



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

JUKOLAN VIESTIN TIETOVERKON SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

TEKIJÄ: Jarkko Kinnunen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Tietotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä Jarkko Kinnunen	
Työn nimi Jukolan viestin tietoverkon suunnittelu ja toteutus	
Päiväys 22.10.2014	Sivumäärä/Liitteet 36/2
Ohjaaja(t) Laboratorioinsinööri Pekka Vedenpää / Savonia-ammattikorkeakoulu	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) IT-päällikkö, Ari Hyyryläinen	
Tiivistelmä <p>Tämä opinnäytetyö liittyi toiseen opinnäytetyöhön: Jukolan tietoverkkosuunnitelma - Palvelimet ja työasemat. Opinnäytetyön toteutti Petteri Maukonen.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa toimiva tietoverkkoratkaisu Kuopio-Jukola -suunnistusviesti kilpailuun Vehmersalmelle kesällä 2014.</p> <p>Opinnäytetyössä käytettyä tietoverkkoa aluksi simuloitiin Packet Tracer -ohjelmistolla, jonka jälkeen sitä testattiin muutamalla laitteella kevään 2014 aikana. Lopuksi tietoverkko rakennettiin täydessä mittakaavassa Savonia-ammattikorkeakoulun tiloihin Opistotien kampukselle, jonka jälkeen tietoverkko siirrettiin tapahtumapaikalle.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä ei otettu kantaa tietoverkon reititykseen, koska Kuopio-Jukola -organisaatio vuokrasi ulkopuoliselta teleoperaattorilta kyseiset palvelut. Tässä opinnäytetyössä ei myöskään otettu kantaa tietoverkon palomuriin tai sen toimintaan.</p>	
Avainsanat Jukola, viesti, tietoverkko, kytkin	
Julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Information Technology			
Author(s) Jarkko Kinnunen			
Title of Thesis Network Planning and Implementation for Jukola Relay			
Date	22 October 2014	Pages/Appendices	36/2
Supervisor(s) Mr. Pekka Vedenpää, Laboratory Engineer / Savonia University of Applied Sciences			
Client Organisation /Partners Mr. Ari Hyyryläinen, Chief Information Officer			
<p>Abstract</p> <p>This thesis is related to another thesis published at Savonia University of Applied Sciences; Network Planning for Jukola Relay - Servers and Workstations. The thesis was made by Petteri Maukonen.</p> <p>The purpose of this thesis was to design and implement a working network solution for Kuopio-Jukola Relay in Vehmersalmi in the summer of 2014.</p> <p>First, the data network used in this thesis was simulated with the Packet Tracer software. After successful simulation, the construction of the network was started with few devices during the spring of 2014. Finally, the network was tested in full-scale at Savonia University of Applied Sciences facilities before the network was moved into the competition area. The network was in full operation in the Kuopio-Jukola Relay.</p> <p>This thesis did not deal with the data network routing, because the Kuopio-Jukola organization outsourced this implementation to a third party telecommunications company. Neither the computer network firewall implementation nor its operation was covered in this thesis.</p>			
Keywords Jukola, relay, network, switch			
Public			

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö on tehty Kuopio-Jukola -organisaatiolle kevään ja kesän 2014 aikana. (Työ on tietoverkkotekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö.) Haluan kiittää kaikkia yhteistyökumppaneita onnistuneesta projektista sekä opinnäytetyön valvojaa Pekka Vedenpäästä joustavasta ohjauksesta. Erityiskiitos myös opinnäytetyön toimeksiantajalle Ari Hyyryläiselle ja puolustusvoimien yhteyshenkilölle Juhani Jättilälle.

Kuopiossa 22.10.2014

Jarkko Kinnunen

SISÄLTÖ

TYÖSSÄ KÄYTETYT LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	9
2 TIETOVERKON SUUNNITTELU	10
2.1 TCP/IP-viitemalli	10
2.1.1 Peruskerros (Network Access Layer).....	11
2.1.2 Verkkokerros (Internet Layer)	11
2.1.3 Kuljetuskerros (Transport Layer)	11
2.1.4 Sovelluskerros (Application Layer)	11
2.2 Tyypillinen tietoverkko	12
2.3 Yleistä tietoverkkojen suunnittelusta	13
2.4 Tietoverkon topologian valinta	14
2.5 Lähiverkkokytkin	15
2.5.1 Työryhmäkytkimet	15
2.5.2 Runkokytkimet	16
2.6 Tietoverkon kaapelointi	16
3 TIETOVERKON OSOITTEET	17
3.1 IP-osoitteet	17
3.2 Virtuaaliset lähiverkot (VLAN)	18
3.2.1 Tulospalveluverkko (VLAN 10)	20
3.2.2 DHCP (VLAN 20)	20
3.2.3 Kauppa (VLAN 30)	20
3.2.4 Media (VLAN 40).....	20
3.2.5 Jatila (VLAN 50)	21
3.2.6 Hallinta (VLAN 99)	21
4 TIETOVERKON TOTEUTUS	22
4.1 Cisco Packet Tracer	22
4.2 Testiverkko.....	23
4.3 Runkoverkko	24
4.4 Langaton verkko	25
5 TIETOVERKON AKTIIVILAITTEET JA NIIDEN ASENNUS	26
5.1 Kytkimien asetukset	27

5.2	Kytkimien porttien asetukset.....	28
5.2.1	Access-portit.....	28
5.2.2	Trunk-portit	29
6	HALLINTA-VERKON PALVELUT.....	30
6.1	TFTP	30
6.1.1	Konfiguraatiodoston kopiointi TFTP-palvelimelle	30
6.1.2	Konfiguraatiodoston palauttaminen TFTP-palvelimelta	31
6.1.3	Konfiguraatiodostojen automaattinen tallennus TFTP-palvelimelle	31
6.2	DHCP-palvelu	31
6.3	Tietoverkon valvonta.....	32
7	YHTEENVETO.....	33
	LÄHTEET	34
	LIITE 1: KUOPIO-JUKOLA TIETOVERKON RAKENNE	35
	LIITE 2: JUKOLAN TIETOVERKKO PACKET TRACER -OHJELMASSA	36

TYÖSSÄ KÄYTETYT LYHENTEET

Broadcast	Broadcast, yleislähetys, viittaa tietotekniikassa yleensä datavirtaan, jota lähetetään ennalta määräämättömälle vastaanottajamäärälle. Yleislähetystä käytetään esimerkiksi kun halutaan saada tietoa kaikista verkossa olevista laitteista.
Cisco	Cisco Systems, yhdysvaltalainen maailman johtava verkkolaittevalmistaja.
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol, verkkoprotokolla, jonka yleisin tehtävä on jakaa IP-osoitteita uusille lähiverkkoon kytkeytyville laitteille.
HUB	Keskin on tietoliikennetekniikassa käytetty verkon laite, joka ottaa signaaleja vastaan ja lähettää ne uudelleen muuttumattomana.
IP	Internet Protocol on TCP/IP-mallin Verkko-kerroksen käyttämä protokolla, jota käytetään IP-tietoliikennepakettien reitittämisessä internetin läpi.
Kytkin	Verkkolaitte, jolla yhdistellään verkon osia toisiinsa ja jaetaan verkkoa fyysisesti eri pisteisiin.
LAN	Local Area Network, lähiverkko, on rajoitetulla maantieteellisellä alueella toimiva tietoliikenneverkko.
MAC	Media Access Control on lähiverkon fyysinen osoite. MAC-osoitteita tarvitaan, jotta laitteet osaisivat keskustella keskenään lähiverkossa.
NAT	Network address translation, osoitteenmuunnos, on internet-tekniikka, jossa julkisia IP-osoitteita pyritään säästämään tai piilottamaan. Alun perin osoitteenmuunnos kehitettiin, koska huomattiin, että julkiset IP-osoitteet tulisivat loppumaan tulevaisuudessa.
Oletusyhdykäytävä	Default gateway, oletusyhdykäytävän tehtävä on tarjota seuraavan tason IP-osoite ja rajapinta sijainteihin, jotka eivät sijaitse aliverkossa. Ilman oletusyhdykäytävää ei kommunikointi aliverkon ulkopuolelle onnistu.
Osoiteavaruus	Organisaatiot voivat jakaa osoiteavaruutensa aliverkkoihin. Aliverkotus helpottaa ylläpitoa, kun toisistaan loogisesti ja/tai fyysisesti erilliset verkon osat voidaan sijoittaa omiin aliverkkoihinsa.
Reititin	Reititin (engl. Router) on tietoverkkoja yhdistävä laite. Reitittimen tehtävä on välittää tietoa eri verkkojen yli.

SNMP	Simple Network Management Protocol on TCP/IP-verkkojen hallinnassa käytettävä tietoliikenneprotokolla.
TFTP	Trivial File Transfer Protocol on yksinkertainen tiedostojen lähetyks ja vastaanottamis protokolla.
TCP	Transmission Control Protocol on tietoliikenneprotokolla, jolla luodaan yhteyksiä tietokoneiden välille, joilla on pääsy internetiin. TCP-yhteyksien avulla tietokoneet voivat lähettää toisilleen tavujonoja luotettavasti.
UDP	User Datagram Protocol on yhteydetön protokolla, joka ei vaadi yhteyttä laitteiden välille, mutta mahdollistaa tiedostojen siirron.
VLAN	Virtual local area network, virtuaalilähiverkko, on tekniikka, jolla fyysinen tietoliikenneverkko voidaan jakaa pienempiin loogisiin osiin.

1 JOHDANTO

Jukolan viesti on vuosittain järjestettävä maailman suurin suunnistustapahtuma, joka järjestettiin ensimmäisen kerran vuonna 1949. Vuonna 2014 Jukolan viestin järjesti Kuopion Suunnistajat ry. Tänä vuonna kilpailukeskus sijaitsi Kuopion Vehmersalmella. Vuoden 2014 Jukolan suunnistusviestikilpailua kutsuttiinkin nimellä Kuopio-Jukola. Kuopio-Jukola -tapahtumaan odotettiin saapuvan noin 16000 suunnistajaa. Viikonlopun aikana kilpailukeskuksessa vieraili lähes 45000 ihmistä. Kilpailu esitetään Ylen kanavilla kilpailuviikonloppuna.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa toimiva tietoverkkoratkaisu Kuopio-Jukola -tapahtumaan. Tietoverkon tarkoituksena oli tarjota siirtoverkkoyhteydet tulospalveluverkon Pirilä-ohjelmistolle, sekä tarjota siirtoyhteys internetiin kauppojen maksupäätteille ja median edustajille tapahtumapaikalla. Opinnäytetyö toteutettiin kevään ja kesän 2014 aikana Kuopio-Jukola -organisaatiolle. Lisäksi tätä opinnäytetyötä voidaan käyttää apuna seuraavia Jukolan viesti -suunnistustapahtumia suunnitellessa.

Kuopio-Jukola -tapahtuman tietoverkon suunnittelu alkoi marraskuussa 2013. Jo projektin alussa selvisi työn haasteellisuus. Vaikka Jukolan suunnistusviestikilpailu järjestetään joka vuosi, ei sen kikeskusta ollut vielä ennen sijoitettu keskelle peltoa. Toisena suurena haasteena oli miettiä, miksi suunnistustapahtumaan ylipäänsä tarvitaan tietoverkkoa. Opinnäytetyöni alkuvaiheessa minulla ei ollut minkäänlaista käsitystä suunnistustapahtuman luonteesta tai sen kulusta, mikä teki opinnäytetyön suunnittelusta entistäkin haastavampaa.

2 TIETOVERKON SUUNNITTELU

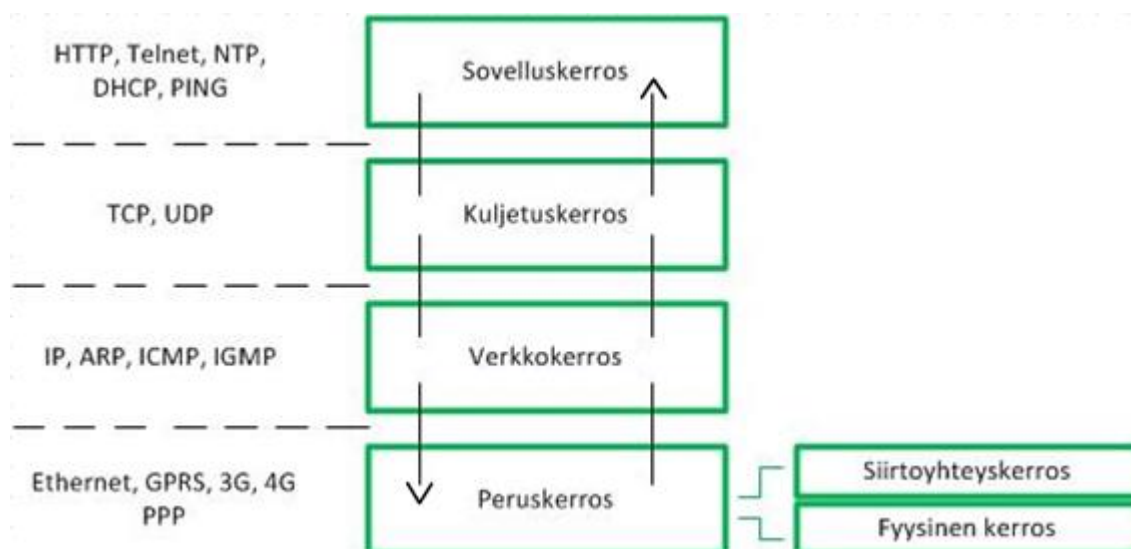
Jotta pystyisimme ymmärtämään tietoverkkoja, pitää meidän ymmärtää jotain niiden rakenteesta; Kuinka tieto siellä kulkee ja minkälaisia osia tietoverkoissa on. Onneksi tämän monimutkaisen kokonaisuuden hahmottamiseen on keksitty erilaisia viitemalleja, jotka auttavat ymmärtämään tietoverkkojen rakennetta ja toimintaa. Tämä opinnäytetyö pohjautuu vahvasti IP-tekniikkaan, joten tietoverkon toiminnan havainnollistamiseksi käytän TCP/IP-viitemallia. (Odom 2005, 56.)

2.1 TCP/IP-viitemalli

TCP/IP-viitemalli on internetin arkkitehtuurin ja vastaavien tietoverkkojen kuvaamisessa käytetty tietoliikenneverkkojen viitemalli. Nimensä se on saanut sen kahden pääprotokollan, TCP:n ja IP:n mukaan. Viitemalli ei sovellu muille kuin IP-pohjaisille tietoverkoille. (Lammle 2008, 9-10.)

TCP/IP-viitemalli lähtee liikkeelle siitä, että kaikille on yksi yhteinen protokolla, IP. Viitemallin keskellä oleva IP jakaa peruserroksen ylemmän kerroksen protokollista. Samalla tavalla se jakaa ylemmällä kerroksella käytettävät protokollat peruserroksesta. IP-paketteja voidaan siis lähettää minkä tahansa protokollan päällä, jotka sijaitsevat peruserroksessa. Tässä viitemallissa kaikki palvelut, sovellukset ja protokollat käyttävät IP-protokollaa. (Lammle 2008, 9-10.)

Alla olevassa kuviossa 1 esitellään TCP/IP-viitemallia hieman normaalia poikkeavalla tavalla. Normaalisti viitemallissa on neljä kerrosta, mutta havainnollistamisen yksinkertaistamiseksi jaan viitemallin peruserroksen vielä kahteen erilliseen osaan (Odom 2005, 56).



KUVIO 1. TCP/IP-viitemallin havainnekuva (Kinnunen 2014-10-17.)

2.1.1 Peruserros (Network Access Layer)

Peruserros sijaitsee viitemallin ensimmäisellä ja alimmalla tasolla. Peruserroksen voimme vielä jaotella kahteen erilliseen osaan yllä olevan kuvion osoittamalla tavalla (kuvio 1). Fyysinen kerros määrittelee, miten tieto lähetetään fyysisesti laitteelta toiselle. Fyysinen kerros pitää huolen tiedon linjakoodauksesta, toisin sanoen bittien esittämisestä fyysisellä johdolla. TCP/IP on suunniteltu olemaan laitteistoriippumaton, joten fyysisesti ei ole väliä siirretäänkö tietoa kuparikaapelissa, valokuidussa vai radioteitse. (Teleware 2014.)

Siirtoyhteyserroksen tehtävä peruserroksessa on liikutella paketteja fyysisessä verkossa laitteelta toiselle. Jotta laitteet osaisivat keskustella keskenään, on niiden tiedettävä toistensa fyysiset osoitteet eli MAC-osoitteet. Kytkimet toimivat yleensä vain tällä kerroksella ja niiden pääasiallinen tarkoitus onkin MAC-osoitetaulujen ylläpitäminen. (Teleware 2014.)

2.1.2 Verkkokerros (Internet Layer)

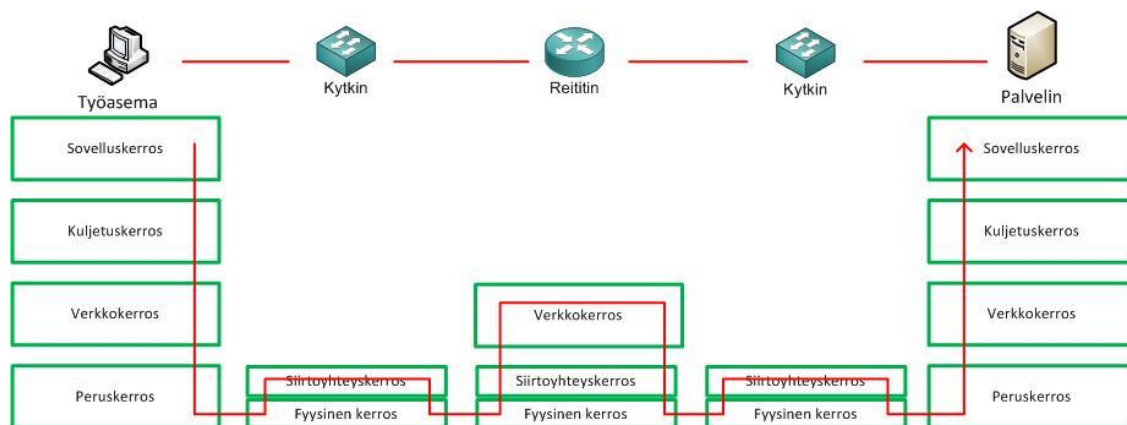
Verkkokerros eli IP-kerros sijaitsee viitemallin kolmannella tasolla. Verkkokerroksen vastuulla on pakettien lähetys verkon sisällä tai pakettien lähetys toisiin verkkoihin. Tätä toimenpidettä kutsutaan usein myös reititykseksi. Verkkokerros ei takaa yksittäisien pakettien perillepääsyä. Paketit saattavat vaihtaa järjestystä, kadota tai kopioitua matkalla. Ylempien kerroksien tehtävänä on näiden tapahtumien käsitteleminen. (Teleware 2014.)

2.1.3 Kuljetuserros (Transport Layer)

Kuljetuserros sijaitsee viitemallin neljännellä tasolla. Vaikka kutsummekin tätä kerrosta kuljetuserrokseksi, ei tässä kerroksessa tapahdu fyysisesti mitään liikennöintiä. Kuljetuserros käyttää pääasiallisesti kahta protokollaa liikutellakseen tietoa; TCP ja UDP. Kuljetuserroksen tehtävänä on pakettien virheenohjaus, segmentointi, virtauksen ohjaus ja ruuhkanhallinta. (Teleware 2014.)

2.1.4 Sovelluserros (Application Layer)

Sovelluserros sijaitsee viitemallin viidennellä ja ylimmällä tasolla. Kuten nimestäkin voidaan jo päätellä, tällä ylimmällä kerroksella sijaitsee kaikki käytettävät sovellukset. Esimerkkinä voidaan käyttää nettiselainta. Nettiselain käyttää HTTP-protokollaa, mutta loppukäyttäjälle se näkyy vain ohjelmana. Sovelluserros siis purkaa vastaanotetun protokollan ja tekee siitä käytettävän loppukäyttäjälle. (Teleware 2014.) Kuviossa 2 tarkastellaan tiedonkulkua laitteelta toiselle hyödyntäen TCP/IP-mallia.



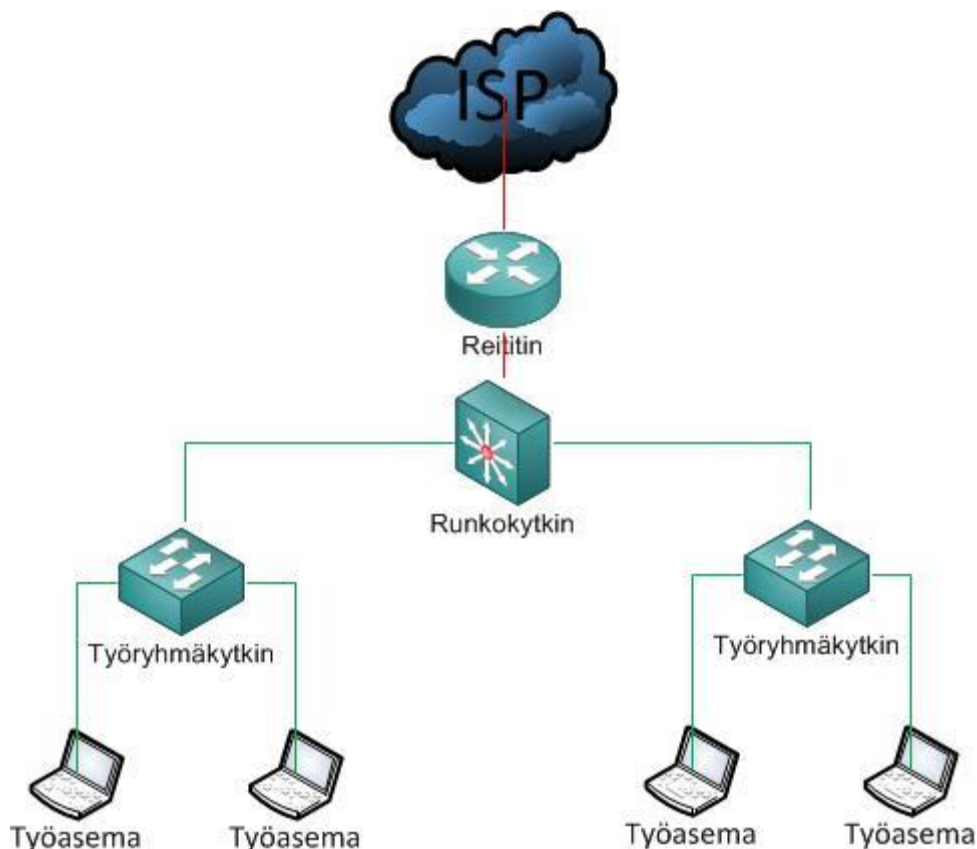
KUVIO 2. TCP/IP-viitemallin tiedonkulku tietoverkossa (Kinnunen 2014-10-17.)

2.2 Tyypillinen tietoverkko

Tietoverkko on laitteista, ohjelmistoista ja kaapeloinnista muodostuva suurempi kokonaisuus, jonka avulla useat erilaiset tietokonelaitteet pystyvät kommunikoimaan keskenään. Tietoverkko voi muodostua vain muutamasta tietokoneesta, kaapelista ja verkkolaitteesta, jotka yhdessä kytkettynä toisiinsa muodostavat lähiverkon. Tietoverkko voi myös muodostua sadoista tai tuhansista yrityksen tietokoneista ja niiden kaapeloinneista, sekä lukuisista verkkolaitteista monissa eri toimipisteissä. Tällöin puhutaan yleensä yritysverkoista (Campus Network). (Odom 2005, 14.)

Lähiverkko kattaa rajoitetun maantieteellisen alueen esimerkiksi toimistorakennuksen tai ammattikorkeakoulun kampuksen tietoverkon. Opinnäytetyön näkökulmasta voidaan alue rajata Kuopio-Jukolan -kilpailualueeseen. Tärkeimpänä aktiivilaitteena lähiverkon rakentamisessa voidaan pitää kytkintä. Kytkimiä tarkastellaan omassa kappaleessa alempana.

Kuviosta 3 (s.13) voidaan tarkastella yksinkertaisen tietoverkon rakennetta. Ylhäällä kuvassa on pilvi, joka kuvaa ISP:tä (Internet Service Provider) eli palveluntarjoajaa. Palveluntarjoaja voi olla esimerkiksi paikallinen teleoperaattori. Teleoperaattorilla on yleensä reititin, josta se tarjoaa yhteyksiä paikallisille yrityksille. Reititin on kytketty yrityksen runkokytkimeen, josta yrityksen varsinainen lähiverkko vasta alkaa. Tietoverkon laitteiden väliset kaapeloinnit yleensä määräytyvät niiden etäisyyksiensä mukaan.



KUVIO 3. Tyypillinen lähiverkkorakenne (Kinnunen 2014–10-9.)

2.3 Yleistä tietoverkkojen suunnittelusta

Ennen tietoverkon suunnittelun aloittamista kannattaa miettiä, mihin tietoverkkoa oikein tarvitaan? Tietoverkkoja tarvitaan nykyisin lähes kaikkeen. Liikenneviraston kelikamerat tarvitsevat tietoverkkoja kuvan siirtämiseen kamerasta loppukäyttäjälle. Yritykset tarvitsevat omia tietoverkkoja liiketoimintansa tehostamiseen. Tavallinen kansalainen tarvitsee tietoverkkoja päästäkseen internetiin lukemaan päivän uutiset kotikoneeltaan. Yleensä tietokonetta käyttävän henkilön ei kuitenkaan tarvitse tietää mitään tietoverkon toiminnasta. (Odom 2005, 17.)

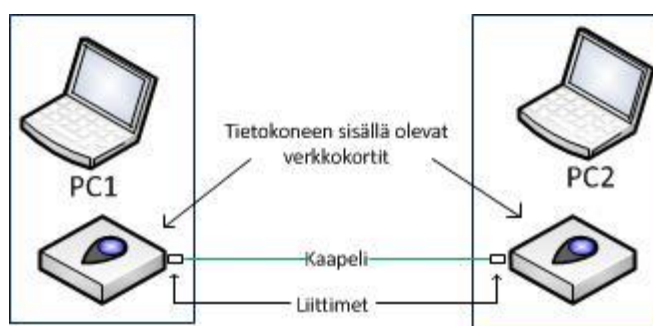
Tietoverkon suunnittelu aloitetaan yleensä kartoittamalla tietoverkon toiminnalle asetettavat liiketoimintaan ja sen sovelluksiin liittyvät vaatimukset. Myös tapahtuman asettamat reunaehdot ovat tärkeitä, joiden pohjalta tietoverkko voidaan toteuttaa. Tämän jälkeen vaatimukset, kuten käytettävät laitteistot, kaapelointi ja tietoverkon topologia, muutetaan verkon teknisiksi ominaisuuksiksi. (Sähkötieto ry 2008, 205.)

Vaatimusten perusteella valitaan ensin verkon topologia ja sen jälkeen käytettävät laitteet. Samalla suunnitellaan laitteiden väliset yhteydet laite- ja yhteystasolla. Suunnittelun tässä vaiheessa otetaan huomioon myös vaikutukset laitetilojen suunnitteluun ja niihin tarvittaviin muutoksiin. (Sähkötieto ry 2008, 205.)

2.4 Tietoverkon topologian valinta

Tietoverkon topologialla tarkoitetaan tapaa, jolla verkkolaitteet kytketään toisiinsa. Yksinkertaisimmillaan topologia muodostuu kahdesta laitteesta ja niitä yhdistävästä kaapelista. Monimutkaisempi topologia syntyy esimerkiksi internetistä, johon sisältyy kaikki mahdolliset kytkentätavat. (Granlund 2007, 77.)

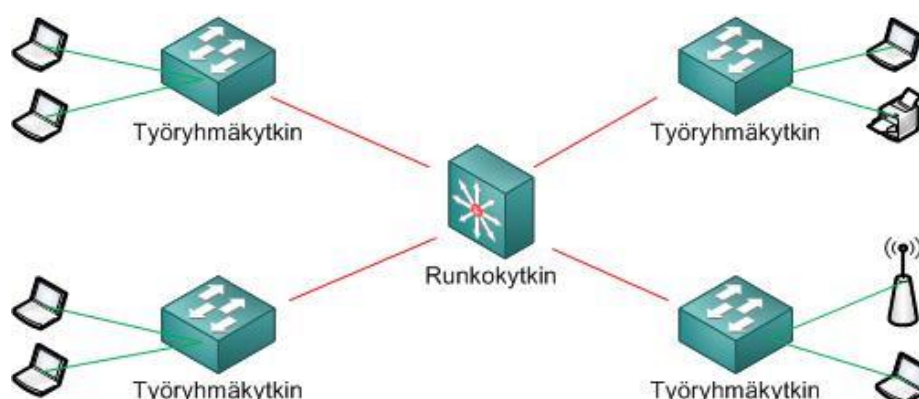
Topologiat voidaan jakaa kahteen pääryhmään: kaksipisteyhteyksiin ja monipisteyhteyksiin. Kaksipisteyhteys (engl. point-to-point) muodostuu nimensä mukaisesti kahdesta laitteesta ja niitä yhdistävästä siirtotiestä. Kuviossa 4 havainnollistetaan yksinkertaista kaksipisteyhteyttä. Yksinkertaisuudesta huolimatta tämä topologia sisältyy osana kaikkiin maanlaajuisiin tietoverkkoihin (WAN, Wide Area Network), koska maanlaajuiset tietoverkot muodostuvat siinä olevien reitittimien välisistä kaksipisteyhteyksistä. (Granlund 2007, 77.)



KUVIO 4. Kaksipisteyhteys (Kinnunen 2014–10-15.)

Monipisteyhteydet (point-to-multipoint) muodostavat monimutkaisempia topologioita. Nämä topologiat voidaan jakaa kolmeen alaryhmään siten, että puhumme tähtikytkennästä, rengaskytkennästä ja väyläkytkennästä. (Granlund 2007, 77.)

Yleisin tietoverkkotopologia on tähtimäinen verkko, jossa työryhmäkytkimet on liitetty runkokytkimeen. Kuviossa 5 havainnollistetaan tietoverkon laitteiden paikkaa tähtitopologiassa. Kuopio-Jukola-tapahtuman tietoverkkoon valittiin tähtimäinen topologia, koska verkon runkolaitteet on tällöin helppo keskittää yhteen paikkaan. Opinnäytetyön lopussa on liitteenä Kuopio-Jukola-tietoverkon topologia kaikkine laitteineen (Liite1).



KUVIO 5. Tähtitopologia (Kinnunen 2014–10-15.)

2.5 Lähiverkkokytkin

Lähiverkkokytkin (myöhemmin kytkin) toimii viisaammin kuin keskitin ja kopioi vastaanottamansa liikenteen vain tarvittaviin portteihin. Tätä varten kytkimet ylläpitävät sisäisiä MAC-osoitetauluja, joista selviää, mitä kohdeosoitteita kunkin kytkimen portin takaa löytyy. Nykyään keskittimien käyttö tietoverkkojen rakentamisessa on vähäistä johtuen kytkimien hintatason laskusta ja tietoverkkojen monimutkaistumisesta. Koska kytkimet lisäksi puskuroivat kehyksiä törmäysten välttämiseksi, niillä voidaan toteuttaa kapasiteetiltaan parempia verkkoja kuin keskittimillä. (Sähkötieto ry 2008, 193.)

Kytkin toimii verkkoelementtien yhdistäjänä ja liikenteen välittäjänä. Kun kytkin vastaanottaa paketin, se tallentaa saapuvan paketin lähettäjän MAC-osoitteen ja portin kytkimen MAC-osoitetauluun. Sen jälkeen kytkin vertaa paketissa olevan vastaanottajan MAC-osoitetta osoitetauluun ja lähettää paketin eteenpäin oikeaan kytkimen porttiin. Jos vastaanottajaa ei löydy taulusta tai kyseessä on broadcast- tai multicast-lähetys, kytkin lähettää paketin kaikkiin portteihin. Vastaavasti jos vastaanottajan portti on sama kuin lähettäjän portti, paketti hävitetään. (Diedricks 2014.)

Yleisesti kytkimet tukevat broadcast-lähetyksiä, joissa kehykset kopioidaan kytkimen kaikkiin portteihin sekä multicast-lähetyksiä, joissa kopiointi tapahtuu vain samaan multicast-ryhmään kuuluviin portteihin. Kytkimet myös tukevat kaksisuuntaisia yhteyksiä (full duplex), joissa kytkin voi lähettää ja vastaanottaa kehyksiä samassa kaapelissa yhtä aikaa. (Sähkötieto ry 2008, 194.)

Broadcast domainilla tarkoitetaan sellaista lähiverkkoa tai lähiverkon osaa, jonka sisällä broadcast-lähetykset välitetään kaikkiin portteihin. Broadcast domain voi koostua useista kytkimistä. (Sähkötieto ry 2008, 194.)

2.5.1 Työryhmäkytkimet

Lähiverkossa käytettävät kytkimet voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään: työryhmäkytkimiin ja runkokytkimiin. Työryhmäkytkinten portit ovat yleensä 10/100- tai 10/100/1000 BASE-T -tyyppisiä. Lisäksi työryhmäkytkimissä on usein kaksi tai useampia SFP-moduulipaikkoja kuituyhteyksiä varten. Kuituyhteyksien avulla työryhmäkytkimet kytketään runkokytkimiin. (Sähkötieto ry 2008, 195.)

Hallittavilla työryhmäkytkimillä voidaan toteuttaa toisistaan erillisiä verkkosegmenttejä virtuaalilähiverkkojen (myöhemmin VLAN) avulla. Kytkimeen voidaan määritellä useita VLANeja. VLANeja voidaan myös kuljettaa kytkinten välillä merkitsemällä Ethernet-kehyksiin, mihin VLANiin kehykset kuuluvat (VLAN-tagging). (Sähkötieto ry 2008, 194.) VLANien toimintaan perehdytään syvemmin opinnäytetyön kappaleessa 3.2.

2.5.2 Runkokytkimet

Runkokytkimet on suunniteltu tietoverkon solmukohtiin, joissa laitteilta vaaditaan häiriötöntä toimintaa ja korkeaa luotettavuutta. Runkokytkimet ovat yleensä modulaarisia laitteita ja niissä on 100/1000/10G BASE-T -portteja palvelimille ja muille verkon laitteille. Lisäksi runkokytkimissä on yleensä myös enemmän SFP-moduulipaikkoja kuituyhteyksiä varten. (Sähkötieto ry 2008, 195.)

Runkokytkimet toimivat yleensä TCP/IP-viitemallin verkkokerroksen kytkiminä (layer 3). Monipuolisten kytkentäominaisuuksien lisäksi liikenteen ohjaukseen voidaan vaikuttaa käyttäjän, IP-osoitteen tai sovelluksen perusteella. Uusimmissa malleissa on otettu huomioon lähiverkkojen vikasietoisuus kahdentamalla virtalähteet, tuulettimet, linjakellot ja ohjainkortit. (Lammle 2007, 7-8.)

2.6 Tietoverkon kaapelointi

Kaapelointi on tietoverkon osa, jonka avulla päätelaitteet kuten työasemat, palvelimet ja tulostimet liitetään verkkolaitteisiin. Kaapelointi toimii tiedonsiirtotienä verkkolaitteiden, päätelaitteiden ja verkon palvelujen välillä. (Jaakonhuhta 2005, 35.)

Ethernet-verkossa kaapelointi voidaan toteuttaa koaksiaalikaapelilla, symmetrisellä kierrettyllä pari-kaapelilla tai valokaapelilla. Kaapelia sanotaan myös siirtoyhteydeksi, koska kaapelin tehtävänä on vain siirtää dataa. Kaapeli ei ota minkäänlaista kantaa datan sisältöön, joka sen sisällä kulkee. Jokaisen siirtoyhteyden päätyypistä on useita versioita. Esimerkiksi valokaapelista voidaan erottaa yksi- ja monimuotokuidut ja edelleen ulko- ja sisäasennuskuitukaapelit. (Jaakonhuhta 2005, 35.) Kuopio-Jukola -tapahtumassa käytettiin pääasiallisesti yksimuotokuituja, koska kaapeloitavat matkat olivat pitkiä. Käytettävän kaapelin tyypillä ei ole usein väliä. Tärkeää on kuitenkin, että siirtoyhteys täyttää standardien asettamat vaatimukset kullekin verkkotyypille.

Tiedonsiirtonopeus (data transfer rate), jonka järjestelmä tarvitsee, on kaapelivalinnan keskeisimpiä asioita. Nykyisin uusien yleiskaapeloinnin mukaisten kaapelien tulisi sallia vähintään 1000 Mbps siirtonopeuksia. (Jaakonhuhta 2005, 68.)

3 TIETOVERKON OSOITTEET

Nykyaikaiset työasemat ovat usein vertaistyöasemia, jotka tarjoavat palveluita verkon muille käyttäjille. Ne lähettävät myös broadcast-viestejä varsinaisten palvelimien lisäksi. Seurauksena saattaa olla tilanne, jossa suuri osa verkon liikenteestä on pelkkiä levitysviestejä verkon käyttäjän kannalta epäoleellisilta laitteilta. Tästä syystä nykyisin verkkoihin pyritään luomaan pienempiä levitysalueita, joissa liikkuu vain käyttäjän kannalta oleellisten laitteiden ja sovellusten lähettämiä broadcast-sanomia. Levitysalueita voidaan muodostaa useilla eri tavoilla, mutta kytkinten mahdollistamat virtuaaliset lähiverkot (Virtual Local Area Network, VLAN) ovat nykyisin suosituin tapa rajata levitysviikennettä. Ne mahdollistavat myös unicast- ja multicast-viestien välittämisen rajoittamisen vain haluttujen koneiden välillä tapahtuvaksi liikenteeksi. (Hakala & Vainio 2005, 190.)

3.1 IP-osoitteet

Ennen VLANeihin perehtymistä täytyy olla jonkinlainen käsitys IP-osoitteista ja niiden rakenteesta, koska ne ovat olennainen osa VLANien muodostamista. IP-osoite on TCP/IP:n tärkeimpiä osialueita. IP-osoite koostuu 32 bitistä. Nämä bitit jaetaan neljään osaan, toisin sanoen oktetteihin. IP-osoitteita voidaan kuvata kolmella eri tavalla (Lammle 2007, 93–94.)

- Neljän numeron desimaalilukuna (172.16.30.56)
- Binäärilukuna (10101100.00010000.00011110.00111000)
- Heksadesimaalina (AC.10.1E.38)

Yleensä IP-osoitteita yleensä näkee esiteltävän neljän numeron sarjoina pisteellä erotettuina. IP-osoite toimii numeerisena tunnistimena tietoverkoissa. Jokaisella internetiin kytketyllä tietokoneella tai muulla laitteella pitää olla yksikäsitteinen osoite (unique address). Osoitteena käytetään IP-osoitteita. Osoitteiden jakamisesta suomessa vastaa yleensä jokin teleoperaattori, (Internet Service Provider, ISP). Osoitteet myönnetään niin sanottuina osoitesarjoina. Koko internet-osoiteisto on jaettu osoiteluokkiin, jotka määrittelevät yksittäiselle verkolle suurimman sallitun konemäärän ja eräissä tapauksissa koneiden käyttötarkoituksen. Taulukossa 1 havainnollistetaan käytössä olevia IP-osoiteluokkia. (Hakala & Vainio 2005, 191.)

TAULUKKO 1. Käytettävissä olevat IP-osoitteet

Osoiteluokat		
Luokka	Osoitealue	Osoitteiden määrä
A	000.000.000.000-127.255.255.255	16 miljoonaa
B	128.000.000.000 - 191.255.255.255	65,536
C	192.000.000.000 - 223.255.255.255	256

Tässä opinnäytetyössä on käytetty vain C-luokan osoitteita, joten vain niitä käsitellään. Jokainen laite, joka kuuluu johonkin verkkoon, käyttää samaa verkon peitettä IP-osoitteessaan. Esimerkiksi C-luokan osoitteessa 192.168.99.10 on varattu verkolle 192.168.99 ja viimeinen luku 10 on laiteosoite. Viimeinen luku määrittää tietoverkossa käytettävän laitteen yksilöllisen osoitteen. C-luokan verkossa voi olla maksimissaan 256 IP-osoitetta niistä 192.168.99.0 varattu verkko-osoitteelle ja 192.168.99.256 on varattu broadcast-osoitteelle, joten verkossa voi olla 254 erillistä laitetta. (Lammler 2008, 98.)

Ihmiset, jotka keksivät IP-osoitteet keksivät myös yksityisosoitteet. Näitä osoitteita voidaan käyttää vapaasti omissa tietoverkoissa, mutta näillä osoitteilla ei voida liikennöidä internetissä. Privaattiosoitteet tehtiin alun perin tietoturvasyistä ja IP-osoitteiden säästämiseksi. Jokaiselle IP-osoiteluokalle on annettu oma osoiteavaruus käytettävistä yksityisosoitteista:

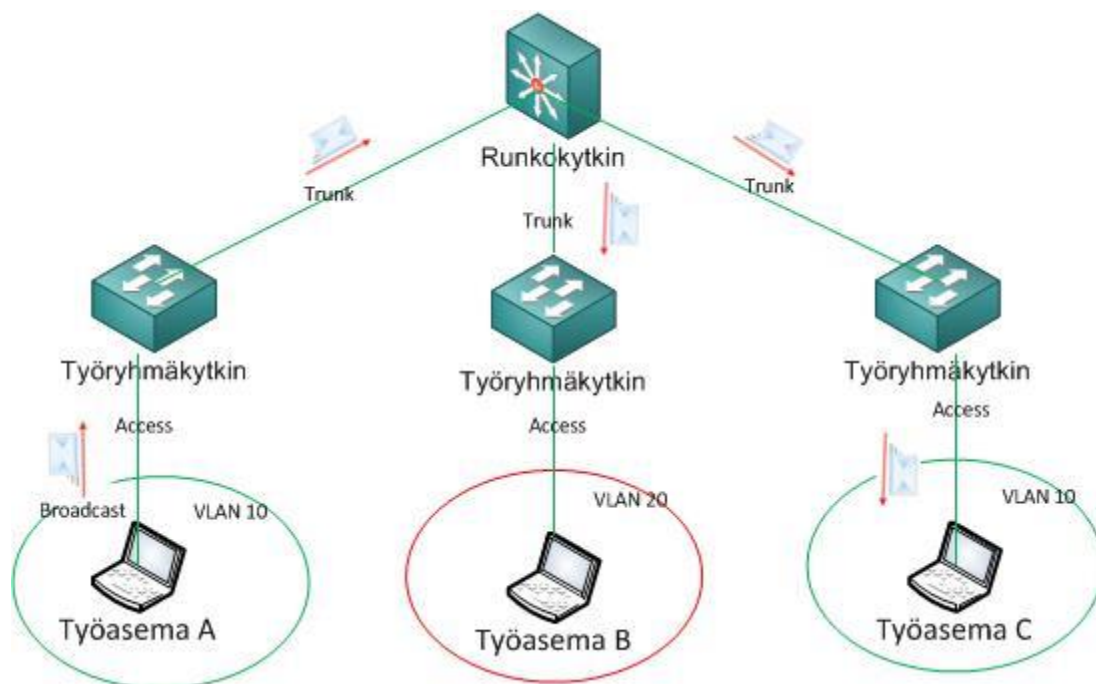
- A-luokka 10.0.0.0 – 10.255.255.255
- B-luokka 172.16.0.0 – 172.16.255.255
- C-luokka 192.168.0.0 – 192.168.255.255

Osoitteenmuunnoksen (NAT) tehtävä on muuttaa tietoverkon yksityisosoitteet internetissä julkiseksi käytettäviksi osoitteiksi. (Lammler 2008, 98–99.) Kuopio-Jukola -organisaatiolle annettiin paikallisen teleoperaattorin tarjoamana 13 ulkoista IP-osoitetta. Tietoverkon reititykseen internetiin päin ja NATin toimintaan ei oteta kantaa tässä opinnäytetyössä, koska ne tapahtuivat teleoperaattorin asiakasreitittimellä.

3.2 Virtuaaliset lähiverkot (VLAN)

VLANien avulla samalla fyysisellä lähiverkolla voidaan toteuttaa verkkosegmenttejä, jotka vastaavat erillisillä laitteilla toteutettuja lähiverkkoja (muuten kuin kokonaiskapasiteetin suhteen). VLANien avulla voidaan rajoittaa broadcast domainien kasvamista ja sitä kautta broadcast-liikenteen lisääntymistä. (Sähkötieto ry 2008, 197.)

Jokainen VLAN muodostaa oman broadcast domaininsa ja VLANit muistuttavat muutenkin erillisillä laitteilla toteutettuja lähiverkkoja. Esimerkiksi VLANien välinen liikenne on kytkimissä estetty. Normaalisti VLANien välinen liikenne toteutetaan reitityksen avulla (joka voi tosin olla myös kytkimen ominaisuus). (Sähkötieto ry 2008, 195.) Kuviossa 6 kuvataan Työasema A:n lähettämän broadcast-viestin kulkua tietoverkossa. Kuvioista huomaa, että VLAN 10 broadcast-lähetys ei mene Työasemalle B. Tämä johtuu siitä, että Työasema B on kytketty kytkimen porttiin, joka käyttää VLAN 20:tä.



KUVIO 6. VLAN broadcast havainnekuva (Kinnunen 2014–10-9.)

Yleensä VLANeja käytetään kuitenkin tietoturvasyistä tai verkon loogiseen segmentointiin, kun halutaan kontrolloida eri verkkosegmenttien välistä liikennettä tai kun halutaan jakaa verkkoa esimerkiksi käyttötarkoituksen mukaan eri osiin. (Sähkötieto ry 2008, 197.)

Kuopio-Jukola -tapahtuman tietoverkko on kaapeloinnin osalta yhtenäinen fyysinen verkko. Tietoliikenteen kannalta verkko kuitenkin jakautuu seuraaviin viiteen erilliseen virtuaaliseen lähiverkkoon (VLAN). Taulukossa 2 on listattu kaikki Kuopio-Jukola -tapahtuman tietoverkossa käytettävät VLANit.

TAULUKKO 2. Kuopio-Jukola -tapahtuman IP-osoitealueet

Nimi	VLAN	Verkko-osoite	Aliverkon peite	Oletusyhdykäytävä
Pirilä	10	192.168.0.0	255.255.255.0	192.168.0.1
DHCP	20	192.168.20.0	255.255.255.0	192.168.20.1
Kauppa	30	192.168.30.0	255.255.255.0	192.168.30.1
Media	40	192.168.40.0	255.255.255.0	192.168.40.1
Jatila	50	192.168.50.0	255.255.255.0	192.168.50.1
Hallinta	99	192.168.99.0	255.255.255.0	192.168.99.1

3.2.1 Tulospalveluverkko (VLAN 10)

Tulospalveluverkon (VLAN 10) tarkoituksena on kuljettaa Pirilä-ohjelmiston keräämää kilpailudataa verkossa. Kaikilla tulospalveluverkossa olevilla laitteilla on kiinteät osoitteet. Taulukosta 3 nähdään kuinka IP-osoitejako on tehty Tulospalveluverkon sisällä. Tulospalveluverkkoon ei tarjota DHCP-palvelua kuin poikkeustapauksissa. Tietokoneilla, jotka toimivat tulospalveluverkossa ei ole pääsyä internetiin kuin muutamalla ennalta määrätyllä tietokoneella. Tulospalveluverkossa on vapaana 65 IP-osoitetta mahdollisille tulevaisuuden laajennuksille. (Pirilä-ohjelmiston toiminnasta kerrotaan tarkemmin opinnäytetyössä Jukolan tietoverkkosuunnitelma - Palvelimet ja työasemat, jonka on kirjoittanut Petteri Maukonen.)

TAULUKKO 3. Tulospalveluverkon IP-osoitejako

IP-osoitealueet	Käyttötarkoitus
192.168.0.2–32	Serverit
192.168.0.33–40	Linkkikalusto
192.168.0.41–49	Maalikamerat
192.168.0.50–80	Moxat
192.168.0.81–100	Tulostimet
192.168.0.101–109	Tv-tuotanto
192.168.0.111–254	Tietokoneet

3.2.2 DHCP (VLAN 20)

DHCP-verkko (VLAN 20) on tarkoitettu pääasiallisesti tietoverkon ylimääräisille koneille, joilla on pääsy internetiin, mutta ei pääsyä Jukolan sisäiseen intraan. Nämä tietokoneet voivat olla talkoolaisien omia koneita tai Savonia-ammattikorkeakoulun tarjoamia yleiskoneita. DHCP-verkkoon on varattu 253 dynaamista IP-osoitetta. Osoitevaruudesta on varattu yksi kiinteä IP-osoite (192.168.20.254) verkkotulostimelle.

3.2.3 Kauppa (VLAN 30)

Kauppa-verkon (VLAN 30) tarkoitus on tarjota internetyhteydet kauppajen maksupäätteille. Ennen kilpailupaikalle saapumista ei ollut varmaa tietoa, kuinka moni kauppa tarvitsee internetyhteyden maksupäätteilleen. Varmuuden vuoksi kauppiaille tehtiin oma looginen verkko, jotta IP-osoitteita riittäisi varmasti jokaiselle kauppiaille. Kauppa-verkkoon on varattu 254 dynaamista IP-osoitetta.

3.2.4 Media (VLAN 40)

Media-verkkoon (VLAN 40) on varattu 244 dynaamista IP-osoitetta, jotka jaetaan tietoverkon DHCP-palvelimelta. Loput kymmenen kiinteää IP-osoitetta ovat tarkoitettu Media-verkossa toimiville verkon aktiivilaitteille. Media-verkossa on myös neljä kappaletta langattomia tukiasemia. Media-verkkoa käytettiin pelkästään Kuopio-Jukola -tapahtuman mediateltassa, joka sijaitsi maalialueen läheisyy-

dessä. Mediateltaan oli varattu 22 kiinteää työpistettä median edustajille, jotka olivat varanneet ne itselleen ennen tapahtumaa. Työpisteet oli kaapeloitu valmiiksi, mutta median edustajien täytyi tuoda omat tietokoneensa tapahtumapaikalle. Loput median edustajat käyttivät joko heille tehtyä langatonta verkkoa tai omia internetyhteyksiä.

3.2.5 Jatila (VLAN 50)

Tämä verkko tehtiin puolustusvoimien pyynnöstä radiolinkkiyhteyksien käyttöön. Tämän verkon perimmäinen tarkoitus oli tarjota radiolinkkilaitteille oma verkko, jotta ne pystyivät keskustelemaan keskenään.

3.2.6 Hallinta (VLAN 99)

Hallinta-verkossa (VLAN 99) ei käytetä DHCP-palvelua laisinkaan. Kaikki IP-osoitteet Hallinta-verkon sisällä ovat ennalta määrättyjä verkon aktiivilaitteiden osoitteita. Myös jokaisella kytkimellä on ennalta määrätty IP-osoite. IP-osoitteella mahdollistetaan kytkimen etähallinta. Taulukossa 4 (s. 26) on listattu kaikkien tietoverkon kytkimien hallintaosoitteet. VLAN 99:ää käytetään myös verkon Trunk-yhteyksien niin sanottuna natiivi-VLANina. Hallinta-verkosta ei ole reititystä muihin Kuopio-Jukola - tietoverkon VLANeihin tai pääsyä internetiin.

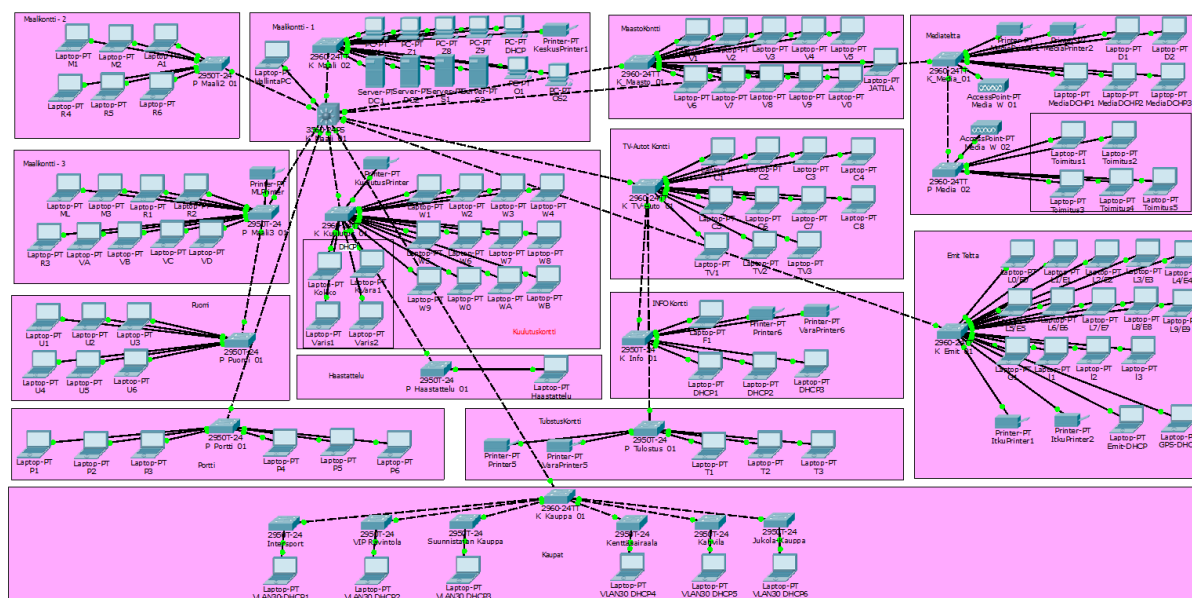
4 TIETOVERKON TOTEUTUS

Kuopio-Jukola -tapahtuman tietoverkkoon haluttiin mahdollisimman yhteensopivat laitteet. Savonia-ammattikorkeakoululla oli tarjota pääsääntöisesti kahden laitevalmistajan laitteita: Cisco Systemsin ja Hewlett Packardin laitteita. Laitevalmistajaksi valittiin Cisco Systems kahdesta syystä: koska Savonia-ammattikorkeakoululla oli varastoissa paljon ylimääräisiä laitteita ja itselläni oli huomattavasti enemmän kokemusta Cisco Systemsin laitteiden asennuksista ja konfiguroinneista.

4.1 Cisco Packet Tracer

Cisco Packet Tracer on verkon simulointiin käytettävä ohjelmisto, jolla voidaan testata verkon käyttäytymistä. Sitä voidaan myös käyttää apuna uusien verkkoratkaisujen suunnittelussa. (Cisco Networking Academy 2014). Ohjelmaa käytettiin lähinnä VLANien välisien reititysasetuksien ja DHCP-palvelun testaamiseen eri VLANien sisällä.

Kuopio-Jukola -tietoverkon toimivuus on testattu Packet Tracer -ohjelmalla ennen kuin sen rakentaminen aloitettiin suuressa mittakaavassa. Packet Tracer -ohjelmaan lisättiin kaikki tietoverkossa testivaiheessa käytetyt kytkimet ja työasemat. Kuvassa 1 on esitelty Kuopio-Jukola -tietoverkon rakennetta Packet Tracer -ohjelmalla tehtynä. Suurempi kuva on liitteenä opinnäytetyön lopussa (Liite 2).



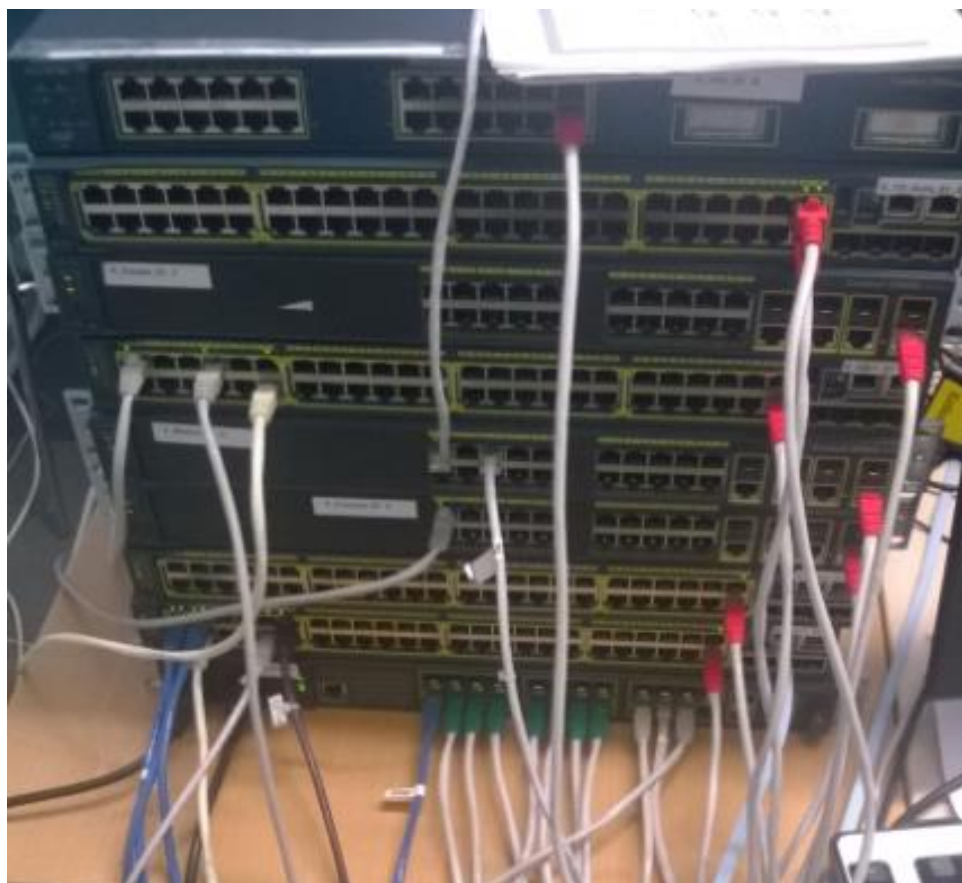
KUVA 1. Kuopio-Jukola -tietoverkko Packet Tracer -ohjelmassa (Kinnunen 2013-12-25.)

4.2 Testiverkko

Testiverkko rakennettiin Savonia-ammattikorkeakoulun tiloihin Technopolikselle. Ensimmäisessä testausvaiheessa verkkoon kuului 12 tietokonetta ja yhdeksän hallittavaa kytkintä.

- 1 kpl Cisco 3400-ME (Runkokytkin)
- 4 kpl Cisco 2960S (Työryhmäkytkin)
- 3 kpl Cisco 2960G (Työryhmäkytkin)
- 1 kpl Cisco 2950 (Työryhmäkytkin)

Tapahtumassa käytettiin pääasiassa Cisco systemin 2900 sarjan työryhmäkytkimiä: 2960X, 2960S, 2960G ja 2950. Kuvassa 2 on pinottu kaikki testiverkossa olevat kytkimet. Kaikkiin kytkimiin tehdyt asennukset tehtiin manuaalisesti.



KUVA 2. Testiverkon kytkimet (Kinnunen 2014-10-15.)

4.3 Runkoverkko

Kuopio-Jukola -tapahtuman kilpailukeskukseen rakennettiin niin sanottu runkoverkko, joka toteutettiin valokaapeloinnilla. Puolustusvoimat vastasivat valokuituyhteyksien rakentamisesta ja kuparikaapelointi toteutettiin pääasiallisesti talkoolaisten voimin. Valokuituyhteyksiä käytettiin yli 100 metrin yhteysväleillä ja lyhyemmät yhteydet toteutettiin kuparikaapeilla.

Tietoliikennetoteutus rakentui kilpailukeskuksen, maastokontin ja maastoyhteyksien muodostamaan kokonaisuuteen. Kilpailukeskuksen sisäiset yhteydet sekä kilpailukeskuksen ja maastokontin väliset yhteydet käsiteltiin ykkösprioriteetilla, maastoyhteyksien runkoyhteydet kakkosprioriteetilla ja yksit-
täisten rastien maastoyhteydet kolmosprioriteetilla. (Kuopio-Jukola 2014.)

Runkoverkko laajennettiin kattamaan alueellisesti myös maastokontin ympäristö, jolloin maastokonti oli osa kilpailukeskuksen lähiverkkoa. Runkoyhteyden osuus tietoverkon kaapeloinnista oli noin 80 % kokonaismatkasta. Rastien online-yhteydet toteutettiin maastossa parikaapeloinnilla. (Kuopio-Jukola 2014.) Kuvassa 3 havainnollistetaan kilpailualueen kaapelointia.



KUVA 3. Kilpailukeskuksen runkoverkon kaapelointi (Hyyryläinen 2014-06-15.)

4.4 Langaton verkko

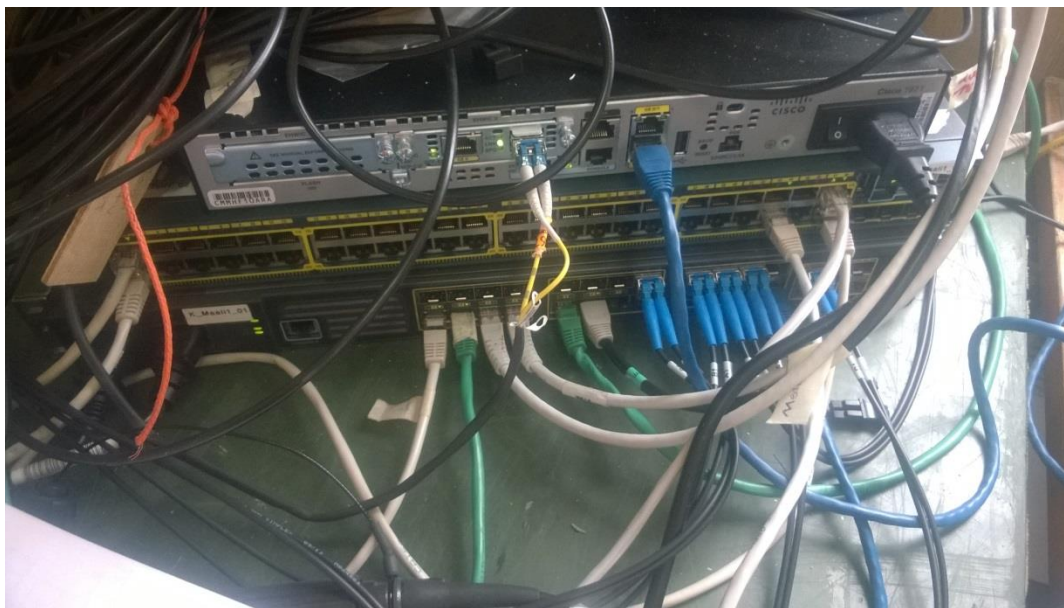
Langaton verkko tarkoitettiin yksinomaan median ja muiden vastaavien osapuolien käyttöön. Langattomina tukiasemina tapahtumassa käytettiin neljää Buffalo WHR-HP-G300N -reitintä ja ne sijaitsivat mediateltassa. Langaton verkko kuului osaksi Media-verkkoa (VLAN 40) ja jaettavat osoitteet olivat dynaamisia. Jaettavia osoitteita oli yhteensä 244 kappaletta VLANn DHCP-avaruudessa. Suu-
relle yleisölle ei Kuopio-Jukola -tapahtuman puolesta järjestetty omaa julkista langatonta verkkoa.

Langattomat tukiasemat olivat kytkettyinä VLAN 40:n normaaleihin kytkimien Access-portteihin ja porteissa oli lisäasetuksena *switchport portfast* päällä. Tällä varmistettiin, että tukiasemat saavat IP-osoitteita verkosta mahdollisimman nopeasti. Kuopio-Jukola -tapahtuman langattomassa verkossa käytettiin WPA-PSK2-salausta, jolle määriteltiin oma käyttäjätunnus ja salasana.

Tukiasemat toimivat DHCP-forwarder-tilassa. Tukiasemat eivät ota kantaa osoitteiden jakamiseen vaan ne vain välittävät osoitekyselyitä päätelaitteilta tietoverkon DHCP-palvelimelle. Jokaiselle langattomalle tukiasemalle asetettiin kiinteä IP-osoite Media-verkosta, jotta niitä pystytään hallitsemaan etäyhteyttä käyttäen. Tukiasemat toimivat 802.11g- ja 802.11n -standardeilla 2.4 GHz:n taajuusalueella.

5 TIETOVERKON AKTIIVILAITTEET JA NIIDEN ASENNUS

Alla kuvassa 4 näkyy tietoverkon reunalaitteet. Kuvassa ylimpänä on operaattorin tarjoama asiakasreititin, jossa tapahtui IP-osoitteiden muunnos. Kuvassa alimmaisena reunakytkin Cisco 3400-ME, jossa 16 1 Gb/s SPF-porttia mahdollistavat hyvät liitettävyydet. Runkokytkimellä oli myös kahdenne-
tut virtalähteet vikasietoisuuden parantamiseksi. Keskellä Maalikontti 1 lisäkytkin C2660S (48 1Gb/s -porttia ja neljä SPF-porttia).



KUVA 4. Kuopio-Jukola tietoverkon runkolaitteet (Kinnunen 2014-06-16.)

Hallittavat kytkimet konfiguroitiin etukäteen tapahtumaan, mutta käytännössä jokaiseen kytkimeen tuli vielä muutoksia tietoverkon rakentamisen yhteydessä. Hallittavien kytkimien lisäksi käytettiin muutamassa kohteessa verkon reunoilla ei-hallittavia kytkimiä. Alla olevaan taulukkoon 4 on listattu kaikki hallittavat kytkimet, joita tapahtumassa käytettiin.

TAULUKKO 4. Kuopio-Jukola -tietoverkon hallittavat kytkimet

Kytkimet	Malli	IP-osoite	Sijainti
Maalikontti1-s1	ME-3400	192.168.99.1	Maalikontti 1
Maalikontti1-s2	C2960S	192.168.99.2	Maalikontti 1
Mediateltha-s1	C2960S	192.168.99.3	Media teltha
Kuulutuskontti-s1	C2950	192.168.99.4	Kuulutuskontti
Maastokontti-s1	C2960G	192.168.99.5	Maastokontti
Emitteltha-s1	C2960S	192.168.99.6	Emit teltha
Ravintolat-s1	C2960G	192.168.99.7	Yleisöruokala
Tv-auto-s1	C2960S	192.168.99.8	Yle tv auto
Info-s1	C2960G	192.168.99.9	Info teltha
Maalikontti3-s1	C2950	192.168.99.11	Maalikontti 3
Maalikontti4-s1	C2950	192.168.99.14	Maalikontti 4
Maalikontti2-s1	C2950	192.168.99.15	Maalikontti 2
Jatila-s2	C2960G	192.168.99.17	Pv linkkiyhteys
Jatila-s1	C2960G	192.168.99.20	Maastokontti
Jatila-s3	C2960G	192.168.99.21	Pv linkkiyhteys
Tulostus-s1	C2950	192.168.99.22	Tulostuskontti
ViimeisetRastit-s1	C2960X	192.168.99.23	Viimeinen rasti

5.1 Kytkimien asetukset

Jokaiseen tietoverkon hallittavaan kytkimeen tehtiin alustavat asetukset manuaalisesti. Alla on esimerkki kytkimen asetuksista, jotka tehtiin lähes jokaiseen laitteeseen. Lisäksi kytkimille määriteltiin hostname (Nimi) ja oma IP-osoite, jolla kytkintä voitiin etähallita.

```
switch# configure terminal
switch(config)# enable secret Juk0la2014
switch(config)# no ip domain-lookup
switch(config)# vlan 10
switch(config-if)# name Tulospalvelu
switch(config-if)# vlan 20
switch(config-if)# name DHCP
switch(config-if)# vlan 99
switch(config-if)# name Hallinta
switch(config)# ip default-gateway 192.168.99.1
switch(config)# line con 0
switch(config)# logging sync
switch(config)# line vty 0 4
switch(config)# password Juk0la2014
switch(config)# login
switch(config)# end
switch(config)# wr mem
```

5.2 Kytkimien porttien asetukset

Kytkimien porttien asetukset voidaan jakaa kahteen erilaiseen rooliin: Access-portteihin, jotka kuljettavat vain yhtä VLANia ja Trunk-portteihin, jotka pystyvät lähettämään ja vastaanottamaan useampia VLANeja (Lammle 2007, 561–562). Seuraavissa alaluvuissa annetaan lyhyet esimerkit siitä, miten kyseisiä asetuksia tehdään Cisco Systemsin kytkimissä. Kuvassa 5 näkyy miten kytkimien eri portteja on jaettu eri VLANeihin. Perusideana oli, että jokaisen kytkimen kymmenen ensimmäistä porttia on tulospalveluverkon (VLAN 10) käytössä ja portit 11–20 ovat DHCP-verkossa (VLAN 20). Kytkimien viimeiset kaksi porttia ovat aina Trunk-portteja.



KUVA 5. Kytkimet ja niiden portit (Kinnunen 2014-10-15.)

5.2.1 Access-portit

Yksittäisen kytkimen portit voivat kuulua eri VLANeihin, jolloin eri VLANeihin kuuluvien porttien välinen liikenne on eristetty (portti-VLAN). Ethernet-kehukset siis välitetään vain samaan VLANiin kuuluvien porttien kanssa. Porttien asetusten tekemisessä on huomioitava, että Access-porttien asetuksia käytetään vain päätelaitteissa, palvelimissa ja langattomissa tukiasemissa. (Lammle 2007, 556–557.) Alla on konfigurointiesimerkki yksinkertaisesta VLAN:n määrittelystä kytkimen portissa.

```
switch# configure terminal
switch(config)# interface GigabitEthernet1/0/1
switch(config-if)# switchport mode access
switch(config-if)# switchport access vlan 20
switch(config-if)# no shutdown
```

Määrittely voidaan myös tehdä useammalle portille yhtä aikaa käyttäen *range* komentoa:

```
switch# configure terminal
switch(config)# interface range GigabitEthernet1/0/1 – 20
switch(config-if)# switchport mode access
switch(config-if)# switchport access vlan 20
switch(config-if)# no shutdown
```

5.2.2 Trunk-portit

Trunk-asetuksia käytetään kytkimien porteissa, jotka ovat yhteydessä toisiin kytkimiin. Jotta verkossa olevat kytkimet osaisivat ohjata liikennettä oikeaan paikkaan, tarvitaan kytkimien välille trunking-protokolla. Trunk-asetuksia käytettäessä kytkin lisää jokaiseen kehykseen otsikon, ennen kuin se lähettää sen trunk-yhteyden kautta. Otsikko kertoo, mihin VLANiin kyseinen kehys kuuluu. Trunk-yhteyksiä konfiguroitaessa on otettava huomioon, että lähetävä ja vastaanottava pää on konfiguroitu samalla tavalla. (Lammle 2007, 560.) Suurin osa tietoverkkoon liittyvien yhteyksien vikatilanteista syntyi siitä, että kaapeli oli kytketty väärään kytkimen porttiin.

Alla on konfigurointiesimerkki Kuopio-Jukola -tapahtumassa käytettyjen kytkimien trunk-porttien määrittelyistä:

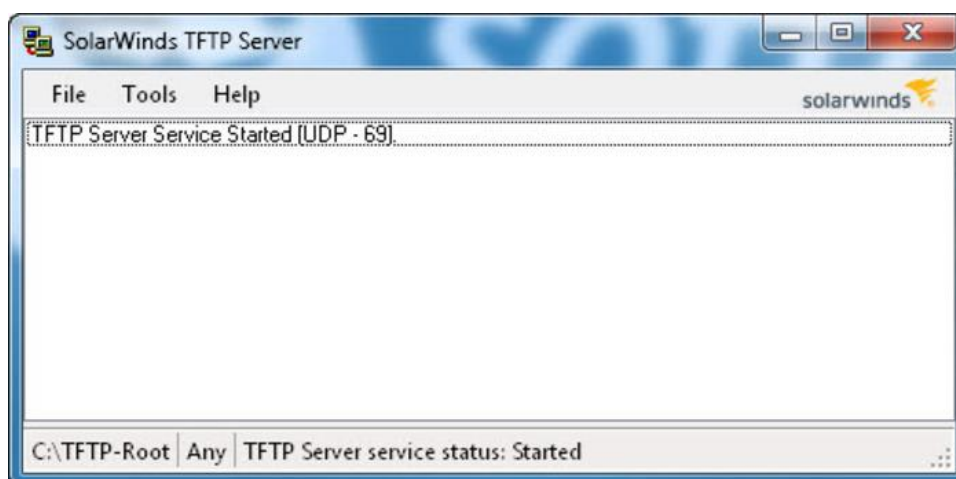
```
switch# configure terminal
switch(config)# interface GigabitEthernet1/0/52
switch(config-if)# switchport mode trunk
switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan 10,20,30,40,50,99
switch(config-if)# switchport trunk native vlan 99
switch(config-if)# no shutdown
```

6 HALLINTA-VERKON PALVELUT

Hallinta-verkko (VLAN 99) tarkoitettiin ainoastaan verkkolaitteiden hallitsemiseen. Verkkolaitteita hallittiin vain yhdeltä työasemalta, jolla on kiinteä IP-osoite Hallinta-verkossa (192.168.99.10). Kuopio-Jukolan -tietoverkossa työasema oli nimeltään Hallinta-PC ja se toimi työasemanani Kuopio-Jukola -tapahtuman aikana. Hallinta-verkossa (VLAN 99) esiintyy myös muutama palvelu, joita käsitellään seuraavissa alaluvuissa.

6.1 TFTP

Trivial File Transfer Protocol (TFTP) on yksinkertainen tiedostonjakoprotokolla, jonka avulla asiakas voi tallentaa tiedostoja etäpalvelimelle. TFTP-palvelimia käytetään paljon, koska ne ovat hyvin yksinkertaisia toteuttaa. (Lammle 2007, 71.) Hallintakoneelle on asennettu SolarWinds TFTP -palvelin (Kuva 6). Palvelimelle voidaan tallentaa ja ladata kytkimien käynnistysasetuksia. TFTP-palvelin nopeuttaa myös uusien kytkimien asennuksia tietoverkkoon. Jos palvelimelta löytyy kytkimen mallia vastaavat käynnistysasetukset, ne voidaan ladata palvelimelta suoraan kytkimeen eikä niitä tarvitse määrittellä manuaalisesti.



KUVA 6. SolarWinds TFTP-palvelin (Kinnunen 2014-06-16.)

6.1.1 Konfiguraatitiedoston kopiointi TFTP-palvelimelle

Konfiguraatitiedoston kopiointi TFTP-palvelimelle tapahtuu seuraavasti. Komentorivinäkylässä annetaan komento:

```
Switch# copy running-config tftp
```

Tällöin pääte tiedustelee etäkoneen (eli siis TFTP-palvelimen IP-osoitetta). Syötetään oikea osoite 192.168.99.10, jonka jälkeen kysytään haluttua tallennusnimeä tiedostolle. Syötetään haluttu nimi tai hyväksytään oletusarvoinen nimi painamalla Enter. Tämän jälkeen konfiguraatitiedosto siirtyy Hallinta-PC:n C-aseamalla olevaan kansioon TFTP-root, joka on TFTP-palvelimen käyttämä juurikansio. (Back up and Restore Configuration Files 2014.)

6.1.2 Konfiguraatitiedoston palauttaminen TFTP-palvelimelta

Konfiguraatitiedoston palauttaminen tapahtuu melko vastaavalla tavalla. Ladattaessa olemassa oleva konfiguraatio tyhjäan kytkimeen, tulee kytkimeen ensiksi luoda VLAN 99. VLANille tulee luoda oma interface, johon annetaan IP-osoite Hallinta-verkon (VLAN 99) osoiteavaruudesta. Kun kytkin on kytkettynä aktiiviverkkoon ja yhteys on muodostunut, voidaan antaa komento:

```
Switch# copy tftp running-config
```

Tällöin pääte pyytää ensin TFTP-palvelimen osoitetta (192.168.99.10) ja seuraavaksi ladattavan konfiguraatitiedoston nimeä. (Back up and Restore Configuration Files 2014.)

6.1.3 Konfiguraatitiedostojen automaattinen tallennus TFTP-palvelimelle

Muutamalle uudemmalle kytkimelle on tehty oletuksena asetus, jossa kytkin tallentaa itse konfiguraatitiedoston automaattisesti TFTP-palvelimelle, kun sen muistia ylikirjoitetaan. (Back up and Restore Configuration Files 2014.) Kytkimiin se määriteltiin komennolla:

```
Switch(config)#archive
Switch(config-archive)#path tftp://192.168.99.10/Jukola/$h
Write-memory
```

6.2 DHCP-palvelu

DHCP-palvelu toimii runkokytkimellä toimivalla Cisco ME-3400 laitteella. Jokaiselle aliverkolle varattiin oma DHCP-osoiteavaruus. Jokaisella osoiteavaruudella on oma oletusyhdykäytävä (Taulukko 2 s.19). Alla on esitetty DHCP konfiguraatio Kuopio-Jukola -tietoverkon runkokytkimeltä.

```
ip dhcp excluded-address 192.168.40.1 192.168.40.10
ip dhcp excluded-address 192.168.30.1
ip dhcp excluded-address 192.168.20.1
ip dhcp excluded-address 192.168.20.254
!
ip dhcp pool DHCP
network 192.168.20.0 255.255.255.0
default-router 192.168.20.1
dns-server 192.168.0.10

ip dhcp pool Kauppa
network 192.168.30.0 255.255.255.0
default-router 192.168.30.1
dns-server 192.168.0.10
```

ip dhcp pool Media

network 192.168.40.0 255.255.255.0

default-router 192.168.40.1

dns-server 192.168.0.10

6.3 Tietoverkon valvonta

TCP/IP-verkkojen ehdottomasti eniten käytetty ohjelma on PING-sovellus, joka on tarkoitettu ICMP-viestien lähettämiseen. Yleensä sitä käytetään kaituspyyntöjen (Echo Request) lähettämiseen joko verkon koneille tai aktiivilaitteille yhteyden toiminnan testaamiseksi. Sovelluksen avulla voidaan kuitenkin tehdä muitakin testejä. (Hakala & Vainio 2005, 329.)

Verkon valvontaa, hallintaa ja mahdollisia muutoksia varten on hallintatyöasema, joka on yhteydessä Hallinta-verkkoon. Tätä työasemaa käytetään pääasiallisesti verkon valvontaan. Lisäksi hallintatyöasemalta on mahdollista ottaa telnet-yhteys kytkimiin etähallintatoimenpiteitä varten.

Tietoverkon valvonnassa käytettiin Total Network Monitor nimistä ohjelmaa. Ohjelma hyödyntää yksinkertaista ICMP-viestiä, jolla se testaa laitteita 30 sekunnin välein. Mikäli laite ei vastaa kutsua, ohjelma antaa virheilmoituksen katkenneesta yhteydestä. Kuvassa 7 näkyy ohjelman päänäyttö, jonka sensoreita seurattiin kilpailun aikana.

The screenshot shows the Total Network Monitor 1.1.3 interface. The main window displays a list of 18 monitors with columns for Name, Device, Host, IP address, Type, Inte..., Timestamp, Stability, Statistics, and Result. The monitors are categorized into Green (22), Red (5), and Black (3) monitors. The results show various ICMP ping tests with roundtrip times and stability percentages. Some monitors show 'Request timed out. 100% losses'.

Name	Device	Host	IP address	Type	Inte...	Timestamp	Stability	Statistics	Result
1	Maalkontti1-s1	192.168.99.1	192.168.99.1	ICMP-ping	30s	14.6.2014 20:58:33	100%	6647/1/0	Roundtrip time is 0 ms.
2	Maalkontti1-s2	192.168.99.2	192.168.99.2	ICMP-ping	30s	14.6.2014 20:58:49	100%	6648/0/0	Roundtrip time is 4 ms.
3	Medialehtita-s1	192.168.99.3	192.168.99.3	ICMP-ping	30s	14.6.2014 20:59:08	100%	6633/14/0	Roundtrip time is 0 ms.
4	Kuukutsukontti-s1	192.168.99.4	192.168.99.4	ICMP-ping	30s	14.6.2014 20:59:08	100%	6631/26/0	Roundtrip time is 0 ms.
5	Maastokontti-s1	192.168.99.5	192.168.99.5	ICMP-ping	30s	14.6.2014 20:59:13	99%	6612/36/0	Roundtrip time is 0 ms.
6	Emittelta-s1	192.168.99.6	192.168.99.6	ICMP-ping	30s	14.6.2014 20:59:20	100%	6647/1/0	Roundtrip time is 7 ms.
7	Ravintolat-s1	192.168.99.7	192.168.99.7	ICMP-ping	30s	14.6.2014 20:59:53	99%	6549/97/0	Roundtrip time is 0 ms.
8	Tv-auto-s1	192.168.99.8	192.168.99.8	ICMP-ping	30s	14.6.2014 21:00:08	59%	3917/27...	Roundtrip time is 0 ms.
9	Inffo-s1	192.168.99.9	192.168.99.9	ICMP-ping	30s	14.6.2014 21:00:18	98%	6544/104/0	Roundtrip time is 0 ms.
10	ICMP Ping	Maalkontti4-s1	192.168.99.14	ICMP-ping	30s	14.6.2014 6:24:38	97%	6447/200/0	Roundtrip time is 1 ms.
11	ICMP Ping	Maalkontti2-s1	192.168.99.15	ICMP-ping	30s	14.6.2014 6:24:38	100%	6646/1/0	Roundtrip time is 1 ms.
12	ICMP Ping	Tulostus-s1	192.168.99.22	ICMP-ping	30s	14.6.2014 6:24:38	100%	6641/6/0	Roundtrip time is 1 ms.
13	ICMP Ping	VimesetRashti-s1	192.168.99.23	ICMP-ping	30s	14.6.2014 6:24:38	100%	6631/16/0	Roundtrip time is 0 ms.
14	ICMP ping	Hallinta-PC	JUKOLA-X16.ky...	ICMP-ping	30s	14.6.2014 21:04:09	100%	6647/0/0	Roundtrip time is 0 ms.
15	ICMP ping	Maalkontti3-s1	192.168.99.11	ICMP-ping	30s	14.6.2014 6:24:38	100%	6632/15/0	Roundtrip time is 1 ms.
16	New Monitor	Jatila-S2	192.168.99.17	ICMP-ping	30s	12.6.2014 13:43:10	0%	0/6647/0	Request timed out. 100% losses.
17	New Monitor	Jatila-s1	192.168.99.20	ICMP-ping	30s	12.6.2014 13:43:10	0%	0/6647/0	Request timed out. 100% losses.
18	New Monitor	Jatila-s3	192.168.99.21	ICMP-ping	30s	12.6.2014 13:43:10	0%	0/6647/0	Request timed out. 100% losses.

Summary: Total nodes: 20 | Monitors total/green/red: 25/22/5 | Working time: 2d 6h 11m | Memory usage: 27376 kb

KUVA 7. Total Network Monitor ikkuna (Kinnunen 2014-06-16.)

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa toimiva tietoverkkoratkaisu Kuopio-Jukola - tapahtumaan. Haastavuudesta ja laajuudesta huolimatta työ saatiin toteutettua aikataulussa ja työille asetetut tavoitteet saavutettiin. Työ oli varsin opettavainen ja ehdottomasti lisäsi tietämystäni erilaisien tietoverkkoratkaisujen suunnittelemisesta.

Itse Kuopio-Jukola -tapahtumassa tietoverkko toimi moitteettomasti. Tapahtumaa rakennettaessa meinasi tulla hieman kiire, johtuen siitä, että talkoolaisia oli rajoitettu määrä. Suurimmat haasteet opinnäytetyön suorittamisessa olivat ehdottomasti rakennusvaiheessa. Tapahtuman jälkeen kaikki laitteet purettiin tapahtumapaikalta ja palautettiin Savonia-ammattikorkeakoulun tiloihin.

Lisätietoja tapahtumasta löytää Kuopio-Jukolan virallisilta nettisivuilta (<http://www.jukola.com/2014/>) ja myöhemmin ilmestyvästä toimintakertomuksesta. Toivottavasti opinnäytetyöstäni on apua seuraavia Jukolan viesti -tapahtumia suunniteltaessa.

LÄHTEET

BACK UP AND RESTORE CONFIGURE FILES 2014. Cisco System Inc. [Viitattu 2014-4-10.] Saatavissa: <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ios-nx-os-software/ios-software-releases-122-mainline/46741-backup-config.html>

CISCO NETWORKING ACADEMY 2014. Cisco Packet Tracer. [Viitattu 2014-10-16.] Saatavissa: <https://www.netacad.com/web/about-us/cisco-packet-tracer>

DIEDRICKS, Ivor 2014. Understanding the different types of Ethernet Switches. [Viitattu 2014-10-15.] Saatavissa: <http://blogs.cisco.com/smallbusiness/understanding-the-different-types-of-ethernet-switches/>

GRANLUND, Kaj 2007. Tietoliikenne. 1. painos. Jyväskylä: Docendo.

HAKALA, Mika ja VAINIO, Mika. 2005. Tietoverkon rakentaminen. 1. painos. Porvoo: Docendo.

KUOPIO-JUKOLA 2014. Kuopio-Jukola tapahtuman viralliset kisisivut. [Viitattu 2014-7-27.] <http://www.jukola.com/2014/>

LAMMLE, Todd 2007. Cisco Certified Network Associate Study Guide. 6. painos. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.

LAMMLE, Todd 2008. Cisco Certified Network Associate Fast Pass. 3. painos. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.

NETWORK ADDRESS TRANSLATION (NAT) FAQ 2014. Cisco Systems Inc. Nat Address Translation guide. [Viitattu 2014-8-10.] Saatavissa: <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/network-address-translation-nat/26704-nat-faq-00.html>

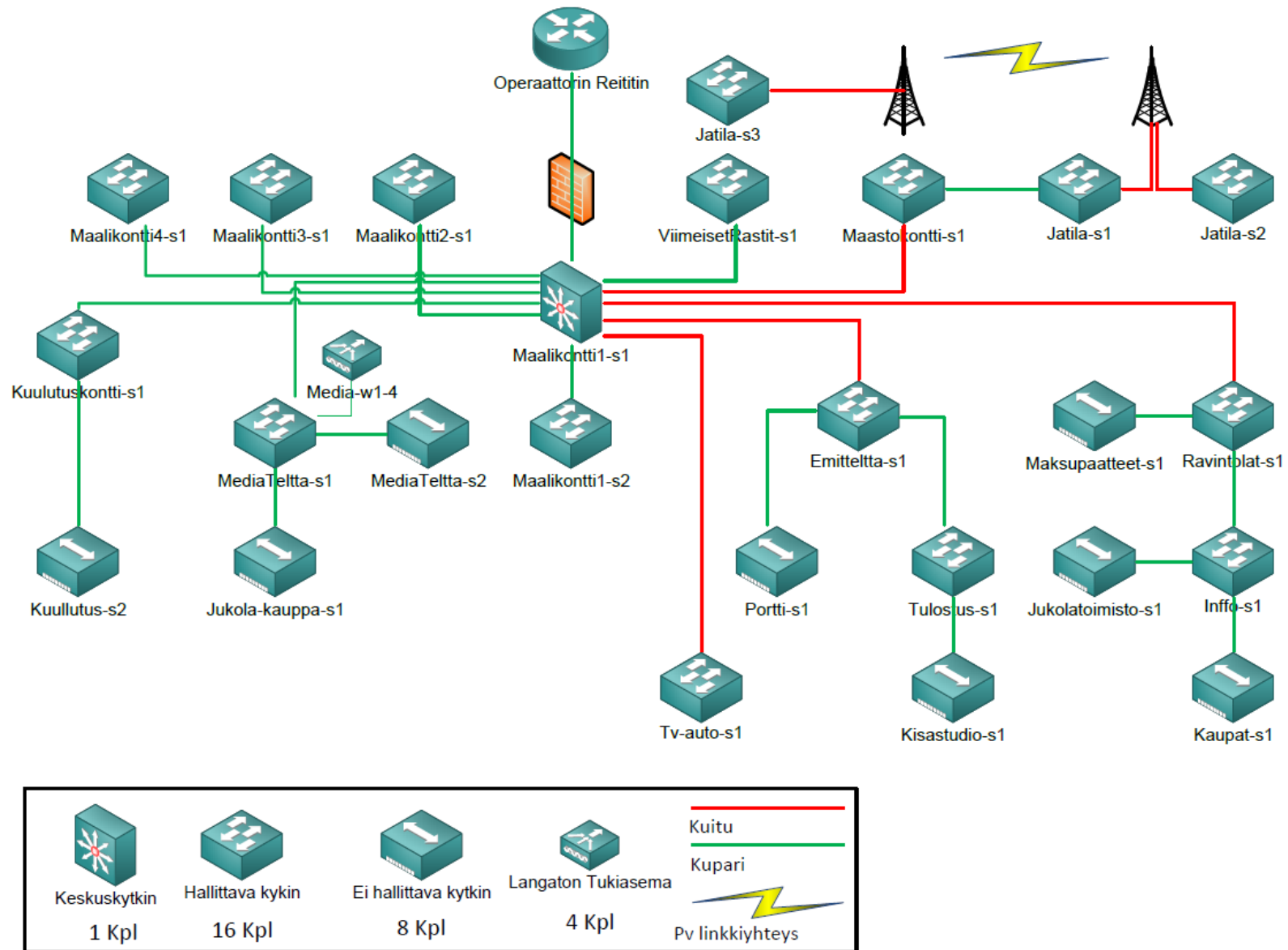
ODOM, Wendell 2005. Tietoverkot - Perusteet. 1. painos. Helsinki: Edita Prima Oy.

REKHTER, Y. 1996. Address Allocation for Private Internets. [Viitattu 2014-8-10.] Saatavissa: <http://www.ietf.org/rfc/rfc1918.txt>

SÄHKÖTIETO RY 2008. Yleiskaapelointitekniikka. 3. painos. Tampere: Tammer-Paino Oy.

TELEWARE 2014. Modernin tietoliikenteen perusteet – TCP/IP-perusteet, kurssi. Teleware. [Viitattu 2014-10-17.] Saatavissa: <https://events.kpmg.fi/Portals/1/kurssit/modernin%20tietoliikenteen%20perusteet/tcpip.pdf>

LIITE 1: KUOPIO-JUKOLA TIETOVERKON RAKENNE



LIITE 2: JUKOLAN TIETOVERKKO PACKET TRACER -OHJELMASSA

