollan avulla; HP Display LiteSaver -ominaisuuden avulla näytön siirtymisen lepotilaan voi ajoittaa ennalta asetettuihin aikoihin, mikä suojaa näyttöä jäännöskuvan muodostumiselta sekä vähentää merkittävästi virrankulutusta ja energiakustannuksia ja pidentää näytön käyttöikää.

Ohjauspaneeli: Virtapainike; kolminäppäiminen OSD (valikko, plus, miinus)

Virrankulutus: Enintään 50 W, 37 W normaali

Virtavaatimukset: Automaattinen tunnistus 100-240 V AC, sisäinen virtalähde 50-60 Hz

Sisäinen kaiutin: Äänentoisto ei sisälly hintaan platform- tasolla

Mitat (L x S x K): 44,6 cm x 5,9 cm x 30,1 cm

Mitat jalustan kanssa(L x S x K): 44,6 cm x 18,7 cm x 37,0 cm

Paino: 5,6 kg

Tuotteella on kolmen vuoden takuu.

(HP, HP: 19 tuuman L1908w- laajakuvanäyttö.)

## Liite 17

## HP Color LaserJet CM2320fxi (CC435A) tekniset tiedot

Tulostusnopeus (musta, vedoslaatu, A4): 20 s/min

Tulostuslaatu (väri, paras laatu): 600 x 600 dpi

Automaattisen asiakirjojen syöttölaitteen kapasiteetti: Vakio, 50 arkkia

Muistikorttien yhteensopivuus: CompactFlash™ I ja II, Memory Stick®, Secure Digital, MultiMediaCard, xD-Picture Card

Kaksipuolisen tulostuksen vaihtoehdot: Automaattinen (vakio)

Kapasiteetti (kuukaudessa, A4): 40 000 sivua

Tulostustekniikka: Laser

Tulostimen vakiokielet: HP PCL 6, HP Postscript level 3 -emulointi, HP PCL 5c -emulointi

Kirjasinlajit: 80 sisäistä PCL 6 skaalattavaa TrueType-fonttia, 80 sisäistä Postscript-skaalattavaa TrueType-fonttia

## Faksitoiminnot:

Modeemi: V.34-faksi-modeemi (enintään 33 kbps) ja kaksi RJ-11-porttia

Faksin nopeus: 33,6 kbps (3 s/sivu)

Muistissa säilytettävät A4-sivut: 250

Faksaaminen: Kyllä

Pikavalintanumeroiden enimmäismäärä: 120

Automaattinen uudelleentalinta: Kyllä

Ajastettu faksin lähetys: Kyllä

Lähetys sijaintien enimmäismäärä: 119

Tarkkuus (musta, valokuva, harmaasävy): 300 x 300 dpi (ei puolisävyä)

## Skannausjärjestelmä:

Skannerityyppi: Tasoskanneri ADF

Optinen skannausresoluutio: 1200 dpi

Bittisyvyys: 42-bit.

Twain-versio: Versio 1.9

Kopiointitarkkuus: 600 x 600 dpi

Kopioiden enimmäismäärä: 99

## Valokuvien tulostus ja älykkäät toiminnot:

Muistikorttien yhteensopivuus: CompactFlash™ I ja II, Memory Stick®, Secure Digital, MultiMediaCard, xD-Picture Card

Mukana toimitettu ohjelmisto: HP Toolbox FX, HP LaserJet Scan, TWAIN 1.9- tai WIA-skanneriajurit, HP LaserJet Fax, ohjattu HP Fax -asetusten määrittäminen, HP Fax -ohjelmisto, Readiris PRO -tekstintunnistus (ei asennettu muiden ohjelmien kanssa, tarvitaan erillinen asennus), tulostinajurit (HP PCL 6, HP PCL 5e, HP Postscript Level 3 -emulointi), asennusohjelma/asennuksen poisto, HP Director (Macintosh)

#### Paperinkäsittely:

Automaattisen asiakirjojen syöttölaitteen kapasiteetti: Vakio, 50 arkkiä

Kaksipuolisen tulostuksen vaihtoehdot: Automaattinen (vakio)

Paperinkäsittely, syöttövaihtoehdot, vakio: 50 arkin monikokoalusta, kaksi 250 arkin syöttöalustaa, 50 arkin automaattinen syöttölaite

Paperinkäsittely, tulostusvaihtoehdot, vakio: 150 arkin tulostuskauk., tulostusp. alasp.

Tulostusmateriaalien vakiokoot: A4, A5, B5 (ISO, JIS)

Tuetut materiaalityypit: Paperi (bond, esite, värillinen, kiiltävä paperi, kirjelomake, valokuva, tavallinen, esipainettu, esirei'itetty, uusiopaperi, karkea), piirtoheitinkalvot, tarrat, kirjekuoret

#### Muita teknisiä tietoja:

Tulostimen hallinta: HP Toolbox FX, HP Web Jetadmin, HP:n sisäinen WWW-palvelin, Easy Printer Care

Muistipaikat: 1 DDR2 144 nastaa x16 SDRAM DIMM SO-DIMM

Vakiomuisti: 160 Mt

Muistin enimmäismäärä: 416 Mt

Yhteensopivat käyttöjärjestelmät: Microsoft® Windows® 2000, Server 2003, XP Home, XP Media Center, XP Professional, XP Professional x64, XP Tablet PC; Hyväksytty Windows Vista® varten; Mac OS X v10.3 tai uudempi; Novell® NetWare 3.2, 4.2, 5.x, 6; HP-UX 10.2

Yhteensopivat verkkokäyttöjärjestelmät: Microsoft® Windows® 2000 (vain tulostinohjaimet), XP, XP 64-Bit, Server 2003/2008, Windows Vista®; Mac OS X v10.3, v10.4, v10.5; RED HAT / SUSE Linux 6.x ja uudemmat; Novell NetWare 3.2 ja uudemmat (vain NDPS-TCP/IP); Citrix MetaFrame (vain tulostus); Microsoft® Windows® Terminal Services (vain tulostus) (huomautus: kaikkia protokolla- ja käyttöjärjestelmäyhdistelmiä ei tueta.

Järjestelmän vähimmäisvaatimukset: Microsoft® Windows® Server 2003: mikä tahansa Pentium® II -prosessori tai tehokkaampi, 64 Mt RAM-muistia, 50 Mt vapaata kiintolevytilaa, SVGA-näyttö 800 x 600 ja 16-bittiset värit (vain tulostin- ja skanneriohjain); Microsoft® Windows® 2000, XP Home, XP Professional: mikä tahansa Pentium® II -prosessori (Pentium® III tai tehokkaampi suositeltava), 128 Mt RAM-muistia, 250 Mt vapaata kiintolevytilaa, SVGA-näyttö 800 x 600 ja 16-bittiset värit, Internet Explorer 5.5 tai uudempi (täysi asennus); 1 GHz:n prosessori, 512 Mt RAM-muistia (Windows Vista®, katso vaadittavan kiintolevytilan vähimmäiskoko käyttöoppaasta); CD-asema, USB-portti

Virrankulutus: Enintään 460 W (aktiivinen), 425 W (kopiointi/skannaus), 27 W (valmiustila), enintään 9,2 W (virransäästötila), enintään 0,5 W (virta katkaistu)

Paino: 32,3 kg

Pakkauksen paino: 52,24 kg

Mitat (L x S x K): 497 x 492 x 650 mm

Turvallisuus: IEC 60950-1 (kansainvälinen), EN 60950-1+A11 (EU), IEC 60825-1+A1+A2, UL/cUL-listattu (US/Kanada), GS-lisenssi (Eurooppa), EN 60825-1+A1+A2 (luokan 1 laser/LED-laite)

GB4943-2001, matalajännitedirektiivi 2006/95/EC CE-merkinnällä (Eurooppa); muut turvahyväksynnät yksittäisten maiden vaatimusten mukaisesti

Laatikon sisältö: HP LaserJet CM2320fxi -monitoimitulostin, virtajohdot, syaani, magenta, musta ja keltainen HP LaserJet -kasetti, aloitusopas, tukiesite, laiteohjelmiston ja sähköisen käyttöoppaan sisältävät CD-levyt, ohjauspaneelin etulevy, Readiris PRO -tekstintunnistusohjelma, automaattisen syöttölaitteen paperituki, puhelinjohdot, ReadIris-rekisteröintikortti, IHM media Kit -sarja.

Laitteella on vuoden takuu.

(HP, HP Color LaserJet CM2320)