

Timo Huovinen

**VAATIMUSMÄÄRITTELY JA SUUNNITELMA TIETOVERKON RA-
KENTAMISEKSI OULUN KÄRPILLE**

VAATIMUSMÄÄRITTELY JA SUUNNITELMA TIETOVERKON RA- KENTAMISEKSI OULUN KÄRPILLE

Timo Huovinen
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Tietoliikennetekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma, tietoliikennetekniikka

Tekijä: Timo Huovinen
Opinnäytetyön nimi: Vaatimusmäärittely ja suunnitelma tietoverkon rakentamiseksi Oulun Kärpille
Työn ohjaaja: Kari Jyrkkä, Antti Jaatinen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2017
Sivumäärä: 46 + 2 liitettä

Opinnäytetyön aiheena oli laatia vaatimusmäärittely ja suunnitelma tietoverkon rakentamiseksi Oulun Energia Areenalle. Tavoitteena oli löytää vaatimusmäärittelyn mukaiset tekniset ratkaisut tietoverkolle. Työn toimeksiantajana toimi Oulun Kärpät.

Toteutus alkoi verkon kaikkien käyttäjäryhmien vaatimusten kartoittamisella. Vaatimuskartoituksen pohjalta laadittiin vaatimusmäärittely, jonka perusteella alkoi teoratiedon kokoaminen tietoverkon rakenteista, kaapelointiratkaisuista sekä lähiverkon aktiivilaitteiden ominaisuuksista. Teoratiedon perusteella tehtiin periaateratkaisu runkoverkkorakenteesta optista kuitua hyödyntäen. Lopuksi käytiin läpi vaatimusmäärittelyssä esille nousseisiin asioihin tekniset ratkaisut.

Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin suunnitelma tietoverkosta, joka täyttää vaatimusmäärittelyssä esitetyt asiat. Toimeksiantaja pystyy hyödyntämään tietoverkkoratkaisua suunnitellessaan varsinaista verkon toteutusta.

Asiasanat: tietoverkko, vaatimusmäärittely, optinen kuitu

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Telecommunications and Information Technology, Telecommunications Engineering

Author: Timo Huovinen

Title of thesis: Requirements specification and a technical plan for building a network for Oulun Kärpät

Supervisor: Kari Jyrkkä, Antti Jaatinen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2017

Pages: 46 + 2 appendices

The subject of this thesis was to create a requirements specification and a technical plan for building a network to Oulun Energia Areena ice hockey arena. The objective was to find suitable technical solutions according to requirements specification. The work was commissioned by Oulun Kärpät Ice Hockey Team.

The implementation of this thesis began by gathering the requirements of all the user groups of the planned network. These requirements were then combined to a requirements specification. After that the theoretical information were gathered about the network structures, network cabling solutions and features of different LAN devices according to the requirement specification. The solution for backbone network structure using optical fiber cable was then chosen based on the gathered theoretical information. Finally the technical solutions for the requirements were documented.

As a result of this thesis was a technical plan of the network that meets the requirements presented in requirement specification. The subscriber can utilize the plan when building the actual network.

Keywords: the data network, requirement specification, optical fiber

ALKULAUSE

Haluan kiittää Oulun Kärppiä tämän opinnäytetyön mahdollistamisesta ja mielenkiintoisesta opinnäytetyöaiheesta. Erityisesti haluan kiittää Oulun Kärppien yhdyshenkilönä ja valvojana toiminutta Antti Jaatista.

Työn valvojana OAMK:n puolesta toimi Kari Jyrkkä. Kiitokset hänelle opinnäytetyön ohjauksesta ja työn edetessä saamastani rakentavasta palautteesta.

Iso kiitos myös Emilialle ja tytöille sekä ystäville kaikesta tuesta ja kannustuksesta tämän pitkän prosessin aikana.

Oulussa 3.5.2017

Timo Huovinen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	11
2 HALLIN PALVELUT	12
2.1 Mainonta ja esitykset	12
2.2 Tietoverkkopalvelut	13
2.3 Kolmansien osapuolien liittyminen hallin järjestelmiin	13
3 VERKKOTOPOLOGIAT	15
3.1 Tähtitopologia	15
3.2 Väylätopologia	16
3.3 Rengastopologia	16
3.4 Mesh-topologia	17
3.5 Osittain kytketty Mesh-topologia	18
4 OPTINEN TIEDONSIIRTO	19
4.1 Toimintaperiaate	19
4.2 Ominaispiirteet ja edut	20
4.3 Kuitujen perustyytit	22
5 VERKKOKYTKIMET	26
5.1 Duplex	26
5.2 VLAN	27
6 TOTEUTUS	30
6.1 Tietoverkko	30
6.1.1 Valokuitu	31
6.1.2 Verkkokytkimet	31
6.2 Mainonta ja esitykset	33
6.2.1 Näyttöjen hallinta	33
6.2.2 Esitykset	36
6.3 Tietoverkkopalvelut	37
6.3.1 Pilvipalvelut ja varmuuskopiointi	38

6.3.2 Langaton verkko	38
6.3.3 Ottelukuvan streamaus verkon yli	39
6.4 Kolmansien osapuolien liittyminen hallin järjestelmiin	40
7 YHTEENVETO	43
LÄHTEET	45
LIITTEET	
Liite 1 Vaatimuskartoitus	
Liite 2 Periaateratkaisut Oulun Kärppien tietoverkosta	

SANASTO

4G	Yleisnimitys neljännen sukupolven matkapuhelintekniikoille.
802.3az	Energiatehokkaan tietoverkon standardi.
802.1Q	Virtuaalilähiverkkoja käsittelevä standardi.
API	(Application Programming Interface) Ohjelmointirajapinta, jonka avulla ohjelmat voivat tehdä pyyntöjä ja vaihtaa tietoja keskenään.
Amazon S3	(Amazon Simple Storage Service) Pilvitallennuspalvelusta.
AWS	(Amazon Web Services) Amazon.com tuottama ja tarjoama pilvipalvelualusta.
Broadcast-osoite	Laitteen IP-osoite jonka kautta IP-paketti kyetään lähettämään jokaiselle samassa aliverkossa olevalle laitteelle ilman, että sen osoitetta tiedetään.
Duplex	Yhteyden tai järjestelmän kaksisuuntaisuus.
EC2	(Amazon Elastic Compute Cloud) Joustava pilvipalveluinfrastruktuuri.
EDID	(Extended Display Identification Data) Standardi, jonka avulla näyttölaitteet voivat kertoa tietojansa muille laitteille, kuten näytönohjaimille tai mediasoittimille.
Ethernet-verkko	Pakettipohjainen lähiverkkoratkaisu (LAN), joka on yleisin ja ensimmäisenä laajasti hyväksytty lähiverkkotekniikka.
Gbit/s	(Gigabittiä sekunnissa) Tiedonsiirtonopeus.

HDCP	(High-Bandwidth Digital Content Protection) Intelin kehittämä digitaalisten oikeuksien hallintajärjestelmä äänen ja kuvan hallintaa varten DVI- ja HDMI-liitännöissä.
HDMI	(High Definition Multimedia Interface) Kuvan ja monikanavaäänen siirtämiseen suunniteltu digitaalinen näyttölaitteiden liitäntästandardi.
IP-aliverkko	Loogisen tietokoneverkon osa, joka sijaitsee OSI-mallin kolmannella kerroksella (verkkokerros).
Java	Sun Microsystemsin kehittämä ohjelmistoalusta, johon sisältyy oliopohjainen ohjelmointikieli.
LAN	(Local Area Network) Lähiverkko.
Latenssi	Tarkoittaa tietoliikennetekniikassa tavallisimmin sitä aikaa, mikä paketilta kuluu matkaan lähettäjältä vastaanottajalle ja takaisin, eli paketin edestakaiseen matkaan kuluvaa aikaa.
Layer 2	OSI-mallin toinen kerros eli siirtokerros kuljettaa pakettikehyksiä. Kytkeäiset verkot toimivat pääasiallisesti siirtokerroksella.
Layer 3	OSI-mallin kolmas kerros eli verkkokerros, joka käsittelee IP-paketteja. IP-reititys tapahtuu pääasiallisesti verkkokerroksella.
MAC-osoite	(Media Access Control) Fyysisten verkkonoodien tai porttien uniikkeja osoitteita, minkä perusteella liikennettä ohjataan Layer 2-verkoissa.
Mbp/s	(Megabittiä sekunnissa) Tiedonsiirtonopeus.
Pikseli	(Pixel) Kuva-alkio on bittikarttagrafiikassa kuvan pienin yksittäinen osa.

PoE	(Power over Ethernet) Tekniikka jolla voidaan syöttää käyttöjännite verkkolaitteille kierretyn parikaapelin avulla.
Python	Guido van Rossumin kehittämä monipuolinen ohjelmointikieli.
QoS	(Quality of Service) Termi, jolla tarkoitetaan tietoliikenteen luokittelua ja priorisointia.
Redundanssi	Ylimäärää, esimerkiksi informaation yhteydessä.
REST	Representational State Transfer. HTTP-protokollaan perustuva arkkitehtuurimalli, jolla toteutetaan ohjelmointirajapintoja.
SFP	(Small form-factor pluggable) kytkimeen kiinnitettävä erillinen kytkinportti.
SNMP	(Simple Network Management Protocol) TCP/IP-verkkojen hallinnassa käytettävä tietoliikenneprotokolla.
Streamaus	(Streaming) Suoratoisto on internetin verkkosisällön sisältöpalveluiden lataamis- eli tiedonsiirtotapa.
TCP/IP	(Transmission Control Protocol / Internet Protocol) Usean Internet-liikennöinnissä käytettävän tietoverkko-protokollan yhdistelmä.
VLAN	(Virtual LAN) Virtuaalinen lähiverkko, yhden fyysisen lähiverkon jakaminen kahteen tai useampaan toisistaan erilliseen loogiseen lähiverkkoon. Voidaan toteuttaa VLAN-tekniikkaa tukevien kytkimien avulla.
WLAN	(Wireless Local Area Network) Langaton lähiverkko.

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on osa Oulun ammattikorkeakoulun tietotekniikan koulutusohjelman opintoja. Työn tavoitteena on laatia vaatimusmäärittely ja suunnitelma Oulun Energia Areenalle tietoverkon rakentamiseksi, Oulun Kärppien käyttöön. Työ aloitetaan Oulun Kärppien ja sen eri sidosryhmien vaatimusten kartoittamisella ja niiden perusteella laaditaan vaatimusmäärittely tietoverkolle. Työssä tutkitaan lähiverkon erilaisia toteutusvaihtoehtoja verkon rakenteen, kaapelointijärjestelmien sekä verkkokytkinten ominaisuuksien näkökulmasta. Vertailun tuloksena sekä vaatimusmäärittelyssä ilmenneet tarpeet huomioon ottaen valitaan yksi toteutustapa suunnitelman pohjaksi ja esitetään tietoverkolle yksi periaateratkaisu.

Työssä keskitytään määrittelemään tietoverkon tekniset ratkaisut, mutta ei oteta kantaa mahdollisesti tarvittaviin ohjelmistoihin. Määrittelyosion ja varsinaisen lähiverkon toteutussuunnitelman jälkeen paneudutaan verkon jatkokehitysideointiin ja annetaan konkreettisia ehdotuksia ideoiden toteuttamiseksi. Työstä hyötyy Oulun Kärpät sidosryhmineen päätyessään toteuttamaan suunnitellun tietoverkon rakentamisen.

Oulun Kärpät Oy on oululainen jääkiekkotoimintaa harjoittava osakeyhtiö. Yhtiö perustettiin vuonna 1995 nimellä Oulun Jäähallin Myynti Oy, mutta se vaihtoi nykyiseen nimeensä vuonna 2000, jolloin se ryhtyi hoitamaan Oulun Kärppien miesten edustusjoukkueen ja A-juniorijoukkueen toimintaa. Yhtiön perustamisen lähtökohtana oli yleishyödyllisen toiminnan erottaminen urheiluliiketoiminnasta. Yhtiön toimitusjohtajana toimii Tommi Virkkunen. Oulun Kärppien henkilöstömäärä on 67. (1.)

2 HALLIN PALVELUT

Kutsutaan tässä luvussa Oulun Energia Areenaa nimellä halli. Luvussa esitellään hallin palvelut ja määritellään niiden vaatimukset, liitteessä 1 esitetyn tarikan vaatimusmäärittelyn pohjalta. Vaatimukset voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan, jotka ovat mainonta ja esitykset sekä tietoverkkopalvelut. Lisäksi luvussa esitellään kolmannet osapuolet ja heidän hallin tietoverkkoon liittyvät vaatimukset.

2.1 Mainonta ja esitykset

Hallin eri näytöillä tulee pystyä esittämään erilaista sisältöä eri tilaisuuksissa ja eri vuorokaudenaikoihin. Näytöt voivat olla esimerkiksi mainoskäytössä olevat LCD-näyttörüudut tai hallin keskellä katossa sijaitsevan mediakuution näytöt. Esimerkkinä lounasaikaan klubilla tulee pystyä esittämään osassa näytöistä päivän ruokalista ja osassa näytöistä esimerkiksi jääkiekkjoukkueen ottelukoosteita. Toisena esimerkkinä otteluiden aikana käytävillä halutaan esittää näytöissä ottelukuvaa ja erätauoilla sponsoreiden mainoksia sekä ottelun parhaita paloja. Ottelun aikaisissa yritystilaisuuksissa molemmissa ravintoloissa sekä aitoissa näyttöjen sisältönä tulee pystyä esittämään yritysten omaa materiaalia, ottelutapahtumia sekä yrityksille kohdennettua mainontaa.

Hallin kaikkien näyttöjen sisällönhallinta tulee pystyä hoitamaan keskitetysti. Lisäksi eri sidosryhmillä voi olla tarve päivittää tiettyjä näyttöjä omalla sisällöllään. Esimerkiksi ravintolan henkilökunnan tulee pystyä päivittämään lounaslistoja sujuvasti viikoittain. Toisena esimerkkinä Kärppien markkinointi pystyisi tarvittaessa myymään yritykselle x mainokset koko halliin. Tässä tilanteessa hallin kaikilla näytöillä pystyttäisiin mainostamaan juuri kyseistä yritystä esimerkiksi 30 sekuntia heti erän päättymisen jälkeen ja 30 sekuntia juuri ennen seuraavan erän alkamista mahdollisimman suuren näkyvyyden takaamiseksi.

Määriteltyjen henkilöiden tulee pystyä hallitsemaan näyttöjen sisältöä joustavasti tietokoneella tai langattomilla päätelaitteilla verkon yli mistä tahansa. Joustavuudella helpotetaan mainonnan sisällöntuottajien päivittäistä käyttöä sekä

mainosten myyntiä. Esimerkkinä mainoksen myyjä pystyy toteuttamaan mainoksen välittömästi, jolloin asiakas näkee ensimmäisen version mainoksesta heti kauppahetkellä.

2.2 Tietoverkkopalvelut

Työtä varten selvitettiin Oulun Kärppien sidosryhmille tarjottavien palveluiden vaatimuksia. Vaatimuskartoituksen yhteydessä esille nousi tarve varmuuskopiointista. Oulun Kärppien edustus- ja juniorijoukkueet tuottavat jokainen suuren määrän dataa, kuten otteluvideoita kulloisestakin vastustajasta sekä omasta jääkiekon pelaamisesta. Tämä data on joukkueille äärimmäisen arvokasta valmistauduttaessa tuleviin otteluihin. Dataa ei kuitenkaan nykyisellään varmuuskopioda mihinkään, vaan se jää talteen ainoastaan jokaisen käyttäjän omalle tietokoneelle. Tietokone voi rikkoutua tai käyttäjälle voi sattua inhimillinen virhe dataa käsiteltäessä, jolloin jos se tuhoutuu, sitä ei pystytä enää palauttamaan käyttäjille.

Toinen vaatimuskartoituksessa esille nousseista asioista oli, miten pystytään välittämään yleisön matkaviestimiin materiaalia, jolla parannetaan ottelutapahtuman viihtyvyyttä. Tämä mahdollisuus avaisi myös Oulun Kärpille yhden uuden mainonta- ja markkinointikanavan. Esimerkkinä yleisölle tarjotaan jääkiekko-ottelun erätauolla mahdollisuus katsella edellisen erän huippuhetkiä omasta matkaviestimestä. Tässä tilanteessa videoiden alussa pystyttäisiin esittämään yhteistyökumppanien mainoksia videoiden katsojille.

2.3 Kolmansien osapuolien liittyminen hallin järjestelmiin

Oulun Kärppien sidosryhmät, joita kutsutaan jatkossa kolmansiksi osapuoliksi, toimivat Oulun Energia Areenalla. Osalla näistä on nykyisellään käytössä omia tietoverkkoratkaisuja Oulun Energia Areenalla. Vaatimuskartoituksessa nousi esille tarve liittää kaikki osapuolet samaan suunniteltavaan tietoverkkoon. Näitä uuden tietoverkon käyttäjiä olisivat Oulun Kärppien edustus- ja juniorijoukkueet, erotuomarikerho, 46ry sekä kulloinenkin vierasjoukkue. Lisäksi tietoverkossa tulisivat toimimaan Liigan pelikello, TV-yhtiöt, tulospalvelu, ravintolat, mediat, Kärppäkauppa, kassajärjestelmä, kameravalvonta, ravintolat Klubi ja Routa

sekä 14 kioskia. Näistä jokaisella on omat vaatimuksensa toimiessaan Oulun Kärppien tietoverkossa.

Vaatimuskartoituksessa esille nousi jokaisen osapuolen tarve omaan suojattuun verkkoon, johon toisilla osapuolilla ei ole pääsyä. Verkossa liikutellaan materiaalia, joka on tarkoitettu vain tietyille kohderyhmälle, eikä sen haluta päätyvän toisen osapuolen käytettäväksi. Taulukossa 1 käydään läpi ne kolmansien osapuolten vaatimukset, jotka vaikuttavat tietoverkon suunnitteluun merkittävästi.

TAULUKKO 1. Vaatimusmäärittelyn avainkohdat

	Kärppä edustus, A-, B- ja C-juniorit	Vierasjoukkue	Mainosnäytöt	Kärppäkauppa ja kioskit	Aitiot	Ravintolat Rousta ja Klubi
Ottelukuvan streamaus ja tallentaminen	•					
Varmuuskopiointi	•					
Langaton verkko omalla tunnistautumisella	•	•			•	•
Ottelukuva			•		•	•
TV-signaali	•		•		•	•
Kohdennettu ja keskitetty mainonta sekä muuttuva sisältö			•			•
Ulkoiset kuvanlähteet			•		•	•
Näytöt mainontaan				•	•	•

3 VERKKOTOPOLOGIAT

Verkon fyysistä ja loogista perusrakennetta kuvataan yleensä kolmella eri topologiamallilla. Nämä mallit ovat tähti-, väylä- ja rengstopologia. Topologioilla havainnollistetaan, kuinka verkon laitteet ovat yhteydessä toistensa kanssa. Näiden topologioiden lisäksi on olemassa myös täydellinen mesh-topologia, jossa kaikki laitteet ovat yhteydessä toisiinsa. Mesh-topologiasta löytyy lisäksi osittainen muunnos, joka nimensä mukaan koostuu osittain kytketystä topologiasta. Tässä luvussa käydään läpi yllä mainitut verkkotopologiat ja pohditaan niiden sovellettavuutta Oulun Kärppien tietoverkossa.

3.1 Tähtitopologia

Tähtitopologiassa kuvassa 1 kaikki laitteet on kytketty omalla kaapelilla johonkin keskuslaitteeseen, kuten keskittimeen tai kytkimeen. Tähtirakenteesta esimerkkejä ovat esimerkiksi koulun lähiverkko, valokuituverkko, puhelinverkko tai kotona toteutettu lähiverkko. Tähtitopologian etuja on muun muassa se, että yhden kaapelin vioittuminen vaikuttaa ainoastaan siihen kaapeliin kytketyn laitteen tietoliikenteeseen. Muut laitteet toimivat edelleen hyvin. (2.)

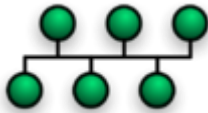


KUVA 1. Tähtitopologia (2)

Oulun Kärppien tietoverkkoon tähtitopologia ei ole parhaimpia vaihtoehtoja. Keskuslaitteen vikaantuminen kaataa koko verkon. Palautuminen vaatii pikaista korjausta tai keskuslaitteen uusimista ja palveluihin tulee välttämättä huoltokatko. Korjaus voi aiheuttaa pitkän katkoksen vikaantuneessa verkon osassa.

3.2 Väylätopologia

Väylätopologia kuvassa 2 toimii siten, että kaikki laitteet on kytketty t-liittimillä yhteen kaapeliin, jonka päissä on terminaattoreiksi kutsutut vastukset. Ongelmana väylätopologiassa on ehdottomasti vikaherkkyys: kaapelin tai terminaattorin vioittuessa koko verkko on alhaalla eli ei toimi. Väylätopologisessa verkossa käytetään koaksiaalikaapelia. Väylätopologia on syrjäytynyt tähtitopologian myötä. (2.)

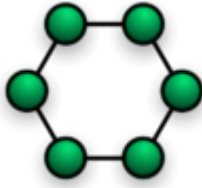


KUVA 2. Väylätopologia (2)

Väylätopologia on täysin poissuljettu vaihtoehto Oulun Kärppien tietoverkossa, koska sen voidaan sanoa olevan jo vanhentunutta tekniikka ja vikasietoisuus tässä topologiassa on huono. Yhdenkin verkkokortin tai kaapelin vikaantuminen saattaa kaataa koko verkon. Palautuminen vaatii pikaista korjausta ja palveluihin tulee välttämättä huoltokatko.

3.3 Rengastopologia

Rengastopologia kuvassa 3 on perusidealtaan samanlainen väylätopologian kanssa, mutta siinä kaapeli on kytketty ympyräksi. Kuuluisin rengastopologiaa hyödyntänyt verkkotekniikka oli IBM:n Token Ring, jossa laitteet kommunikoivat vuorotellen sen perusteella, kenellä oli myötä päivään kulkenut lähetyslupa eli token. (2.)



KUVA 3. Rengastopologia (2)

Topologian heikkous on signaalin kulkeminen jokaisen kytkentäpisteen kautta. Tämä aiheuttaa sen, että häiriö yhdessä laitteessa voi vaikuttaa koko silmukan toimintaan. Kuten muut edellä mainitut topologiamallit, tämäkään ei ole tarpeeksi vikasietoinen nykyajan vaatimuksiin.

3.4 Mesh-topologia

Mesh-topologia kuvassa 4 tarkoittaa verkkoa, jossa kaikki laitteet on kytketty toisiinsa täydellisesti. Tämä ratkaisu on erittäin vikasietoinen, sillä jokainen laite voi vastaanottaa ja välittää tietoa edelleen. Huonoja puolia fyysisessä verkossa on ehdottomasti kaapelointi ja sen korkea hinta. Tämän kaltaisia verkkoja käytetään esimerkiksi toteuttamalla erittäin laaja langaton verkko ilman fyysistä kaapelointia. (2.)



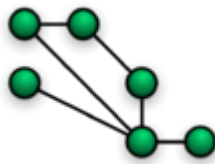
KUVA 4. Mesh-topologia (2)

Täydellinen mesh olisi lähes ideaalinen vaihtoehto Oulun Kärppien tietoverkossa, sillä se on hyvin vikasietoinen. Yhden laitteen häiriöt eivät vaikuta olennaisesti koko verkon toimintaan. Yhteyden ollessa yhteen suuntaan poikki tieto

liikkuu toista kautta perille. Täydellisen mesh-topologian huono kustannustehokkuus ja monimutkaisuus tekevät siitä kuitenkin epäedullisen vaihtoehdon.

3.5 Osittain kytketty Mesh-topologia

Kuvan 5 osittain kytketty mesh-topologia, jossa kaikkia laitteita ei ole kytketty toisiinsa, mahdollistaa myös korkean vikasietoisuuden, koska viesti todennäköisimmin voidaan välittää jotakin reittiä perille. (3.)



KUVA 5. Osittain kytketty mesh-topologia (2)

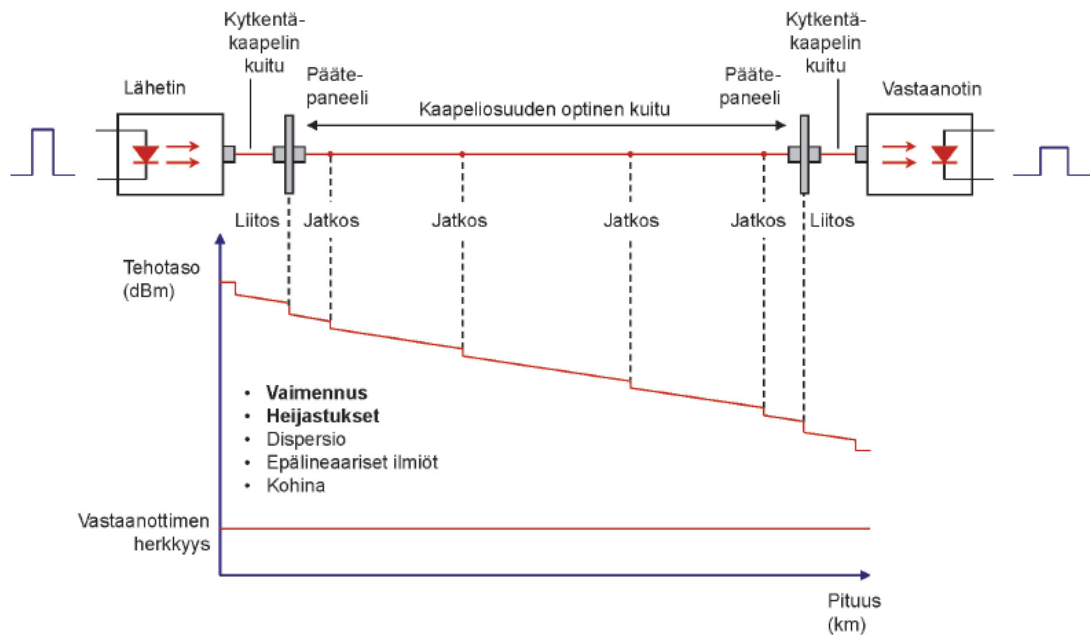
Osittain kytketty mesh on ideaalinen vaihtoehto Oulun Kärppien tietoverkolle, sillä se on hyvin vikasietoinen. Yhden laitteen häiriöt eivät vaikuta olennaisesti koko verkon toimintaan. Yhteyden ollessa yhteen suuntaan poikki tieto todennäköisimmin liikkuu toista kautta perille. Osittain kytketty mesh-topologia on myös täydellistä mesh-topologiaa kustannustehokkaampi vaihtoehto.

4 OPTINEN TIEDONSIIRTO

Optinen tiedonsiirto on signaalin siirtämistä valon muodossa optista kuitua pitkin. Lähettäjä muuntaa signaalin valonmuotoon ja vastaanottaja muuntaa valon takaisin sähköiseen muotoon. Pieni vaimennus ja suuri kaistanleveys ovat optisen kuidun ylivoimaiset siirtotekniset edut kaikkiin kuparijohtimisiin kaapeleihin ja kaapelijärjestelmiin nähden. Pienen vaimennuksen tuoma etu korostuu ennen kaikkea kaapelipituuksien kasvaessa, ja suuri kaistanleveys on välttämätön, kun tavoitellaan huomattavasti suurempia tiedonsiirtonopeuksia. Lisäksi optista tarkkuutta hyväksi käyttäen tiedonsiirrossa tapahtuu vain vähän tiedonsiirtovirheitä. Tässä luvussa käydään läpi optisen tiedonsiirron toimintaperiaate, ominaispiirteet ja edut sekä kuitujen perustyytit.

4.1 Toimintaperiaate

Optisessa tiedonsiirrossa signaali siirretään valon muodossa optista kuitua pitkin lähettimestä vastaanottimeen. Lähettimen tehtävänä on muuntaa siirrettävä sähköinen signaali valoksi ja sovittaa se optiseen kuituun. Vastaanotin ottaa valon vastaan ja muuntaa sen sopivaan sähköiseen muotoon signaalin jatkokäsittelyä varten. Valosignaali siirtyy optista kuitua pitkin ja menettää osan tehostaan eli vaimenee. Kuituyhteydellä on myös kuitujatkoksia, joissa syntyy lisävaimennusta. Valokaapelin kuidut on päätetty yhteyden molemmissa päissä optisen päätepaneelin liittimiin. Näin saadaan aikaan liitinrajapinnat, joihin lähetin tai vastaanotin kytketään kytkentäkaapeleita käyttäen. Myös näissä liitoksissa syntyy vaimennusta. Yhteydellä olevat jatkokset ja liitokset aiheuttavat myös jonkin verran etenevän valon heijastuksia takaisin paluusuuntaan. Kuvassa 6 on esitetty optisen tiedonsiirron yksinkertaistettu pääperiaate. (4, s. 10.)

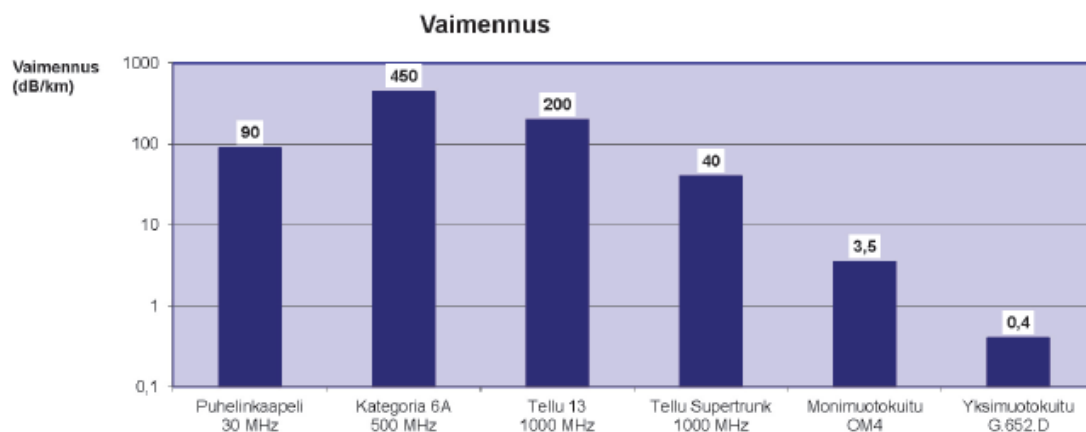


KUVA 6. Optisen tiedonsiirron periaate (4, s. 11)

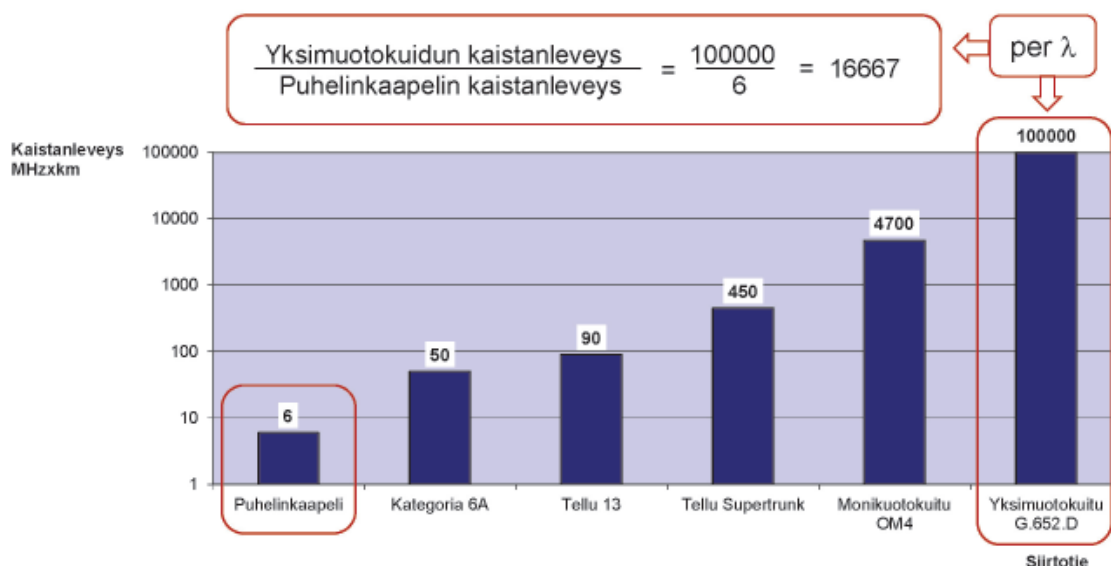
4.2 Ominaispiirteet ja edut

Optisella tiedonsiirrolla on ylivoimaisia ominaisuuksia sähköiseen tiedonsiirtoon verrattuna sekä itse siirtotekniikan kannalta, että myös valokaapelin muiden ominaisuuksien ansiosta (4, s. 11.).

Optisen kuidun tiedonsiirtokyky on valtavan suuri. Suurin siirrettävä nopeus ja siirtoetäisyys riippuvat yhteyden vaimennuksesta ja kaistanleveydestä sekä lähetin- ja vastaanotinkomponenttien ominaisuuksista. Yksimuotokuidulla on mahdollista toteuttaa yli 100 km:n yhteys ilman toistinta usean Gbit/s:n siirtonopeudella. Kuvissa 7 ja 8 nähdään, että pieni vaimennus ja suuri kaistanleveys ovatkin kuidun ylivoimaiset siirtotekniset edut kaikkiin kuparijohtimisiin kaapeleihin ja kaapelijärjestelmiin nähden. Pienen vaimennuksen tuoma etu korostuu ennen kaikkea kaapelipituuksien kasvaessa, ja suuri kaistanleveys on välttämätön siirtonopeuksien yhä kasvaessa verkon kaikilla tasoilla. (4, s. 11.)



KUVA 7. Yksimuotokuidun vaimennus desibeleinä (4, s. 11)



KUVA 8. Yksimuotokuidun kaistanleveys (yhdellä aallonpituudella) (4, s. 12)

Kuidun yleisin materiaali, lasi, on sähköisesti eriste. Tämän ansiosta optinen tiedonsiirto on täysin vapaa kaikenlaisista sähkömagneettisista häiriöistä. Se ei ole altis häiriöille eikä myöskään itse niitä aiheuta. Myöskään signaalipiirien maadoitusongelmia ei ole, koska galvaanista yhteyttä ei tarvita. Kuitu on niin ikään tunteeton sähköverkon tai ukkosen aiheuttamille ylijännitteille. (4, s. 12.)

Optiset siirtojärjestelmät ovat taloudellisia ja luotettavia. Edullinen hintakehitys edistää kuidun taloudellista käyttöä yhä pienempää käyttäjämäärää kohden.

Optinen kuitu on investointi tulevaisuuteen, sillä hyvin suunniteltu ja toteutettu optinen verkko palvelee vuosikymmeniä. Kapasiteettia riittää ja itse asiassa käytännössä sitä rajoittaa vain käytettävissä oleva laitetekniikka, joka sekin kehittyy jatkuvasti ja nopeasti. Tietoturvallisuus on optisissa järjestelmissä erittäin hyvä. (4, s. 12.)

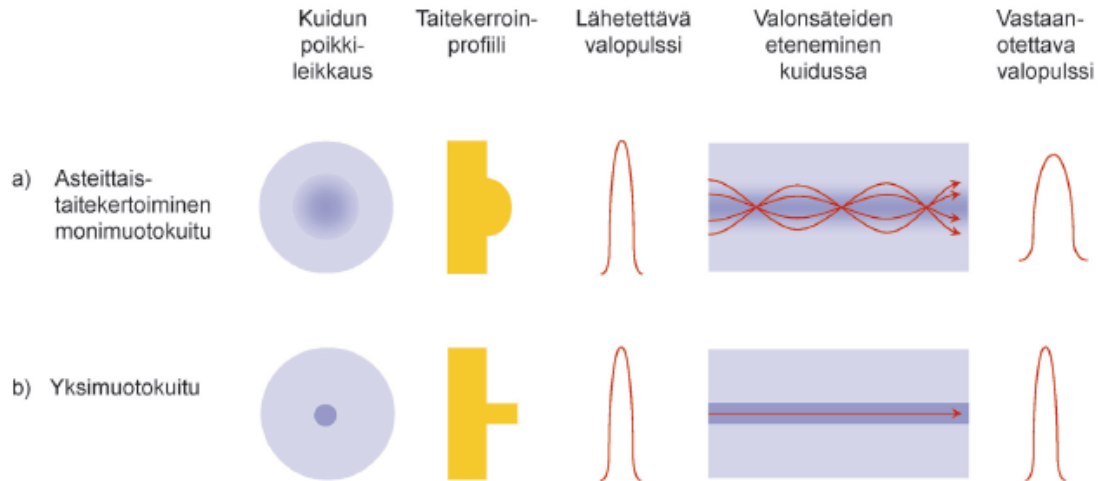
Optisen kuidun edut voidaan lyhyesti kiteyttää seuraavasti:

- Optinen kuitu soveltuu tietoliikenneverkkojen kaikille tasoille.
- Optinen kuitu tukee hyvin uusia tekniikoita ja palveluja.
- Optinen kuitu mukautuu hyvin kasvavan kapasiteettitarpeen mukaan.
- Optisella kuidulla voidaan rakentaa luotettavia yhteyksiä ja verkkoja.
- Optinen teknologia on energiatehokasta ja vähemmän päästöjä aiheuttavaa kuin kuparitekniikka. (4, s. 12.)

Kuituoptiikka on ainoa teknologia, joka pystyy vastaamaan kasvaviin tietoliikenteen haasteisiin. Mitään kilpailevaa uutta teknologiaa ei ole edes laboratorioasteella. Optinen kuitu on ylivoimainen. Valokaapeleihin liittyy myös joitakin ominaisuuksia, jotka eivät ole luettavissa eduiksi, mutta edut ovat näitä ominaisuuksia huomattavasti suurempia ja moninaisempia. Ohuen kuidun käsittely vaatii tarkkuutta ja huolellisuutta. Lasi on materiaaliominaisuuksiltaan hyvin erilainen kuin metallit, koska siltä puuttuu lähes kokonaan elastiset ominaisuudet. Lasin käyttäytyminen tunnetaan kuitenkin hyvin eikä ongelmia tule, mikäli lasin ominaisuudet otetaan huomioon asianmukaisilla kaapelirakenteilla, asennustarvikkeilla ja oikealla käsittelyllä. (4, s. 12–13.)

4.3 Kuitujen perustyyppit

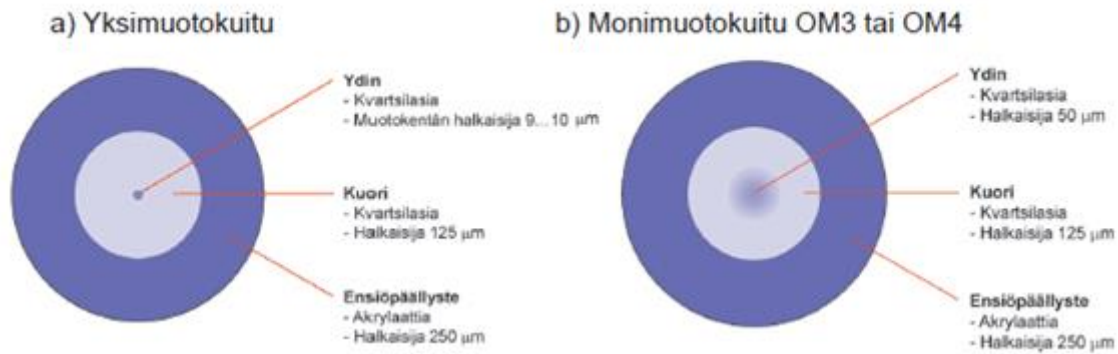
Valon eteneminen optisen kuidun ytimessä riippuu kuidun taitekerroinprofiilista. Taitekerroinprofiiliensa perusteella optiset kuidut voidaan jakaa kahteen perustyyppiin. Nämä perustyyppit ovat monimuotokuitu ja yksimuotokuitu. Sekä monimuoto- että yksimuotokuidut voidaan edelleen jakaa useampiin tyyppeihin erilaisilla perusteilla. Kuvassa 9 on esitetty kahden kuitutyyppin pääperiaatteet. Nämä kuitutyyppit ovat asteittaistaitekertoiminen monimuotokuitu ja yksimuotokuitu. (4, s. 17.)



KUVA 9. Monimuotokuidun ja yksimuotokuidun pääperiaatteet (4, s. 17)

Asteittaistaitekertoimisessa monimuotokuidussa kuvassa 9 esitettävä ytimen halkaisija on tyypillisesti 50 μm tai 62,5 μm ja kuoren halkaisija on 125 μm . Ytimen taitekerroin muuttuu asteittaisesti kuorta kohti poikkileikkauksen säteen suunnassa. Tällöin valonsäteet kulkevat vähitellen taittuen eivätkä jyrkästi heijastuen. Valo etenee useaa eri reittiä pitkin eli useassa eri muodossa ja siten, että ytimen reunoilla valon nopeus on suurempi kuin keskiosassa. (4, s. 17.)

Yksimuotokuidun ytimen halkaisija on niin pieni ja taitekerroinero ytimen ja kuoren välillä sellainen, että käytetyllä aallonpituudella etenee vain yksi muoto. Käytännössä tämä tarkoittaa kuvassa 10 esitettävää ytimen halkaisijaa, joka on luokkaa 8—10 μm . Yksimuotokuidun vaimennus on hyvin pieni ja paljon pienempi kuin monimuotokuiduilla. Yksimuotokuidun ominaisuuksista johtuu, että osa valosta etenee myös kuoressa. Niinpä yksimuotokuidusta käytetäänkin nimitystä muotokentän halkaisija kuvaamaan sitä aluetta, jossa valo tehollisesti etenee. (4, s. 17–18.)



KUVA 10. Monimuotokuidun ja yksimuotokuidun poikkileikkausprofiilit (4, s. 19)

Toimitilakiinteistöissä, teollisuuskiinteistöissä ja datakeskuksissa kiinteistöjen sisäiseen tietoliikenteeseen käytetään yleisimmin monimuotokuitua. Monimuotokuidun tyypillinen sovellus on lähiverkko. Kaapeloinnit toteutetaan yleiskaapelointistandardien mukaisesti ja näissä standardeissa on myös esitetty monimuotokuitujen vaatimukset. (4, s. 19.)

- Standardeissa EN 50173-1 ja ISO/IEC 11801 on määritelty seuraavat monimuotokuidut:
 - Kattegoria OM1, tyypillisesti 62,5/125 μm (IEC/EN 60793-2-10, A1b)
 - Kattegoria OM2, tyypillisesti 50/125 μm (IEC/EN 60793-2-10, A1a.1)
 - Kattegoria OM3, aina 50/125 μm (IEC/EN 60793-2-10, A1a.2)
 - Kattegoria OM4, aina 50/125 μm (IEC/EN 60793-2-10, A1a.3)
- 62,5/125 μm monimuotokuitu, joka ei täytä edellä mainittujen standardien vaatimuksia (voi esiintyä yli 10 vuotta vanhoissa asennuksissa).
- Muut monimuotokuidut, kuten esim. 100/140 μm (poistunut käytöstä, mutta voi esiintyä yli 20 vuotta vanhoissa asennuksissa). (4, s. 19.)

Oulun Energia Areenan tietoverkkoon optinen kuitutekniikka on ideaali ratkaisu. Optisen kuitutekniikan puolesta puhuvat pitkät välimatkat sekä tiedonsiirtonopeus ja toimintavarmuus. Optinen kuitu on nopeudeltaan ja toimintavarmuudeltaan ylivoimainen ja mahdollistaa kaikki nykyiset ja tulevaisuuden tietoverkkopalvelut pitkälle tulevaisuuteen. Optinen kuitu mahdollistaa hyvälaatuisen liikkuvan kuvan liikuttelun verkon kautta, isojen tiedostojen lataamisen ja lähettämi-

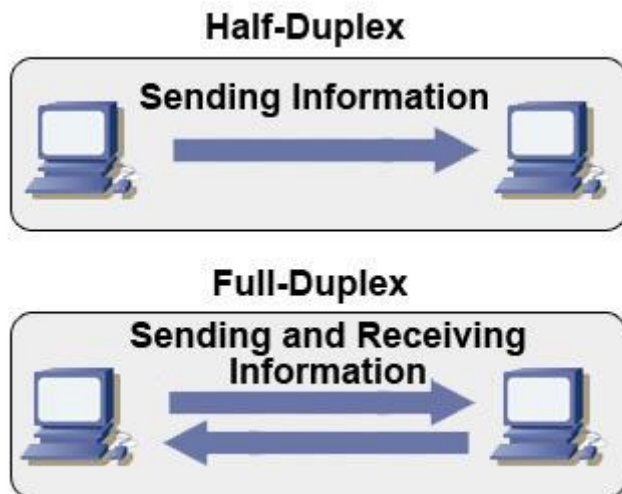
sen sekä useiden tietoverkkopalveluiden yhtä aikaisen käytön. Näiden perusteella voidaan sanoa, että OM3- tai OM4-monimuotokuitu on ideaalinen vaihtoehto Oulun Kärppien tietoverkossa.

5 VERKKOKYTKIMET

Verkkokytkin on laite, joka yhdistää pakettikytkentäisen paikallisverkon osat toisiinsa. Kytkimen yleisin komponentti on Ethernet-portti eli sovitin. Ethernet-portin perusominaisuudet ovat nopeus ja dupleksisuus. Tavallisesti nopeus on joko 10 Mbit/s, 100 Mbit/s tai 1000 Mbit/s eli 1 Gbit/s. Nykyään on myös 10 Gbit/s- ja 40 Gbit/s nopeuksisia portteja, jotka toimivat yleensä SFP-portissa (Small form-factor pluggable) käytettävällä SFP-moduulilla. 10 Mbit/s portit ovat hiljalleen katoamassa käytöstä, eikä niin hitaalle tiedonsiirrolle tänä päivänä juuri ole tarvetta. 100 Mbit/s on yleisimmin käytetty porttien nopeus. (5.)

5.1 Duplex

Portin dupleksisuus (kuva 11) tarkoittaa kytkimen, portin sekä käytetyn protokollapinon kykyä käsitellä saapuvaa ja lähtevää liikennettä. Half-duplex-liikenne toimii vain toiseen suuntaan kerrallaan, eli kytkinportti osaa vain lähettää tai vastaanottaa tietoa. Tällöin on mahdollista syntyä pakettien törmäyksiä, kun paketit kulkevat samaa linjaa pitkin. Full-duplex-liikenne toimii molempiin suuntiin samanaikaisesti jolloin törmäyksiä ei synny ja tosiasiallinen läpisyöttö on molempiin suuntiin portin nopeuden mukainen. 10 Mbit/s nopeudet toimivat alun perin ainoastaan half-duplex-tekniikalla, mutta nykyään full-duplexia voi käyttää kaikilla nopeuksilla. Itse asiassa half-duplex-tekniikkaa ei edes tueta 1 Gbit/s ja nopeammilla nopeuksilla. Mitään etuja half-duplex-tekniikan käytöllä ei ole. Se on yksinkertaisesti vanhentunut tekniikka, joka on hiljalleen katoamassa. Kytkinporteissa on ominaisuus automaattisen nopeuden ja dupleksisuuden neuvotteluun, mutta se ei aina ole luotettava. Käytännössä virheitä tulee hyvin vähän, ja siksi automaattista neuvottelua usein käytetään virheiden mahdollisuudesta huolimatta. (6.)



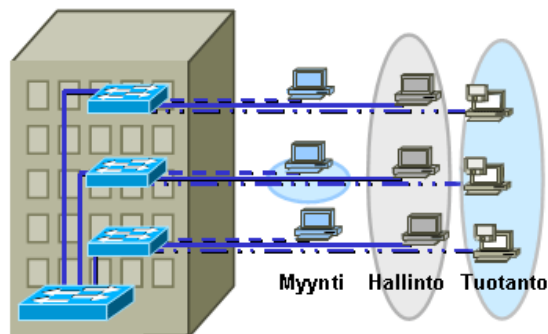
KUVA 11. Half- ja Full-Duplex-toimintaperiaate (6)

Kytkemällä kytkimiä toisiinsa Ethernet-kaapelilla saadaan aikaan lähiverkko eli LAN (Local Area Network), jonka sisällä verkkoon liitetyt laitteet voivat keskustella keskenään. LAN-verkolle on tyypillistä, että kaikki siihen liitetyt koneet käyttävät samaa IP-aliverkkoa, jolloin verkkoliikennettä ei tarvitse reitittää. Tietoverkoissa, niin Layer3-verkkokerroksella kuin Layer2-siirtokerroksellakin käytetään, erityistä broadcast-osoitetta, jonka avulla laitteet voivat kommunikoida jokaiselle verkossa olevalle laitteelle yhdellä kertaa. IP-tasolla broadcast-osoite on aliverkon viimeinen osoite, ja siirtokerroksen tasolla broadcast-liikenteen kohdeosoite on aina MAC-osoiteavaruuden (Media Access Control) viimeinen osoite (FF:FF:FF:FF:FF:FF). Laitteet, joihin yksi broadcast-paketti kerralla lähetetään, muodostavat yhdessä broadcast-alueen. Siirtokerroksen broadcast-alue muodostaa siis käytännössä yhden LAN-verkon. Suurissa yritysverkoissa siirtokerroksen broadcast-alue voi muodostua niin suureksi, että sen koon rajoittaminen alkaa tulla tarpeelliseksi sekä liikenteen määrän, käytännön tehtävärajan että myös tietoturvakäytänteiden vuoksi. (7.)

5.2 VLAN

VLAN (Virtual LAN) on lyhenne virtuaalisesta lähiverkosta. Lähiverkkoja jaetaan yhä useammin loogisiin käyttäjäryhmiin. Usein toiminnalliset syyt ovat jaon pe-

rusteena. Esimerkiksi tuotekehitys, laskutus ja talous sekä tuotanto halutaan pitää erillisissä verkoissa. VLANien avulla fyysisesti yhtenäinen lähiverkko voidaan segmentoida loogisesti täysin erotetuiksi verkoiksi. Verkko on edelleen fyysisesti yhtenäinen, kuten kuvassa 12 ylemmän kerroksen kaikki koneet on kytketty samaan kytkimeen, mutta käyttäjät eivät voi liikennöidä kuin oman ryhmänsä jäsenten välillä. (8.)



KUVA 12. Lähiverkon periaate (8)

VLANin käyttö vaatii kytkimeltä ominaisuudet ryhmitellä käyttäjiä. Lähiverkon sisällä päätelaitteelta toiselle kulkevassa liikenteessä tällaista ominaisuutta ei ole, joten ryhmittelyn hoitaa kytkin. Ryhmittelyä voidaan toteuttaa rakentamalla suodatuslistoja, jotka jaetaan jokaiselle lähiverkon kytkimille. Tällaisessa ratkaisussa kytkin tarkistaa paketin osoitteen suodatuslistasta ja lähettää paketin eteenpäin, jos se on sallittua. Toiminta on siis samanlaista kuin reitittimellä. IEEE802.1Q-standardissa määritelty toinen tapa on muokata Ethernet-kehiksen lisäkenttää lisäämällä siihen VLAN-tunniste. VLANien välinen kommunikointi tapahtuu reitittimen välityksellä, koska loogisesti saman kytkimen sisällä olevat VLANit ovat kuitenkin erillisiä verkkoja. Tähänkin tilanteeseen on tosin poikkeuksia. (8.)

Tietoverkon jako voi tapahtua MAC-osoitteiden, kytkimen porttien tai käyttäjätunnuksen perusteella. Jos VLANin jäsenyys määritellään kytkimen portin mukaan, on kyseessä staattinen VLAN. Tämä tarkoittaa sitä, että mikä tahansa

laite, joka on kytketty tähän tiettyyn porttiin, on kyseisen VLANin jäsen. Staattisia VLANeja käytettäessä on huomioitava se, että jos laitteen siirtää eri porttiin, mutta haluaa pitää sen saman VLANin jäsenenä, on kytkin konfiguroitava uudelleen. MAC-osoitteen mukaan tapahtuvassa määrittelyssä laitteen voi siirtää mihin tahansa porttiin tai jopa eri kytkimeen fyysisessä lähiverkossa. Se pysyy saman VLANin jäsenenä, ja uutta konfigurointia ei tarvita. Tällaista kutsutaan dynaamiseksi VLANiksi. (8.)

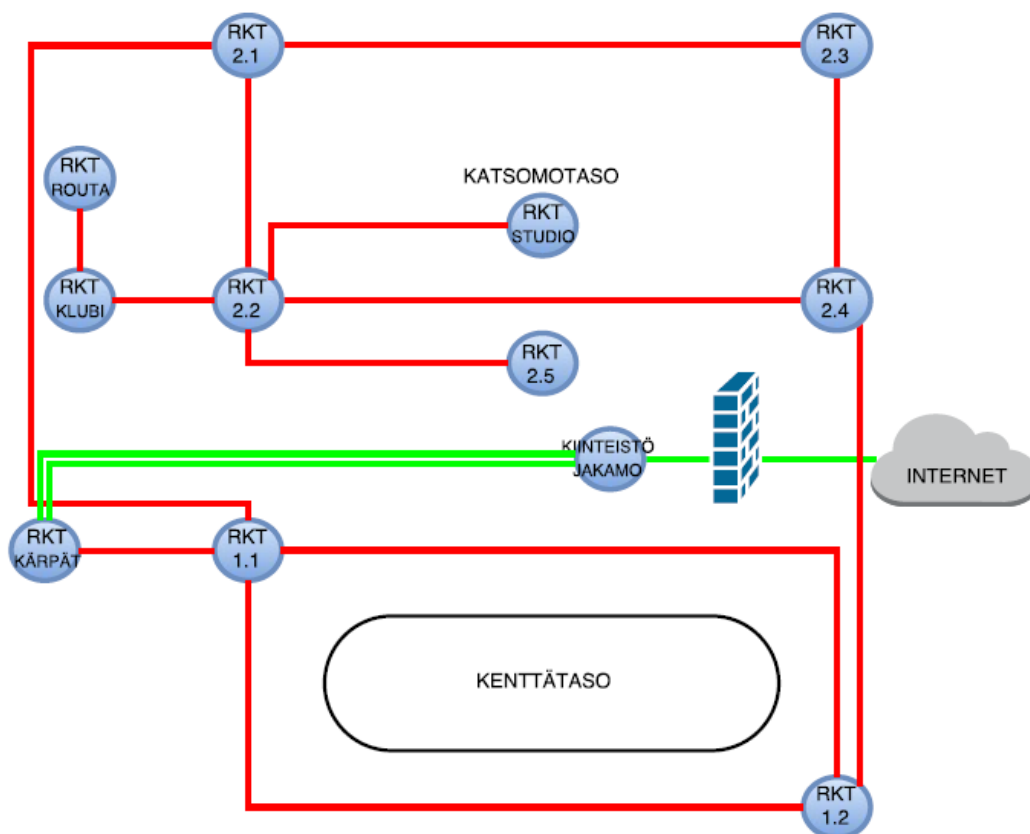
Yksi vaatimusmäärittelyn kohdista oli, että jokaisen verkon osapuolelle tulee saada oma suojattu verkko, johon ei muilla käyttäjillä ole pääsyä. Tämä onnistuisi käytännössä määrittelemällä jokaiselle verkonkäyttäjälle portti, johon heidän päätelaitteensa tulisi kytkeä, jolloin se toimisi vain kyseisessä portissa. Verkon joustavuuden kannalta tämä toteutustapa ei kuitenkaan ole järkevä, koska päätelaite toimisi vain tietyssä portissa. Lisäksi yhden portin käyttäjänä voi olla useita eri osapuolia, jolloin verkon hallinnasta tulee raskasta ja vaikeaa. Tämän vaatimuksen toteuttaminen fyysisesti verkon rakenteella ei siis ole järkevää hallittavuuden, eikä kustannustehokkuuden kannalta. VLAN-tuki joka määrittelee verkkoon pääsyn MAC-osoitteen mukaan, tulee ottaa huomioon tietoverkon verkkokytkimien valintaa tehtäessä. Verkkokytkimien tulee olla vähintään Layer2-tason kytkimiä, jotka kommunikoivat tietoverkossa broadcast-osoitetta käyttäen.

6 TOTEUTUS

Vaatusmäärityssä esille nousseet tärkeimmät asiat olivat mainonta ja esitykset, sekä tietoverkkopalvelut. Lisäksi määriteltiin kolmansien osapuolien vaatimukset hallin tietoverkolle. Tässä luvussa käydään läpi tekniset ratkaisut, joiden avulla vaatimusmäärityssä esille nousseet asiat pystytään toteuttamaan.

6.1 Tietoverkko

Koko tietoverkon kivijalka on runkoverkko, joka sisältää kytkinvalinnat ja optisia kuituja käyttäen toteutetut siirtotiet. Kun runkoverkko toteutetaan hyvin, sen päälle on helppo rakentaa vaatimusmäärittelyn pohjalta valitut ratkaisut. Aiemmin todettiin, että osittain kytketty mesh-verkkotopologia on ideaali valinta tietoverkon rakenteeksi Oulun Kärpille Oulun Energia Areenalle. Kuvassa 13 on esitetty periaateratkaisu tietoverkon rakenteesta.



KUVA 13. Runkoverkko

Oulun Energia Areena on kaksikerroksinen jäähalli, jossa ensimmäisessä kerroksessa toimivat joukkueet ja toisessa kerroksessa yleisö sekä yleisölle palveluita tuottavat toimijat. Kuvassa 13 ensimmäistä kerrosta kuvataan nimellä kenttätaso ja toista kerrosta nimellä katsomotaso. Kuvassa 13 verkkotopologian solmukohtia merkitään kirjainyhdistelmällä RKT, joka tulee sanasta ristikytkentäteline. Näihin jokaiseen tulee verkkolaite. Solmukohdat yhdistetään toisiinsa käyttämällä siirtotienä valokuitua joka sisältää optisia kuituja. Runkoverkon periaateratkaisu löytyy myös liitteestä 2.

6.1.1 Valokuitu

Jokaisen solmukohdan väliin tulee valita sellainen valokuitu (kuva 14), joka sisältää riittävän määrän optisia kuituja. Tällöin pystytään varmistamaan verkon hyvä vikasietoisuus ja muunneltavuus, eikä verkon toiminta häiriinny esimerkiksi tarpeesta saada suora fyysinen linja solmupisteiden RKT Kärpät ja RKT 2.5 välille. Tässä esimerkkitapauksessa linja tulisi kulkemaan seuraavasti: RKT Kärpät – RKT 1.1 – RKT 2.1 – RKT 2.2 – RKT 2.5. Aiemmin todettiin, että OM3- tai OM4-monimuotokuitu on ideaaliratkaisu Oulun Kärppien tietoverkkoon, ja tämän perusteella sopiva valokaapeli tarkoitukseen olisi esimerkiksi Nestor - FZ2RMS FlexD 2x12xOM3.



KUVA 14. Valokuitu (9)

6.1.2 Verkkokytkimet

Pohdittaessa verkkokytkimien valintaa ja tutkittaessa niiden ominaisuuksia törmätään nopeasti runsaudenpulaan. Pelkästään verkkolaitteiden valmistajia on suuri määrä, puhumattakaan kytkinmalleista ja niiden ominaisuuskirjosta. Verkkokytkimen valinnassa kannattaakin painottaa muutamaa tiettyä ominaisuutta.

Verkkokytkimien tulee olla vähintään Layer2-tason kytkimiä, jotka kommunikoi-
vat tietoverkossa broadcast-osoitetta käyttäen ja niissä on VLAN-tuki. Verkkokyt-
kimiä tulee kyetä hallitsemaan täydellisesti verkon yli. Niissä tulee olla skaa-
lautuva mahdollisuus käyttää SFP-porttia, joka mahdollistaa optisen kuidun kyt-
kemisen verkkokyttimeen. Lisäksi verkkokyttimeen tulee pystyä tarjoamaan vir-
ran syöttö PoE:tä (Power over Ethernet) tukeviin verkkolaitteisiin. Lopulta pää-
dyin verkkokyttimeen valinnassa Black Boxin hallittaviin Gigabit PoE -verkkokyt-
kintuotteisiin. Nämä kytkimet täyttävät yllä esitetyt vaatimukset, ja lisäksi ne
ovat varmasti yhteensopivia seuraavissa luvuissa esitettyjen teknisten ratkaisui-
den toteuttamisen varmistamiseksi.

Hallittava Gigabit PoE -verkkokytkin on nopea Layer 2+ -tason verkkokytkin,
joka syöttää jopa 370 wattia PoE-laitteisiin. Alla on Gigabit PoE -verkkokyttimeen
keskeiset ominaisuudet.

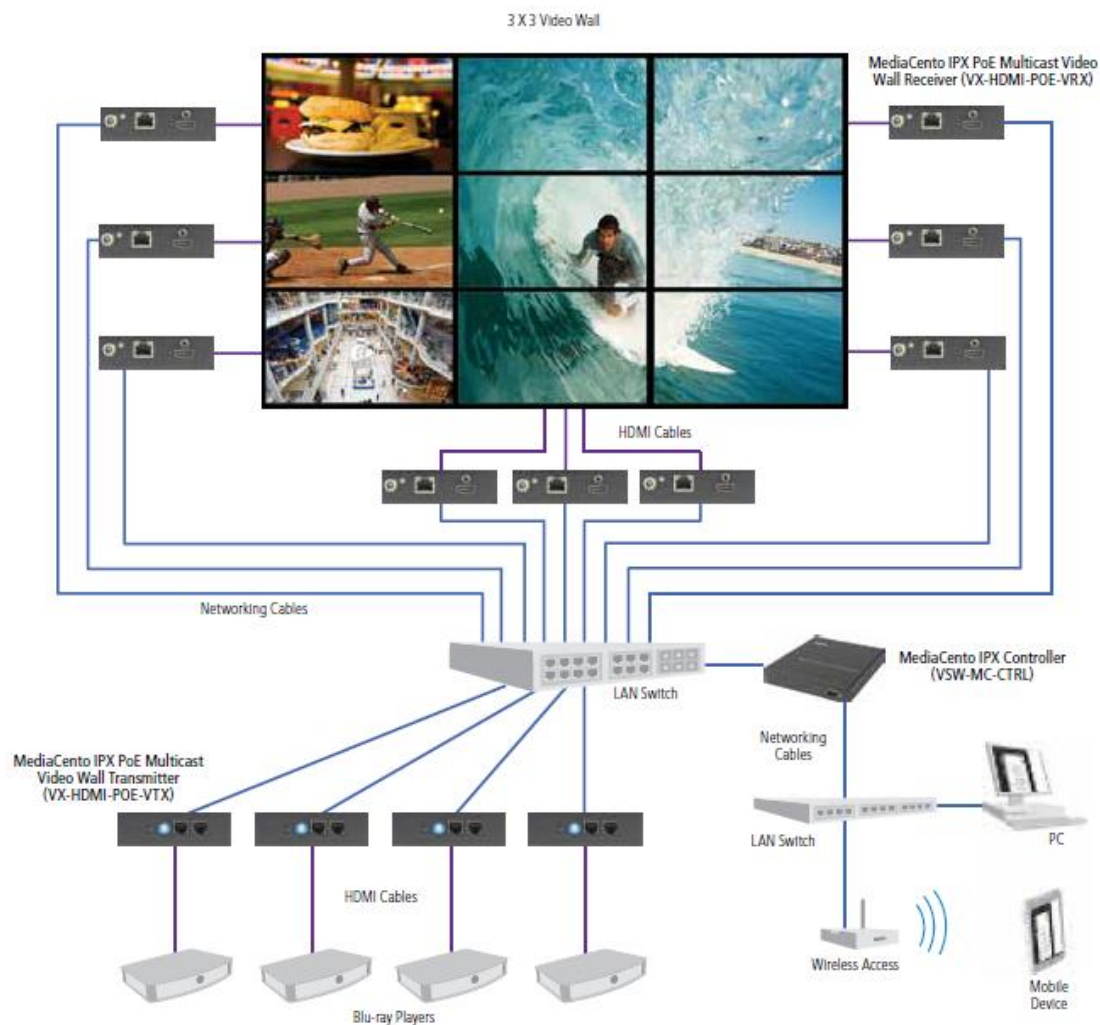
- Tuoteperheessä on valittavana 8, 24 tai 48 10/100/1000BASE-T UTP-
porttiset mallit, joissa kaksi tai neljä dual-media UTP/SFP(+) -porttia.
- Syöttää 802.3af PoE- tai 802.3at PoE+ -standardin virran langattomiin
tukiasemiin, valvontakameroihin, VoIP-puhelimiin, etäensoreihin ja
muihin PoE:tä tukeviin verkkolaitteisiin.
- Valinnainen MediaCento-ohjelmisto HD-videon kytkentään.
- Skaalautuva, SFP-portteja tarvitsee lisätä vain tarvittavan kapasiteetin
mukaan.
- Joustava, SFP(+)-portti mahdollistaa etäisyydet optista kuitua pitkin
500 metristä aina 10 kilometriin.
- Verkkokytkimet ovat käytettävissä datan runkoyhteyssovelluksiin.
- Täydellinen SNMP- tai Web-hallinta.
- VLAN- ja QoS-tuki.
- Tukee porttipohjaista IEEE 802.1x-verkon pääsynvalvontaa.
- Energiatehokas 802.3az Ethernet vähentää virrankulutusta. (10.)

6.2 Mainonta ja esitykset

Tässä luvussa käydään läpi tekniset ratkaisut mainonnan ja esitysten vaatimusmäärittelyssä esille nousseisiin asioihin. Oulun Energia Areenan eri näytöillä tulee pystyä esittämään erilaista sisältöä eri tilaisuuksissa ja eri vuorokaudenaikoina. Kaikkien näyttöjen sisällönhallinta tuli pystyä hoitamaan keskitetysti. Lisäksi eri sidosryhmille haluttiin tarjota mahdollisuus päivittää tiettyjä näyttöjä omalla sisällöllään. Kolmas vaatimusmäärittelyn kohta oli, että määriteltujen henkilöiden tuli pystyä hallitsemaan näyttöjen sisältöä joustavasti tietokoneella tai langattomilla päätelaitteilla verkon yli mistä tahansa. Mainonnan hallintaan toivottiin joustavuutta helpottamaan mainonnan sisällöntuottajien päivittäistä käyttöä sekä mainosten myyntiä.

6.2.1 Näyttöjen hallinta

Mainonnan laitteistoksi valikoituivat Black Boxin Media Cento IPX -tuoteperheen tuotteet, jotka mahdollistavat vaatimusmäärittelyn mukaisen teknisen toteutuksen.



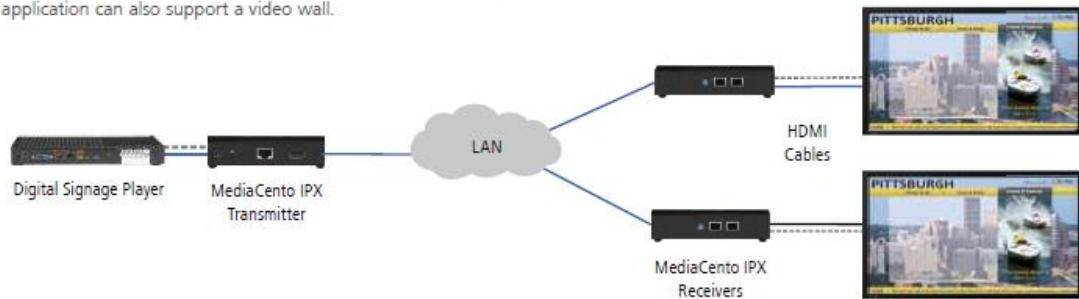
KUVA 15. MediaCento IPX -laitteistolla toteutettu kuvanlähteiden hallinta (11, s. 3)

Kuvassa 15 on esitetty Media Cento IPX -laitteiston toimintaperiaate. Esimerkissä kuvanlähteinä toimii neljä Blue-ray-soittinta. Blue-ray-soittimet voidaan järjestelmässä korvata digiboxilla, tietokoneella, mediaserverillä tai vaikka matkapuhelimella. Oulun Kärppien tietoverkossa kuvanlähteitä on neljä: pelikuva, mainonta, kohdennettu mainonta ja TV-signaali.

Kuvanlähteet kytketään HDMI-kaapelilla Black Boxin MediaCento IPX PoE -lähettimeen, joka muuntaa ja lähettää HDMI-videon ja -audion tietoverkossa MediaCento IPX PoE -vastaanottimen kautta näytölle. Yksinkertaisuudessaan lähetin-vastaanotinparin toiminta on esitetty kuvassa 16.

Multicast mode application.

Transmit video from one source to multiple screens over an Ethernet network.
This application can also support a video wall.



KUVA 16. MediaCento IPX PoE -lähetin-vastaanotinparin toimintaperiaate (11, s. 3)

MediaCento IPX PoE -lähettimen ja vastaanottimen tärkeimmät ominaisuudet ovat seuraavat:

- Lähettää HDMI -videon ja -audion Ethernet-verkon kautta.
- Järjestelmä käyttää laajentamiseen nykyistä standardeihin perustuvaa Ethernet-tekniikkaa ja TCP/IP-protokollia.
- 16 erillistä siirtokanavaa.
- Mahdollistaa 16x8 näytön videoseinän (128 näyttöä).
- PoE-tuki virransyöttöön verkkokytkimen kautta.
- Yksi lähetin kykenee siirtämään HDMI-lähetyksen rajoittamattomaan määrään vastaanottimia ja mainosnäyttöjä.
- EDID-tietojen kopiointitoiminto takaa optimaalisen suorituskyvyn PC:ltä näytölle.
- Ei rajoituksia etäisyyksiin - voit mennä niin pitkälle kuin lähiverkko ulottuu.
- Tukee sarjaliitantoja näyttöjen päälle/pois-etäkytkemisessä ja kosketusnäyttöjen kanssa käytettäessä.
- HDCP-yhteensopiva. (12, s. 10.)

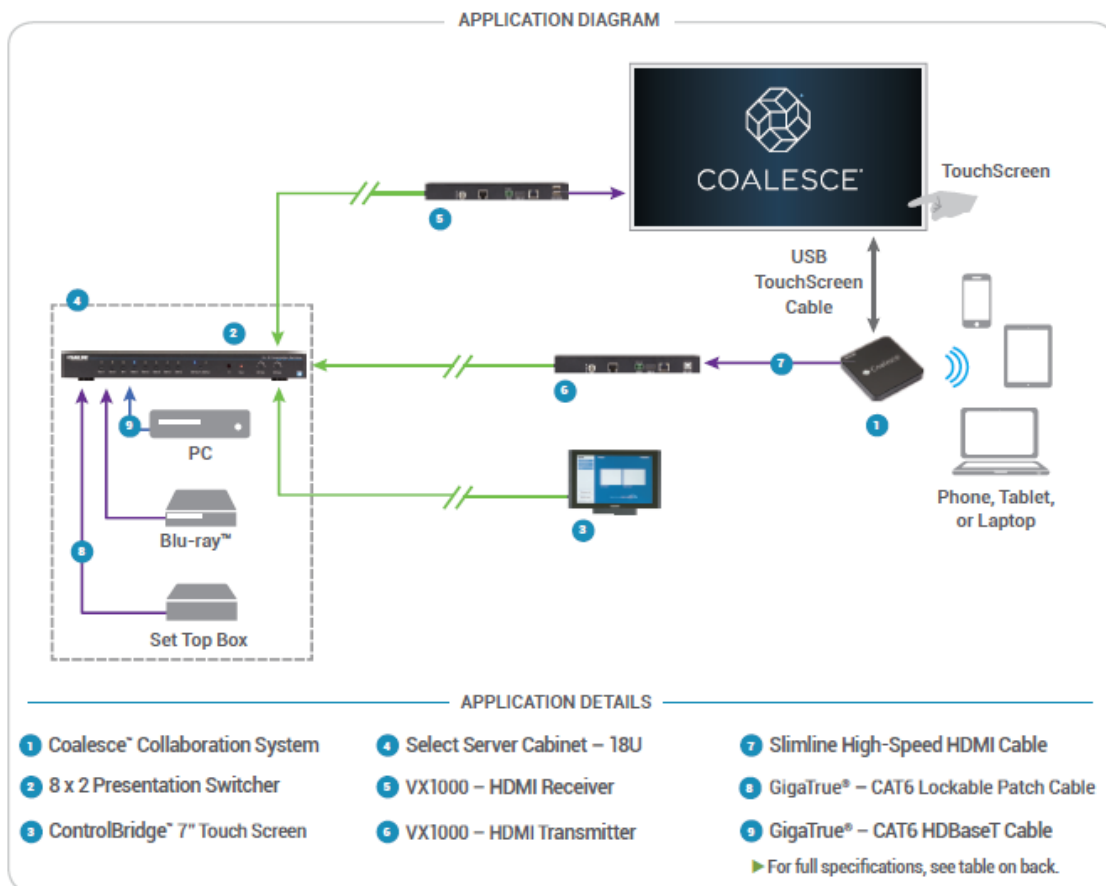
Kuvanlähteiden keskitetty hallinta tapahtuu MediaCento IPX Controllerilla. Se muuttaa IP-pohjaiset MediaCento IPX -lähettimet ja vastaanottimet IP-pohjaisiksi matriisikytkimiksi ja videoseinän ohjaimiksi. MediaCento IPX Controllerin avulla pystytään hallitsemaan jokaista näyttöä erikseen tai kaikkia näyttöjä yhtä

aikaa, joten kyseisellä ratkaisulla mahdollistetaan sekä kohdennettu että keskitetty mainonta. MediaCento IPX Controllerin tärkeimmät ominaisuudet on listattu alla:

- Täydellinen IP-pohjaisten MediaCento IPX -lähettimien ja -vastaanottimien hallinta.
- Intuiitiivinen käyttöliittymä.
- Web-sovellus mobiilituella.
- Voit ohjata jopa 8 x 8 näytön videoseiniä (64 näyttöä).
- Helposti laajennettavissa.
- Automaattinen laitteiden tunnistus verkossa.
- Ei porttirajoituksia, tukee satoja laitteita.
- Kaksi Ethernet-liitäntää toissijaisesta verkosta ohjausta varten.
- Mahdollisuus määritellä pikavalinnat ja ryhmät.
- Mahdollisuus luoda ja ohjata moniväyhykkeitä videoseiniä. (13, s. 8.)

6.2.2 Esitykset

Klubi- ja Rauta-ravintoloissa pidetään yritystilaisuuksia, jossa yrityksille pitää pystyä tarjoamaan mahdollisuus näyttää omia esityksiään omista kuvanlähteistä kuten tietokoneelta vaivattomasti ravintoloiden näytöille. Kuvassa 17 on esitetty periaateratkaisu käyttäen Black Boxin Coalesce Wireless Collaboration -järjestelmää tämän toteuttamiseksi. Järjestelmään pystytään liittämään kannettava tietokone, matkapuhelin tai tabletti langattomasti.



KUVA 17. Coalesce Wireless Collaboration -järjestelmän periaateratkaisu (14, s. 8)

Coalesce Wireless Collaboration -järjestelmä toimii samanlaisena kuvan lähteenä kuin vaikka aiemmin kuvassa 15 esitelty blue-ray-soitin, ja siihen lähetettävä esitys voidaan esittää tarvittaessa vaikka hallin jokaisella näytöllä.

6.3 Tietoverkkopalvelut

Tässä luvussa käydään läpi ratkaisut Oulun Kärppien sidosryhmille tarjottavien palveluiden toteuttamiseksi. Vaatimusmäärittelyssä esille nousi tarve Oulun Kärppien eri jääkiekkjoukkueiden datan varmuuskopioinnista. Toinen esille nousseista asioista oli, miten pystytään välittämään yleisön matkaviestimiin materiaalia, jolla parannetaan ottelutapahtuman yleisön viihtyvyyttä.

6.3.1 Pilvipalvelut ja varmuuskopiointi

Matkaviestimiin pystytään välittämään materiaalia yksinkertaisimmin pilvipalveluiden kautta. Pilvipalveluiden tarjoaminen voidaan katsoa olevan hyvin suoraviivaista, koska kaikkia käyttäjiä yhdistää sama yhteinen media, internet. Tärkeämpi kysymys on, minkälaista palvelua lähdetään hakemaan, toteutetaanko se itse vai kannattaako palvelu ostaa. Kun lähtökohta on, että jopa 7000 matkaviestimen tulisi pystyä yhtäaikaaisesti käyttämään pilvipalvelua, sitä ei ole järkevää toteuttaa itse, vaan se kannattaa ostaa ulkopuoliselta palvelun tuottajalta. Alla on esitetty kaksi vaihtoehtoa pilvipalvelun alustaksi: Amazon Web Services (AWS) sekä Google Cloud Platform. Tällöin myös verkon käyttäjien datan varmuuskopiointi on hyvä suorittaa pilvipalveluun.

AWS tarjoaa laajan kokoelman palveluita, esimerkiksi virtuaalipalvelimia, tietokantoja ja talletuspalveluita, joista keskeisimpiä ovat Amazon EC2 ja Amazon S3. Kaikki palvelut ovat käytettävissä verkkoselaimessa suoritettavassa käyttöliittymässä, ja niiden käyttöönotto on mahdollista muutamissa sekunneissa. Tunnusten luominen on ilmaista, ja AWS tarjoaa koekäyttömahdollisuuden tuotteisiinsa ennen ostopäätöstä. (15.)

Google Cloud Platform tarjoaa pitkälti samoja palveluita kuin AWS, mutta keskittyy huomattavasti enemmän ennen kaikkea erilaisiin www-kehitystyökaluihin ja virtuaaliympäristöihin, joissa voidaan suorittaa esimerkiksi Python- ja Java-ohjelmia. Jokainen palvelu pitää sisällään selainkäyttöliittymän, komentorivityökalun sekä API- ja REST-tuen. (16.) Googlen kehitysympäristö soveltuu ohjelmien kirjoittamisesta aina internetsivustojen luomiseen saakka. Esimerkiksi Googlen tuoteperheeseen kuuluvat YouTube ja Google Search on toteutettu täysin käyttäen näitä työkaluja.

6.3.2 Langaton verkko

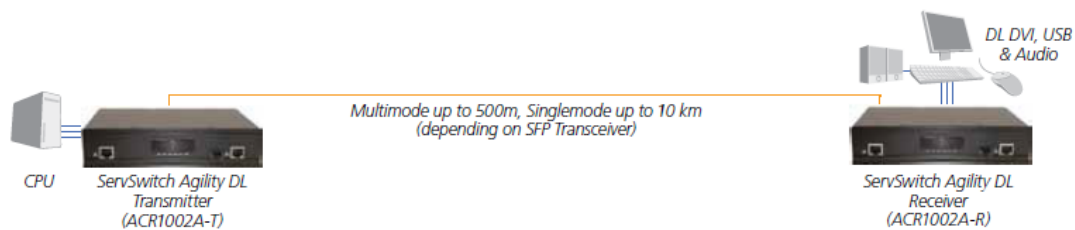
Jäähallissa on teleoperaattorien toteuttamat 4G verkot, joiden kapasiteetti riittää kattamaan yleisön verkon käyttötarpeen tapahtumissa. Näin ollen Oulun Kärppien ei ole tarvetta toteuttaa yleisölle käyttöön tulevaa koko hallin kattavaa WiFi-verkkoa.

Ravintoloihin, joukkueille, erotuomareille, lehdistölle sekä jokaiseen aitoon tulee mahdollistaa oma langaton verkkoyhteys, joka toimii aina tunnistautumisella. Osaan näistä verkoista tulee tunnistautumisen kautta päästä vain noin vuorokauden ajan, kun taas esimerkiksi joukkueiden verkkojen tunnistautuminen on voimassa koko kauden. Ravintoloiden asiakasverkkojen tulee olla avoimia.

6.3.3 Ottelukuvan streamaus verkon yli

Tässä luvussa esitetään tekninen ratkaisu ottelukuvan streamaukseen Kärppäjoukkueille. Ottelukuvan suoraa siirtämistä ei kannata toteuttaa MediaCento-lähetin-vastaanotinyhdistelmällä, koska sen vaatimukset ovat isommat kuin pakattujen ei-reaaliaikaisten palvelujen toiston vaatimukset. Ottelukuvan streamaus voidaan toteuttaa Black Boxin Agility -sarjan valokuituverkossa toimivalla lähetin-vastaanotin yhdistelmällä. Periaate tästä on esitetty kuvassa 18.

Point-to-Point KVM Extension over Fiber optic



KUVA 18. Ottelukuvan streamaus (17, s. 4)

Oulun Kärppien runkoverkkoa (kuva 13) tarkasteltaessa sijoitetaan Agility DL -lähetin, johon on kytketty ottelukuvasignaali, solmupisteeseen RKT Studio, josta tieto siirretään runkoverkossa optista kuitua pitkin solmupisteeseen RKT Kärpät. Tässä tilanteessa optisen kuidun reitti kulkee solmupisteiden RKT Studio – RKT 2.2 – RKT 2.1 – RKT Kärpät kautta. RKT Kärpät-solmupisteessä tieto vastaanotetaan käyttämällä Agility DL -vastaanotinta, josta se siirretään tietokoneeseen, jossa ottelukuvaa voidaan katsella pienen latenssin ansiosta lähes reaaliajassa tai tallentaa jatkokäyttöä varten. Agility DL-sarjan tärkeimmät ominaisuudet ovat:

- Optisella kuidulla toteutettu yhteys mahdollistaa joustavuuden sekä nopean redundanssin tai kaistanleveyden yhdistämisen.

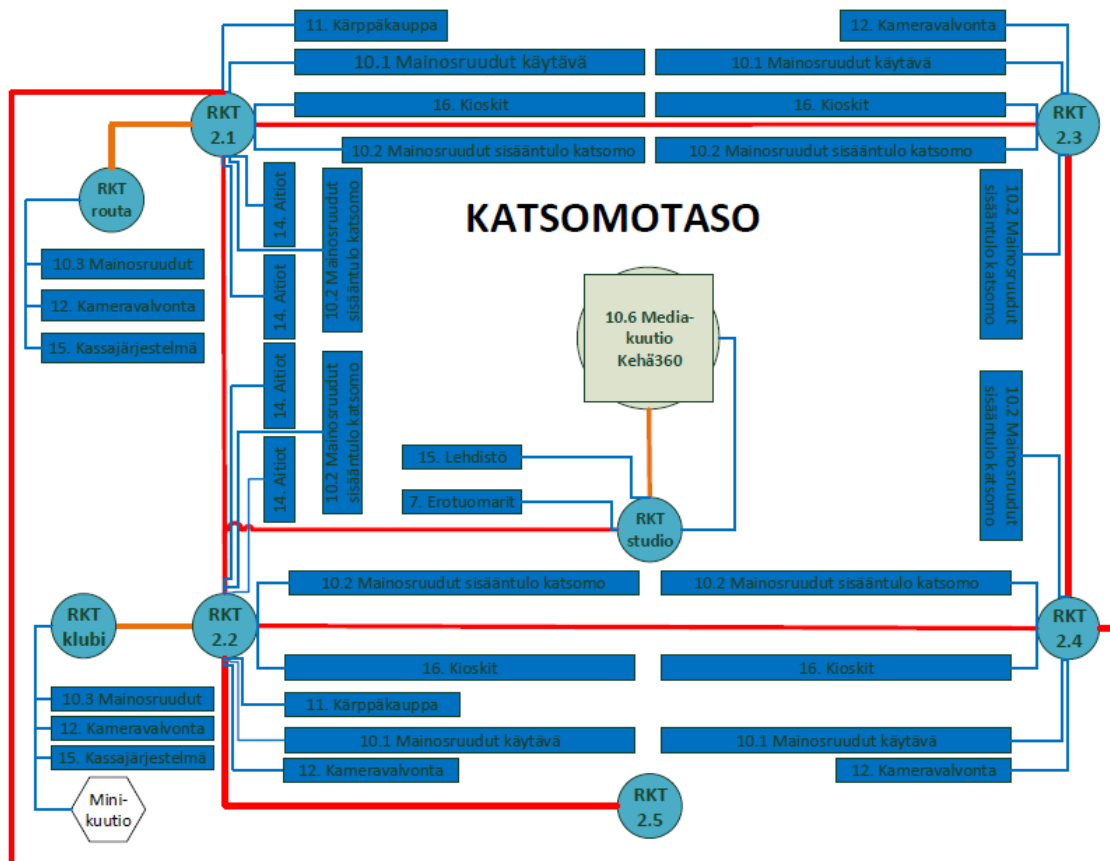
- Häviötön pakkaus, pieni latenssi, pikselintarkka video ja valvonta.
- Nopeat kytkentäajat $\approx 0,5$ sekuntia, soveltuu hyvin tarkkaamoihin ja lähetystoimintaan.
- Kytkennän esiasetukset määritetään yksittäisten kanavien valinnoilla.

(18.)

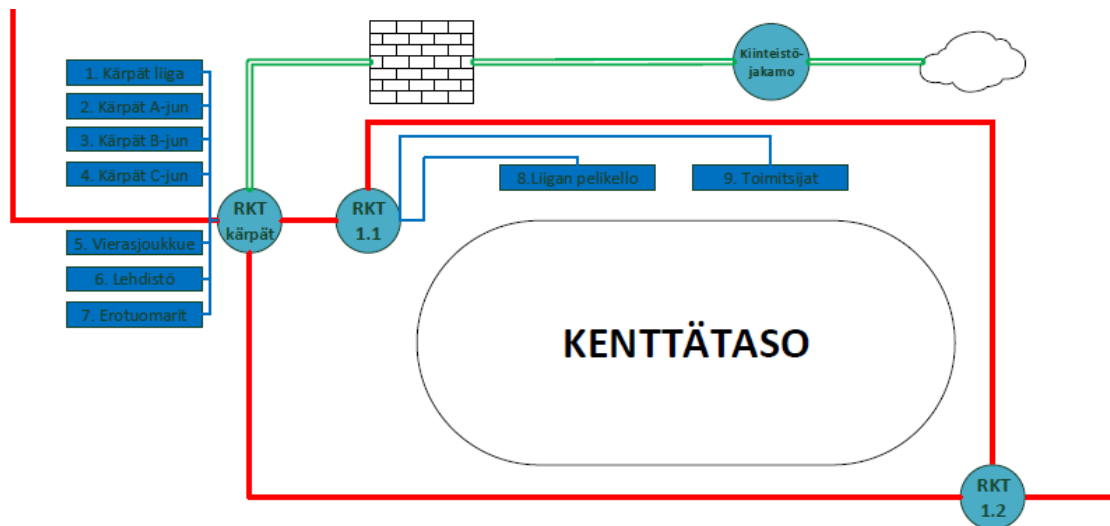
6.4 Kolmansien osapuolien liittyminen hallin järjestelmiin

Viimeisenä vaatimusmäärittelyssä esille nousi vaatimus saada kaikki osapuolet liitettyä osaksi Oulun Kärppien tietoverkkoa. Näistä jokaisella oli lisäksi omat vaatimuksensa toimiessaan Oulun Kärppien tietoverkossa. Vaatimuksista useimmat on jo esitelty aiemmin tässä luvussa. Näitä vaatimuksia olivat oma suojattu verkko, varmuuskopiointi, WiFi-mahdollisuus, mainonta sekä ottelukuvan streamaus. Tässä luvussa esitetään periaateratkaisu kolmansien osapuolien liittämistä runkoverkkoon.

Kuten tämän luvun alussa todettiin, tietoverkon kivijalka on runkoverkko, joka sisältää kytkinvalinnat ja optisia kuituja käyttäen toteutetut siirtotiet. Kun runkoverkko toteutetaan hyvin, sen päälle on helppo rakentaa vaatimusmäärittelyssä esille nousseet asiat. Kuvassa 19 ja 20 on esitetty kuinka kolmannet osapuolet liittyvät runkoverkon solmukohtiin.



KUVA 19. Oulun Kärppien tietoverkko katsomotasolla



KUVA 20. Oulun Kärppien tietoverkko kenttätasolla.

Toteutusta mietittäessä voidaan todeta, ettei kaikkia tietoverkon osia tarvitse tehdä yhdellä kertaa. Ensimmäisessä vaiheessa tulisi toteuttaa vähintään runkoverkko. Tämän jälkeen vaatimusmäärittelyn pohjalta esitettyjen ratkaisuiden sekä kolmansien osapuolien liittäminen runkoverkkoon onnistuu pienissä osissa. Oulun Energia Areenalla on jo osittain valmiiksi toteutettu joitakin kolmansien osapuolien järjestelmiä, jotka pystytään liittämään tietoverkkoon uuden runkoverkkototeutuksen yhteydessä. Esimerkiksi katsomoiden sisääntulojen mainosnäytöt tai kassajärjestelmä ovat suoraan liitettävissä uuteen runkoverkkoon. Tietoverkon periaateratkaisu kolmansien osapuolien liittämisestä runkoverkkoon löytyy myös liitteestä 2.

7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia vaatimusmäärittely ja suunnitelma Oulun Energia Areenalle tietoverkon rakentamiseksi, Oulun Kärppien käyttöön. Työ sisältää Oulun Kärppien eri sidosryhmien vaatimuskartoituksen perusteella laaditun vaatimusmäärittelyn tietoverkolle. Vaatimusmäärittelyn pohjalta valittiin yksi toteutustapa suunnitelman pohjaksi ja esitettiin tietoverkolle yksi periaate-ratkaisu. Työssä keskityttiin määrittelemään tietoverkon tekniset ratkaisut, mutta ei otettu kantaa mahdollisesti tarvittaviin ohjelmistoihin. Määrittelyosion ja varsinaisen lähiverkon toteutussuunnitelman jälkeen paneuduttiin verkon jatkokehitysideointiin ja annettiin konkreettisia ehdotuksia ideoiden toteuttamiseksi.

Työn aloitin tekemällä kartoituksen Oulun Kärppien ja sen sidosryhmien tarpeista tietoverkolle. Kun tarpeet ja vaatimukset olivat selvillä, lähdin pohtimaan tietoverkon toteutusta teoreettisesti. Ensimmäisenä pohdin verkon rakennetta eli topologiaa, ja teorian pohjalta löysinkin siihen mielestäni erittäin hyvän ja toimivan ratkaisun. Osittain kytketty mesh-topologia verkon rakenteena takaa erittäin vakaan ja vikasietoisen tietoverkon, joka on erittäin tärkeää, kun tarjotaan palveluita, joita Oulun Kärpät pyrkii tarjoamaan sidosryhmilleen sekä yleisölle. Verkon rakenteen valinnan jälkeen valitsin tietoverkon siirtotieratkaisuksi optisen kuidun. Oulun Energia Areenalla solmupisteiden väliset etäisyydet ovat pitkiä ja vaatimusmäärittelyssä esille nousseet vaatimukset kaistan leveydelle ja kapasiteetille olivat sellaiset, että optinen kuitu oli ainoa varteenotettava vaihtoehto. Optisista kuitutyypeistä valinta kohdistui monimuotokuituun, koska se on verkon aktiivilaitteita valittaessa huomattavasti yksimuotokuitua edullisempi vaihtoehto.

Verkkokytkimien sekä mainontaan, esityksiin ja streamaukseen käytettävien laitteiden valinnassa päädyin Black Box -valmistajan tuotteisiin. Näissä kaikissa kategorioissa Black Box täytti vaatimusmäärittelyssä esitetyt vaatimukset ja lisäksi käyttämällä yhden ja saman valmistajan tuotteita taataan varmimmin laitteiden yhteensopivuus.

Kuten jo aiemmin työssäni olen painottanut, koko tietoverkon kivijalka on runko-verkko, joka siis koostuu optisilla kuiduilla toteutetuista siirtoteistä ja solmupisteistä eli verkkokytkimistä. Kun runkoverkko toteutetaan ensimmäisenä ja hyvin, niin sen jälkeen muut esitetyt ratkaisut voidaan tuoda mukaan vaiheittain lyhyen tai pitkän ajan kuluessa.

Mielestäni pitkästä toteutusajasta huolimatta työ on ollut mielenkiintoinen ja täyttää asetetut tavoitteet. Työn pohjalta voidaan lähteä toteuttamaan tietoverkkoa Oulun Energia Areenalle, ja siinä esitetään ratkaisuja vaatimusmäärittelyssä esitettyihin vaatimuksiin.

LÄHTEET

1. Oulun Kärpät Oy - Yhtiön liiketoiminta. 2016. Kärppä-Säätiö. Saatavissa: http://www.karppa-saatio.fi/k_osake.html. Hakupäivä 21.3.2016.
2. Topologiat. 2010. Kouvola seudun ammattiopisto - Tieto- ja viestintätekniikka. Saatavissa: <http://www.koudata.fi/node/585>. Hakupäivä 27.4.2017.
3. Nizam, Ayesha 2014. Advantages and Disadvantages of Using Mesh Topology. Networking Basics. Saatavissa: <http://www.networking-basics.net/mesh-topology/>. Hakupäivä 27.4.2017.
4. FTTX Optiset Liityntäverkot. 2015. Nestor Cables Oy. Saatavilla: https://is-suu.com/nestorcables/docs/fttx_optiset_liityntaverkot. Hakupäivä 27.4.2017.
5. Ethernet Technologies. 2016. Cisco Systems. Saatavilla: http://docwiki.cisco.com/wiki/Ethernet_Technologies. Hakupäivä: 5.5.2017.
6. Half Duplex and Full Duplex. 2016. Tech-FAQ. Saatavilla: <http://www.tech-faq.com/half-duplex-and-full-duplex.html>. Hakupäivä 28.4.2017.
7. LAN switching. 2017. Wikipedia. Saatavilla: https://en.wikipedia.org/wiki/LAN_switching#cite_note-1. Hakupäivä 28.4.2017.
8. VLAN-perusteet. Saatavilla: <http://ladu.htk.tlu.ee/erika/lasse/switch2/vlanperusteet.html>. Hakupäivä 27.4.2017.
9. Valokaapeli sisä Nestor - FZ2RMS FlexD 2x12xOM3. Sähkönumerot.fi. Saatavilla: <http://www.sahkonumerot.fi/0217445/pdf/>. Hakupäivä 28.4.2017.
10. Gigabit Managed PoE+ Switches, User Manual. Black Box Network Services. Saatavilla: <https://www.blackbox.fi/fi-fi/fi/1517/13925/Gigabit-PoE+Managed-Switch-with-MediaCento-Controller-Option/S1.O3/mediacento>, linkki pb2910-52a_user_rev2.pdf. Hakupäivä: 19.5.2016.
11. HDMI-over-IP distribution, switching & video wall control. Black Box Network Services. Saatavilla: <https://www.blackbox.fi/fi-fi/fi/1463/13776/MediaCento-IPX-Controller/S1.O3/mediacento>, linkki br00084-mediacento_v5_eu.pdf. Hakupäivä 19.5.2016.

12. MediaCento™ IPX PoE Manuaali. Black Box Network Services. Saatavilla: <https://www.blackbox.fi/fi-fi/si/1495/13594/MediaCento-IPX-PoE/S1.O3/mediacento>, linkki vx-hdmi-poe_rev2.pdf. Hakupäivä 19.5.2016.
13. MediaCento IPX Controller Manuaali. Black Box Network Services. Saatavilla: <https://www.blackbox.fi/fi-fi/fi/1463/13776/MediaCento-IPX-Controller/S1.O3/mediacento>, linkki vsw-mc-ctrl_rev3.pdf. Hakupäivä: 19.5.2016.
14. Brochure: Coalesce in Corporate Applications. Black Box Network Services. Saatavilla: <https://www.blackbox.fi/fi-fi/si/1487/13936/Coalesce-Wireless-Collaboration-System/S1.O3/coalesce>, linkki en_av-corporate-solutions.pdf. Hakupäivä: 19.5.2016
15. Amazon Web Services. Saatavissa: <http://aws.amazon.com/products/>. Hakupäivä: 28.4.2017.
16. Google Cloud Platform. Saatavissa: <https://cloud.google.com/products/>. Hakupäivä: 28.4.2017
17. Agility Brochure. Black Box Network Services. Saatavilla: <https://www.blackbox.fi/fi-fi/fi/1438/12616/Agility-Dual-DH-Receiver/?ac=ACR1020A-R>, linkki agility-eu-v5b.pdf. Hakupäivä: 19.5.2016.
18. ServSwitch Agility and Agility Black Box Network Services. Saatavissa: <https://www.blackbox.fi/fi-fi/fi/1438/12616/Agility-Dual-DH-Receiver/?ac=ACR1020A-R>, linkki acr1000a_acr1002a_v2-0d.pdf. Hakupäivä: 19.5.2016.

Osapuolet	Verkon fyysiset vaatimukset	Verkon vaatimukset
1. Kärppä edustus	RJ45-pisteitä x kpl	Oma suojattu verkko
2. Kärpät A-juniorit	RJ45-pisteitä x kpl	Oma suojattu verkko
3. Kärpät B-juniorit	RJ45-pisteitä x kpl	Oma suojattu verkko
4. Kärpät C-juniorit	RJ45-pisteitä x kpl	Oma suojattu verkko
5. Vierasjoukkue	RJ45-pisteitä x kpl	Oma suojattu verkko
6. Lehdistö	RJ45-pisteitä x kpl	Oma suojattu verkko
7. Erotuomarit	RJ45-pisteitä x kpl	Oma suojattu verkko
8. Liigan pelikello	Linja välille toimitsijat-RKT2.5	
9. Toimitsijat	RJ45 pisteitä x kpl	Oma suojattu verkko
10. Mainosruudut	RJ45 pisteitä 1 kpl / vastaanotin	Oma suojattu verkko
10.1 Käytävällä		
10.2 Katsomon sisäänkäynti		
10.3 Klubi		
10.4 Routa		
10.5 Minikuutio		
10.6 Mediakuutio ja kehä360		
10.7 Kioskit		
10.8 Aitiot		
11. Kärppäkauppa	RJ45 pisteitä x kpl	
12. Kameravalvonta	RJ45 pisteitä 2 kpl / Kamera	Oma suojattu verkko
13. Lippupalvelu	RJ45 pisteitä 4 kpl / Hallin sisääntulot	Oma suojattu verkko
14. Aitiot	RJ45 pisteitä x kpl	
15. Kassajärjestelmä	RJ45 pisteitä 2 kpl / Kassa	Oma suojattu verkko
16. Kioskit	RJ45 pisteitä x kpl	Oma suojattu verkko
17. Asiakas / Vieras WiFi	RJ45 pisteitä 1 kpl / Tukiasema	Oma suojattu verkko
Klubi	RJ45 pisteitä x kpl	Oma suojattu verkko
Routa	RJ45 pisteitä x kpl	Oma suojattu verkko
46ry		Oma suojattu verkko
Tulospalvelu		Oma suojattu verkko

Osapuolet	Hallissa tuotettu ottelun videosignaali	Varmuuskopiointi
1. Kärppä edustus	Ottelukuvan streamaus	Kyllä
2. Kärpät A-juniorit	Ottelukuvan streamaus	Kyllä
3. Kärpät B-juniorit	Ottelukuvan streamaus	Kyllä
4. Kärpät C-juniorit	Ottelukuvan streamaus	Kyllä
5. Vierasjoukkue		
6. Lehdistö		
7. Erotuomarit		
8. Liigan pelikello		
9. Toimitsijat		
10. Mainosruudut	Jäähallin kuvasignaali	
10.1 Käytävällä		
10.2 Katsomon sisäänkäynti		
10.3 Klubi		
10.4 Routa		
10.5 Minikuutio		
10.6 Mediakuutio ja kehä360		
10.7 Kioskit		
10.8 Aitiot		
11. Kärppäkauppa		
12. Kameravalvonta		
13. Lippupalvelu		
14. Aitiot	Jäähallin kuvasignaali	
15. Kassajärjestelmä		
16. Kioskit		
17. Asiakas / Vieras WiFi		
18. Klubi	Jäähallin kuvasignaali	
19. Routa	Jäähallin kuvasignaali	
20. 4Gry		
21. Tulospalvelu		

Osapuolet	TV-signaali	Kassa-järjestelmä
1. Kärppä edustus		
2. Kärpät A-juniorit		
3. Kärpät B-juniorit		
4. Kärpät C-juniorit		
5. Vierasjoukkue		
6. Lehdistö		
7. Erotuomarit		
8. Liigan pelikello		
9. Toimitsijat		
10. Mainosnäytöt	Kyllä	
10.1 Käytävällä		
10.2 Katsomon sisäänkäynti		
10.3 Klubi		
10.4 Routa		
10.5 Minikuutio		
10.6 Mediakuutio ja kehä360		
10.7 Kioskit		
10.8 Aitiot		
11. Kärppäkauppa		Kyllä
12. Kameravalvonta		
13. Lippupalvelu		
14. Aitiot	Kyllä	Kyllä
15. Kassajärjestelmä		
16. Kioskit		Kyllä
17. Asiakas / Vieras WiFi		
Klubi	Kyllä	Kyllä
Routa	Kyllä	Kyllä
46ry		
Tulospalvelu		

Osapuolet	Mainosruudut	Asiakas / Vieras WiFi
1. Kärppä edustus		Kyllä
2. Kärpät A-juniorit		Kyllä
3. Kärpät B-juniorit		Kyllä
4. Kärpät C-juniorit		Kyllä
5. Vierasjoukkue		Kyllä
6. Lehdistö		
7. Erotuomarit		
8. Liigan pelikello		
9. Toimitsijat		
10. Mainosnäytöt		
10.1 Käytävällä		
10.2 Katsomon sisäänkäynti		
10.3 Klubi		
10.4 Routa		
10.5 Minikuutio		
10.6 Mediakuutio ja kehä360		
10.7 Kioskit		
10.8 Aitiot		
11. Kärppäkauppa	Kyllä	
12. Kameravalvonta		
13. Lippupalvelu		
14. Aitiot	Kyllä	Kyllä
15. Kassajärjestelmä		
16. Kioskit	Kyllä	
17. Asiakas / Vieras WiFi		
Klubi	Kyllä	Kyllä
Routa	Kyllä	
46ry		
Tulospalvelu		

Osapuolet	Kohdennettu mainonta	Keskitetty mainonta
1. Kärppä edustus		
2. Kärpät A-juniorit		
3. Kärpät B-juniorit		
4. Kärpät C-juniorit		
5. Vierasjoukkue		
6. Lehdistö		
7. Erotuomarit		
8. Liigan pelikello		
9. Toimitsijat		
10. Mainosnäytöt	Kyllä	Kyllä
10.1 Käytävällä	Kyllä	Kyllä
10.2 Katsomon sisäänkäynti	Kyllä	Kyllä
10.3 Klubi	Kyllä	Kyllä
10.4 Routa	Kyllä	Kyllä
10.5 Minikuutio	Kyllä	Kyllä
10.6 Mediakuutio ja kehä360	Kyllä	Kyllä
10.7 Kioskit	Kyllä	Kyllä
10.8 Aitiot	Kyllä	Kyllä
11. Kärppäkauppa	Kyllä	Kyllä
12. Kameravalvonta		
13. Lippupalvelu		
14. Aitiot	Kyllä	Kyllä
15. Kassajärjestelmä		
16. Kioskit		
17. Asiakas / Vieras WiFi		
Klubi	Kyllä	Kyllä
Routa	Kyllä	Kyllä
46ry		
Tulospalvelu		

Osapuolet	Tervetulo-toivotukset	Ruokalistat
1. Kärppä edustus		
2. Kärpät A-juniorit		
3. Kärpät B-juniorit		
4. Kärpät C-juniorit		
5. Vierasjoukkue		
6. Lehdistö		
7. Erotuomarit		
8. Liigan pelikello		
9. Toimitsijat		
10. Mainosnäytöt	Kyllä	Kyllä
10.1 Käytävällä	Kyllä	
10.2 Katsomon sisäänkäynti	Kyllä	
10.3 Klubi	Kyllä	
10.4 Routa	Kyllä	
10.5 Minikuutio	Kyllä	
10.6 Mediakuutio ja kehä360	Kyllä	
10.7 Kioskit	Kyllä	
10.8 Aitiot	Kyllä	
11. Kärppäkauppa	Kyllä	
12. Kameravalvonta		
13. Lippupalvelu		
14. Aitiot	Kyllä	Kyllä
15. Kassajärjestelmä		
16. Kioskit		
17. Asiakas / Vieras WiFi		
Klubi	Kyllä	Kyllä
Routa	Kyllä	Kyllä
46ry		
Tulospalvelu		

Osapuolet	Ulkoiset kuvanlähteet
1. Kärppä edustus	Kyllä
2. Kärpät A-juniorit	Kyllä
3. Kärpät B-juniorit	Kyllä
4. Kärpät C-juniorit	Kyllä
5. Vierasjoukkue	Kyllä
6. Lehdistö	
7. Erotuomarit	
8. Liigan pelikello	
9. Toimitsijat	
10. Mainosnäytöt	Kyllä
10.1 Käytävällä	
10.2 Katsomon sisäänkäynti	
10.3 Klubi	
10.4 Routa	
10.5 Minikuutio	
10.6 Mediakuutio ja kehä360	
10.7 Kioskit	
10.8 Aitiot	
11. Kärppäkauppa	
12. Kameravalvonta	
13. Lippupalvelu	
14. Aitiot	Kyllä
15. Kassajärjestelmä	
16. Kioskit	
17. Asiakas / Vieras WiFi	
Klubi	Kyllä
Routa	Kyllä
46ry	
Tulospalvelu	

