



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# DATAKESKUS

TEKIJÄ/T: Hannu Laitinen

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Koulutusala<br>Tekniikan ja liikenteen ala   |                          |
| Koulutusohjelma<br>Tietotekniikan koulutusohjelma  |                          |
| Työn tekijä(t)<br>Hannu Laitinen   |                          |
| Työn nimi<br>Datakeskus  |                          |
| Päiväys<br>2.5.2016  | Sivumäärä/Liitteet<br>28 |
| Ohjaaja(t)<br>Laboratorioinsinööri Pekka Vedenpää  |                          |
| Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)<br>Savonia-ammattikorkeakoulu  |                          |
| Tiivistelmä<br><p>Tämän työn tarkoituksena oli tehdä datakeskuksista selvitystyö, jonka perusteella kirjoitettiin ohjekirjanen palvelin-salitekniikoista ja laatia suunnitelma mahdollisesta Savonian-ammattikorkeakoululle rakennettavasta palvelintilasta.</p> <p>Opinnäytetyön teko aloitettiin tutustumalla palvelinsaleihin liittyviin tekniikkoihin, jäähdytysratkaisuihin ja laitteis-toihin. Selvitystyössä vaadittiin paljon tutustumista eri laitevalmistajien ja laitteistotoimittajien esitteisiin ja doku-mentteihin.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena luotua ohjekirjasta voidaan käyttää apuna suunniteltaessa datakeskusta. Työssä tehtiin myös suunnitelma Savonia-ammattikorkeakoulun datakeskuksesta, joka tarjoaisi palveluita oppilaitoksen käyttöön ja maksullista palvelua yritysasiakkaille, yksityishenkilöille ja muille datakeskuspalveluita tarvitseville.</p> <p>Savonian datakeskussuunnitelman toteutuminen on mahdollista, mutta datakeskuksen kustannuksista on vielä selvitettävä ja kartoitettava ulkopuolisten asiakkaiden datakeskuspalveluiden tarpeista.</p> <p>Jatkokehitysidea tällä opinnäytetyöllä voisi olla muuntaa ohjekirjanen julkaisumuotoon.</p> |                          |
| Avainsanat<br>Savonia Ammattikorkeakoulu, palvelin, opinnäytetyö, palvelinhotelli  |                          |
|  |                          |

|  |                        |
|--|------------------------|
| Field of Study<br>Technology, Communication and Transport  |                        |
| Degree Programme<br>Degree Programme in Information Technology   |                        |
| Author(s)<br>Hannu Laitinen  |                        |
| Title of Thesis<br>Data center   |                        |
| Date<br>02 May 2016  | Pages/Appendices<br>28 |
| Supervisor(s)<br>Mr Pekka Vedenpää, Laboratory Engineer  |                        |
| Client Organisation /Partners<br>Savonia University of Applied Sciences  |                        |
| <p>Abstract</p> <p>The goal of this thesis was to investigate datacenters. Upon that investigation the purpose was to write a manual on datacenter-related techniques and to create a design for a possible datacenter in Savonia premises.</p> <p>The study was started by becoming acquainted with data center related techniques such as cooling solutions and devices. The investigation for this thesis contained a lot of researching from the manufacturers and distributors brochures and whitepapers to base this thesis on.</p> <p>The result of this thesis can be used when designing a data center. The thesis also resulted in a design for a data center for Savonia University of Applied Sciences, which would provide services for Savonia's needs and paid services for companies, private individuals and all who would require data center services.</p> <p>The actualization of the data center design for Savonia is feasible, but the expenses of the data center and the needs of clients should be investigated more.</p> <p>As a further development of this thesis, there could be a possibility to publish the manual in hardcover.</p> |                        |
| Keywords<br>Savonia University of Applied Sciences, thesis, datacenter   |                        |
|  |                        |

## ESIPUHE

Palvelimet ja datakeskukset kiinnostavat minua erityisesti ja tahdoin tehdä aiheesta opinnäytetyön, kun yritysten tarjoamat opinnäytetyöehdotukset olivat ohjelmointipainotteisia. Toivottavasti tulevaisuudessa pääsen työskentelemään palvelinten ja datakeskusten äärellä jossain päin maailmaa, joko oman yrityksen perustajana tai työllistettynä yleisillä työmarkkinoilla.

Kiitokset ohjaajalleni laboratorioinsinööri Pekka Vedenpäälle ja insinööri Sami Skoutille tuesta työn tekemisessä, kandidaatti Otto Reinikaiselle hyvien ehdotusten esittämisestä ja konsultti Ville Nuutiselle työn oikolukemisesta. Kiitos myös kaikille muille, jotka jaksoivat kuunnella kysymyksiäni ja kommentoida työtäni.

Kuopiossa 2.5.2016

Hannu Laitinen

## SISÄLTÖ

|   |    |
|---|----|
| KÄSITTEET JA LYHENTEET .....                | 6  |
| 1 JOHDANTO .....                            | 7  |
| 2 DATAKESKUS .....                          | 8  |
| 2.1 Tier-tasot .....                        | 8  |
| 2.2 Sähkösuunnitelma .....                  | 9  |
| 2.3 Verkkosuunnitelma .....                 | 9  |
| 2.3.1 Redundanttisuus .....                 | 9  |
| 2.3.2 Palvelinhuoneen verkko .....          | 9  |
| 2.3.3 Palvelimien ylläpitoverkko .....      | 10 |
| 2.4 Jäähdytysratkaisut .....                | 10 |
| 2.4.1 Vapaa jäähdytys .....                 | 10 |
| 2.4.2 Kylmä- ja kuuma käytävä .....         | 10 |
| 2.4.3 Rivipohjainen jäähdytys .....         | 11 |
| 2.5 Palvelintorni .....                     | 12 |
| 2.5.1 Laitteisto .....                      | 12 |
| 2.5.2 Palvelintyypit .....                  | 14 |
| 2.5.3 Ohjelmistot .....                     | 14 |
| 2.5.4 Virtuaalijärjestelmät .....           | 15 |
| 3 CASE: SAVONIAN DATAKESKUS .....           | 16 |
| 3.1 Sijainti .....                          | 16 |
| 3.2 Pohjapiirros .....                      | 17 |
| 3.3 Palvelinkehikkojen kiinnitys .....      | 17 |
| 3.4 Jäähdytys .....                         | 18 |
| 3.4.1 Optimaalinen jäähdytysratkaisu .....  | 18 |
| 3.4.2 Häätäjäähdytys .....                  | 19 |
| 3.5 Sähkösuunnitelma .....                  | 19 |
| 3.6 Tietoverkkosuunnitelma .....            | 19 |
| 3.7 Asiakaspalvelimet .....                 | 20 |
| 4 SAVONIAN DATAKESKUKSEN TURVALLISUUS ..... | 22 |
| 4.1 Fyysinen turvallisuus .....             | 22 |
| 4.1.1 Ulkopuoliset verkot ja säteily .....  | 22 |
| 4.1.2 Ulkopuoliset laitteet .....           | 23 |
| 4.1.3 Paloturvallisuus .....                | 23 |
| 4.2 Tietoturva .....                        | 23 |
| 4.2.1 Tietoverkon tietoturva .....          | 23 |
| 4.2.2 Laitteiden varmuuskopiointi .....     | 24 |
| 4.2.3 Dokumenttien tietoturva .....         | 24 |
| 5 YHTEENVETO .....                          | 26 |
| LÄHTEET .....                               | 27 |

## KÄSITTEET JA LYHENTEET

UPS (Uninterrupted Power Supply) = Järjestelmä, jonka tarkoituksena on taata katkeamaton ja virheetön jännitteen syöttö laitteistoille

Kytkin = Tietoverkkolaite jolla voidaan yhdistää paikallisverkon osia toisiinsa sekä jakaa verkkoa fyysisesti eri osioihin. Liittämällä kytkimiä toisiinsa voidaan verkkoa laajentaa suuremmaksi.

Reitin = tietoverkkoja yhdistävä laite.

Redundanssi tai kahdentaminen = Varmistustoimenpide minkä tarkoituksena on taata jatkuvasti toimiva ympäristö.

LED (Light Emitting Diode) = Puolijohdekomponentti jolla saadaan edullisesti tuotettua valoa.

CAT-6 = Parikaapeli tyyppi, jossa käytetään toistensa ympäri kierrettyjä johdinpareja häiriöiden vähentämiseksi.

Optinen signaali = Laser- tai LED-tekniikalla toteutettu tiedonsiirtomenetelmä.

Gb/s Mb/s = Tiedonsiirrossa käytettäviä yksiköitä.

DNS (Domain Name System) = Internetin nimipalvelujärjestelmä, joka muuntaa verkkotunnuksia IP-osoitteiksi.

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) = Verkkoprotokolla, jonka yleisin tehtävä on jakaa IP-osoitteita uusille lähiverkkoon kytkeytyville laitteille.

KVM (Keyboard, Video, Mouse) = Lisälaite, joka mahdollistaa usean tietokoneen hallinnan yhden näppäimistön, näytön ja hiiren avulla.

Ilmalämpöpumppu = Laitteisto, jolla siirretään lämpöenergiaa ulko- ja sisäyksikön avulla.

USB (Universal Serial Port) = Sarjaväyläarkkitehtuuri oheislaitteiden liittämiseksi tietokoneeseen.

IP (Internet Protocol) = TCP/IP-mallin Internet-kerroksen protokolla, joka huolehtii IP-tietoliikennepaketin toimittamisesta perille pakettikytkentäisessä Internet-verkossa.

Hypervisor tai VMM = Tietokoneohjelma, jolla voidaan luoda ja ajaa virtuaalikoneita.

QoS (Quality of Service) = Termi, jolla tarkoitetaan tietoliikenteen luokittelua ja priorisointia tärkeiden mukaan.

WWW (World Wide Web) = Internet-verkossa toimiva hajautettu hypertextijärjestelmä.

## 1 JOHDANTO

Datakeskukset ovat jatkuvasti kasvava ja kehittyvä informaatiotekniikan osa-alue. Suomesta on tulossa maailmallakin tunnettu datakeskusten sijoituspaikka. Suomeen on esimerkiksi Google rakentanut jo datakeskuksen, ja tulossa on muitakin suuria eurooppalaisia yrityksiä.

Työssä käsitellään yleisesti palvelinsaleissa tarvittavia tekniikoita, laitteistoja ja ohjelmistoja. Mukana on myös tietoa erilaisista jäähdytysratkaisuista ja tietoturvaan liittyvistä asioista. Opinnäytetyön sisältö on pintaraapaisu datakeskusten monimuotoisiin kokonaisuuksiin.

## 2 DATAKESKUS

Datakeskuksen tarkoituksena on olla turvallinen ja luotettava tila asiakkaiden palvelimille ja tiedoille. Jokainen palvelinkeskus on erilainen ja laitteistolta, tietoverkolta, ilmastointiratkaisuilta ja sähköverkolta vaaditaan eri asioita. Esimerkiksi Googlen palvelinkeskus Haminassa, joka palvelee satoja tuhansia asiakkaita ja Tieteen Tietotekniikan Keskuksen palvelinkeskus, joka tarjoaa palveluita laskennallisen tieteen, tutkimuksen ja tuotekehityksen tarpeisiin.

Suomessa on tällä hetkellä rakenteilla Soneran datakeskus ja Hetznerin datakeskus ja monet pienemmät yritykset ympäri Suomea suunnittelevat ja rakentavat omia pienempiä datakeskuksiaan.

### 2.1 Tier-tasot

Palvelinkeskuksia arvioidaan Uptime Institutin kehittämän standardin mukaisesti. Korkeampi Tier-arvo tarkoittaa suurempia rakennuskustannuksia mutta samalla parempaa saatavuutta palveluille viikatiloissa.

Palvelimien ja talotekniikan varmennuksen tasoja kuvataan Tier-luokituksella ja redundanssia määrittelevillä termeillä. Neliportaisella Tier-asteikolla vikasietoisuuden korkein luokka on Tier IV, joka takaa konesalin toiminnan suurienkin sähkönjakelun ja virtalähteiden vikojen aikana. Redundanssilla tarkoitetaan talotekniikan varmennusastetta. Kahdennettuja laitteita ja sähkönjakelua kuvataan termeillä N, N+1, 2N, 2N+1 jne. N-kirjaimen edessä oleva numero kuvaa käytössä olevien jakeluteiden ja virtalähteiden määrää, ja N-kirjaimen jälkeen tuleva numero kertoo vaihtoehtoisten jakelujärjestelmien ja virtalähteiden määrän. Jäähdytyksellä, sähkönjakelulla ja varavoimalla voi olla eri tason redundanssit (Motiva).

Korkeampi Tier-arvo sisältää alempien arvojen ominaisuudet.

- Tier I
  - ei redundanttisuutta
  - määrätty laitetila palvelimille
  - jatkuvasti käytössä oleva jäähdytysjärjestelmä
  - UPS-järjestelmä ja generaattori pidempien virtakatkosten varalle
  - Saatavuus 99,671 %
  - Vuosittainen sallittu alhaalla oloaika: 28,817 tuntia.
  
- Tier II
  - redundanttisia sähkö-, varavirta-, tietoverkko- ja jäähdytysjärjestelmät
  - saatavuus 99,741 %
  - Vuosittainen sallittu alhaalla oloaika: 22,688 tuntia.



- Tier III
  - kaikki jäähdytys ja sähköjärjestelmät ovat redundanttisia. Jäähdytys- tai sähköjärjestelmiä voidaan korjata palvelinkeskuksen käytön aikana ja korjaus ei vaikuta keskuksen toimintaan
  - saatavuus 99,982 %
  - Vuosittainen sallittu alhaalla oloaika: 1,5768 tuntia.
  
- Tier IV
  - kaikki verkkolaitteet, virtajärjestelmät ja tietoliikenneyhteydet kahdennettu
  - saatavuus 99,995 %
  - vuosittainen sallittu alhaallaoloaika 0,438 tuntia.

## 2.2 Sähkösuunnitelma

Palvelimien sähkönsyöttö toteutetaan käyttäen apuna varavoimageneraattoria ja UPS (Uninterrupted Power Supply) -järjestelmää. Yleensä palvelimissa on kahdennetut virtalähteet, mikä tarkoittaa, että palvelin toimii tarvittaessa yhdellä virtalähteellä laitevika- tai häiriötilanteessa. UPS-laitteet sisältävät myös ominaisuuden tasata virransyötössä mahdollisesti esiintyviä virtapiikkejä (EATON, UPS-Käsikirja).

UPS-laitteet luokitellaan suorituskyvyn mukaan. Luokituksen määrittelee standardi ENV 50091-3: 1998. Luokitusstandardin avulla eri UPS-ratkaisut (-topologiat) saavat oman luokituskoodinsa. Luokitusstandardin avulla eri UPS:eja voidaan vertailla keskenään, kun tehdään valintaa erilaisten UPS-ratkaisujen välillä (EATON, UPS Käsikirja).

## 2.3 Verkkosuunnitelma

Palvelintilan verkon täytyy olla redundanttinen eli pystyä tarjoamaan asiakkaille palveluita, vaikka tilassa sattuisi tietoverkkolaittevika. Redundanssi luo lisäkustannuksia laitekustannuksiin ja kaapelointiin, mutta hinta on alhainen verrattuna vikatilanteen luomaan paineeseen ja asiakastyytyvyyteen.

### 2.3.1 Redundanttisuus

Redundanttisuudella tarkoitetaan toteutustapaa, jossa mahdollisesti vikaantuvat järjestelmät tai laitteistot kahdennetaan. Kahdennuksessa samaa toimintoa toimittaa kaksi laitetta, joista toinen on aktiivisessa ja toinen on passiivisessa tilassa. Vikatilanteessa passiivinen laite tulee aktiiviseksi ja hoitaa vikatilaan joutuneen laitteen toimintaa, kunnes vikaantunut laite on korjattu.

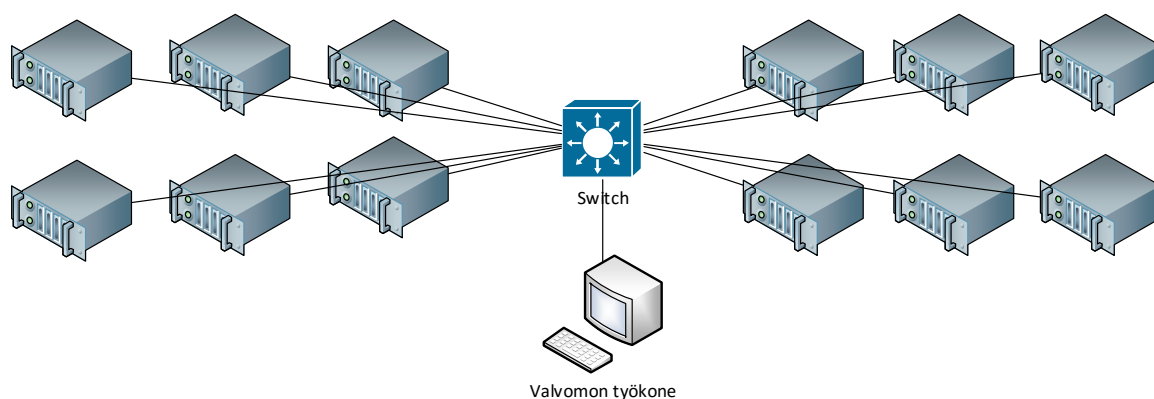
### 2.3.2 Palvelinhuoneen verkko

Yhteydet palveluntarjoajiin on kahdennettu. Eli jos pääverkko jostain syystä menisi alas, varaverkko käynnistyy välittömästi korjaamaan tilannetta, ja kun pääverkon toiminta jälleen palautuu, kytkeytyy varaverkko pois käytöstä.

### 2.3.3 Palvelimien ylläpitoverkko

Palvelimien ylläpitoon kuuluu myös mahdollisuus hallita palvelimia etänä julkisen tietoverkon ulkopuolella erinäisillä ohjelmistoratkaisuilla (esim. HP iLo) ja fyysisillä tai ohjelmallisilla KVM (Keyboard, Video, Mouse) ratkaisulla. Yhteydet näihin järjestelmiin luodaan oman aliverkkojärjestelmän kautta. Asiakaspalvelinten omistajat saavat käyttöönsä esimerkiksi viisi julkista IP-osoitetta ja yhden hallintapaneelin IP-osoitteen, josta he voivat itse hallita omaa palvelintaan. (kuva 1)

Hallintapaneelistä käsin voidaan ohjata palvelimen fyysistä toimintaa, esimerkiksi käynnistää ja sammuttaa laite, asentaa käyttöjärjestelmä tai huoltaa levyjärjestelmää.



KUVA 1 Databeskuksen hallintaverkkoesimerkki

## 2.4 Jäähdytysratkaisut

Palvelintilan tuottama hukkalämpö täytyy ohjata pois tilasta tai jäähdyttää osa ilmasta uudelleen käytettäväksi. Vaihtoehtoja palvelintilan jäähdyttämiseen on useita. Palvelinkeskuksissa käytetään useita jäähdytystekniikoita palvelinten käyttötarkoituksen mukaan.

### 2.4.1 Vapaa jäähdytys

Vapaassa jäähdytyksessä jäähdytysvesi viennetään kylmällä ulkoilmalla, siis ilmaisella ja vapaasti käytettävissä olevalla luonnollisella elementillä, ja tätä luonnollista jäähdytystapaa täydennetään vasta toisessa vaiheessa tarpeen mukaan kompressorilla. Energiankulutus pienenee läpi vuoden käytettävällä vapaajäähdytyksen ratkaisulla parhaimmillaan jopa 35 % – 75 % verrattuna perinteisiin järjestelmiin. (ONNINEN OY, Suunnittelijan Käsikirja).

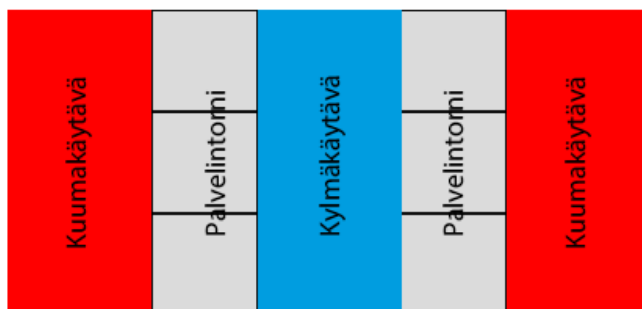
Vapaa jäähdytyksen ongelmana on suurissa tiloissa se, että jäähdytysteho ei riitä suurelle alueelle ja kylmä ilma jakautuu epätasaisesti.

### 2.4.2 Kylmä- ja kuuma käytävä

Palvelinrivit jaotellaan kylmiin- ja kuumiin käytäviin (kuva 2). Kylmät käytävät ovat palvelimen etupuolella ja kuumat käytävät ovat palvelin takapuolella. Kylmäkäytävä eristetään lämpimästä tilasta

asentamalla palvelinkäytävälle katto ja päätyyn ovi tai muu este, ettei lämmin ja kylmä ilma pääse sekoittumaan.

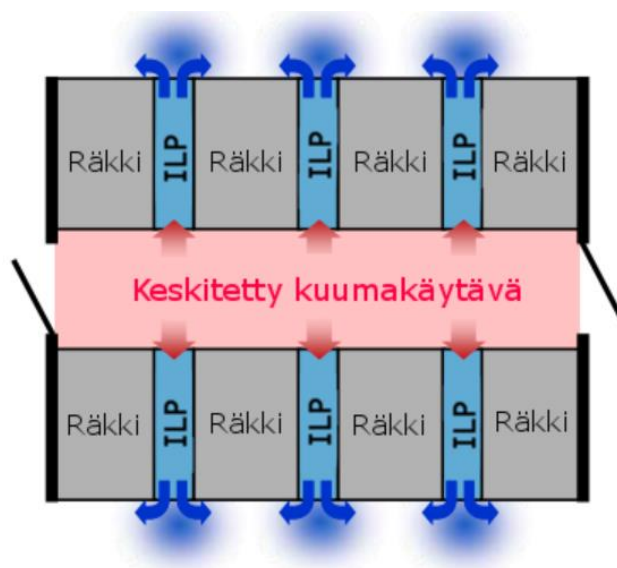
Kylmä ilma kuljetetaan kylmäkäytävään lattiaritilän kautta ja kuuma ilma imetään pois katon ilmas-  
tointiputkia pitkin pois palvelintilasta tai käytettäväksi muiden tilojen lämmitykseen (Niemann, Hot-  
Aisle vs. Cold-Aisle Containment for Data Centers).



KUVA 2 Kylmä- ja kuumakäytävärakenne

### 2.4.3 Rivipohjainen jäähdytys

Palvelinkehikot asetellaan niin, että kehikkojen väliin mahtuu ilmalämpöpumppu (kuvassa 3 ILP-  
lyhenne). Tällä tekniikalla saadaan aikaiseksi paikallinen ja tehokas jäähdytys palvelimille. (Niemann,  
Hot-Aisle vs. Cold-Aisle Containment for Data Centers)



KUVA 3 Rivipohjainen jäähdytysrakenne



KUVA 4 Esimerkki rivipohjaisesta jäähdytyskaapista

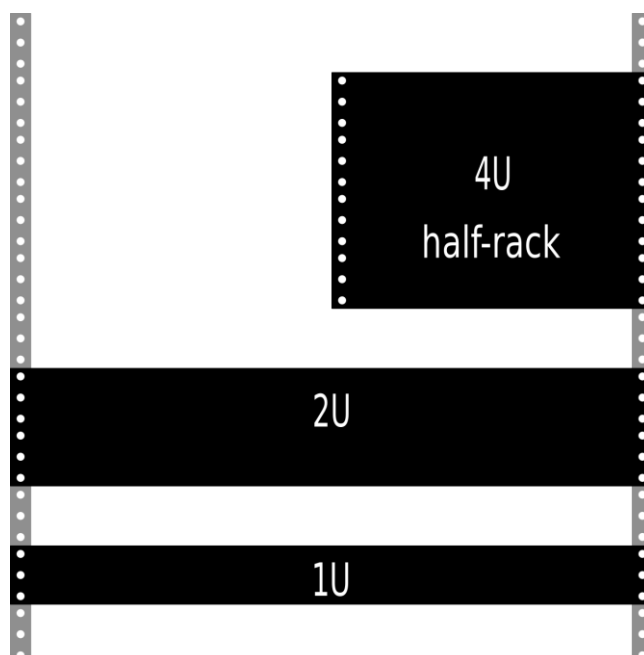
## 2.5 Palvelintorni

Palvelintornin laitekoonpano on erittäin monimuotoinen. Torneja saa erikorkuisina, mutta leveys on melkein poikkeuksitta 19 tuumaa. Palvelintorneihin saa lisälaitteina esimerkiksi KVM- ja USB- laitteistoja.

### 2.5.1 Laitteisto

Fyysisiä palvelinlaitteistoja on useampaa eri kokoa ja ne ovat tarkoitettu erilaisiin käyttötarkoituksiin. Palvelimien fyysistä kokoa määritettäessä käytetään U (Unit) (tai RU(Rack Unit) -termistöä, joka perustuu EIA/ECA-310 Revision E-standardiin. Standardissa määritellään palvelintornin rimojen rei'itys (kuva 4). (Sun Microsystems)

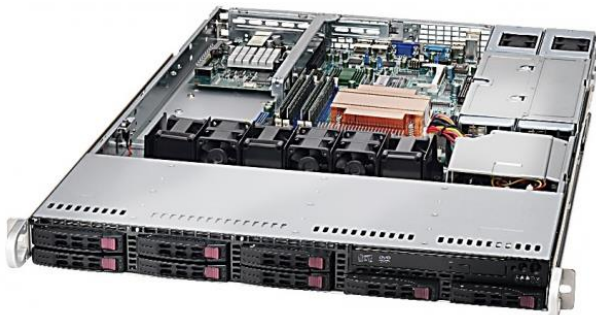
1U Palvelimen mitat ovat: korkeus 1 tuumaa ja leveys 19 tuumaa.



KUVA 5 Palvelimien kokoja

Palvelinjärjestelmiä on rakennettu useaa erilaista mallia. Seuraavassa on esitelty yleisimmät palvelinkoot ja tarkoitukset eri palvelintyypeille.

Yleisin palvelin on 1U-kokoinen rakkipalvelin (kuva 6), joka yleisimmin toimivat DNS- ja DHCP-palvelimina tai muina vähän laskentatehoa vaativina palvelimina.



KUVA 6 1U-Palvelin

Blade-järjestelmät ovat massiivisia järjestelmiä, joilla voidaan tarjota erittäin paljon laskentatehoa. Blade-järjestelmät ovat erikoislaatuisia sen takia, että niihin voidaan lisätä laskenta- tai palveluyksiköitä tarpeen mukaan (kuva 7).



KUVA 7 Blade-järjestelmä

Levyjärjestelmät ovat massiivisia usean kymmenen levyn järjestelmiä, joissa ei ole sisällä muuta kuin virtalähteet, ohjainpiiri, jäähdytys ja tietoliikenneyhteysportit (kuva 8)



KUVA 8 Levyjärjestelmäpalvelin

## 2.5.2 Palvelintyytit

Palvelintyyppinä on useita, seuraavassa yleisimmät:

- Tiedostopalvelin: Eniten palvelintilaa vievä laitteisto. Muut palvelimet voivat käyttää tämän palvelimen tarjoamaa levytilaa hyväkseen
- Sähköpostipalvelin: Ehkä kaikkein kriittisin palvelin, jonka toiminta on kahdennettava ja varmuuskopioitava
- Nimi- ja osoitepalvelin (DNS ja DHCP): Enimmäkseen tarvitaan suuremman verkon ylläpidossa, esimerkiksi koulun oppilasverkossa, jossa koneille jaetaan IP-osoitteita määritetystä osoitevaruudesta
- WWW-palvelin: Internetsivujen jakeluun tarkoitettu palvelin. Tämän toiminta on kahdennettava
- Ohjelmistopalvelin: Erinäiset ohjelmistot toimivat myös verkon yli ja näille ohjelmistoille tarvitaan oma tehokas palvelin. Ohjelmistot tarvitsevat myös levytilaa, jota voidaan hyödyntää tiedostopalvelimelta tai omasta levyopinosta.
- Virtuaaliympäristöt: Virtuaalipalvelimien taustalla on yleensä tietynlainen palvelin (ja ohjelmisto), jossa on riittävästi tehoa ja muistia useita kymmeniä, jopa satoja, virtuaalipalvelimia varten. Virtuaalipalvelimet voivat olla pieniä WWW-palveluita tai suuria paljon palvelintehoa vaativiin laskentajärjestelmiä.
- Asennuspalvelin: Palvelimelta voidaan asentaa esimerkiksi koko koulun tietokoneet uudelleen keskitetysti ja helposti. Asennustoimenpide voi rasittaa tietoverkkoa erittäin paljon, joten tästä syystä palvelimesta lähtevä verkko kannattaa suunnitella niin, että 10 Gb/s yhteys tulee mahdollisimman lähelle asennuskohdetta.
- Tietokantapalvelin: Palvelin vaatii nopean ja virheettömän verkon. Tietokantapalvelimen läpi kulkeva liikenne on priorisoitava ja taata toimivuus aina. Järjestelmän tiedot on kahdennettava.

## 2.5.3 Ohjelmistot

Palvelimien käyttöjärjestelmänä ovat useimmiten käytössä Microsoftin tuoteperheen palvelinohjelmistot. Vaihtoehtoja käyttöjärjestelmille löytyy useitakin, esimerkiksi Linux-järjestelmät, mutta syy Microsoftin ohjelmistojen yleiseen käyttöön on pätevien Linux-asiantuntijoiden puute. Linux-järjestelmät ovat halpoja käyttää ja järjestelmiin ei yleensä tarvitse ostaa lisenssejä, jotka Microsoft-järjestelmissä kustantavat useista sadoista euroista tuhansiin euroihin. Esimerkiksi "Microsoft Server 2012 R2"-lisenssi on 695,64 € (Moonsoft, kohta "Tuotteet – Microsoft", [Viitattu 2015-15-07]) ja vastaavasti CENTOS-lisenssi on 0 €.

Linux-käyttöjärjestelmiä löytyy noin 804 erilaista (tarkastettu 2015-10-14), joista kaikki perustuvat tietyn Linux-järjestelmien pohjalle. Viisi juurta ovat: Debian, Red Hat, Arch, Slackware ja Gentoo. Kaikki edellä mainitut järjestelmät ovat olleet olemassa jo kymmeniä vuosia.

Linux-jakeluiden tunnetuimpia versioita:

- Debian: Ubuntu, OpenMediaVault
- Red Hat: Fedora, OpenSUSE, Red Hat Linux, Mandriva Linux, CentOS
- Arch: Arch Linux
- Slackware: Sentry Firewall, SuperGaming
- Gentoo: Funtoo, Chromium OS.

Linux-järjestelmistä tunnettuja ohjelmistoja ovat:

- Apache: Erittäin monipuolinen ja tehokas WWW-palvelin
- NGINX: Kevyt ja monipuolinen WWW-palvelin
- IPTables: Palomuurikomento, jolla voi luoda erittäin turvallisia tietoverkkoja
- MySQL/MariaDB/PostgreSQL: Tietokantapalvelinohjelmisto. Kaikki ovat täysin ilmaisia ja pystyvät ylläpitämään erittäin suuria tietovarastoja
- SSH: Turvallinen yhteydenpitokanava palvelimelle ja myös voidaan käyttää turvalliseen tiedonsiirtoon
- Squid: Tehokas välityspalvelin, jolla voidaan rajoittaa pääsyä määrätyille sivustoille ja parantaa tietoverkon nopeutta
- Dovecot: sähköpostipalvelin.

Microsoft-palvelinkäyttöjärjestelmät:

- Windows 2012 R2
- Windows 2008 R2 (vanhentuu pian).

Microsoft-palvelinohjelmistoja ovat:

- IIS: Ilmainen WWW-palvelin ohjelmisto
- SQL-Server: Maksullinen tietokantaohjelmisto
- Sharepoint: Maksullinen tiedostojenjakopalvelu
- Hyper-V: Maksullinen virtuaalikoneiden ylläpitojärjestelmä
- Exchange: Sähköpostipalvelinohjelmisto.

#### 2.5.4 Virtuaalijärjestelmät

Virtuaalijärjestelmät perustuvat joko Linux käynnistysytimen ympärille tehtyihin järjestelmiin, esimerkiksi VMWare ESXi (maksullinen) tai XenServer järjestelmä (ilmainen) tai ovat osa asennettua käyttöjärjestelmää kuten Microsoft Hyper-V ja Oraclen VirtualBox.

Virtuaaliympäristöjen ylläpitämiseen käytetään Hypervisor- tai VMM (Virtual Machine Monitor)-järjestelmiä joilla pystytään luomaan, käytetään ja ohjataan virtuaalipalvelimia.

### 3 CASE: SAVONIAN DATAKESKUS

Rakennettava datakeskus tulisi tarjoamaan laadukasta, nopeaa ja tehokasta verkko- ja palvelintilaa Savonian opiskelijoille ja yhteistyökumppaneille sekä myytävää palvelua paikallisille yrityksille. Olisi myös mahdollista tarjota laskentapalvelua insinööritoimistoille ja muille vaativaa laskentaa tarvitseville tahoille (esimerkiksi tilastokeskus)

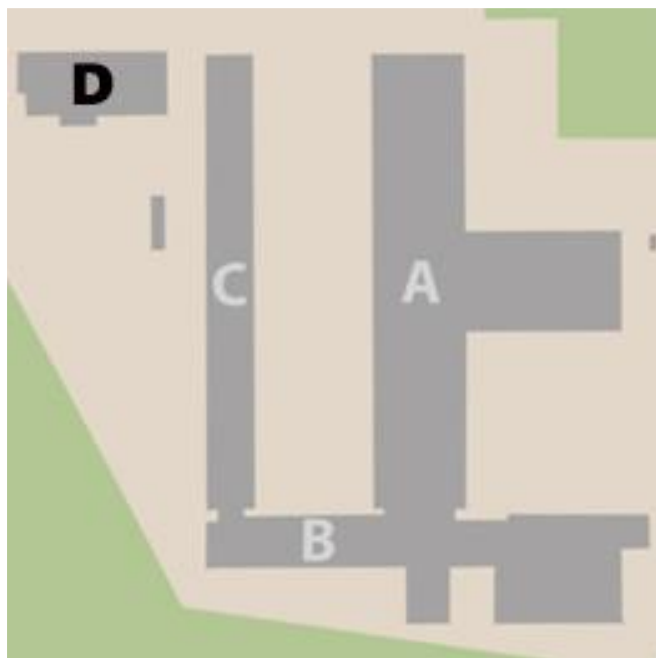
Datakeskus sertifioitaisiin Tier 3-tasolle, jolloin datakeskuksen arvostus olisi korkea ja virallisesti tunnistettu.

#### 3.1 Sijainti

Savonia AMK Oy:llä on tiloja ympäri Savoaa, esimerkiksi Iisalmissa, Varkaudessa ja Kuopiossa. Edullisin ja nopein tila muuttaa käyttötarkoitukseen on Opistotien kampuksen D-rakennuksen alakerrassa (kuva 9). Tilassa on tällä hetkellä parkkihalli, joka toimii tällä hetkellä varastona.

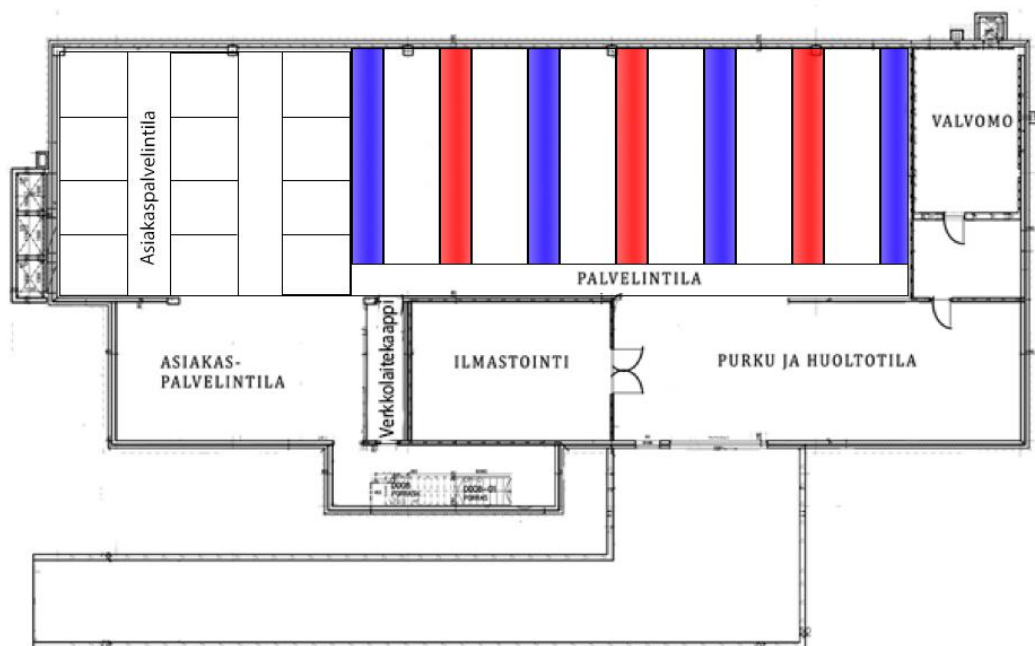
Etuna parkkihallin käytölle on se, että tilan sijainti maanalla mahdollistaa luonnollisen jäähdytyksen palvelimille.

Vaihtoehtoinen sijaintiratkaisu datakeskukselle olisi iso kontti, joka olisi asennettu esimerkiksi Microtekniikan kampukselle, mutta tämä olisi aiheuttanut kustannuksia ja myös ongelmia sijoituksen, turvallisuuden ja jäähdytyksen kannalta.



KUVA 9 Datakeskuksen sijainti opistotien kampuksella





KUVA 10 Palvelintilan pohjapiirustus

### 3.2 Pohjapiirros

Suunnitelmassa pysäköintihalli jaetaan kuuteen eri osastoon: valvomo, purku- ja huoltotila, verkkolaitekaappi, kaksi erilaista asiakaspalvelintilaan ja pääpalvelintilaan (kuva 10). Jokainen tila toimii omana yksikkönään, ja tilasta toiseen liikkuminen vaatii aina tunnistautumista valvontajärjestelmään.

Valvomosta käsin tarkkaillaan palvelinten, verkon ja ilmastoinnin toimivuutta.

Purku- ja huoltotilassa vikaantuneita palvelimia korjataan ja uudet palvelimet asennetaan käyttövalmiuteen asennusta varten

Verkkolaitekaapissa sijaitsee tietoliikennekytkimet ja -reitittimet. Tilaan pääsy on erittäin rajoitettu suuren tietoturvariskin takia. Ulkopuolinen henkilö voisi tässä tilassa omatoimisesti häiritä yritysasiakkaiden verkkoliikennettä, asentaa väliin ylimääräisiä verkkovalvontalaitteita ja tehdä muuta ilki-valtaa.

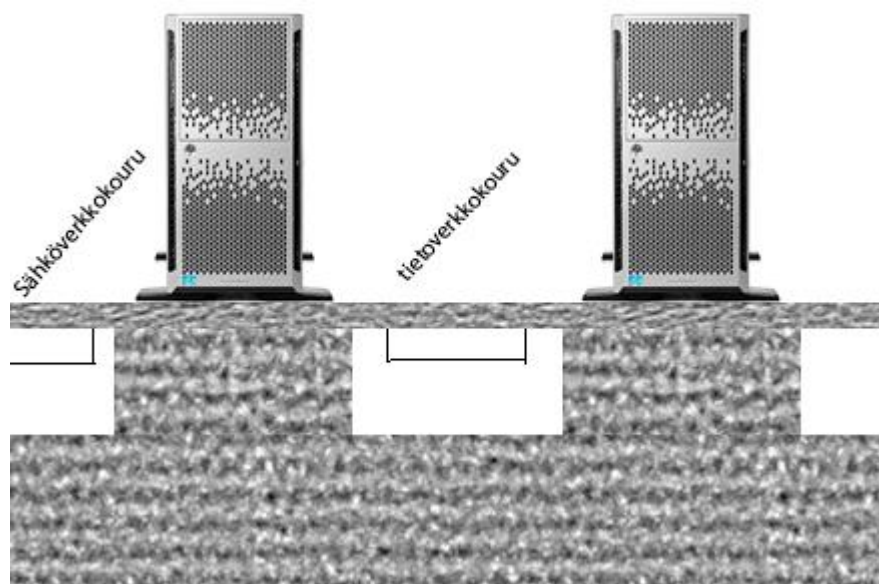
Kahden erilaisen asiakaspalvelintilan avulla voidaan tarjota palvelua erilaisiin tarpeisiin. Kuvassa 10 oleva ylempi asiakastila on tarkoitettu vaativaa palvelua tarvitseville toimijoille ja alempi tila on kevyttä tilaa tarvitseville. Kummassakin tilassa palvelimet suojataan lukollisilla häkeillä tai kaapeilla.

### 3.3 Palvelinkehikkojen kiinnitys

Palvelinkehikot asennetaan noin puolen metrin korkeuteen lattiatasosta betonijalkojen päälle, joten nykyistä lattiarakennetta täytyy muuttaa jonkin verran ja rakentaa uudet kävelysillat palvelintilan

työntekijöille. Korotetun lattian alla kulkee ilmakanava, jota pitkin palvelimille toimitetaan kylmä ilma.

Kävelysiltojen alla kulkevat palvelinten tieto- ja sähköverkkojohdotukset. Tietoverkkojohdotuksiin ei saa päästä häiriöitä sähköverkkojohdotuksista, joten tästä syystä joudutaan käyttämään useampaa kourutusta johdotuksille (kuva 11).



KUVA 11 Datakeskuksen tieto- ja sähköverkko kaapelikourut

### 3.4 Jäähdytys

Pääpalvelintilassa jäähdytyksessä käytetään kuuma- ja kylmäkäytävätekniikkaa. Kuvassa 10 oleva sininen väri tarkoittaa kylmäkäytävää ja punainen kuumakäytävää. Kylmäkäytävän lattiassa on ritilät, joiden alta kylmä ilma nousee palvelinten etupuolelle käytettäväksi. Kylmäkäytävän palvelinten yläpuolelle asennetaan katto, jolla estetään kylmän ja kuuman ilman sekoittuminen. Kummassakin asiakaspalvelintilassa jäähdytys perustuu vapaaseen jäähdytykseen.

#### 3.4.1 Optimaalinen jäähdytysratkaisu

Kuopio sijaitsee keskisessä Suomessa, joten suurin osa talvista on lumisia. Lunta voitaisiin varastoida maanalaiseen varastotilaan, josta saataisiin jäähdytystehoa kesän kuumimpana aikana käytettäväksi palvelintilan jäähdytykseen. Myös lumen sulamisvedet voitaisiin käyttää vielä kerran jäähdytykseen, jonka jälkeen vedet ohjattaisiin viemäriverkostoon tai järveen.

Mikäli palvelintila sijaitisi lähempänä Kallaveden rantaa, palvelintilassa voitaisiin hyödyntää järvivettä palvelinten jäähdytykseen. Talviaikaan voitaisiin käyttää pelkästään järvivettä jäähdytykseen, mutta kesäisin jouduttaisiin edelleen käyttämään ilmalämpöpumppuja ja lumivarastoja.

### 3.4.2 Häätäjähdytys

Mikäli jostain syystä palvelintilan jäähdytys lakkaisi toimimasta, joudutaan turvautumaan kunnalliseen vesiverkkoon, niin että palvelintilaa voidaan jäähdyttää.

### 3.5 Sähkösuunnitelma

Tier 3 -taso määrittää, että palvelintilan sähköjärjestelmä on täysin kahdennettu ja tilan palveluiden täytyy toimia, vaikka korjaustöitä tehdään sähköverkkoon. Tier 3 -taso saadaan saavutettua asettamalla käyttöön redundanttisia UPS-laitteita ja redundanttiset varavoimageneraattorit.

Ilmastointilaitteistolle ja valaistukselle on omat redundanttiset virtajärjestelmänsä, jotka eivät ole yhteydessä palvelinten varavoimajärjestelmiin.

Palvelintilassa käytetään valonlähteinä LED-valaistusta. Ratkaisu kustantaa itsensä takaisin pienempinä energiakustannuksina ajan kuluessa. LED-valaistuksen etuna on myös se, ettei järjestelmä tuo tilaan minkäänlaisia häiriöitä verrattuna esimerkiksi loisteputkivaloihin.

Valaistus toteutetaan käyttämällä LED-kiskoja, joista saadaan tilaan tarpeeksi valotehoa ja myös luotua esimerkiksi palvelintilaa koskeva tilannevalaistus.

Tilannevalaistusesimerkki:

- Vihreä – Kaikki toimii optimaalisesti
- Keltainen tai oranssi – Laitevika
- Punainen – Kriittinen ongelma.

### 3.6 Tietoverkkosuunnitelma

Tietoverkko koostuu useasta verkkoalueesta. Verkkoalueet jaotellaan palvelinalueen ja käyttötarkoituksen mukaan IP-osoitteilla ja virtuaalilähiverkkojen avulla.

Jokaiseen palvelintorniin tulee vähintään kaksi kytkintä, joiden avulla palvelimet liitetään tietoverkkoon. Kahdesta kytkimestä toinen toimii redundanttisenä laitteena. Palvelintornien kytkimet on yhdistetty datakeskuksen reitittimeen, josta tietoliikenne ohjataan palveluntarjoajalle.

Asiakaspalvelimet eristetään yleisestä verkosta asettamalla jokaiselle palvelimelle oma yksityinen virtuaalilähiverkkonsa. Yksityisessä virtuaalilähiverkossa palvelimet eivät pysty luomaan yhteyttä palvelintilassa oleviin muihin laitteisiin.

### 3.7 Asiakaspalvelimet

Rakennettava tila antaa mahdollisuuden tarjota myös laadukasta ja luotettavaa tilaa asiakkaiden omille palvelimille. Tällä hetkellä tarjonta tällaiselle palvelulle Savon alueella on vähäistä. Asiakskuntana ovat paikalliset yritykset, yksityiset henkilöt ja yhteisöt. Yksi erikoisryhmä voisi olla opiskelijat, jotka voisivat harjoitella palvelinten ylläpitoa ja käyttöä paljon syvällisemmin kun heillä olisi käytössään omat fyysiset laitteistot.

Asiakaspalvelintilan jako kahteen erilaiseen osaan tarjoaa mahdollisuuden myydä järeämpää palvelua suuremmille yrityksille, joilla palvelintilan tarve voi olla useampia kymmeniä palvelimia. Heille tarjottava tila sisältää palvelintornin johon he itse voivat kasata tarvitsemansa kokoonpanon. Datakeskus tarjoaa yrityksille kahdennetun tietoverkkoliitymän, varmennetun virransyötön ja vapaaseen ilmankiertoon perustuvan jäähdytyksen.

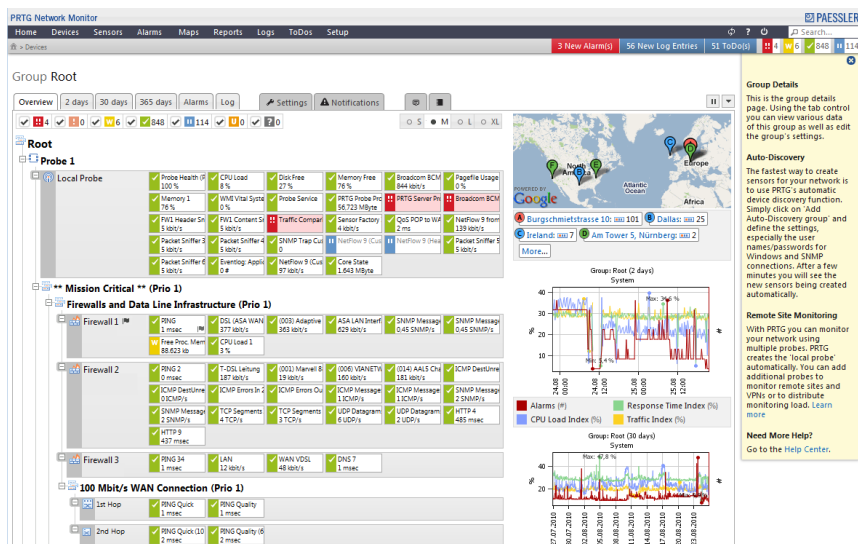
Pienempi asiakaspalvelin tila tarjoaa pienemmille toimijoille samat palvelut kuin järeämmille toimijoille erotuksena verkon nopeus ja rajoitukset liikennemäärin per kuukausi.

Asiakkaiden omat palvelimet aiheuttavat turvallisuusriskin, jonka vuoksi jokaiselle palvelimelle täytyy luoda oma yksityinen virtuaalilähiverkko, josta ei ole pääsyä palvelintilan tai muiden asiakkaiden palvelimiin.

Turvallisuusriskejä ovat esimerkiksi:

- Palvelinten hakkerointi tai käyttö epäilyttävään käyttöön. Esimerkiksi roskapostipalvelimet ovat yksi suuri ongelma palvelinverkoissa. Niiden toimintaa voidaan rajoittaa tekemällä palomuurin asetuksia, joilla rajoitetaan yhteyksien ja liikkuvien pakettien määrää. Yleisenä käytäntönä on, että portti 25 pidetään suljettuna, ellei asiakkaalla ole oikeasti tarvetta portin käytölle.
- Piraattitoiminta. BitTorrent, P2P ja muut tekniikat. Tällainen toiminta näkyy suurena piikkinä palvelimen liikenteessä ja yleensä harvemmin käytettyihin portteihin (portit 1024:stä ylöspäin). Ratkaisuna näihin on pyrkiä tekemään palomuurin niin tehokkaat rajoittimet ettei tällaisten palvelinten ylläpito ole järkevää. Vaihtoehtona on esimerkiksi pakettien määrän rajoitus, samanaikaisten yhteyksien rajoitus hyvin pieniin arvoihin jne.
- Palvelinohjelmistojen päivittämättä jättäminen. Käyttöjärjestelmistä löytyy jatkuvasti uusia tietoturvaongelmia joita korjataan päivityksillä. Jos palvelimeen ei asenneta uusia päivityksiä usein seurauksena voi olla että järjestelmän hakkeroidaan epäilyttävään käyttöön ja omistajan pääsy palvelimelle estetään. Näissä tilanteissa vain ylläpito voi auttaa asiakasta.

Asiakaspalvelinten verkkoliikennettä täytyy seurata jatkuvasti ja huomioitava heti kaikki suuremmat liikennemäärät ja tapahtumat. Seurantaan voi käyttää esimerkiksi PRTG-ohjelmistoa (kuva 12). Jokaiselle käyttäjäryhmälle määritellään liikennemääräraajat. Liikennemääriä seuraamalla näemme onko palvelin mahdollisesti joutunut hakkereiden käyttöön tai tehdäänkö palvelimella jotain laitonta.



### KUVA 12 PRTG verkonseuranta

Asiakasverkon kaistaa täytyy rajoittaa esimerkiksi 100/100 Mb/s, jolloin kaistaa riittää usealle asiakkaalle. Nopeus on myös riittävä yleisimmille käytetyille palveluille (SSH, HTTP). Asiakaspalvelin verkossa on erittäin tärkeää käyttää QoS-tekniikkaa, jolla voimme taata kaikille asiakkaille tasalaatuisen verkon. Isoimmille toimijoille tarjottava kaista on suurempi ja tietoliikennerajoitukset kuukaudessa ovat suurempia.

Asiakkaiden täytyy päästä huoltamaan myös omia palvelimiaan. Tämä sisältää oman riskinsä ja vaatii resursseja palvelintilan työntekijöiltä. Asiakkaiden palvelimet sijaitsevat jokaiselle määrättyssä omissa lukollisissa palvelinkehikossa, johon muilla asiakkaila ei ole pääsyä. Tilassa on myös video- ja kulunvalvonta.

Virranjakeluun käytetään kahdella UPS:lla varustettua järjestelmää. Kaikki asiakkaiden koneet eivät välttämättä sisällä kahta virtalähdettä, joten on syytä seurata tarkkaan, miten UPS-laitteiden kuormat jakautuvat. Jos asiakaspalvelintilassa sattuu virransyöttövirhe, sen vaikutusalue täytyy rajata vain asiakaspalvelintilaan.

## 4 SAVONIAN DATAKESKUKSEN TURVALLISUUS

Datakeskukseen ei päästetä ketä tahansa, vaan heille tehdään erittäin tarkat taustatarkastukset ja riskiarviot. Sisään pääsee vain auditoidut käyttäjät ja ryhmät

### 4.1 Fyysinen turvallisuus

Datakeskukseen pääsyyn vaaditaan aina kulkukortti ja koodiluku (kuva 13). Koodiluvun täytyy vastata avainkoodijärjestelmän odottamaa lukua, joka luodaan määrätyn algoritmin mukaan. Tällä estetään kahdella tasolla väärin henkilöiden pääsy fyysisesti datakeskukseen. Kulkukortti ja koodiluku ovat henkilökohtaisia, joten niitä ei voi käyttää jonkun muun asiakkaan tai käyttäjän kanssa.



KUVA 13 Esimerkki lukugeneraattorista

#### 4.1.1 Ulkopuoliset verkot ja säteily

Tilassa on matkapuhelinten ja langattomien verkkojen käyttö kielletty. Laitteiden aiheuttama häiriö voi pahemmassa tapauksessa aiheuttaa palvelinten toimintahäiriöitä. Palvelintilan seiniin asennetaan kupariverkko, tunnetaan myös nimeltä Faradayn häkki, estämään matkapuhelin- ja langattomien verkkojen liikenne.

Faradayn häkki perustuu siihen, että sähkövarausten välinen poistovoima pyrkii pitämään varaukset johteen pinnalla. Käytännössä siis Faradayn häkin joutuessa ulkoiseen sähkökenttään, sen pinnalla olevat varauksen kuljettajat asettautuvat siten, että positiiviset varaukset keskittyvät häkin sille puolelle, joka osoittaa samaan suuntaan kuin sähkökenttä ja negatiiviset varaukset vastakkaiselle puolelle. Positiivisten ja negatiivisten varausten keskittymät luovat oman sähkökenttensä, joka eliminoi ulkoisen sähkökentän vaikutuksen häkin sisäpuolella (Faradayn häkki, kohta "Toiminta").

Häkin vaikutus sähkömagneettiseen säteilyyn riippuu säteilyn aallonpituudesta ja verkon aukkojen läpimitasta. Esimerkiksi mikroaaltouunin säteily, jonka aallonpituus on 12 cm, ei läpäise mikroaalto-

uunin oven tiheää metalliverkkoa, mutta valon näkyvät aallonpituudet (350–700 nm) läpäisevät. Samoin atomirakenteeseen verrattuna lyhytaaltainen röntgen- ja gammasäteily kykenevät tunkeutumaan yhtenäisenkin metallikalvon läpi (Faradayn häkki, kohta "Toiminta").

#### 4.1.2 Ulkopuoliset laitteet

Palvelintilaan ei saa tuoda mitään ulkopuolisia laitteita, kuten USB-tikkuja, kannettavia tietokoneita, matkapuhelimia tai tablettilaitteita. Joissakin palvelimissa tarvittavissa ohjelmistoissa tarvitaan USB-avaimia, joiden sisältö on tarkastettu ja hyväksytty.

#### 4.1.3 Paloturvallisuus

Mikäli palvelintilassa syttyy laitteisto-, sähkökaapeli- tai muu tulipalo, sammutustoimet keskitetään paikkaan, jossa tulipalo on havaittu. Yksi sammutusratkaisu on hiilidioksidisammutus. Vaihtoehtoina on vesisammutus tai jauhesammutus, mutta hiilidioksidisammutusjärjestelmä on paras vaihtoehto sen takia, että se ei aiheuta kosteusvaurioita tai jauhesammutuksesta syntyvää pölyhaittaa.

Muut palvelinkeskittymät jatkaisivat toimintaa normaalisti tulipalosta huolimatta. Jos tulipalo on palvelinkeskittymien välisessä tilassa, tulipalo sammutetaan hiilidioksidisammutuksella. Tällöin palvelinkeskittymien sisäinen toimii turvapaikkana mahdollisesti tilassa olevalle työntekijälle. Tilassa on kaasuamareita suojaamaan työntekijöitä hiilidioksidilta tarvittaessa.

### 4.2 Tietoturva

Tietoturva on käsitteenä erittäin laaja. Tietoturva sisältää asioita aina pienemmästä ohjelmiston tarvitsemasta portin aukaisusta koko datakeskuksen tietojen suojeluun.

Jokainen palvelintilan kanssa tekemisissä oleva henkilö allekirjoittaa salassapitosopimuksen, jossa määritellään kaikki suojassa pidettävät tiedot ja tapahtumat. Mikäli tietoja annetaan eteenpäin, työntekijä menettää työpaikkansa pysyvästi ja on korvausvelvollinen.

#### 4.2.1 Tietoverkon tietoturva

Tietoverkkoyhteydet on suojattu palomuurilla, jossa on erittäin tarkat säännöt, joilla määritellään tarkasti liikenteen liikkuvuus ulos ja sisään datakeskuksesta. Esimerkkinä tässä voisi käyttää geologista seurantaan, jolla estetään pääsy määrättyistä ulkomaalaisista yhteyksistä, kuten Kiina, Taiwan, Venäjä ja Turkki, sillä näistä maista tehdään eniten palvelunestohyökkäyksiä ja murtoyrityksiä. Muina ratkaisuin voisi olla asiakkaan IP-osoitteesta sallitun liikenteen läpi päästäminen ja muun estäminen.

Palomuurilla estetään kaikki sisäänpäin tuleva määrittelemätön liikenne. Asiakkaan toiveiden mukaan portteja voidaan aukaista asiakkaiden omistamilleen IP-osoitteille. Seuraavassa yleisesti avoimeksi jätettäviä portteja:

- 21: FTP (File Transfer Protocol) vielä yleisesti käytetty suhteellisen turvaton tiedostojensiirtoprotokolla
- 22: SSH (Secure Shell) salattu tiedostonsiirto- ja hallintaprotokolla
- 25: SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) sähköpostiliikenneportti. Tämän portin liikennettä täytyy seurata. Tarvittaessa voi käyttää esimerkiksi pakettirajoitusta tai muuta vastaavaa torjumaan ylimääräistä liikennettä. Tämän portin kautta kulkee myös roskapostiliikenne.
- 80: HTTP (Hypertext Transfer Protocol) WWW-sivujen liikennöintiportti
- 443: HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) suojattu WWW-sivujen liikennöintiportti
- 3389: RDP (Remote Desktop Protocol) Microsoftin etätyöpöytäjärjestelmä.

Verkossa olevat kytkimet konfiguroidaan niin, etteivät tyhjät portit ole käytössä (shutdown-tila) ja käytössä oleviin portteihin saa kytkettyä vain yhden laitteen, jonka MAC-osoite on tunnistetietona. Jos kyseiseen porttiin kytketään yllättäen toinen laite vieralla MAC-osoitella, porttiin menee shutdown-tilaan ja portti on käyttökelvoton, kunnes ylläpitäjä käy asettamassa portin takaisin online-tilaan.

Asiakaspalvelimille luodaan oma verkkonsa, joka on eristetty datakeskuksen pääverkosta, esimerkiksi VLAN (Private Virtual Local Area Network) -järjestelmää hyväksikäyttäen. Verkossa käytetään edistyneempää liikenteen luokittelua ja ohjausta (QoS - Quality of Service), jolla taataan kaikille käyttäjille tasalaatuinen verkko. Tällöin mikään palvelin ei voi viedä 100 %:a verkon kapasiteetista.

#### 4.2.2 Laitteiden varmuuskopiointi

Kriittisten palvelimien tiedot kahdennetaan mahdollisten laitevikojen takia. Tällaisia palvelimia voisivat olla esimerkiksi sähköposti- ja käyttäjähallintapalvelin.

Palvelimien tiedot varmuuskopioidaan päivittäin varmistuspalvelinjärjestelmään, joka sijaitsee Savonin toisaalla sijaitsevalla kampuksella. Fyysisesti varmistuspalvelinjärjestelmään pääsy on rajattu vielä tarkemmin kuin normaaliin palvelintilaan.

#### 4.2.3 Dokumenttien tietoturva

Fyysisiä ja digitaalisia dokumentteja syntyy erittäin paljon, ja niiden joutuminen väärin käsiin on esitettävä mahdollisimman tehokkaasti.

Syntyviä dokumentteja on esimerkiksi asennushistoria, verkon topologiatiedot, käyttäjätiedot, asiakastiedot ja muut palvelimien toiminnasta syntyvät lokitiedostot. Kaikki nämä täytyy turvata ja suojata, etteivät tiedot päädy ulkopuolisten tai verkkorikollisten käsiin.

Fyysiset dokumentit täytyy säilyttää tilassa, jonne on erittäin rajattu pääsy, kuten palvelintilan valvomo. Määrätyn ajan jälkeen fyysiset dokumentit tuhoetaan tietoturvallisesti käyttäen auditoituja palveluiden tarjoajia.



Digitaaliset dokumentit suojataan ja kryptataan vahvimmalla saatavilla olevalla ratkaisulla niin, etteivät ulkopuoliset saa avattua dokumentteja palvelintilan elinkaaren aikana.

## 5 YHTEENVETO

Datakeskuksen suunnittelu ja rakentaminen on suuri ja useamman vuoden kestävä projekti. Datakeskuksen suunnittelu jakautuu usealle ammattialueelle, joten parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi on suositeltavaa käyttää apuna eri ammattialoihin erikoistuneita yrityksiä.

Opinnäytetyötä tehdessä sain tutustua useanlaisiin erilaisiin tekniikkoihin, laitteistoihin ja termeihin, joita mitä datakeskuksiin ja laitteistoihin liittyy. Olen tyytyväinen työn rajaukseen ja sisältöön. Aiheen laajuus mahdollistaa paljon syvällisemmänkin tutkimuksen ja mahdollisesti myös suomenkielisen datakeskus-kirjankin työstämisen.

## LÄHTEET

- EATON OY. UPS-Käsikirja. Eaton Oy. [Viitattu 2015-7-20.] Saatavissa: [http://pqlit.eaton.com/ll\\_download\\_bylitcode.asp?doc\\_id=24030](http://pqlit.eaton.com/ll_download_bylitcode.asp?doc_id=24030)
- EIA/ECA-310 Revision E, December 1, 2005, Saatavissa: [https://global.ihs.com/doc\\_detail.cfm?rid=IHS&gid=SBSSIBAAAAAAAAA](https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?rid=IHS&gid=SBSSIBAAAAAAAAA)
- ETELÄ-SUOMEN PROSESSISYSTEEMI Oy. [artikkeli] Energiatehokkuus ATK-konesaleissa ja sähkötiloissa. [Viitattu 2015-12-22.] Saatavissa: <http://www.prssystem.fi/energiatehokkuus-atk-konesaleissa-ja-sahkotiloissa/>
- FARADAYN HÄKKI. Toiminta, Päiväys 2015-3-3.[Viitattu 2015-10-20] radayn häkki, kohta "Toiminta"). Saatavissa: [https://fi.wikipedia.org/wiki/Faradayn\\_häkki#Toiminta](https://fi.wikipedia.org/wiki/Faradayn_häkki#Toiminta)
- GITE,Vivek. Explain: Tier 1 / Tier 2 / Tier 3 / Tier 4 Data Center. 2011-29-1. [Viitattu 2015-17-11.] Saatavissa: <http://www.cyberciti.biz/faq/data-center-standard-overview>
- GOOGLE, Data Centers, UKK, Mikä on palvelinkeskus?, [Viitattu 2015-10-20.] Saatavissa: [http://www.google.com/intl/fi\\_fi/about/datacenters/locations/hamina/faq.html](http://www.google.com/intl/fi_fi/about/datacenters/locations/hamina/faq.html)
- HEINO, Jukka 2015. Lumen varastointi ja hyödyntäminen tilojen jäähdytykseen case: Kone Oy. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Teknillinen tiedekunta, Diplomityö. Saatavissa: <http://www.doria.fi/handle/10024/103389>
- JAAKOHUHTA, H. 2005. Lähiverkot – Ethernet: ethernet-tekniikan soveltaminen käytännössä. 4. uudistettu painos. Helsinki: Edita Publishing Oy.
- JUZENAITE, Rasa 2015-9-05. The Most Hacker-Active Countries [verkkoaineisto], [Viitattu 2015-10-14] Saatavissa: <http://resources.infosecinstitute.com/the-most-hacker-active-countries-part-i/>
- KESSNER, Michael. What To Look For In A Data Center Backup Generator, Julkaistu: 2014-8-27, [Viitattu 2015-10-11.] Saatavissa: <http://www.techrepublic.com/article/what-to-look-for-in-a-data-center-backup-generator/>
- KYMEENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU, Datakeskustekniikka-linjan esittely [Viitattu 2015-2-15.] Saatavissa: <http://www.ictlab.kyamk.fi/index.php/fi/datakeskustekniikka/etusivu>
- MAXI-PEDIA. Blade Server. [Viitattu 2015-8-31.] Saatavissa: <http://www.maxi-pedia.com/blade+server+what+is>
- MOTIVA OY, 1/2011. Energiatehokas Konesali, [viitattu 2016-03-30], Saatavissa: [http://www.motiva.fi/files/4828/Energiatehokas\\_konesali.pdf](http://www.motiva.fi/files/4828/Energiatehokas_konesali.pdf)
- NIEMANN, John. BROWN, Kevin. AVELAR, Victor. Hot-Aisle vs. Cold-Aisle Containment for Data Centers. White Paper 135 revision 1. Schneider Electric 2010. [Viitattu 2016-01-07.] Saatavissa: [http://www.missioncriticalmagazine.com/ext/resources/MC/Home/Files/PDFs/WP-APC-Hot\\_vs\\_Cold\\_Aisle.pdf](http://www.missioncriticalmagazine.com/ext/resources/MC/Home/Files/PDFs/WP-APC-Hot_vs_Cold_Aisle.pdf)
- ONNINEN OY. Suunnittelijan Käsikirja [viitattu 2015-04-07] Saatavissa: [http://www.xn--vapaaajhdtyys-lcba.fi/ladattavat/onninen\\_suunnittelijan\\_net.pdf](http://www.xn--vapaaajhdtyys-lcba.fi/ladattavat/onninen_suunnittelijan_net.pdf)
- PALOALTO NETWORKS. What Is A Data Center? [Viitattu 2015-10-11.] Saatavissa: <https://www.paloaltonetworks.com/resources/learning-center/what-is-a-data-center.html>
- RANTANEN, Kalevi. Talvea kesän keskelle. Tiede. Julkaistu 7.8.2012, [Viitattu 2015-7-6], Saatavissa: [http://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/talvea\\_kesan\\_keskelle](http://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/talvea_kesan_keskelle)
- REKHTER, Y. LI, T. HARES, S. 2006. A Border Gateway Protocol 4 (Bgp-4). [Viitattu 2015-10-13.] Saatavissa: <https://tools.ietf.org/html/rfc4271>
- ROUSE, Margaret 2006. What is Hypervisor? [2015-8-31.] Saatavissa: <http://searchservvirtualization.techtarget.com/definition/hypervisor>

SUN MICROSYSTEMS 2006. Site Planning Guide for Sun Servers. 819-5730-10. [Viitattu 2015-7-6.] Saatavissa: <http://docs.oracle.com/cd/E19088-01/v445.svr/819-5730-10/rackmount.html>

TEARE, Diane., VACHON, Bob. ja GRAZIANI, Rick 2015. Implementing CISCO IP Routing (ROUTE). Cisco Press, ISBN-13 : 978-1-58720-456-2. Saatavilla: Savonian Opistotien kirjasto.

TURNER, Pitt, SEADER, John, BRILL, Kenneth. Industry Standard Tier Classifications Define Site Infrastructure Performance. White Paper 0605 TUI 705. Uptime Institute Inc 2001-2005. [Viitattu 2016-01-07.] Saatavissa : [https://www.eni.com/green-data-center/it\\_IT/static/pdf/Industry\\_Standard.pdf](https://www.eni.com/green-data-center/it_IT/static/pdf/Industry_Standard.pdf)

UNSIGNED INTEGER LIMITED. DistroWatch.com: Put the fun back into computing. Use Linux, BSD. [Viitattu 2015-10-14.] Saatavissa: <http://www.distrowatch.com/>

YLINEN, Marko. UPS Suunnittelu ja mitoitus UPS-laskentaohjelmalla, Satakunnan Ammattikorkeakoulu, 4/2010, [Viitattu 2015-4-7], Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/24770/Ylinen\\_Marko.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/24770/Ylinen_Marko.pdf?sequence=1)