



**TEKNIikka JA LIIKENNE**

**Tietotekniikka**

**Tietoliikennetekniikka**

**INSINÖÖRITYÖ**

**TIETOLIIKENNEPALVELUIDEN JATKUVUUDEN TURVAAMINEN PERUSTURVALIIKELAITOS SAARIKASSA**

**Työn tekijä: Karoliina Kauppinen  
Työn valvoja: Janne Salonen  
Työn ohjaaja: Kaija Tupamäki**

**Työ hyväksytty: \_\_\_\_. \_\_\_\_. 2010**

**Lehtori**



## **ALKULAUSE**

Tämä insinööriö tehtiin SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikalle yhteistyössä Liikelaitos MediKes:n kanssa. Erityisesti kiitän Liikelaitos MediKes:ltä työnhajaajaani Kaija Tupamäkeä sekä Pohjanmaan Puhelin Oy:tä verkon dokumentoinnin avustamisesta.

Työn oikolukemisesta sekä muusta avustamisesta työn suhteen kiitän tätiäni Kirsti Korhosta.

Lisäksi kiitän perhettäni, sukulaisia ja ystäviäni tuesta ja kannustuksesta sekä tämän opinnäytetyön että koko opintojen suhteen.

Helsingissä 7.5.2010

Karoliina Kauppinen

## TIIVISTELMÄ

<b>Työn tekijä:</b> Karoliina Kauppinen	
<b>Työn nimi:</b> Tietoliikennepalveluiden jatkuvuuden turvaaminen Perusturvaliikelaitos Saarikassa	
<b>Päivämäärä:</b> 7.5.2010	<b>Sivumäärä:</b> 27 s. + 9 liitettä
<b>Koulutusohjelma:</b> Tietotekniikka	<b>Suuntautumisvaihtoehto:</b> Tietoliikennetekniikka
<b>Työn ohjaaja:</b> Yliopettaja Janne Salonen, Metropolia Ammattikorkeakoulu	
<b>Työn ohjaaja:</b> Järjestelmäasiantuntija Kaija Tupamäki, Liikelaitos MediKes	
<p>Tämä opinnäytetyö käsittelee SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikan tietoliikenneverkkoa. Työn tarkoituksena on dokumentoida sen tietoliikenneverkko ja etsiä mahdollisia haavoittuvia kohtia sekä niihin korjausehdotuksia, jotta tietoliikennepalveluiden jatkuvuus saataisiin turvattua.</p> <p>Työn teoriaosuudessa käsitellään OSI-mallia ja erityisesti sen verkko- ja siirtoyhteyskerroksia. Tämän lisäksi perehdytään hieman HSRP-, VRRP- ja GLBP-protokolliin, joiden avulla pystytään muodostamaan reititinryhmiä ja näin parantamaan verkon vikasietoisuutta.</p> <p>Verkon dokumentointi aloitettiin Pohjanmaan Puhelin Oy:ltä saatujen verkkokuvien tutkimisella. Tämän lisäksi kierrettiin kaikki toimipisteet läpi, jotta pystyttiin hahmottamaan alue. Toimipisteillä käyntien aikana selvisi, että kuitua ei ole vedetty kaikille toimipisteille, vaan pienillä toimipisteillä verkko on toteutettu esimerkiksi ADSL- tai SHDSL-ratkaisuilla.</p> <p>Lopputuloksena kuvataan verkkokuvien avulla Perusturvaliikelaitos Saarikan tietoliikenneverkko sekä sen hyvät puolet ja ongelmakohdat.</p> <p>Opinnäytetyöstä on kaksi versiota. Tietoturvasyistä julkaistavasta versiosta on poistettu sivut 21–27 sekä liitteet 1-8, joissa on kuvattu SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikan tietoliikenneverkko IP-tasolla. Tämä osuus löytyy Perusturvaliikelaitos Saarikan arkistosta.</p>	
<b>Avainsanat:</b> OSI, Vikasietoisuus, HSRP, VRRP, GLBP	

## ABSTRACT

<b>Name:</b> Karoliina Kauppinen	
<b>Title:</b> Ensure the continuity of Perusturvaliikelaitos Saarikka's telecommunication services	
<b>Date:</b> 7.5.2010	<b>Number of pages:</b> 27 p. + 9 attachment
<b>Department:</b> Information technology	<b>Study Programme:</b> Telecommunications
<b>Instructor:</b> Janne Salonen, Principal Lecturer	
<b>Supervisor:</b> Kaija Tupamäki, System Specialist	
<p>This thesis describes SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikka telecommunication network. The purpose of this work is to document communication network and to find out potential problem areas and propose other solutions to them. Continuity of the telecommunication services has to be secured.</p> <p>The theoretical part of this work handles the OSI-model and especially its network and transport layers. It also takes a look for HSRP-, VRRP- and GLBP-protocols, which helps to create router groups and that way to get fault tolerance even better.</p> <p>The documentation was started by studying the pictures of network that were got from Pohjanmaan Puhelin Oy. Every office of Saarikka was visited to perceive the whole area. By visiting the offices it figured out that the fiber wasn't taken to all offices. In the small offices the network has been created by using for example ADSL or SHDSL solutions.</p> <p>The final result of this thesis is to describe telecommunication network of Perusturvaliikelaitos Saarikka. Network pictures are attached in the end of the thesis. Strengths and weaknesses of telecommunication network have also been described.</p> <p>Thesis has two versions. Because of the security reasons pages 21-27 and attachments 1-8 have been removed from this version. On these pages the telecommunication network of SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikka is described with IP-addresses. This part of the thesis is archived to Perusturvaliikelaitos Saarikka.</p>	
<b>Keywords:</b> OSI, fault tolerance, HSRP, VRRP, GLBP	

# SISÄLLYS

## ALKULAUSE

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

<b>LYHENTEET</b>	<b>1</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 OSI-MALLI, SIIRTOYHTEYSKERROS JA VERKKOKERROS</b>	<b>4</b>
2.1 OSI-viitemalli	5
2.2 Siirtoyhteyserros	8
2.3 Verkkokerros	9
<b>3 VERKON VIKASietoisuus</b>	<b>10</b>
3.1 HSRP- ja VRRP-protokolla	11
3.2 GLBP-protokolla	17
<b>4 KOHDEORGANISAATIO JA SEN TIETOLIIKENNEVERKKO</b>	<b>19</b>
4.1 Saarikka	19
4.2 Kunnat	20
4.3 Kuntien tietoliikenneverkko	21
4.3.1 Kannonkoski	21
4.3.2 Karstula	21
4.3.3 Kivijärvi	23
4.3.4 Kyyjärvi	23
4.3.5 Saarijärvi	24
Runkoverkkokytin PPO:n laittilassa	24
Teletilassa sijaitseva runkoverkkokytin	25
<b>5 JOHTOPÄÄTELMÄ</b>	<b>26</b>
<b>VIITELUETTELO</b>	<b>28</b>

**LYHENTEET**

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line, asymmetrinen digitaalinen tilaajalinja.
ARP	Address Resolution Protocol, protokolla, joka selvittää IP-osoitetta vastaavan MAC-osoitteen.
ATM	Asynchronous Transfer Mode, asynkroninen tiedonsiirtotapa.
AVF	Active Virtual Forwarder, aktiivinen virtuaalihuolitsija.
AVG	Active Virtual Gateway, aktiivinen virtuaaliyhdyksikäytävä.
CRC	Cyclic Redundancy Check, tarkisteavaimen luontiin tarkoitettu tiivistealgoritmi.
FDDI	Fiber Distributed Data Interface, optisiin siirtoyhteyksiin perustuva tietoliikenneverkko.
FTP	File Transfer Protocol, TCP-protokollaa käyttävä tiedonsiirtomenetelmä.
GLBP	Gateway Load Balancing Protocol, yhdyskäytävän kuorman tasapainotus protokolla.
HSRP	Hot Standby Router Protocol, standardiprotokolla.
ICMP	Internet Control Message Protocol, TCP/IP-pinon kontrolliprotokolla.
IEEE 802.3	Standardi Ethernet-lähiverkkotekniikkaa varten.
IP	Internet Protocol, internetprotokolla.
IPX	Internetwork Packet Exchange, yhteydetön reitittävä protokolla.
ISO	International Organization for Standardization, kansainvälinen standardisoimisjärjestö.
LAN	Local Area Network, rajoitetulla maantieteellisellä alueella toimiva tietoliikenneverkko.

MAC	Media Access Control, verkon varaamisen sekä liikennöinnin hoitava osajärjestelmä.
OSI	Open Systems Interconnection Reference Model, seitsemän kerroksinen tiedonsiirtoprotokollien yhdistelmä.
SHDSL	Symmetric High-speed Digital Subscriber Line, tiedonsiirtotekniikka.
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol, yhteisnimitys internetissä käytettäville tietoliikenneprotokollille.
UDP	User Datagram Protocol, yhteyskäytäntö.
VoIP	Voice over Internet Protocol, äänensiirtotapa reaaliaikaisesti internetissä tai muussa IP-protokollaa käyttävässä verkossa.
VPN	Virtual Private Network, virtuaalinen yksityisverkko.
VRID	Virtual Router ID, virtuaalireitittimen tunniste.
VRRP	Virtual Router Redundancy Protocol, standardiprotokolla.
WAN	Wide Area Network, maantieteellisesti laaja tiedonsiirtoverkko.

## 1 JOHDANTO

Ennen vuotta 2009 Kannonkosken, Karstulan, Kivijärven, Kyyjärven, Saarijärven ja Pylkönmäen terveydenhuollon palveluista vastasi Saarijärven-Karstulan seudun terveydenhuollon kuntayhtymä, SKTHKY. SKTHKY:ssä tietotekniikkapalvelut hoidettiin omien tietotekniikkatukihenkilöiden toimesta. Tietotekniikkatuki koostui tuolloin kahdesta virassa olevasta henkilöstä sekä satunnaisista harjoittelijoista. Tietotekniikkatuki hoiti SKTHKY:n aikaan kaikki tietotekniikkaan liittyvät laitteisto- ja ohjelmistohankinnat sekä laitteisto-, ohjelmisto-, puhelin- että verkkotuen. Tämä tarkoitti sitä, että tietotekniikkatuen tuli olla koko ajan ajantasalla yllä mainituista asioista ja näin kaikki muutokset ja uudistukset oli helposti hoidettavissa.

Saarijärven-Karstulan seudun terveydenhuollon kuntayhtymä muuttui SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikaksi vuoden 2009 vaihteessa, jolloin organisaatioon tuli mukaan myös perhe- ja sosiaalipalvelut (ei päivähoidto). Näiden palveluiden mukaantulo toi huomattavan määrän uusia työntekijöitä ja toimipisteitä jokaiselta paikkakunnalta. Uudet työntekijät loivat luonnollisesti haasteita, sillä osa heistä ei ennestään tuntenut kaikkia ohjelmia, joita Saarikassa on käytössä ja osa heistä ei ollut koskaan ennen käyttänyt tietokoneita siinä määrin kuin kyseessä olevan alan työ nykyään vaatii. Uudet toimipisteetkin toivat omat haasteensa, sillä ne laajensivat Saarikan tietoliikenneverkkoa ja pienten toimipisteiden myötä tuli myös paljon erilaisia verkkoratkaisuja. Erilaiset verkkoratkaisut johtuvat siitä, että kaikkiin pieniin toimipisteisiin ei ole vedetty kuitua. Lisäksi uudet toimipisteet toivat suuren määrän lisää tietokoneita ja oheislaitteita hoidettaviksi.

SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikan perustamisen yhteydessä sen tietotekniikkatuki päätettiin ulkoistaa ja palvelut ostettiin Jyväskylästä Liikelaitos MediKes:ltä. Tämän päätöksen seurauksena kaikki palvelimet, lukuun ottamatta talous- ja henkilöstönhallintapalvelimia, siirtyivät Jyväskylään MediKesiin tiloihin. Tämä muutos lisäsi Jyväskylä-Saarijärvi välistä verkkoliikennettä huomattavasti. Aivan kaikkea tukea ei kuitenkaan ostettu Liikelaitos MediKes:ltä, vaan muun muassa verkkotuki sekä VoIP-puhelinjärjestelmä jätettiin pois sopimuksesta. Yllä mainitut talous- ja henkilöstön hallintapalvelimet sijaitsevat Ylivieskassa Pohjanmaan Puhelin Oy:n tiloissa.



SKTHKY:n muuttuessa SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikaksi ja tietotekniikkapalveluiden siirtyessä Liikelaitos MediKes:lle verkko jäi edelleen Seutuverkolle ja palvelun tarjoajana pysyi Pohjanmaan Puhelin Oy, kuten aikaisemminkin eli tähän asiaan ei tullut muutosta. Nyt ongelmaksi kuitenkin on ilmennyt se, että verkkosopimus on tehty PPO:n ja Saarikan välille, joten Liikelaitos MediKes:llä ei periaatteessa ole oikeuksia puuttua verkkoon liittyviin asioihin eikä sillä ole oikeuksia osoittaa verkkoon liittyviä palvelupyyntöjä PPO:lle. Tämä puolestaan vaikeuttaa lähituen työtä, sillä suurin osa Saarikassa käytetyistä ohjelmista on verkko-ohjelmia, jotka hakevat tietonsa palvelimilta. Tämä järjestely tarkoittaa periaatteessa sitä, että verkkovian sattuessa ohjelmat eivät toimi ja näin ollen työntekijöiden ei ole mahdollista tehdä työtään, eikä lähituki pysty korjaamaan ongelmaa.

Kaikki nämä Saarikan myötä tulleet muutokset tietotekniikkapalveluissa tarkoittavat käytännössä sitä, että ongelmia on aikaisempaa vaikeampi hoitaa. Tietotekniikkapalveluita hoitavat tahot eivät ole tarvittavassa määrin perillä toistensa toimista tai tulevista muutoksista, sillä tietotekniikkapalveluita hoidetaan tällä hetkellä monen eri tahon toimesta. Toimijoilla ei ole keskinäisiä sopimuksia, joten jokainen toimija hoitaa oman alueensa tietämättä paremmin muista alueista tai puuttumatta niihin.

Tämän työn tarkoituksena on dokumentoida SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikan tietoliikenneverkko ja paikallistaa sen mahdolliset haavoittuvuudet sekä etsiä parannusehdotukset mahdollisiin haavoittuviin kohtiin.

## **2 OSI-MALLI, SIIRTOYHTEYSKERROS JA VERKKOKERROS**

Tässä luvussa käsitellään aluksi OSI-malli ja sen kehitys sekä katsotaan hieman OSI-mallin eri kerroksia ja niiden tehtäviä. Myöhemmin luvussa käsitellään tarkemmin OSI-mallin toinen ja kolmas kerros, eli siirtoyhteys- ja verkkokerros sekä niiden tehtävät.

Tietoliikenne on käsitteenä melko laaja, se sisältää monia eri osa-alueita, kuten muun muassa tietoliikennearkenteet, -ohjelmistot ja -sovellukset. 1970- ja 1980-lukujen vaihteessa tietoliikennemarkkinoilla kaikki tuotevalmistajat markkinoivat lähiverkkoratkaisuja, jotka sisälsivät kaikki komponentit verkkokorteista ohjelmistoihin. Ongelmana oli kuitenkin se, että eri valmistajien

verkkoratkaisut sisälsivät muun muassa erilaisia komponentteja ja näin poikkesivat toisistaan eivätkä välttämättä olleet keskenään yhteensopivia. Valmistajien verkkoratkaisujen poikkeavuus toisistaan tarkoitti käytännössä sitä, että pienikin muutos lähiverkkoratkaisuissa aiheutti sen, että asiakkaat saattoivat joutua uusimaan koko lähiverkkonsa. Tämän vuoksi valmistajien oli sovittava yhteisistä säännöistä ja standardeista ja aloitettava valmistamaan verkkokomponentteja, jotka olisivat yhteensopivia toistenkin valmistajien kanssa. [1, 8-9.]

## 2.1 OSI-viitemalli

1980-luvun alkupuolella kansainvälisen standardointijärjestön, ISO:n (International Standards Organization) toimesta kehitettiin OSI-malli (Open Systems Interconnection Reference Model), jonka tarkoituksena oli poistaa yhteensopivuus ongelmat eri verkoissa (kuva 1).



Kuva 1. OSI-viitemalli.

OSI-viitemalli on jaettu seitsemään eri kerrokseen, jotka yhdessä muodostavat tiedonsiirron verkossa. Ylimmät kerrokset määrittelevät tavan, jolla sovellukset käyttävät kommunikaatiopalveluita ja alemmimmat kerrokset puolestaan määrittelevät verkon fyysisen median ja siihen liittyvät tehtävät. Voidaan siis sanoa, että mitä ylempänä OSI-mallissa ollaan, sitä monimutkaisempia ovat sen tehtävät. OSI-mallin kerrokset ovat:

- Fyysinen kerros (Physical layer) on OSI-mallin ensimmäinen kerros. Sen tehtävänä on muuntaa bitit verkkoon kuljetettaviksi signaaleiksi ja kuljettaa ylempien kerrosten sille lähettämää signaalia verkkokaa-

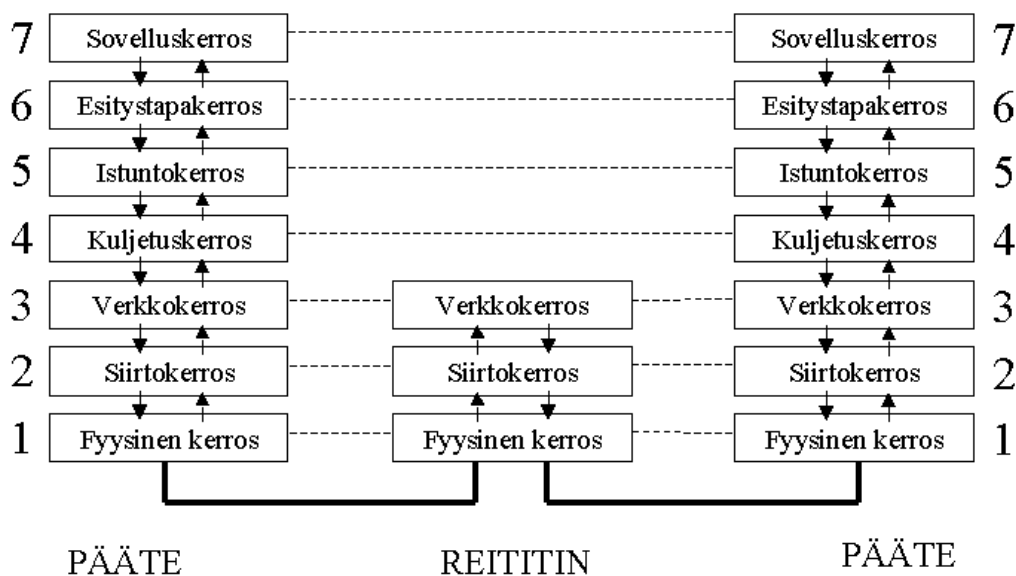
pelissa vastaanottajalle ja päinvastoin. Fyysinen kerros toimii muun muassa toistinten, keskittimien, liittimien, verkkokorttien ja kaapeleiden kanssa. Näin ollen se myös asettaa kaapelille sähköisen, optisen, mekaanisen sekä toiminnallisen rajapinnan, joten sen on myös tiedettävä, miten ja minkälainen kaapeli on liitettävä verkkokorttiin.

- Siirtoyhteyserroksen (Data Link layer) tehtävänä lähettävässä päässä on huolehtia verkkokerroksesta tulleet datakehykset fyysiselle kerrokselle ja vastaanottavassa päässä pakata fyysiseltä kerrokselta tulleet bitit kehyksiin ja toimittaa ne verkkokerrokselle. Datakehykset sisältävät lähettävän sekä vastaanottavan tietokoneen osoitteet sekä lähetettävän informaation, joten siirtoyhteyserroksen voidaan sanoa huolehtivan kehysten virheettömästä siirrosta fyysisten kerrosten kautta tietokoneelta toiselle.
- Verkkokerros (Network layer) tarjoaa ylemmille kerroksille siirtoyhteyden verkon yli. Se määrää olosuhteiden mukaan reitin, jota pitkin data kuljetetaan lähettävältä tietokoneelta vastaanottavalle tietokoneelle.
- Kuljetuserros (Transport layer) huolehtii luotettavasta tiedonsiirrosta tietokoneiden välillä. Sen tehtäviin kuuluu myös vuonhallinta sekä virheiden korjaus, eli kuljetuserros huolehtii siitä, että vastaanottaja saa datan virheettömänä ja oikeassa järjestyksessä.
- Istunterros (Session layer) huolehtii kahdella eri koneella toimivien sovellusten ohjaustoiminnoista. Se sallii sovellusten muodostaa yhteyden, käyttää muodostettua yhteyttä sekä lopettaa aikaisemmin muodostetun yhteyden. Istunterros asettaa datavirtaan myös omia tarkistuspisteitään, joiden avulla se pystyy tarkistamaan lähetetyn ja vastaanotetun datan.
- Esitystapakerros (Presentation layer) huolehtii siitä, että päätelaitteet ymmärtävät toisiaan, eli esitystapakerroksessa sovitaan yhteisestä tiedonvälitysmuodosta tai formaatista. Lähettävässä päässä esitystapakerros muuntaa datan sovelluserroksen käyttämästä käsittelymuodosta yleisesti tunnistettavaan väliaikaiseen muotoon ja vas-

taanottavassa päässä päinvastoin, eli se muuntaa väliaikaisen muodon takaisin sovelluskerroksen ymmärtämään muotoon.

- Sovelluskerros (Application layer) on OSI-mallin seitsemäs ja ylin kerros. Se tarjoaa erilaisia protokollia sovellusten käyttöön, mutta toisaalta FTP:n (File Transfer Protocol) tavoin protokollat voivat itsekin olla ohjelmia. Sovelluskerros toimii ikkunana, jonka kautta sovellukset ja niiden prosessit, kuten sähköpostiohjelmat ja sähköpostin lähetysprosessit, pääsevät kiinni verkkopalveluihin.

OSI-mallin voisi periaatteessa kuvitella pyramidina, jossa ylempi kerros käyttää aina hyväkseen alempaa kerrosta. Toisin sanoen jokaisen kerroksen on siis tarkoitus tarjota palveluja yläpuolellaan sijaitsevalle kerrokselle, kuten verkkokerros tarjoaa palveluja kuljetuskerrokselle. Tällä tavoin säästetään kuljetuskerroksen verkkokerroksen palveluiden tuottamisen yksityiskohdilta. Samalla tavoin kuljetuskerros tarjoaa palvelujaan yläpuolellaan sijaitsevalle istuntokerrokselle ja säästää taas istuntokerroksen omien palveluidensa tuottamisen yksityiskohdilta. Kerrokset siis kommunikoivat keskenään, jokainen kerros hoitaa jonkin tehtävän pohjustaen seuraavan kerroksen tehtävää tai toimintaa. Jokainen kerros kattaa jonkin verkkotoiminnon, laiteen tai protokollan, eli jokaisella kerroksella on tarkasti määritetyt toimintonsa tai palvelunsa.



Kuva 2. OSI-mallin kerrosten väliset suhteet.

Kukin kerros on asetettu OSI-malliin niin, että ne käyttäytyvät kuin voisivat keskustella toisen tietokoneen itseään vastaavan kerroksen kanssa suoraan välittämättä alemmista kerroksista (kuva 2). Todellisuudessa näin ei kuitenkaan ole, vaan jokainen datapaketti kulkee vähintäänkin fyysisen kerroksen kautta vastaanottavan koneen fyysiselle kerrokselle ja siitä eteenpäin pake-tissa olevan lisäinformaation tai osoitteen perusteella vastaavalle kerrokselle kuin jolta se on lähtenyt.

Kyselyjä välittäessään kerrokset käyttävät hyväkseen niiden välissä olevia rajoja, joita kutsutaan rajapinnoiksi. Eli jokainen kysely kulkee kerroksesta toiseen kerrosten välissä olevien rajapintojen kautta. Rajapinnat määrittävät sen, mitä palveluja kukin kerros tarjoaa yläpuolellaan olevalle kerrokselle ja kuinka nämä palvelut saadaan. [2, 209-214.]

OSI-malli on varmasti tullut tarpeeseen niin käyttäjien kuin valmistajienkin mielestä yhtenäistäessään verkkoratkaisuja ja näin poistaessaan yhteensopivuus ongelmia. Granlund (2003, 10) sanoo kuitenkin, että OSI-mallin alimmat kerrokset ovat erittäin käyttökelpoisia, mutta kerroksilla 5 ja 6 sen sijaan ei ole ollut käyttöä juuri lainkaan. Hän toteaa myös, että OSI-mallissa on suunnitteluvirheitä, kuten kerroksissa 2 ja 4 olevat päällekkäisyydet virheidenkäsittelyssä sekä yhteydettömän siirron puuttuminen, joka tosin on korjattu myöhemmin. [1, 10.]

## 2.2 Siirtoyhteyserros

Siirtoyhteyserros (Data Link layer) on OSI-mallin toinen kerros. Kuten aikaisemmin on kerrottu, sen tehtäviin kuuluu siis muodostaa yhteys ja lähettävässä päässä huolehtia verkkokerroksesta tulleet datakehukset fyysiselle kerrokselle sekä vastaanottavassa päässä pakata fyysiseltä kerrokselta tulleet bitit kehyksiin ja toimittaa ne verkkokerrokselle. Datakehukset sisältävät lähettävän sekä vastaanottavan tietokoneen osoitteet, eli lähettäjän ja kohteen tunnuksset sekä lähetettävän informaation, joten siirtoyhteyserroksen voidaan sanoa huolehtivan kehysten virheettömästä siirrosta fyysisten kerrosten kautta tietokoneelta toiselle. Siirron päättyessä siirtoyhteyserroksen on tietenkin myös purettava aikaisemmin muodostettu yhteys.

Datakehys (kuva 3), johon siirtoyhteyserros pakatoi fyysiseltä kerrokselta saamansa raakabitit, sisältää siis sekä lähettäjän että kohteen tunnuksset eli osoitteet. Sen lisäksi datakehys sisältää kontrolli-informaation, varsinaisen

datan ja CRC-tarkistuksen (Cyclic Redundancy Check). Kontrolli-informaatio pitää sisällään kehyksen tyyppitiedon sekä kehyksen reititys- ja segmentoitiedot. Dataosa puolestaan pitää sisällään varsinaisen informaation, kuten nimestä jo voi päätellä. CRC-tarkistus puolestaan hoitaa virheentarkistuksen sekä verifiointin, eli varmistuksen siitä, että kehys on oikein vastaanotettu.



**Kuva 3. Datakehyksen rakenne.**

Datakehyksen lähetettyään siirtoyhteyserros jää odottamaan, että vastaanottajan siirtoyhteyserros hyväksyy kehyksen. Ennen hyväksymistä vastaanottajan siirtoyhteyserros kuitenkin tarkistaa, onko kehykseen mahdollisesti tullut virheitä siirron aikana. Mikäli vastaanottaja huomaa kehyksessä virheen, se ilmoittaa lähettäjälle siitä ja sama kehys lähetetään uudelleen niin kauan, että se saadaan virheettömänä perille ja vastaanottaja hyväksyy sen.

Siirtoyhteyserroksen protokollia ovat muun muassa ATM (Asynchronous Transfer Mode) sekä Ethernet. Laitteita ovat silta ja kytkin. [2, 213-214.]

### 2.3 Verkkokerros

Verkkokerros (Network layer) on OSI-mallin kolmas kerros, se tarjoaa yläpuolellaan sijaitseville kerroksille siirtoyhteyden verkon yli puuttumatta verkon rakenteeseen tai kytkentäteknikoihin. Se määrää myös olosuhteiden mukaan reitin, jota pitkin data kuljetetaan lähettävältä tietokoneelta vastaanottavalle tietokoneelle. Verkon olosuhteiden lisäksi reitin valintaan vaikuttaa myös palvelujen prioriteetit sekä monet muut tekijät.

Verkkokerros vastaa lähetettävien viestien osoitteista sekä loogisten osoitteiden, eli suorittimen käyttämien osoitteiden muuttamisesta fyysisiksi osoitteiksi. Tämän lisäksi se hoitaa erilaisia liikenneongelmia verkossa, kuten pakettien vaihtamista ja reitittämistä.

Joskus tietokoneet saattavat yrittää siirtää niin isoja tiedostoja kerralla, että reitittimen verkkokortti ei pysty niitä käsittelemään. Silloin verkkokerros jakaa datan pienempiin paketteihin, jolloin reitittimen verkkokortti pystyy käsittele-

mään datan ja lähettämään sen eteenpäin vastaanottavalle tietokoneelle. Vastaanottopäässä verkkokerros huolehtii siitä, että vastaanotettu data kootaan jälleen yhteen.

Voidaan siis sanoa, että verkkokerros hoitaa reitityksen, kontrolloi datan pakkaamista ja löytää kohdekoneen koko verkon yli.

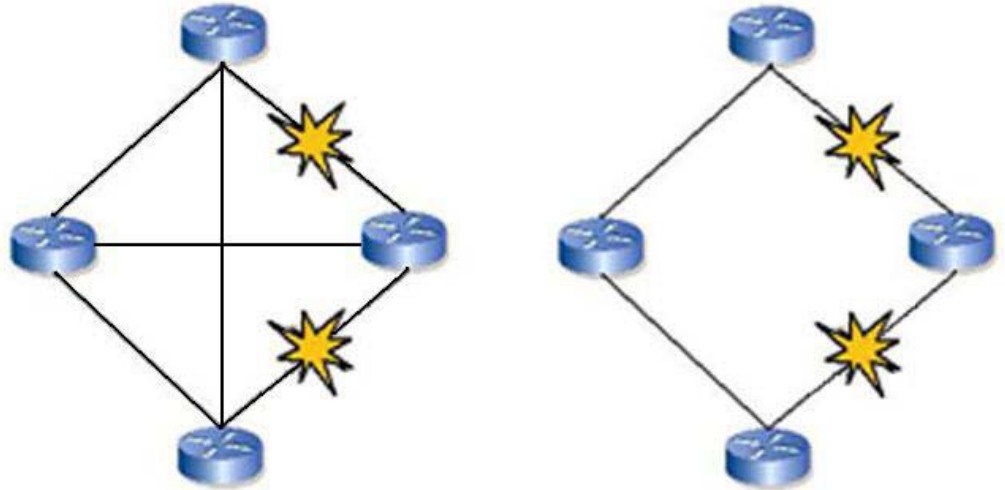
Verkkokerroksen protokollia ovat IP (Internet Protocol), IPX (Internetwork Packet Exchange) sekä ICMP (Internet Control Message Protocol), laite on reititin. [2, 213.]

### 3 VERKON VIKASIIETOISUUS

Vikasietoisuus on ominaisuus, joka takaa verkon toiminnan jatkuvuuden vaikka jossakin verkon osassa ilmenisikin jokin vika.

Jo tietoliikenneverkkojen suunnitteluvaiheessa on otettava huomioon monia asioita ja yleensä käyttäjälle tulee antaa jonkinlainen takuu verkon toimivuudesta. Jotta käyttäjälle voidaan antaa takuu verkon toimivuudesta, tulee jokaisen protokollakerroksen toimia moitteettomasti ja keskeytymättä, vaikka verkossa olisi minkälainen tahansa vika. Tämä taas edellyttää käytännössä sitä, että verkon fyysiset laitteet on kahdennettava. Esimerkiksi palvelimen toimivuus on varmistettava kahdella verkkokortilla, mikäli palvelimen halutaan olevan jatkuvasti käytössä.

Usein kuitenkin kytkimen toiminnalla on huomattavasti suurempi merkitys verkossa kuin jonkin yksittäisen palvelimen toiminnalla. Kytkimen hajoaminen saattaa aiheuttaa sen, että koko verkko ei toimi. Sen vuoksi kytkintä valittaessa on otettava useita eri asioita huomioon, kuten kytkimen vikasietoisuus ja varaosion saatavuus. Hannu Jaakohuhta mainitsee kirjassaan Lähi-verkot – Ethernet joitakin keinoja, joilla voidaan parantaa yksittäisen kytkimen vikasietoisuutta. Tällaisia keinoja hänen mukaansa ovat muun muassa virtalähteen kahdentaminen, virransyötön varmistaminen, kahdennetut kytkinmatriisit, kaksi identtistä kytkintä rinnakkain, oikean asennuspaikan valinta, säännölliset huollot ja niin edelleen. Mitä keskeisemmällä paikalla kytkin sijaitsee verkossa, sitä suurempi merkitys sen vikasietoisuudella on.



**Kuva 4.** Oikean puoleisessa kuvassa rengastopologia, joka ei toivu kahdesta yhtäaikaista viasta. Vasemmanpuoleisessa kuvassa rengastopologian lisäksi reitittimet on linkitetty suoraan toisiinsa, tämä malli voi toipua kahdesta yhtäaikaista viasta verkossa.

Myös reititysprotokollat ovat tärkeässä osassa, sillä älykkäiden reititysprotokollien avulla reitittimet löytävät helposti mahdollisen varareitin silloin, kun aktiivinen reitti vikaantuu. Eri reititysprotokollat kuitenkin toipuvat vioista eri tavalla ja sen vuoksi kannattaa muistaa, että myös verkon topologia vaikuttaa reitityksen vikasietoisuuteen. Yksinkertaisimmillaan rengastopologia on varmasti hyvä, siis mikäli riittää, että verkko toipuu yksittäisistä vioista. Mikäli verkon halutaan kuitenkin toipuvan useammasta yhtäaikaista viasta, on järkevää yhdistellä reitittimiä toisiinsa rengastopologian lisäksi, kuva 4. Kuvassa 4. vasemman puoleisessa verkkokuvassa on rengastopologian lisäksi yhdistetty kaikki reitittimet suoraan toisiinsa, jolloin yhden reitittimen vikaantumisen ei ole niin suurta haittaa koko verkolle ja näin verkon vikasietoisuus kasvaa. Parhaan mahdollisen vikasietoisuuden saavuttamiseksi käyttäjän kannalta on kuitenkin hyvä käyttää protokollia, joiden avulla kaksi reitintä voi toimia toistensa varareitittiminä. Tämä mahdollistaa verkon toiminnan jatkuvuuden, vaikka pääreititin vikaantuisikin, sillä varareititin ottaa pääreitittimen tehtävät heti hoitaakseen. Hyviä esimerkkejä tällaisista protokollista ovat muun muassa HSRP (Hot Standby Router Protocol) ja VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol). [4, 101-103.]

### 3.1 HSRP- ja VRRP-protokolla

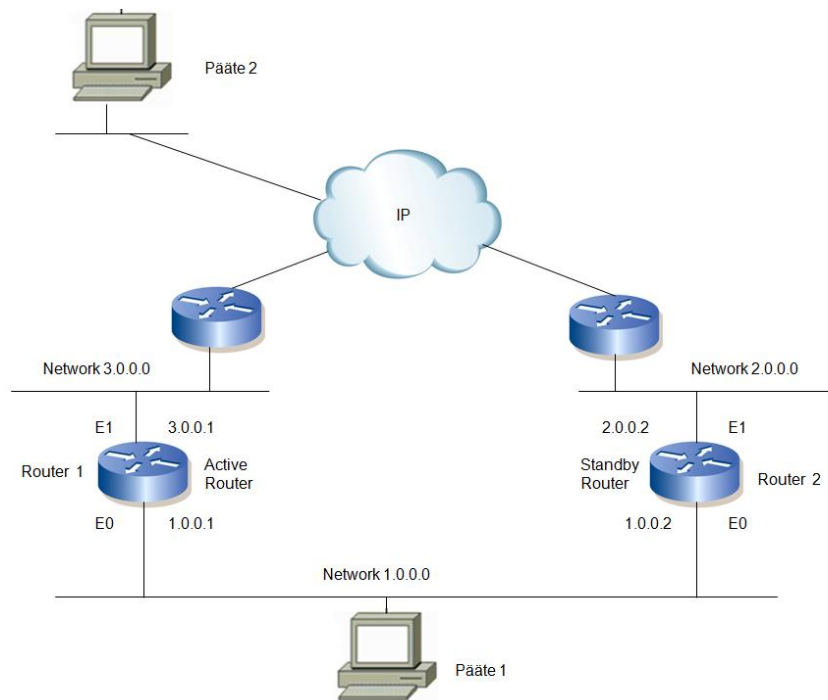
Tässä luvussa käsitellään HSRP- ja VRRP-protokollia. Niiden avulla kaksi tai useampia reitittimiä saadaan toimimaan toistensa varareitittiminä ja näin verkon vikasietoisuus paranee. Kummassakin toteutuksessa muodostetaan



niin kutsuttuja reititinryhmiä, joissa yksi reititin on aktiivinen ensisijainen reititin ja yksi tai useampi reititin toimii varareitittimenä ensisijaisen reitittimen vikaantumisen varalta. HSRP ja VRRP ovat hyvin samanlaiset toimintojensa kannalta, mutta keskenään ne eivät ole yhteensopivia.

HSRP (Hot Standby Router Protocol) on Ciscon kehittämä protokolla, joka on tarkoitettu suojaamaan verkkoa erilaisilta häiriöiltä ja varmistamaan verkon toimintaa muodostamalla reititinryhmiä. Ryhmien muodostus perustuu virtuaalisen IP-osoitteen ja virtuaalisen MAC-osoitteen käyttöön. HSRP tarjoaa reitittimille automaattisen varmistuksen silloin, kun HSRP-konfiguroidut Ciscon reitittimet toimivat IP:llä Ethernetissä, FDDI:llä (Fiber Distributed Data Interface) tai Token Ring lähiverkossa, eli rengastopologia LAN:ssa (Local Area Network). HSRP on hyödyllinen varsinkin silloin, kun halutaan taata kaikkien samassa aliverkossa olevien käyttäjien pääsy verkon resursseihin.

Reititinryhmän tarkoitus on se, että reitittimet varmistavat toistensa toimintaa. Ryhmässä on aina ensisijainen reititin (master router), joka toimii aktiivisena oletusreitittimenä (active default router). Sen lisäksi ryhmässä on vähintään yksi reititin, joka toimii valmiustilareitittimenä (standby router) eli varareitittimenä (backup router). Aktiivisen reitittimen valinta tapahtuu siten, että HSRP-konfiguroidut reitittimet lähettävät multicast- eli ryhmäviestejä toisilleen mainostaen prioriteettiaan. Prioriteetin perusteella määritetään, mikä HSRP-konfiguroitu reititin on ensisijainen reititin. Oletusprioriteetti on 100. Jos vain yhdelle reitittimelle annetaan korkeampi prioriteetti, niin silloin siitä tulee ensisijainen reititin. Verkon ensisijainen reititin on aina se, jolla on korkein prioriteetti. Jos ensisijainen reititin vikaantuu eikä pysty lähettämään Hello-viestiä tietyssä ajassa, niin seuraavaksi korkeimman prioriteetin omaava varareititin ottaa ensisijaisen reitittimen tehtävät hoitaakseen. Joskus saattaa käydä myös niin, että yhteys reitittimien välillä katkeaa. Silloin varareititin ei saa ensisijaisen reitittimen lähettämiä Hello-viestejä, vaikka ensisijainen reititin onkin aktiivisena ja yrittää lähettää viestejä. Silloin varareititin ottaa ensisijaisen reitittimen tehtävät hoitaakseen ja näin verkossa on yhtäkkiä kaksi aktiivista reititintä yhtä aikaa. Ensisijainen reititin lähettää yleensä Hello-viestejä noin kolmen sekunnin välein, mutta aikajaksoa pystytään myös muuttamaan.



**Kuva 5. HSRP-konfiguroitu verkko.**

Kuvassa 5 kummatkin päätteet on konfiguroitu käyttämään virtuaalireitittimen IP-osoitetta, joka esimerkissä on 1.0.0.3, oletusyhdyskäytävänä. Oletusyhdyskäytävän konfigurointiin vaikuttaa päätteen käyttöjärjestelmä, TCP/IP toteutus sekä konfiguraatio. Mikäli Router 1 kaatuu, niin silloin Router 2 ottaa "lennossa" sen tehtävät hoitaakseen niin, että päätteet eivät huomaa reitittimen vaihtuneen.

```

hostname Router1
!
interface ethernet 0
ip address 1.0.0.1 255.0.0.0
standby 1 ip 1.0.0.3
standby 1 preempt
standby 1 priority 110
standby 1 authentication denmark
standby 1 timers 5 15
!
interface ethernet 1
ip address 3.0.0.1 255.0.0.0
!
router eigrp 1
network 1.0.0.0
network 3.0.0.0

hostname Router2
!
interface ethernet 0
ip address 1.0.0.2 255.0.0.0
standby 1 ip 1.0.0.3
standby 1 preempt
standby 1 authentication denmark
standby 1 timers 5 15
!
interface ethernet 1
ip address 2.0.0.2 255.0.0.0
!
router eigrp 1
network 1.0.0.0
network 2.0.0.0

```

**Kuva 6. Reitittimien 1 ja 2 konfigurointitiedot.**

Kuvassa 6 näkyvä Standby IP –rajapinnan konfigurointikäsky sallii HSRP:n ja osoittaa virtuaalireitittimen osoitteeksi 1.0.0.3. Tämä komento on suoritettu kummankin reitittimen konfiguroinnissa, joten kumpikin reititin jakaa saman virtuaalisen IP-osoitteen. Numero yksi sanojen Standby ja ip välissä osoittaa Hot Standby ryhmän 1. Mikäli Hot Standby ryhmää ei määritetä, niin ryhmä saa automaattisesti arvokseen nolla. Ainakin yhdelle Hot Standby ryhmän reitittimelle täytyy määrittää virtuaalireitittimen IP-osoite, muille ryhmän reitittimille sen määrittäminen on vapaavalintaista.

Standby preempt –komento sallii reitittimen ottaa aktiivisen reitittimen tehtävät silloin, kun sen prioriteetti on korkeampi kuin minkään muun HSRP-konfiguroidun reitittimen samassa Hot Standby –ryhmässä. Kummankin reitittimen konfiguroinnissa suoritetaan tämä käsky, jotta kumpi tahansa reititin voisi olla varareititin toiselle. Tässäkin numero yksi sanojen Standby ja preempt ilmaisee, että tämä komento käyttää Hot Standby –ryhmää yksi. Mikäli standby preempt –käskyä ei käytetä reitittimen konfiguroinnissa, niin reititin ei voi ottaa aktiivisen reitittimen tehtävää.

Standby priority rajapinnan konfigurointikomento asettaa kuvassa 6 reitittimen HSRP –prioriteetiksi 110, joka on korkeampi kuin oletusprioriteetti 100. Tämä käsky suoritetaan vain reitittimen yksi konfiguroinnissa, joten se saa verkon korkeimman prioriteetin, joka tekee siitä aktiivisen ensisijaisen reitittimen. Ykkönen ilmaisee jälleen, että tämä komento käyttää Hot Standby –ryhmää yksi.

Standby authentication –käsky osoittaa todennusjonon, jonka arvo on kahdeksanmerkkinen salaamaton jono, joka sisällytetään jokaiseen HSRP ryhmälähetysviestiin. Tämä komento on valinnainen eikä sitä ole pakko käyttää. Jos sitä kuitenkin käytetään, niin jokaisen samassa reititinryhmässä olevan HSRP-konfiguroidun reitittimen tulee käyttää samaa todennusjonoa, jotta jokainen reititin voi todentaa lähteen, jolta HSRP viesti tulee.

Kuvassa 6 Standby timers –rajapinnan konfigurointikäsky asettaa Hello-viesteille aikaväliksi 5 sekuntia ja kestoksi eli viiveeksi, jonka reititin odottaa ennen kuin tulkitsee aktiivireitittimen olevan alhaalla, on kuvassa laitettu 15 sekuntia. Jos oletusarvoja päätetään muuttaa, niin silloin kaikille ryhmän reitittimille pitää laittaa samat Hello-viesti ja viiveajat. Oletusarvot ovat 3 ja 10 sekuntia.

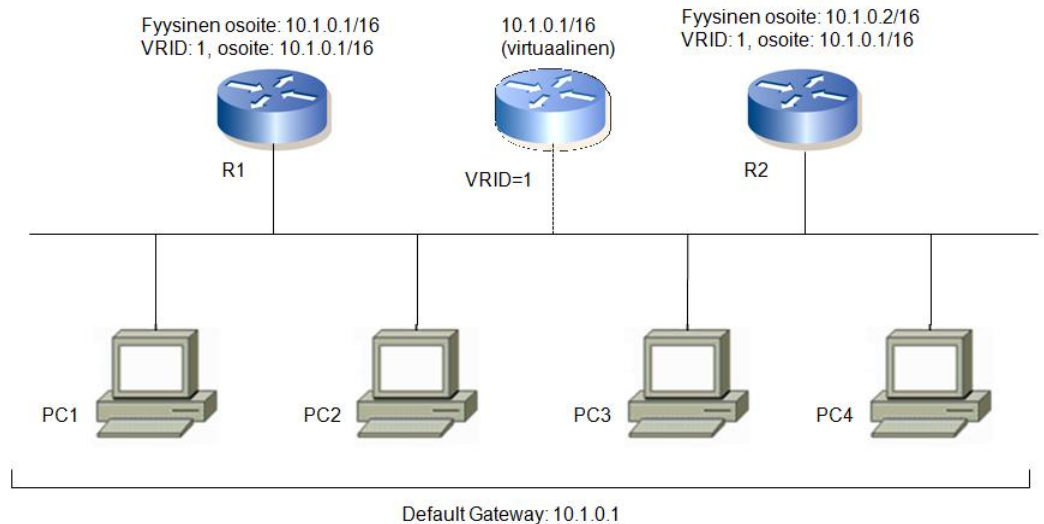
HSRP-reitittimet vaihtavat seuraavanlaisia ryhmälähetys viestejä:

- Hello-viesti, joka ilmaisee toisille HSRP-reitittimille lähetettävän reitittimen HSRP prioriteetin ja olotila tiedon. Ensisijainen reititin lähettää hello-viestin kolmen sekunnin välein.
- Coup-viesti eli kaappausviesti, jonka varareititin lähettää silloin, kun se olettaa ensisijaisen reitittimen olevan poissa käytöstä. Tällä viestillä varareititin varmistaa ensisijaisen reitittimen todellisen tilan ennen kuin omaksuu sen tehtävät.
- Resign-viesti eli "alasajo"-viesti, aktiivisena oleva reititin lähettää tämän viestin silloin, kun korkeamman prioriteetin omaava reititin lähettää hello-viestin tai silloin, kun se ajaa itsensä alas.

HSRP-reitittimien tiloja:

- Active eli aktiivitila, reititin suorittaa pakettiensiirto tehtäviä.
- Standby eli valmiustila, reititin on valmistautunut pakettiensiirto tehtäviin, mikäli aktiivinen reititin vikaantuu.
- Speaking and listening eli lähetys- ja kuuntelutila, reititin lähettää ja vastaanottaa hello-viestejä.
- Listening eli kuuntelutila, reititin vastaanottaa hello-viestejä. [3.]

VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) on IETF:n (The Internet Engineering Task Force) standardiprotokolla, jonka tarkoituksena on varmistaa reitittimien toiminta muodostamalla reititinryhmiä. Reititinryhmissä reitittimien on tarkoitus varmistaa toisiaan siten, että jos ensisijainen reititin (master router) vikaantuu, niin varareititin (backup router) ottaa heti ensisijaisen reitittimen tehtävät hoitaakseen. Kun varareititin ottaa pääreitittimen tehtävät hoitaakseen, se ottaa käyttöönsä samalla pääreitittimen IP- (Internet Protocol) ja virtuaalisen MAC-osoitteen.



**Kuva 7. Tyypillinen VRRP-konfiguraatio.**

Kaario (2002, 104) esittelee kirjassaan kuvan 7 mukaisen tyypillisen tavan käyttää VRRP:tä. Kuvassa näkyy kaksi reitintä, joista R1 on ensisijainen reititin ja R2 on varareititin. Lisäksi kuvassa näkyy neljä laitetta, jotka kaikki käyttävät samaa aliverkkoa (Default Gateway). Ensisijainen reititin on valittu sen fyysisen osoitteen perusteella, joka on 10.1.0.1. Ensisijainen reititin R1 lähettää VRRP-sanomia reitittimelle R2 heti, kun VRRP on kytketty päälle, jotta reititin R2 saisi tietää sen olevan käytössä. Jos kuitenkin käy niin, että reititin R1 vikaantuu tai kaatuu, niin reititin R2 ottaa R1:n tehtävät ja alkaa käyttää reitittimen R1 osoitetta 10.1.0.1, vaikka sen oma fyysinen osoite onkin 10.1.0.2. Kun R2 osaa ottaa R1:n osoitteen käyttöönsä, niin muut verkossa olevat laitteet eivät huomaa reitittävän laitteen muuttumista. VRID (Virtual Router ID), joka mainitaan kuvassa 7, on virtuaalireitittimen tunnistus. Tässä esitelty VRRP:n käyttötapa on hyvin yksinkertainen, mutta sillä voidaan toteuttaa myös huomattavasti monimutkaisempia varmistuksia.

VRRP-ratkaisuja voidaan käyttää verkon vikasietoisuuden parantamisen lisäksi myös yhdyskäytäväratkaisuisissa, kahden lähiverkon yhdistämisessä, kuorman jakamisessa reitittimille sekä täydentämään palomuuriratkaisujen vikasietoisuutta.

Virtuaalisen IP:n lisäksi VRRP käyttää myös virtuaalista MAC-osoitetta, joka ei kuitenkaan ole sama kuin laitteen oikea MAC-osoite. Reitittimet lähettävät toisilleen sanomia oikeiden MAC-osoitteidensa avulla ja virtuaalireitittimen virtuaalinen MAC-osoite puolestaan näkyy verkon päätelaitteille. [4, 103-106.]

### 3.2 GLBP-protokolla

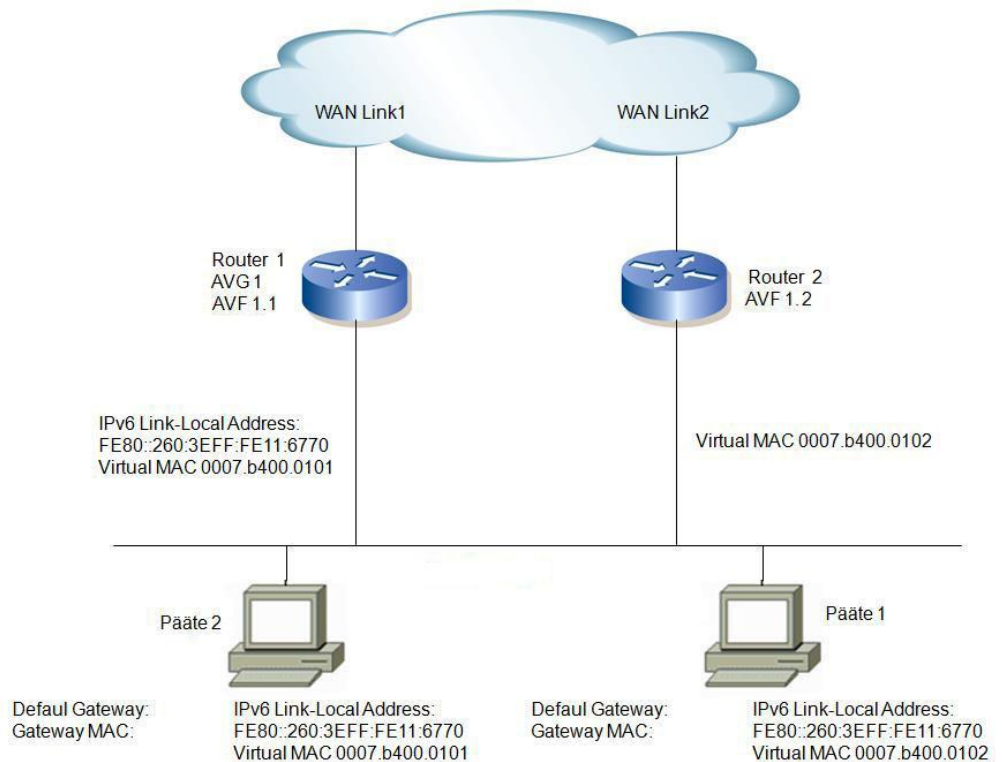
GLBP (Gateway Load Balancing Protocol) on Ciscon oma protokolla, joka suojelee tietoliikennettä vikaantuneelta reitittimeltä tai piiriltä samalla tavoin kuin HSRP ja VRRP. Myös GLBP:ssä käytetään reititinryhmiä, jotka keskenään jakavat kuorman pakettien siirrossa.

GLBP tarjoaa verkossa automaattisen reititinvarmistuksen yhdellä oletusyhdyskäytävällä IEEE 802.3 LAN:ssa. LAN:ssa useat reitittimet yhdistyvät tarjoamaan yksittäisen virtuaalisen reitittimen jakaakseen edelleen lähetettävää kuormaa. Yleensä osa reitittimistä on redundantteja reitittimiä ja yksi toimii aktiivisena reitittimenä. Kuten HSRP:ssä ja VRRP:ssäkin, redundantit reitittimet ottavat aktiivisen reitittimen tehtävät hoitaakseen, mikäli se vikaantuu. GLBP suorittaa samankaltaisia, mutta ei kuitenkaan identtisiä funktioita, käyttäjille kuin HSRP ja VRRP. HSRP- ja VRRP-protokollat sallivat useiden reitittimien osallistumisen virtuaalireititinryhmään, joka on konfiguroitu käyttämään virtuaalista IP-osoitetta. Yksi jäsen on valittu olemaan aktiivireititin, joka ohjaa lähettämään paketteja ryhmän virtuaaliselle IP-osoitteelle. Toiset reitittimet ryhmässä ovat redundantteja, kunnes aktiivinen reititin vikaantuu. Näillä reitittimillä on käyttämätöntä siirtokaistaa, jota protokolla ei käytä. Vaikka useat virtuaalireititinryhmät voidaan konfiguroida samaan joukkoon reitittimiä, niin isännän täytyy olla konfiguroitu erilliselle oletusyhdyskäytävälle, joka johtaa ylimääräiseen hallinnolliseen kuormaan.

GLBP tarjoaa nimensä mukaisesti kuorman tasapainotuksen useiden reitittimien yli käyttäen yksittäistä virtuaalista IP-osoitetta ja useaa virtuaalista Mac-osoitetta. Jokainen isäntä on konfiguroitu samalle virtuaaliselle IP-osoitteelle ja kaikki reitittimet virtuaalireititinryhmässä osallistuvat pakettien lähettämiseen. GLBP:n jäsenet kommunikoivat keskenään lähettäen Hello-viestejä joka kolmas sekunti ryhmälähetysviesteinä osoitteeseen 224.0.0.102, UDP (User Datagram Protocol) portti 3222.

GLBP –ryhmien jäsenet valitsevat yhden yhdyskäytävän olemaan aktiivinen virtuaaliyhdyskäytävä (AVG, Active Virtual Gateway) ryhmälleen. Osa ryhmän jäsenistä tarjoaa varmistuksen AVG:lle siinä tapauksessa, että se sattuisi olemaan saavuttamattomissa. AVG määrittää virtuaalisen MAC-osoitteen jokaiselle ryhmän jäsenelle. Jokainen yhdyskäytävä ottaa vastuun pakettien lähetyksestä virtuaaliselle MAC-osoitteelle, jonka AVG on määrittänyt. Nämä yhdyskäytävät ovat tunnettuja aktiivisina virtuaalihuolitsijoina

(AVF, Active Virtual Forwarder) niiden virtuaalisille MAC-osoitteille. AVG on vastuussa ARP:lle (Address Resolution Protocol) vastaamisesta virtuaali IP-osoitteiden pyynnöistä. Kuorman jakaminen on saavutettavissa sillä, että AVG vastaa ARP:n pyyntöihin erilaisilla virtuaali MAC-osoitteilla. Selkeästi sanottuna yksi reitittimistä vastaanottaa liikennettä omalla ARP:llään ja lähettää tarpeen mukaan paketteja muille reitittimille.



**Kuva 8. GLBP:n topologia.**

Kuvassa 8 Router 1 on aktiivinen virtuaaliyhdykskäytävä GLBP-ryhmälle, se on vastuussa virtuaalisesta IP-osoitteesta. Sama reititin toimii myös aktiivisena virtuaalihuolitsijana virtuaaliselle MAC-osoitteelle 0007.b400.0101. Reititin 2 kuuluu Router 1 kanssa samaan GLBP-ryhmään, se on suunniteltu käyttämään virtuaalista MAC-osoitetta 0007.b400.0102. Päätteet jakavat yhteisen virtuaalisen IP-osoitteen, mutta ne on kuitenkin suunniteltu käyttämään eri MAC-osoitteita sen vuoksi, että reitittimet jakavat lähetettävän kuorman. Pääte 1 on yhteydessä WAN:iin Router 1 kautta ja Pääte 2 Router 2 kautta. Vaikka Router 1 vikaantuisikin, niin Pääte 1 ei kuitenkaan menetä yhteyttään WAN:iin, koska Router 2 ottaa AVG:n roolin itselleen ja samalla huolehtii Router 1 tehtävistä. Tietoliikenne siis jatkuu edelleen huolimatta Router 1 vikaantumisesta.

GLBP-ryhmä sallii neljä virtuaalista MAC-osoitetta aina yhteen ryhmään, joiden määrittämisestä AVG on vastuussa. Osa ryhmän jäsenistä anoo virtuaali-MAC-osoitetta sen jälkeen, kun ne huomaavat AVG:n lähettämän Hello-viestin. Virtuaalihuolitsija, jolle on määritetty virtuaali-MAC-osoite AVG:n toimesta, tunnetaan ensisijaisena virtuaalihuolitsijana. Toiset GLBP-ryhmän jäsenet oppivat sen virtuaali-MAC-osoitteen Hello-viesteistä. Virtuaalihuolitsija, joka on oppinut virtuaali-MAC-osoitteen, osoitetaan toissijaiseksi virtuaalihuolitsijaksi.

GLBP käyttää redundanttia virtuaalista yhdyskäytävää samoin kuin HRSP. Yksi yhdyskäytävä on valittu AVG:ksi, toinen yhdyskäytävä on valittu virtuaaliseksi valmiustilayhdyskäytäväksi ja loput yhdyskäytävät on asetettu kuuntelutilaan. Jos AVG vikaantuu, virtuaalinen valmiustilayhdyskäytävä ottaa vastuulleen virtuaalisen IP-osoitteen ja uusi virtuaalinen valmiustilayhdyskäytävä valitaan näin ollen kuuntelutilassa olevista yhdyskäytävistä.

GLBP yhdyskäytävän prioriteetti määrittää roolin jokaiselle GLBP yhdyskäytävälle. Tämä roolijako osoittaa jokaiselle yhdyskäytävälle, mitä niiden tulee tehdä AVG:n vikaantuessa. Jokaiselle virtuaaliselle varayhdyskäytävälle voidaan konfiguroida oma prioriteetti komennolla `glbp priority`. Prioriteetin arvoksi voidaan valita jokin arvo väliltä 1-255.

## 4 KOHDEORGANISAATIO JA SEN TIETOLIIKENNEVERKKO

Tässä luvussa kuvataan kohdeorganisaatio ja sen rakenne. Ensin kuvaillaan yleisellä tasolla SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikka sekä sen tietoliikenneverkko ja tämän jälkeen perehdytään paremmin kuntiin ja siihen kuinka tietoliikenneverkko on toteutettu niissä.

### 4.1 Saarikka

Työn kohdeorganisaationa on SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikka, joka perustettiin vuoden 2009 alussa. Saarikka koostuu sosiaali- ja terveydenhuollosta ja se toimii Saarijärven kaupungin sekä neljän eri kunnan, Kannonkosken, Karstulan, Kivijärven ja Kyyjärven, alueella. Toimipisteitä on tällä hetkellä 43, joista 6 on terveysasemia ja loput palvelutaloja, palveluasuntoloita, perhetukikeskuksia, mielenterveystoimistoja ja niin edelleen. Tammikuussa vuonna 2009 Saarikassa oli 782 työntekijää, joista vakituisia oli 531 ja määräaikaisia 251.



Saarikka on osana Seutuverkkoa, jonka omistavat peruskunnat. Sen rakenne on rengastopologia, katso liite 1. Saarikan osuutta Seutuverkosta ovat Saarijärven, Pylkönmäen, Karstulan, Kyyjärven, Kivijärven ja Kannonkosken väliset osuudet sekä kuntien sisällä olevat terveydenhuollon ja sosiaalitoimen toimipisteet ja niiden väliset yhteydet. Kaikki Saarikassa olevat Seutuverkon kytkimet ovat gigabittisiä (1Gb).

Liitteessä 1 näkyvä KASE on Kaustisen seutu. Katkoviivalla kuvassa on merkitty varayhteyttä, joka otetaan käyttöön varsinaisen reitin vikaantuessa.

## 4.2 Kunnat

Kannonkoski on pieni maalaiskunta, joka perustettiin vuonna 1934. Se sijaitsee Keski-Suomen maakunnassa, Länsi-Suomen läänissä ja siellä on noin 1600 asukasta. Saarikan toimipisteitä Kannonkoskella on viisi (5), joita muun muassa ovat terveysasema, sosiaalitoimipiste, hammashoitola ja niin edelleen. Liitteestä 9 löytyvät kaikki kuntien toimipisteet lueteltuina. [6.]

Karstula on vuonna 1867 perustettu kunta Keski-Suomen maakunnassa, Länsi-Suomen läänissä ja siellä on noin 4600 asukasta. Karstulassa on seitsemän (7) Saarikan toimipistettä, muun muassa terveysasema, sosiaalitoimisto ja toimintakeskus. [7.]

Kivijärvi on Suomen kunta, joka sijaitsee Keski-Suomen maakunnassa, Länsi-Suomen läänissä. Asukkaita Kivijärvellä on noin 1400, mutta kesäisin väkiluku kasvaa noin kolminkertaiseksi lomalaisten ansiosta. Saarikan toimipisteitä Kivijärvellä on viisi (5), jotka ovat terveysasema, Nousupelto, Putkinotko, sosiaalitoimisto ja koulu. [8.]

Kyyjärvenkunta on perustettu 1929 ja se sijaitsee Keski-Suomen maakunnan luoteisosassa, Länsi-Suomen läänissä. Asukkaita Kyyjärvellä on noin 1500. Saarikan toimipisteitä siellä on viisi (5), joita ovat muun muassa terveysasema, Päivärinne ja Touhula. [9.]

Saarijärvi on Suomen kaupunki, joka sijaitsee Keski-Suomen maakunnassa, Länsi-Suomen läänissä. Saarijärvellä on noin 10700 asukasta. Saarikan toimipisteistä suurin osa sijaitsee Saarijärvellä sekä vuoden 2009 alussa kuntaliitoksen myötä Saarijärveen yhdistyneellä Pylkönmäellä. Saarijärvellä Saarikan toimipisteitä on kaksikymmentäneljä, joista kolme sijaitsee Pyl-

könmäellä. Toimipisteet ovat hajautuneet melko laajalle maantieteelliselle alueelle. Toimipisteitä ovat muun muassa terveysasema, sosiaalitoimen tilat, Serviisi ja niin edelleen, katso liite 9. [10.]

Pylkönmäki on entinen kunta, joka perustettiin 1914, mutta vuonna 2009 se yhdistyi kuntaliitoksen myötä Saarijärven kaupunkiin. Pylkönmäellä Saarikan toimipisteitä on kolme, jotka ovat terveysasema, iltarusko sekä sosiaalitoimipiste. [11.]

Kaikki Saarikan toimipisteet on lueteltu kunnittain liitteessä 9.

### **4.3 Kuntien tietoliikenneverkko**

Tässä luvussa käydään läpi Perusturvaliikelaitos Saarikan tietoliikenneverkko kunnittain liitteissä olevien verkkokuvien avulla.

Alkuperäisessä työssä sivuilla 21–27 sijaitsevien lukujen sisältö on poistettu julkaistavasta versiosta tietoturvasyistä. Luvut löytyvät SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikan arkistosta.

#### *4.3.1 Kannonkoski*

#### *4.3.2 Karstula*



#### 4.3.3 *Kivijärvi*

#### 4.3.4 *Kyyjärvi*

#### 4.3.5 Saarijärvi

*Runkoverkkokytkin PPO:n laitetilassa*

*Teletilassa sijaitseva runkoverkkokytin*

## 5 JOHTOPÄÄTELMÄ





**VIITELUETTELO**

- [1] Granlund, Tietoliikenne, Docendo Finland, Porvoo, 2003.
- [2] Microsoft, Verkkotekniikka+, Edita, Jyväskylä, 2000.
- [3] Cisco, Using HSRP for Fault-Tolerant IP Routing [verkkodokumentti]. Cisco Internetworking Case Studies [viitattu 27.4.2010]. Saatavissa: <http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/case/studies/cs009.html>.
- [4] Kaario, TCP/IP-verkot, Docendo Finland, Porvoo, 2002.
- [5] Cisco, GLBP – Gateway Load Balancing Protocol [verkkodokumentti]. Cisco IOS Software Releases 12.2 T [viitattu 28.4.2010]. Saatavissa: [http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12\\_2t/12\\_2t15/feature/guide/ft\\_glbp.html#wp1027129](http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2t/12_2t15/feature/guide/ft_glbp.html#wp1027129).
- [6] Wikipedia, Kannonkoski [verkkodokumentti]. Kannonkoski [viitattu 20.3.2010]. Saatavilla: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Kannonkoski>.
- [7] Wikipedia, Karstula [verkkodokumentti]. Karstula [viitattu 20.3.2010]. Saatavilla: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Karstula>.
- [8] Wikipedia, Kivijärvi [verkkodokumentti]. Kivijärvi [viitattu 20.3.2010]. Saatavilla: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Kivij%C3%A4rvi>.
- [9] Wikipedia, Kyyjärvi [verkkodokumentti]. Kyyjärvi [viitattu 20.3.2010]. Saatavilla: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Kyyj%C3%A4rvi>.
- [10] Wikipedia, Saarijärvi [verkkodokumentti]. Saarijärvi [viitattu 20.3.2010]. Saatavilla: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Saarij%C3%A4rvi>.
- [11] Wikipedia, Pylkönmäki [verkkodokumentti]. Pylkönmäki [viitattu 20.3.2010]. Saatavilla: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Pylk%C3%B6nm%C3%A4ki>.

Tämä liite löytyy SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikan arkistosta.

Tämä liite löytyy SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikan arkistosta.

Tämä liite löytyy SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikan arkistosta.

Tämä liite löytyy SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikan arkistosta.

Tämä liite löytyy SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikan arkistosta.

Tämä liite löytyy SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikan arkistosta.

Tämä liite löytyy SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikan arkistosta.



Tämä liite löytyy SoTe Kuntayhtymä/Perusturvaliikelaitos Saarikan arkistosta.

**Karstula**

- Ala-aste
- Eläinlääkäri
- Kotihoito
- Lukio
- Sosiaalitoimisto
- Terveysasema
- Toimintakeskus

**Kivijärvi**

- Koulu
- Nousupelto
- Putkinotko
- Sosiaalitoimisto
- Terveysasema

**Kyyjärvi**

- Kiviranta
- Päivärinne
- Sosiaalitoimisto
- Terveysasema
- Touhula

**Pylkönmäki**

- Iltarusko
- Sosiaalitoimipiste
- Terveysasema

**Saarijärvi**

- Einarintien asuntola
- Fysioterapia
- Kalmarin koulu
- Kolkanlahden koulu
- Kolkanrinne
- Lanneveden koulu
- Lukio
- Mielenterveystoimisto
- Mielenterveystoimiston asuntola
- Mäensyrjä
- Nuorisotalo
- Peltoaho
- Perhetukikeskus
- POKE Tarvaala
- Puolukka
- Serviisi
- Sosiaalitoimisto (kaupungintalo)
- Tarvaalan koulu
- Terveysasema
- Toimintakeskus
- Valola