

LIITYNTÄLAITTEEN KÄYTTÖ SOTILASLÄÄNIN
JOHTAMISTOIMINNASSA

LAHDEN AMMATTIKORKEA-
KOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2006
Teemu Nykänen

Lahden ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma

NYKÄNEN, TEEMU: Liityntälaitteen käyttö sotilasläänin johtamistoiminnassa

Tietoliikenneverkkojen opinnäytetyö, 64 sivua, 8 liitesivua

Kevät 2006

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö käsittelee liityntälaitteen käyttöä alueellisen esikunnan johtamisyhteyksien rakentamisessa. Tavoitteen on luoda yksi malli liityntälaitteen käytölle ja verkon suunnittelulle.

Siirtotekniikka jaetaan kahteen pääryhmään: langallisiin ja langattomiin tekniikoihin. Langallisista tekniikoista voimakkaimmin yleistymässä ovat erilaiset valokuitutekniikat. Langattomat yhteydet ovat yleisiä lähiverkoissa. Kuituyhteyksiä hyödyntävät siirtotekniikat, kuten SDH ja WDM eli aallonpituuskanavointi, ovat nykyisin yleisesti käytettäviä tekniikoita, jotka ovat joustavia rakenteeltaan ja joilla saavutetaan suuria siirtonopeuksia (useita Gbit/s).

Kupariverkoissa käytetään erilaisia xDSL-tekniikoita, joilla saadaan laajakaistaisia datayhteyksiä, useiden kilometrien yhteysväleillä. Datansiirrossa ja enenevässä määrin puheenkin siirrossa käytetään TCP/IP-tekniikoita. Tällöin liikennöinti tapahtuu pakettimuotoisena ja paketit ohjataan haluttuun paikkaan ns. IP-osoitteiden avulla. Suojautuminen ydinräjähdyksessä syntyvältä elektromagneettiselta pulssilta (EMP) on otettava huomioon järjestelmien suojauksessa, muiden uhkien lisäksi.

Liityntälaitte on erilaisia tietoliikenneverkkoja yhdistävä laite, joka tarjoaa käyttäjälle nykyaikaiset liitännät ja datan reititysominaisuudet eri verkkoihin, sekä lisäksi puhe- ja sähköpostipalvelut. Laitteen perusideana on liittää käyttäjät puolustusvoimien viestintäverkkoon. Yhteyksien suunnittelussa tärkeimpänä on käyttäjien tarve, jonka perusteella suunnitellaan mahdollisimman kattava, toimiva ja turvallinen verkko. Opinnäytetyön tutkimusosa koostuu liityntälaitteen erilaisista käyttömahdollisuuksista ja liityntälaitteverkon suunnittelun ja rakentamisen vaatimuksista.

Liityntälaitte soveltuu sotilasläänin johtamisyhteyksien rakentamiseen poikkeusoloissa ja rauhanajan yhteyksiin varuskunnissa. Liityntälaitteverkon suunnittelu vaatii monipuolista tietämystä ja kokemusta tietoliikenneverkkojen suunnittelusta ja rakentamisesta. Ongelman aiheuttaa tällä hetkellä yhteisten käyttöohjeiden puute puolustusvoimissa.

Asiasanat: liityntälaitte, tietoliikenne, datan siirto

Lahti University of Applied Sciences
Faculty of Technology

NYKÄNEN, TEEMU: The use of an Access Node in Military Networks

Bachelor's Thesis in Telecommunications Technology, 64 pages, 8 appendices

Spring 2006
ABSTRACT

This study deals with the planning of communication networks, using an access node in exceptional circumstances in a military province and using the access node in garrison networks during peace. The aim is to create one model for using the access node.

The aim of the theory part is to clarify the essential concepts of the access node and of the building of communication networks. Data transmission is carried out in two ways, in cables or as wireless communication. Optical transmission is becoming the most general technique. Wireless data transfer is a common technique in local area networks. SDH and WDM using optical transmission are common techniques nowadays, giving a flexible structure and huge data rates (Gbit/s).

XDSL techniques are used in copper wires, they allow wideband connections in several kilometres' distance. We use more and more TCP/IP techniques both in data and speech transferring. TCP/IP protocols pack the information and IP addresses lead the packets to the right place. A possible nuclear explosion would cause an electromagnetic pulse and this needs to be considered in the protection of the systems among other threats.

An access node combines different kinds of communication networks. It offers modern interfaces and data transfer routing to other networks, also voice and e-mail services. The main idea of an access node is to connect the subscribers to the communication networks of the defence forces. In the planning of the connections the main object is to fulfil the user's needs. The planned network should be as comprehensive, usable and safe as possible. The empirical part of the study consists of different kinds of possibilities to use an access node and of the demands of planning and building an access node network.

The access node is suitable for building connections for leading purposes in a military province area and for peacetime connections in garrisons. The planning of the access node network demands versatile knowledge and experience of planning and building communication networks. The main problem is the lack of common instructions in the defence forces.

Key words: access node, telecommunication, data transfer

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
1.1 Yleistä	1
1.2 Työn kuvaus ja tavoite	2
2 SIIRTOTEKNIikka	3
2.1 Yleistä	3
2.2 Kaapelityypit	3
2.3 Optiset kuidut	4
2.4 Linkit	5
2.5 Pulssikoodimodulaatio eli PCM (Pulse Code Modulation)	6
2.6 SDH (Synchronous Digital Hierarchy)	7
2.7 Aallonpituuskanavointi WDM (Wavelength Division Multiplexing)	8
2.8 XDSL (x Digital Subscriber Line)	9
3 LÄHIVERKOT JA REITITYS	11
3.1 Lähiverkot	11
3.2 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) ja osi-malli	12
3.3 Reititys	15
4 PUHEENVÄLITYSTEKNIikka	18
4.1 Puhelinverkon rakenne	18
4.2 Puheyhteyden muodostus	19
4.3 VOIP (Voice Over Internet Protocol)	20
4.4 ISDN (Integrated Services Digital Network)	21
5 EMP-SUOJAUS JA SEN AIHEUTTAMAT VAATIMUKSET	22
5.1 Sähkömagneettiset häiriöt	22
5.2 Sähkömagneettinen pulssi eli EMP (Electromagnetic Pulse)	22
6 ALUE- JA LÄHIVERKON RAKENTAMINEN	25
6.1 Perusteet	25
6.2 Kaapelointi	26
7. LIITYNTÄLAITE	28
7.1 Yleistä	28
7.2 Liityntälaitteen perusrakenne	28
7.3 Liityntälaitteen liitynnät	30
7.4 Liityntälaitteen tarjoamat palvelut	34
7.5 Liityntälaitteen käyttöperiaate	35
7.6 Liityntälaitteen suorituskyky	36
8 YHTEYSTARPEITA	37
8.1 Yhteydet rauhanaikana	37
8.2 Tarjottavat palvelut	38
8.3 Rauhanajan yhteystarpeet tulevaisuudessa	39
8.4 Sotilasläänin sodanajan kokoonpano	39
8.5 Sodanajan yhteystarpeet sotilasläänin johtamistoiminnassa	40
9 SOTILASLÄÄNIN LIITYNTÄLAITEVERKKO	42
9.1 Yleistä	42
9.2 Liityntälaite EMP-suojatussa tilassa	43
9.3 Yhteystavat liityntälaitteeseen	44
9.4 Puheenvälityspalvelut	45
9.5 Sähköpostipalvelut	45
9.6 Muut tarjottavat palvelut	46
10 LIITYNTÄLAITEVERKON SUUNNITTELU	48
10.1 Perusteita	48

10.2 Sotilasläänin viestiverkon rakenne	48
10.3 Liityntälaitteverkon suunnittelu	49
10.4 Rakennus- ja ylläpitovastuu.....	51
10.5 Verkon hallinta ja tietoturva	52
10.6 Verkon fyysinen suojaus.....	54
10.7 Liityntälaitteverkon muutokset	55
11 LIITYNTÄLAITTEEN KÄYTTÖ RAUHANAJAN VERKOISSA	56
12 YHTEENVETO.....	58
LÄHTEET	63
LIITEET.....	65

LYHENNELUETTELO

ATM (Asynchronous Transfer Mode)

Soluvälitteinen datasiirto

ADSL (Asymmetric DSL)

Asymmetrinen DSL-tekniikka, eli siirtonopeus on käyttäjän suuntaan suurempi.

BGP (Border Gateway Protocol)

Ulkoinen reititysprotokolla (EGP).

CAP (Carrierless Amplitude Phase)

XDSL-tekniikoissa käytettävä modulointimenetelmä.

COTS (Commercial off-the-shelf)

“Hyllytavarana” eli kaupallisesti saatavilla oleva tuote.

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect)

Kilpavarausmenettely, käytössä ethernet-tekniikassa.

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

IP-osoitteiden jakoon verkossa käytettävä verkkoprotokolla.

DMT (Discrete Multi-Tone Modulation)

XDSL-tekniikoissa käytetty modulointimenetelmä.

DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing)

Aallonpituuskanavointi, useampi kuin neljä (4) kanavainen (64 Gbit/s) WDM-järjestelmä.

EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)

Kehittyneempi versio IGRP:stä. Etäisyysvektoriyyppinen reititysprotokolla.

EGP (Exterior Gateway Protocols)

Ulkoiset reititysprotokollat.

EMP (Electromagnetic Pulse)

Elektromagneettinen pulssi. Ydinräjähdysten seurauksena syntyvä nopea ja voimakas sähkömagneettinen purkaus.

Eurocom

Eurooppalainen standardi signaloinnille sotilastietoliikenteessä.

Eurocom A

Liitäntä TDM-signaloinnille.

Euro-ISDN

30B+D, ISDN-järjestelmäliittymä

G.703

ITU-T:n suositus fyysisistä / sähköisistä ominaisuuksista digitaalisissa hierarkisissa liittymäissä, 2 Mbit/s nopeudella, kehystämätön.

G.704

Kehystetty 2 Mbit/s digitaalinen liittymä.

GPRS (General Packet Radio Service)

Pakettimuotoinen tiedonsiirtotapa langattomilla yhteyksillä.

GSM (Global System for Mobile communications)

Yleisin käytössä oleva matkapuhelin tekniikka.

HDSL (High-Speed Digital Subscriber Line)

Kahta kupariparia käyttävä DSL-tekniikka jonka nopeus on kiinteä molempiin suuntiin.

H.323

VOIP puhelunohjausprotokolla.

HF (High Frequency)

Taajuusalue välillä 3 – 30 MHz.

IDPC (Internet Protocol Device Control)

VOIP puhelunohjausprotokolla, ohjaa liikennettä yhdyskäytävillä.

IGP (Interior Gateway Protocol)

Verkon sisäinen reititysprotokolla.

IGRP (Interior Gateway Routing Protocol)

Etäisyysvektori-tyyppinen verkon sisäinen reititysprotokolla.

IP (Internet Protocol)

Verkkotason protokolla, joka jakaa ja lajittelee tietosähkeet.

ISDN (Integrated Services Digital Network)

Digitaalinen monipalveluverkko puheen ja datan siirtoon.

IS-IS (Intermediate system)

Verkon yhteystilietoja levittävä sisäinen reititysprotokolla.

KYTKIN (Switch)

Lähiverkon aktiivilaite, joka ohjaa liikennettä verkon laitteiden ja muiden lähiverkkojen välillä.

LAN (Local Area Network)

Lähiverkko, yhden organisaation, rajoitetulla alueella toimiva pakettikytkentäinen datansiirtoverkko

Linux

Vapaasti käytössä oleva unix-tyyppinen käyttöjärjestelmä.

MAC-osoite (Media Access Control)

Laitekohtainen osoite joka yksilöi laitteen (ethernet) verkossa.

MGCP (Media Gateway Control Protocol)

VOIP puhelunohjausprotokolla, ohjaa liikennettä yhdyskäytävillä.

MUX (Multiplexer)

Kanavointilaite yhdistää alaliittymiä samalle siirtotielle siirrettäväksi ja purkaa siirtotieltä tulevan lähetteen alaliittymiksi.

OSPF (Open Shortest Path First)

IGP reititysprotokolla, jota käyttävät reitittimet vaihtavat tietoja vain kun verkossa tapahtuu muutoksia

PCM (Pulse Code Modulation)

Pulssikoodimodulaatio, 1/125 sekunnin välein tapahtuvaan näytteenottoon perustuva koodaus, jossa analoginen signaali muutetaan digitaaliseksi. Järjestelmän perusnopeus on $80001/s * 8 \text{ bittiä} = 64\ 000 \text{ bit/s}$.

PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

Plesiokroninen ”melkein synkroninen” digitaalinen hierarkia. PCM-modulaatioon perustuva siirtotapa.

Plesiokroninen

Kahden signaalin nimellisa nopeudet ovat samat, mutta todellinen nopeus eroaa tietyn toleranssin puitteissa.

RADSL (Rate-Adaptive DSL)

Asymmetrinen DSL-tekniikka, jossa siirtonopeus on suurempi käyttäjän suuntaan. Vastaanoton nopeus 6,1 Mbit/s ja lähetysnopeus 1,5 Mbit/s.

REITITIN (Router)

Suodattaa liikennettä eri verkkojen välillä osoitteiden perusteella. Reitittimet toimivat itsenäisesti vaihtaen niihin liitettyjen verkkojen tietoja keskenään.

RIP (Routing Information Protocol)

Etäisyysvektorin avulla reitittävä sisäinen reititysprotokolla.

RS232

Sarjaliitäntä, jossa käytetään joko 9 tai 25 pinnistä liitintä.

SDH (Synchronous Digital Hierarchy)

Synkroninen digitaalinen hierarkia. PCM-modulaatioon perustuva siirtotapa, jossa 2 Mbit/s kanavapaketteja, voidaan kanavoida suoraan ylemmiltä siirtotasoilta.

SGCP (Simple Gateway Control Protocol)

VOIP puhelunohjausprotokolla, ohjaa liikennettä yhdyskäytävillä.

SHDSL (Single-pair High-Speed DSL)

Yhtä kupariparia käyttävä DSL-tekniikka jonka nopeus on kiinteä molempiin suuntiin.

SILTA (Bridge)

Lähiverkon aktiivilaite, joka liittää kaksi verkkoa toisiinsa. Silta ei tee protokol-
lamuutoksia.

SIP (Session Initiation Protocol)

VOIP puhelunohjausprotokolla.

STM (Synchronous Transport Module)

SDH-järjestelmän siirtokehys

TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol)

TCP (Transmission Control Protocol)

Yhteydellinen kuljetusprotokolla, varmentaa lähetettyjen pakettien perillepääsyn.

TDM (Time Division Multiplexing)

Aikajakoinen kanavointi, jossa koodatut näytteet signaalista lähetetään ajallisesti peräkkäin.

TETRA (Terrestrial Trunked Radio)

Ryhmäpuhelut mahdollistava digitaalinen matkapuhelintekniikka jota käytetään mm. Suomen Virve-verkossa. Käyttää taajuusaluetta 380-400 ja 410-430 MHz.

UDP (User Datagram Protocol)

Yhteydetön kuljetusprotokolla, ei varmenna lähetettyjen pakettien perillepääsyä.

WDM (Wavelength Division Multiplexing)

Aallonpituuskanavointi, jossa yhdelle kuituyhteydelle kanavoidaan useita aallonpituuksia.

VDSL (Very High bit rate DSL)

Nopea DSL-tekniikka jonka siirtonopeus vastaanottosuuntaan on jopa 52 Mbit/s.

VHF (Very High Frequency)

Taajuusalue välillä 30 – 300MHz.

VOIP (Voice Over Ip)

Tekniikka jonka avulla siirretään puhetta ja kuvaa IP-verkossa.

VPN (Virtual Private Network)

Virtuaalinen verkko, jossa sisäverkko viedään julkisen verkon yli, tunnelemalla liikenne salaavan protokollan sisään.

xDSL (x Digital Subscriber Line)

Kuparikaapeleita hyödyntävä digitaalinen siirtotapa.

1 JOHDANTO

1.1 Yleistä

Puolustusvoimat operaattorina rakentaa ja ylläpitää omaa viestiverkkoaan. Tämä verkko kattaa kaikki Puolustusvoimien toimipaikat. Verkkoa kehitetään koko ajan ja siinä tapahtuu muutoksia, myös toimipaikkojen perustamisten, lakkauttamisten ja siirtojen vuoksi. Lisäksi verkko kehittyy erilaisten palveluiden myötä, mikä asettaa uusia vaatimuksia verkolle.

Tämän työn tavoitteena on esittää yhden mallin liityntälaitteen käytölle sotilasläänin poikkeusolojen ja rauhanajan viestintäverkkojen rakentamisessa. Työ sisältää esimerkkejä liityntälaitteilla tarjottavista palveluista käyttöperiaatteineen sekä suunnittelun ja rakentamisen perusteet.

Sotilasläänin viestintäverkko rakentuu yleisen televerkon varaan. Yhteyksien laajentamiselle on tarvetta poikkeusoloissa. Ennen liityntälaitetta sotilasläänin käytössä ei ole ollut teknistä laitetta, jolla nopeita data ja puheyhteyksiä olisi voitu rakentaa.

Lisäksi lyhyesti käsitellään liityntälaitteen käyttöä rauhanajan yhteystarpeiden toteuttamisessa. Tarpeen rauhanajan verkon uudistamiselle aiheuttaa henkilöstön ja käytettävien tilojen lukumäärän pienentyminen ja verkon ylläpitohenkilöstön siirto pois joukko-osastosta. Koska nykyinen verkko on toteutettu erillisilaittein, jotka vaativat kukin omanlaista osaamista, pyritään tässä työssä tutkimaan mahdollisuutta korvata erillisilaitteet liityntälaitteella. Liityntälaitte on erilaisten viestiverkkojen yhdistämiseen tarkoitettu laite, jolla varmennetaan ja laajennetaan kiinteää televerkkoa.

1.2 Työn kuvaus ja tavoite

Tässä työssä keskitytään liityntälaitteen käyttöön sotilasläänin johtamistoiminnassa. Työ sisältää liityntälaitteen teknisten ominaisuuksien esittelyn, sotilasläänin tietoliikenneverkon rakentamisperusteet, ohjeistuksen liityntälaitteverkon suunnittelun perustaksi ja katsauksen mahdolliseen rauhanajan käyttöön. Työssä verrataan erillislaittein rakennettavaa verkkoa (nykyinen malli) ja liityntälaittein rakennettavaa verkkoa, teknistä rakennetta, ylläpitoa ja kustannuksia. Työssä tutkitaan liityntälaitteen käyttöä, käyttökelpoisuutta ja taloudellisuutta toteutettaessa sodan ajan joukkojen yhteyksiä ja rauhanajan tietoliikenneyhteyksiä.

Työn tavoitteena on selvittää liityntälaitteen käyttömahdollisuuksia alueellisen johtoportaan poikkeusolojen viestintäverkkojen rakentamisessa. Työ rajoittuu yhden sotilasläänin erillisen liityntälaitteverkon rakentamiseen, eikä työssä käsitellä useiden liityntälaitteverkkojen liittämistä toisiinsa. Ongelmana liityntälaitteen käytölle on yhtenäisten käyttöohjeiden puute. Tässä työssä kootaan monien harjoitusten kokemuksista ja erilaisista lähteistä saatuja tietoja yhdeksi esimerkiksi liityntälaitteen käytölle. Työssä mainittavat sotilasläänin toimintatapamallit, havainnot ja tekniset testit ovat pääosin Uudenmaan Sotilasläänin Esikunnan järjestämien sotaharjoitusten tuotosta.

2 SIIRTOTEKNIikka

2.1 Yleistä

Runkoyhteydet rakennetaan tänä päivänä pääsääntöisesti käyttäen hyväksi kuituyhteyksiin perustuvaa kiinteää viestiverkkoa. Lyhyemmillä matkoilla voidaan käyttää kuparikaapeliyhteyksiä erilaisilla modeemiratkaisuilla. Lähiverkon yhteydet rakennetaan yleisimmin ethernet-protokollaa käyttäen kuparikaapeleilla. Tulevaisuudessa erilaiset langattomat ratkaisut tullevat yleisesti käyttöön, myös puolustusvoimissa. Siirtotekniikka voidaan jaotella kahteen pääryhmään: langallisiin ja langattomiin siirtotekniikoihin. Kullakin siirtotavalla/-tiellä on sille tyypilliset ominaisuudet, jotka määräävät yhteyden kapasiteetin eli maksimaalisen datansiirtokyvyn. Nämä ominaisuudet sekä mm. rakennettavuus, turvallisuus ja kustannukset yhdessä vaikuttavat käytettävän yhteystavan valintaan. (Uotila 1997, 55.)

2.2 Kaapelityypit

Langallisissa siirtotekniikoissa tieto siirretään johtimissa. Siirtojohtotyyppinä ovat avojohto, symmetriset kaapelit, koaksiaalikaapelit ja optiset kaapelit. Lähetteen siirron kannalta tärkeä asia on yhteysvälin impedanssisovitukset. Epäsovitukset aiheuttavat vaimennusta kaapeliyhteyksillä. (Hämeen-Anttila, Hölttä & Niinioja, 1993, 54 - 55.)

Avojohto on eristämätön, eristimille asennettu siirtojohto. Symmetriset kaapelit ovat parirakenteisia eristettyjä johtoja. Ne ovat yleisesti käytössä, ja ne soveltuvat äänitaajuiseen lähetykseen, mutta myös datan siirtoon. Näin voidaan tilaajakaapeleissa siirtää esimerkiksi ISDN (Integrated Services Digital Network) tai xDSL-yhteyksiä. Koaksiaalikaapeli muodostuu keskijohtimesta ja sen ympärillä olevasta putkimaisesta ulkojohtimesta. Koaksiaalikaapeli ei ole herkkä häiriöille. Koaksiaalikaapeleita on käytetty paljon kaukopuhelinverkon rakentamiseen. Nykyisin valokaapelit ovat syrjäyttäneet suurelta osin koaksiaalikaapelit pitkillä yhteysväleillä. Koaksiaalikaapelit ovat käytössä kaapelitelevisioverkossa, antennien syöttö-

johtoina ja mittalaitteiden syöttöjohtoina. Atk-lähiverkkoja rakennettiin koaksiaalikaapelilla, ennen yleiskaapeloinnin yleistymistä. (Hämeen-Anttila ym. 1993, 54 - 55.)

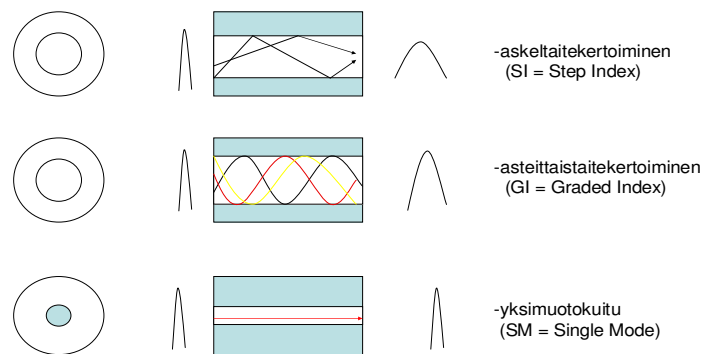
2.3 Optiset kuidut

Optiset kuidut ovat tänä päivänä yleisesti käytössä tiedonsiirtotekniikassa. Kuituyhteys on tunteeton sähköisille häiriöille ja se mahdollistaa laajakaistaisen siirron. Kuidussa on pieni vaimennus, ja näin sillä saavutetaan pitkiä yhteysvälejä (useita kymmeniä kilometrejä) ilman toistimia. Lisäksi kuitua voidaan käyttää ympäristöissä, joissa kuparin käyttö on mahdotonta, esimerkiksi tiloissa joihin ei saa tuoda sähköä johtavia kaapeleita (EMP-suojatut ja räjähdysherkät tilat). Näiden syiden takia kuituyhteys on hyvä vaihtoehto tiedonsiirtoon. (Volotinen 1999, 62 - 63.)

Optisessa siirrossa lähete koodataan johtokoodilla ja lähetetään valoa säteilevällä diodilla tai laserilla kuituun. Valo etenee kokonaisuheijastukseen perustuen. Kuitu on kvartsilasia, johon on lisätty seosaineita taitekertoimen muuttamiseksi. Vastaanottopäässä valopulssit ilmaistaan virtapulsseiksi. Kuitujen kolme perustyyppiä on esitetty kuviossa 1.

- askeltaitekertoiminen (SI = Step Index)
- asteittaistaitekertoiminen (GI = Graded Index)
- yksimuotokuitu (SM = Single Mode)

(Volotinen 1999, 62 - 63.)



KUVIO 1. Eri kuitutyypit (Valokaapelit tele- ja tietoverkoissa 2001, 19)

Yksimuotokuidussa on kuidun ydinaluetta kavennettu niin pieneksi, ettei siinä pääse etenemään kuin yksi säde. Yksimuotokuidun vaimennus on noin 0,3 dB/km, kun monimuotokuidussa se voi olla 1 - 3 dB/km. Yksimuotokuidussa pystytään siirtämään hyvin suuria datanopeuksia. Esimerkiksi nykyaikaisella WDM-järjestelmällä (Wavelength Division Multiplexing) saavutetaan useiden gigabittien nopeus. (Volotinen 1999, 62 - 63.)

2.4 Linkit

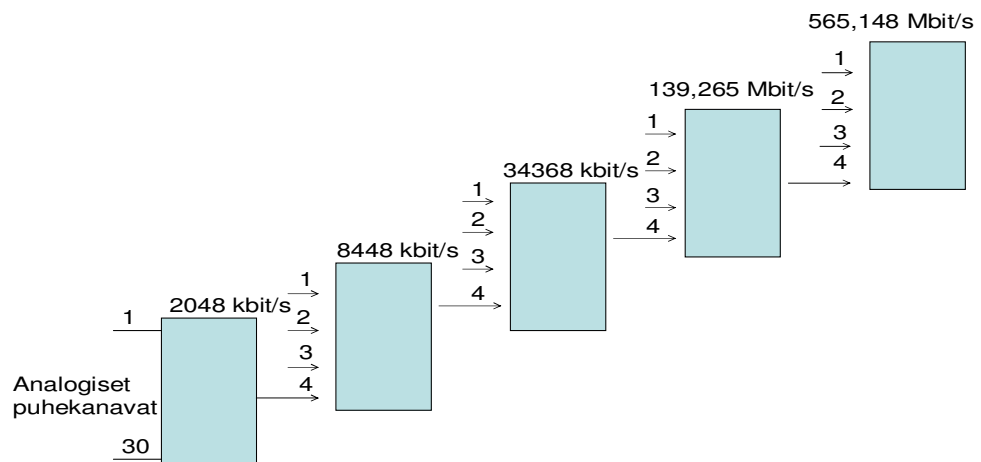
Linkkien käyttöä runkoverkoissa vähennetään, kuitutekniikan etujen vuoksi. Linkejä käytetään etäpisteiden liittämiseen, joihin ei ole rakennettu tai ei kannata rakentaa valokaapeliyhteyttä. Yhteyden rakentaminen on nopeaa, ja linkeillä saadaan yhteyksiä vaikeisiin maastonkohtiin (esim. vesistöt) suhteellisen helposti. Rajoituksena on linkkiyhteyksien pienempi kapasiteetti, häiriöherkkyys ja laitteistojen suuri määrä pitkillä yhteyksillä (toistinasemat). (Volotinen 1999, 56.)

Linkkien kapasiteetti on yleensä 2 Mbit/s–34 Mbit/s. Linkeissä käytetään nykyään mikroaaltoalueen taajuuksia >10 GHz. Tästä on seurauksena se, että mitä suurempi taajuus on kyseessä, sitä lyhyempi on jännepituus. Pitkiä yhteysvälejä, joissa vaaditaan suurta kapasiteettia, ei ole edullista rakentaa linkeillä. Linkit ovat liik-

kuvien joukkojen yhteyksien rakentamisessa erinomainen apu. Joukot saadaan nopeasti liitettyä osaksi viestintäverkkoa. (Volotinen 1999, 56 - 57.)

2.5 Pulssikoodimodulaatio eli PCM (Pulse Code Modulation)

Koko nykyaikaisen tietoliikennetekniikan toiminta perustuu pulssikoodimodulaatioon eli PCM-tekniikkaan. Sen avulla analoginen informaatio voidaan muuttaa digitaaliseen muotoon. Digitaaliset signaalit siirretään siirtotiellä vastapäähän, missä ne puretaan taas analogisiksi. PCM-tekniikka perustuu näytteenottoon (sampling). Näytteitä on otettava riittävän usein, jotta sisältöä ei menetetä. Näytteitä otetaan kanavalta 8000 / s ($1/s = f$ [Hz]) eli 125 μ s:n välein. Koska yhden sekunnin aikana otetaan 8000 näytettä ja jokainen koodataan 8-bittiseksi sanoiksi, on yhtä kanavaa vastaava siirtonopeus 64 000 bit/s (64 kbit/s). PCM-siirtotekniikassa perustana on siirtää 30 puhekanavaa ja 2 erityiskanavaa. Tällöin PCM-järjestelmän kanavanopeus 64 kbit/s ja siirtonopeus on 2,048 Mbit/s ($32 * 64$ kbit/s). Nämä kaksi ovat yleisiä ja tärkeitä digitaalisen tietoliikennetekniikan perusnopeuksia. PDH-järjestelmissä (Plesiochronous Digital Hierarchy) 2 Mbit/s paketit kanavoidaan edelleen isompiin kokonaisuuksiin, siirtonopeuden kasvattamiseksi, 2,048 Mbit/s yhteyksiä pakataan neljä kappaletta yhdeksi 8,448 Mbit/s paketiksi. Kanavointia suoritetaan nelikertoina edelleen. PDH-järjestelmän kanavoinnin periaate on esitetty kuviossa 2. (Volotinen 1999, 66, 88.)



KUVIO 2. PDH-kanavointi, lohkokaaaviot (Volotinen 1999, 81)

2.6 SDH (Synchronous Digital Hierarchy)

SDH on peruseriaatteena nykyaikaisissa siirtojärjestelmissä. Nämä järjestelmät sopivat erinomaisesti optiseen siirtotekniikkaan ja mahdollistavat alempien tasojen kanavien liittämisen ja haaroittamisen suoraan ylimmiltä tasoilta käsin. Perinteinen PDH-tekniikka on rakenteeltaan jäykkä. Se soveltuu hyvin päästä päähän yhteyksiin, mutta jos halutaan matkalla purkaa osa järjestelmästä tai lisätä sitä, on tämä toimenpide hankala. Esimerkiksi haluttaessa käyttöön yksi 2 Mbit/s alijärjestelmä 34 Mbit/s järjestelmästä on koko kanavointi purettava 8 Mbit/s tasojen kautta 2 Mbit/s tasolle. Ja kaikki loput on jälleen kanavoitava porras portaalta päätasolle. Tällainen toimenpide vaatii omat laitteensa purkuun ja uudelleenkanavointiin, mikä lisää työmäärää, kustannuksia ja huoltotarvetta. (Halme 1992, 230 - 234; Volotinen 1999, 82 - 83.)

SDH:n kehysrakenteen hyötyinformaatio vastaa 2349 kpl 64 kbit/s kanavaa, kokonaissiirtokapasiteetin ollessa 2430 kpl. Siirtokehyksen hyötykuorman rakenne on suunniteltu sellaiseksi, että siihen voidaan kanavoida suoraan erilaiset PDH-signaalit (2 Mbit/s, 34 Mbit/s ja 140 Mbit/s) ja vastaavat yhdysvaltalaiset signaalit. Tätä PDH-signaalien kanavoimista STM-1-kehukseen (Synchronous Transport Module) kutsutaan mapitukseksi. Jokaisella mapitetulla signaalilla on siirtokehyyksessä oma paikkansa, joka säilyy vaikka kehys mapitettaisiin ylemmälle tasolle. Nämä toimenpiteet mahdollistavat haluttujen signaalien löytymisen pääsignaalista, tarvitsematta suorittaa PDH-järjestelmän tapaisia hierarkisia toimenpiteitä. Signaali voidaan suoraan pudottaa pois pääsignaalista. (Halme 1992, 230 - 234; Volotinen 1999, 83 - 85.)

Lisäksi SDH-järjestelmä mahdollistaa tehokkaan valvonnan ja ylläpidon. Siirtokehyyksessä siirretään paljon ohjaus- ja valvontainformaatiota. Kaukanakin oleva valvomo saa tarkkaa tietoa järjestelmästä mahdollisissa vikatapauksissa. Yhteyksien kytkeminen ja alijärjestelmien luonti solmupisteisiin ovat mahdollisia etähallintana. Tällöin paikan päällä ei tarvitse tehdä kuin fyysinen liitäntä yhteyttä tarvitsevaan järjestelmään (esim. 2 Mbit/s puhelinvaihteeseen). SDH on läpinäkyvä (transparent) erilaisille digitaalisille signaaleille, ja se pystyy tasaamaan asynkro-

nisten tai plesiokronisten (melkein synkroninen) signaalien bittitaajuuksien poikkeamat SDH:n taajuuksista. SDH-järjestelmät soveltuvat myös asynkronisen siirron signaalien siirtoon (ATM = Asynchronous Transfer Mode). Taulukossa 1 on esitty SDH:n eri tasot. (Halme 1992, 230 - 234; Volotinen 1999, 83 - 85.)

TAULUKKO 1. SDH:n tasojen bittitaajuudet (Volotinen 1999, 84 - 85)

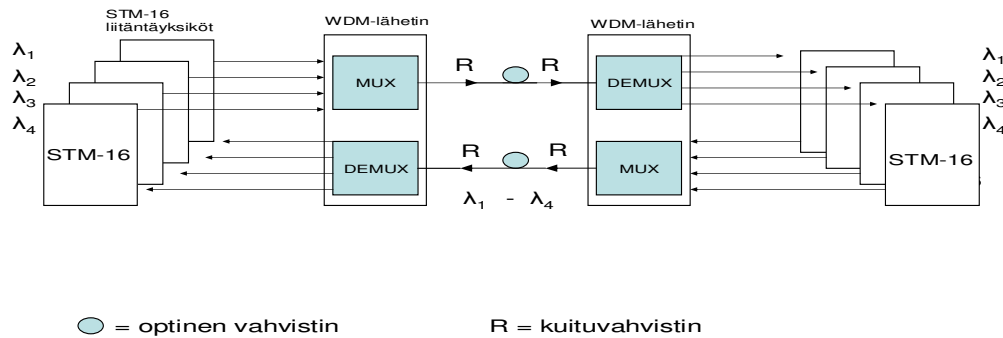
TASO	NOPEUS / KEHYS [kbit/s]	NOPEUS / OTSIKOT [kbit/s]	NOPEUS / HYÖTYKUORMA [kbit/s]
STM-1	155 520	5 184	150 336
STM-4	622 080	20 736	601 344
STM-16	2 488 320	82 944	2 405 376
STM-64	9 953 280	331 776	9 621 504

2.7 Aallonpituuskanavointi WDM (Wavelength Division Multiplexing)

Aallonpituuskanavoinnilla saadaan kasvatettua siirtokapasiteettia koko ajan lisääntyvää tiedonsiirtoa varten. Tänä päivänä datansiirrossa liikkuu paljon ns. multimediatietoa, jotka tarvitsevat enemmän siirtokapasiteettia kuin esimerkiksi staatinen www-sivu. Puolustusvoimissakin siirrytään järjestelmien etäkäyttöön, joka lisää liikennettä siirtoyhteyksillä. (Volotinen 1999, 89 - 90.)

Valokuidussa siirtyy STM-16 tasoinen (2,5 Gbit/s) siirtokehys hyvin, mutta suuremmilla nopeuksilla (STM-64) tulee ongelmaksi valopulssien dispersio (siroaminen). Useiden STM-16 järjestelmien rakentaminen rinnakkain lisää kustannuksia valtavasti. Tällöin ratkaisuna on aallonpituuskanavointi eli WDM (Wavelength Division Multiplexing). Tällöin yhteen kuituun kanavoidaan useita aallonpituuksia. WDM-kanavoinnin lohkokaavio on esitetty kuviossa 3. Yleisimmin toimitaan 1300/1550 nm:n alueilla, käyttäen kahta kanavaa. Yksi aallonpituus sisältää yhden STM16-signaalin (2,5 Gbit/s), ja sitä kutsutaan kanavaksi. Nelikanavainen WDM-järjestelmä sisältää neljä STM-16 signaalia (STM-64) ja sen siirtonopeus on 10

Gbit/s. Suurimmat käytössä olevat järjestelmät ovat 40-kanavaisia, eli niiden siirtonopeus on 100 Gbit/s. (Volotinen 1999, 89 - 90.)



KUVIO 3. WDM-kanavointi, lohkokaavio (Volotinen 1999, 90)

2.8 XDSL (x Digital Subscriber Line)

XDSL-tekniikoissa tieto siirretään kantataajuisesti kuparikaapeleissa. Samalla linjalla voidaan siirtää sekä puhetta että dataa. XDSL-yhteydet ovat kiinteästi auki liityntäpisteestä päätelaitteelle ja tarjoavat suuria siirtonopeuksia käyttäjille. Siirtonopeus pienenee siirtomatkan kasvaessa, eivätkä DSL-tekniikat ole käyttökelpoisia yli 10 km:n yhteysväleillä. DSL-tekniikoissa käytetään kahdenlaista moduloitimenetelmää. Nämä ovat DMT (Discrete Multi-Tone Modulation) ja CAP (Carrierless Amplitude Phase) Molemmat pohjautuvat QAM-modulointiin (Quadrature Amplitude Modulation). Taulukossa 2 on vertailu eri xDSL -tekniikoista. (Hämeen-Anttila 2000, 80.)

ADSL on asymmetrinen DSL-tekniikka, eli siirtonopeus on käyttäjän suuntaan suurempi. ADSL-yhteydellä on käytössä kolme datakanavaa: nopea-, duplex- ja puhelinkanavat. Yleisesti ADSL on käytössä kotitalouksien laajakaistaliittymissä. (Hämeen-Anttila 2000, 80 - 81.)

HDSL-yhteydellä käytetään kahta kupariparia ja sen nopeus on kiinteä molempiin suuntiin. SHDSL on yksiparinen HDSL. (Volotinen, 1999, 280.)

RADSL on kehittyneempi versio ADSL-tekniikasta. Sen etuna on siirtonopeuden muuttuminen yhteyden laadun mukaan. (Hämeen-Anttila 2000, 81.)

VDSL-tekniikka on nopein DSL-tekniikoista. Siirtonopeus käyttäjän suuntaan on jopa 52 Mbit/s ja pois päin 1 - 10 Mbit/s. (Hämeen-Anttila 2000, 81.)

TAULUKKO 2. xDSL-tekniikat (Hämeen-Anttila 2000, 80)

lyhenne	Nimi	siirtonopeus vastaanotto-suunta (downlink)	Siirtonopeus lähetys-suunta (uplink)	etäisyysväli [m]
ADSL	Asymmetric DSL	1,5 – 6 Mbit/s	64 – 384 kbit/s	~9000
HDSL	High-Speed DSL	128kbit/s – 1,5 Mbit/s	sama	~5000
SHDSL	Single-pair High-Speed DSL	254 kbit/s – 4,6 Mbit/s	Sama	
RADSL	Rate-Adaptive DSL	6,1 Mbit/s	1,5 Mbit/s	
SDSL	Single-Line DSL	128 kbit/s – 1,5 Mbit/s	sama	
VDSL	Very High bit rate DSL	51 Mbit/s	1,6 – 2,3 Mbit/s	300 (52Mbit/s) 1000 (10Mbit/s)

3 LÄHIVERKOT JA REITITYS

3.1 Lähiverkot

Lähiverkko (LAN / Local Area Network) on rajoitetulla fyysisellä alueella toimiva verkko, jolla yhdistetään alueella olevat päätelaitteet palvelimiin. Suosituin tapa rakentaa lähiverkko on ethernet-tekniikka. (Hämeen-Anttila 2000, 36.)

Ethernet-verkossa käytetään CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect) eli kilpavarausmenettelyä. Tällöin verkon koneet varmistavat, että väylä on vapaa ennen kuin lähettävät sanomia. Jos toinen kone lähettää samalle väylälle samaan aikaan, tulee törmäyksiä. Datan lähettäjä kuuntelee väylää ja havaitsee häiriösignaalit. Kun törmäys havaitaan, lähettäjät ovat satunnaisen ajan hiljaa ennen uudelleen lähetystä. Alue, jossa laitteet kuulevat toistensa lähetykset, kutsutaan törmäysalueeksi. Silta, kytkin tai reititin rajoittaa törmäysaluetta. Lähiverkon sisältä liikenne voidaan ohjata muihin verkkoihin tai verkkoja voidaan yhdistää. Tällöin tarvitaan erilaisia aktiivilaitteita verkon osaksi. (Hämeen-Anttila 2000, 36, 39.)

Toistimella voidaan jatkaa verkon fyysistä ulottuvuutta, koska toistin tulkitsee sisälle tulevan signaalin ja muodostaa sen uudelleen. Näin signaali vahvistuu ja siirtomatka pitenee. Keskitin eli hub toistaa yhdestä portista vastaanottamansa lähetyksen muihin portteihin. (Hämeen-Anttila 2000, 52.)

Kytkin (switch) ohjaa liikennettä (paketteja) verkon laitteiden ja muiden lähiverkkojen välillä. Kytkin voidaan ohjelmoida siten, että se tutkii ja ohjaa liikennettä, ettei verkkoon pääse kuin halutut kehykset. (Volotinen 1999, 271.)

Silta (Bridge) liittää kaksi samanlaista tai erilaista verkkoa toisiinsa. Silta ei tee protokollamuutoksia. Silta toimii usein myös toistimena vahvistaen signaalia. (Hämeen-Anttila 2000, 53.)

Reititin yhdistää verkkoja toisiinsa. Reitittimien välillä välitetään tietoa mitä verkkoja (TCP/IP) niihin on liitetty. Ja näitä tietoja hyväksi käyttäen reitittimet osaavat lähettää sanomat eteenpäin ja välittää ne vastaanottajien verkkoihin, joissa sanomat välitetään vastaanottajien koneisiin. Reititystietojen päivittämiseen käytetään reititysprotokollia. (Hämeen-Anttila 2000, 53 - 54.)

3.2 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) ja osi-malli

Protokolla on yhteyskäytäntö eli säännöstö, missä määritellään datan siirtoa ja yhteyksiä tietoliikenneverkoissa. Liityntälaiterympäristössä käytetään tiedonsiirtoon TCP-protokollaa. IP-osoiteen avulla liikenne osoitetaan oikealle vastaanottajalle. Datapakettien liikkuminen verkossa tapahtuu osoitteiden perusteella. Osoite voi olla verkkokortilla oleva osoite, laitekohtainen MAC-osoite (Media Access Control) tai IP-osoite. Lähetettävät paketit sisältävät lähettäjän ja vastaanottajan osoitteet. Osoitteita käytetään yhdessä siten, että verkkokerroksen osoite (IP) ohjaa paketin oikeaan verkkoon ja MAC-osoitteen avulla vastaanottava kone tietää, mikä on osoitettu sille. Taulukossa 3 on esitetty osi-mallin rakennetta. (Hämeen-Anttila 2000, 55.)

TAULUKKO 3. TCP/IP-pinon ja OSI-mallin kerrosten vastaavuus
(Casad & Willsey 1999, 25)

7. sovelluskerros	sovelluskerros
6. esitystapakerros	
5. yhteysjaksokerros	
4. kuljetuskerros	kuljetuskerros (TCP tai UDP)
3. verkkokerros	verkko- tai internetkerros (IP, ICMP, IGMP)
2. siirtoyhteyskerros	fyysinen kerros (mikä tahansa verkkotekniikka)
1. fyysinen kerros	

7. Sovelluskerroksen tehtävänä on tarjota verkkopalveluja sovelluksille, esimerkiksi tiedoston avaaminen, sulkeminen, kirjoittaminen ja lukeminen. (Casad & Willsey 1999, 25 - 26)

6. Esitystapakerroksella määritellään, missä muodossa data esitetään. (Casad & Willsey 1999, 25 - 26)

5. Yhteysjaksokerroksen tehtävänä on sovellusten toimintojen koordinointi laitteiden välillä, esimerkiksi lähetyksen käynnistäminen ja pysäyttäminen. Protokollia ovat NFS (Network File System), RPC (Remote Procedure Call) ja NetBIOS (Network Binary Input/Output System). (Casad & Willsey 1999, 25 - 26)

4. Kuljetuskerroksen tehtävänä on ylemmiltä kerroksilta vastaanotetun datan välittäminen vastaanottajalle. TCP on yhteydellinen ja UDP (User Datagram Protocol) yhteydetön protokolla. (Casad & Willsey 1999, 25 - 26)

3. Verkkokerroksen tehtävänä on pakata kuljetuskerrokselta saamansa data verkkoon mahtuviin paketteihin ja välittää ne vastaanottajalle. Tätä kutsutaan reititykseksi, joka on tyypillisesti riippumaton alempien kerrosten tekniikoista. Protokollia ovat IP ja IPX (Internet Packet Exchange). (Casad & Willsey 1999, 25 - 26)

2. Siirtoyhteyskerroksen tehtävänä on rakentaa kehys, jonka sisälle data pakataan. Kehykseen lisätään otsikot, johon sisältyy mm. osoitteet. (Casad & Willsey 1999, 25 - 26)

1. Fyysisellä kerroksella määritellään verkkotekniikalle ominaisia välitykseen liittyviä asioita: liittimet, jännitteet ja koodausmenetelmät (Casad & Willsey 1999, 25 - 26)

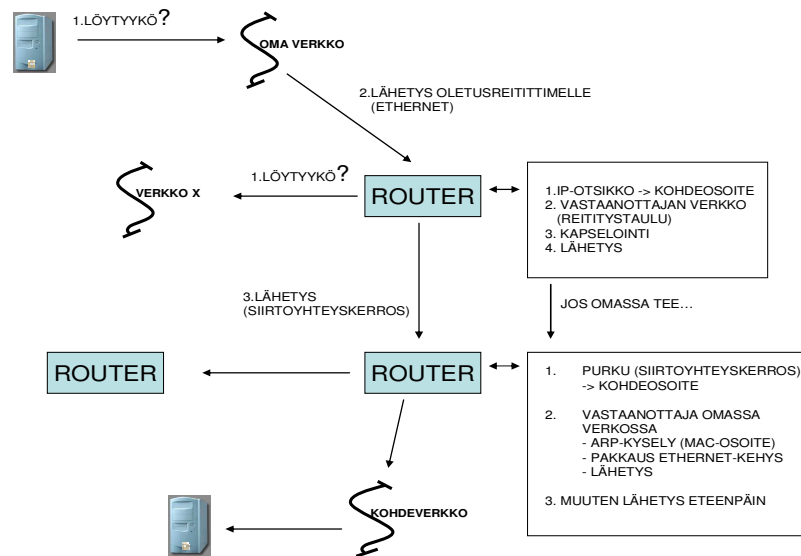
IP-osoite voidaan jakaa kahteen osaan, verkko-osoite ja laiteosoite. IP-osoite muodostuu 32 bitistä. Normaalisti osoite esitetään neljän, arvoltaan 0 – 255 olevan, desimaaliluvun sarjana. Osoite 00100100 01000110 01000100 11000000 on desimaalimuodossa 36.70.68.196. Bittien arvo oktetissa on vasemmalta lukien 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1. Kussakin verkon osassa on oma verkko-osoitteensa, jolla paketit välitetään oikeisiin verkkoihin. Laiteosoitteella erotellaan laitteet samassa verkossa. Esimerkiksi 192.168.1.30 / 27, 192.168.1 on verkko-osoitetta ja .1 on laiteosoite. Numero 27 on niin sanottu verkon maski, ja se voidaan esittää desimaalimuodossa 255.255.255.224. Aliverkon käyttöön jää viisi bittiä, joten verkossa voi olla 30 konetta, kun osoitteita 0 ja 255 käytetään yleislähetysosoitteina. Samassa verkossa ei voi olla kahta samalla osoitteella olevaa konetta. Verkon sisällä laitteet ottavat vastaan viestejä, samaan verkko-osoitteeseen kuuluvilta laitteilta. Liitteenä ovat erilaisten verkkojen aliverkkojen osoiteavaruudet (liite 2). (Casad & Willsey 1999, 52 - 62.)

Osoitteiden jako Internetissä on tarkkaan valvottua. Suljetuissakin verkoissa osoitteiden käyttö on verkon toimivuuden kannalta tärkeää. Verkon osoitteista vastaa ylin verkon hallinnasta vastaava joukko. Suunnittelun perustana jokaisessa joukossa on käyttöön saatu osoiteavaruus. (Casad & Willsey 1999, 65.)

3.3 Reititys

TCP/IP-maailmassa reitittimet ohjaavat sanomat oikeisiin paikkoihin. Reitittimesä on vähintään kaksi liitää IP-verkkoihin. Liikenne reititetään verkkojen välillä IP-paketin sisältämän vastaanottajan osoitteen avulla. Oikea reitittäminen on tärkeää verkon toiminnan kannalta. (Hämeen-Anttila 2000, 53.) Reitityksen periaatetta on tekstin lisäksi selvitetty kuviossa 4.

1. Lähettävä laite tutkii oman ja vastaanottajan IP-osoitteiden ja oman aliverkkomaskin perusteella, ovatko lähettäjä ja vastaanottaja samassa verkossa.
2. Jos vastaanottaja ei ole samassa verkossa, liikenne ohjataan oletusreitittimelle, ethernet-kehyksessä.
3. Reititin purkaa kehyksen niin pitkälle, että näkee IP-otsikkotiedoista kohdeosoitteen. Reititin etsii vastaanottajan verkkoa omasta reititystaulustaan. Löydettyään mihin liittymään viesti lähetetään, reititin kapseloi lähetteen siirtoyhteyskerroksen kehykseen, esimerkiksi PPP-protokollaan (Point-to-Point Protocol).
4. Vastaanottajan verkon reititin purkaa vastaanotettun datapaketin siirtoyhteyskerroksen kehyksen, nähdäkseen minne paketti on matkalla.
5. Paketin ollessa matkalla reitittimeen kytkettyyn lähiverkkoon kysyy reititin ARP-levitysvietillä laitteen MAC-osoitteen (siirtoyhteyskerroksen osoite). Tämän jälkeen reititin pakkaa IP-paketin ethernet-kehyskeeseen ja lähettää sen vastaanottajalle. (Anttila 2000, 271 - 272.)



KUVIO 4. Reitityksen periaatetta.

3.2 Reititysprotokollia

Reititysprotokollien avulla reitittimet vaihtavat keskenään tietoja niihin liitettyjen verkkojen rakenteesta ja valitsevat käytettävät reitit viestien välittämiseen. Reititysprotokollat jaetaan verkon sisäisiin IGP (Interior Gateway Protocols) ja ulkoiisiin EGP (Exterior Gateway Protocols) protokolleihin. Taulukossa 4 esitetään yhteenveto erilaisista reititysprotokollista. (Koljonen 2002, 85; Davidson & James 2002, 159.)

OSPF (Open Shortest Path First) on yhteystilaprotokolla, jota käytetään verkon sisäisessä reitittämisessä. Reitittimet muodostavat naapuruussuhteen toisiin reittimiin, ja nämä vaihtavat tietokantojensa sisältöä keskenään. Reitittimet vaihtavat tietoa välittömästi muutoksista. Muutokset päivitetään päivityssanomien avulla. OSPF on yleisesti käytössä liityntälaiteverkoissa. (Koljonen 2002, 90; Davidson & James 2002, 160; Casad & Willsey 1999, 133.)

RIP (Routing Information Protocol) valitsee reitin etäisyysvektorin avulla. Etäisyys lasketaan laitteiden välisinä hyppyinä (yhteysväleinä). Reitittimet lähettävät koko reititystaulunsa naapureilleen. Näin tapahtuu niin pitkään kunnes reitittimillä

on yhtenäinen reititystaulu. RIP on IGP-protokolla. (Koljonen 2002, 92; Davidson & James 2002, 161; Casad & Willsey 1999, 133.)

IS-IS (Intermediate system) levittää verkon yhteystilatietoja. IS-IS on IGP-protokolla. (Davidson & James 2002, 160.)

IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) on etäisyysvektorityyppinen sisäinen protokolla. EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) on kehittyneempi versio IGRP:stä. Se on toiminnaltaan tehokkaampi ja konvergenssiominaisuudet ovat paremmat kuin IGRP:ssä. (Davidson & James 2002, 160 - 161.)

BGP (Border Gateway Protocol) on EGP-protokolla, joka tekee verkkoalueiden välistä reititystä. BGP käyttää ns. policy-based reititystä, jossa päätös tehdään muiden kuin teknisten syiden perusteella. (Koljonen 2002, 90; Davidson & James 2002, 159.)

TAULUKKO 4. Yhteenveto eri reititysprotokollien ominaisuuksista (Anttila 2000, 334)

	RIPV2	IGRP	EIGRP	OSPF
perhe	etäisyysvektori	etäisyysvektori	etäisyysvektori	yhteystila
päivitykset	ryhmälähetys	levitysviesti	ryhmälähetys	ryhmälähetys
aliverkon maski	kyllä	ei	kyllä	kyllä
päivityssanomien muoto	kaikki reitit	kaikki reitit	päivitys	päivitys
hinnoittelu	hyyt	kapasiteetti / viive	kapasiteetti / viive	kapasiteetti
konvergenssi	hidas	hidas	nopea	nopea
pienet verkot	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä
isot verkot	ei	ei	kyllä	kyllä

4 PUHEENVÄLITYSTEKNIikka

4.1 Puhelinverkon rakenne

Puhelinverkko rakentuu periaatteessa puhelimista, tilaajaverkosta, puhelinkeskuksesta ja niiden välisistä yhteyksistä. Yksinkertaisin puhelinverkko saadaan, kun kahden lb-puhelimen (local battery) välille kytketään yhteys. Jos verkkoon lisätään laitteita ja halutaan kaikkien välille yhteys, kasvaa kaapelimäärä suureksi. Järkevämpi tapa on keskittää yhteydet tiettyihin pisteisiin, joista yhteydet haaroitetaan. Näissä pisteissä sijaitsee tilaajilta tulevat kaapelit ja keskukselta tulevat yhteydet (tilaajapaikoille). Puhelinkeskuksessa luodaan tilaajanumero ja sille halutut liikennöintioikeudet. Liityntäpisteessä (jakamo) kytketään tilaajapaikalta tuleva kaapeli tilaajalle lähtevään kaapeliin. Näin eri kytkentäpisteissä yhteys kytketään eteenpäin tilaajalle saakka. (Volotinen 1999, 111.)

Puhelinverkossa käytetään monenlaisia päätelaitteita, mm. telekopiolaitteita, analogisia puhelinliittymiä, salaavia puhelimia ja telekopiolaitteita. Telekopiolaitteiden päätehtävänä on kuvan sisällön muuttaminen analogisiksi tai digitaalisiksi signaaleiksi, jotka lähetetään puhelinverkkoon ja vastaanotettujen signaalien muuttaminen alkuperäistä vastaavaksi kuvaksi. Salaavassa puheliikenteessä sekä A-tilaajalla että B-tilaajalla tulee olla salaava puhelinkone ja yhteensopivat salausavaimet syötettyinä laitteisiin. (Volotinen 1999, 111 - 113.)

Puhelinkeskus on karkeasti erotettavissa toiminnan ja rakenteen puolesta seuraavasti:

- keskuslaitteet, ohjaa ja kytkee halutun puhelinyhteyden
- ristikytkentälaitteet, keskuslaitteet liitetään tuleviin ja lähteviin johtoihin
- voimalaitteet, antavat keskuslaitteiden tarvitseman käyttövoiman.

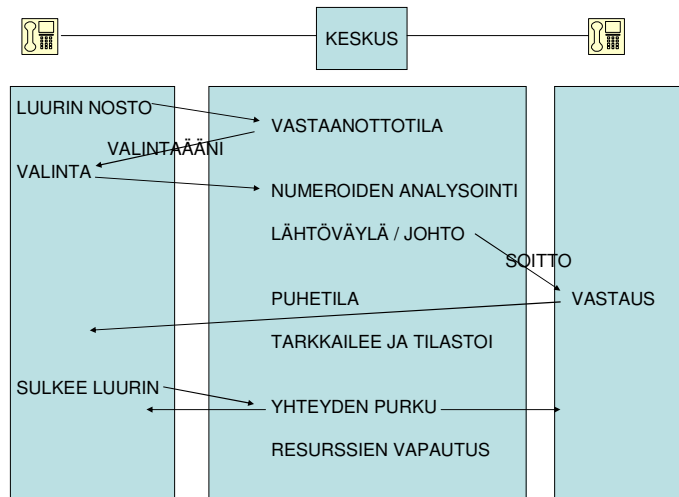
Puhelinkeskuksen päätehtävänä on yhdistää valinnan mukaisesti puhelu oikealle yhteydelle, joko seuraavalle keskukselle tai tilaajaliittymään. (Kaarna & Mäkikara 1990, 167.)

Puhelinvaihte on yrityksen käytössä oleva puhelinkeskus, josta on yhteys keskusjohtojen kautta yleiseen puhelinverkkoon ja alaliittymien välille muodostetaan yhteys keskusjohtoja varaamatta. Keskusjohdot ovat nykyaikaisessa digitaalisessa vaihteessa 2 Mbit/s eli 30 samanaikaista puhelua mahdollistavia väyliä. Yhteys rakennetaan PCM-järjestelmillä ja liitäntä on G.703:n mukainen. Kehys- ja ylikehysrakenne on G.704 mukainen, aikavälissä 16 siirretään merkinanto. Liityntätyyppi on yleisesti 30B+D ISDN-liityntä. (Kaarna & Mäkikara 1990, 144.)

4.2 Puheyhteyden muodostus

Puheyhteydet ovat ns. piirikytkentäisiä yhteyksiä, eli yhteys kytketään päästä päähän ja pidetään varattuna koko puhelun ajan. Piirikytkentäisillä yhteyksillä on kolme vaihetta: muodostusvaihe, puhetila ja purkuvaihe. Kuviossa 5 on esitetty puhelunmuodostuksen periaate. (Volotinen 1999, 107.)

Muodostusvaihe alkaa, kun keskus havaitsee tilaajalta tulevan kutsun (luurin nostaminen). Tällöin keskus valmistautuu valinnan vastaanottamiseen. Keskus kytkee valinnan vastaanottoon tarvittavat laitteet ja ohjelmaresurssit yhteyden muodostuksen käyttöön. Kun keskus on valmis vastaanottamaan valinnan, se lähettää tilaajalle valintääänen. Tilaajan valitsemat numerot analysoidaan ja niiden perusteella valitaan lähtöväylä. Lähtöväylältä valitaan vapaa johto. A-tilaajan tulojohto ja B-tilaajalle lähtöjohdot yhdistetään, ja keskus siirtyy soittotilaan. Kun B-tilaaja vastaa kutsuun, yhteys siirtyy puhetilaan. Puhetilan aikana keskus tarkkailee yhteyttä (purkukäsky) ja tilastoi siltä tietoa (laskutustieto / sykäykset). Kun tilaaja sulkee puhelimen, yhteys puretaan ja kaikki käytössä olleet resurssit vapautuvat uudelleen käyttöön. (Volotinen 1999, 107 - 110.)



KUVIO 5. Puhelunmuodostuksen periaate.

4.3 VOIP (Voice Over Internet Protocol)

Voip-tekniikka mahdollistaa puheliikenteen käyttäen hyväksi samaa verkkoa, kuin datansiirrossa. Puheliikenne käyttää nimensäkin mukaan hyväksi IP-protokollaa. Jokaisella liittymällä on oma IP-osoitteensa, jonka perusteella liikenne ohjataan oikeaan paikkaan TCP/IP-verkossa.

Puhelut ohjataan IP-verkoissa käyttäen puhelunohjausprotokollia. Näistä esimerkkeinä ovat H.323, SIP (Session Initiation Protocol), SGCP (Simple Gateway Control Protocol), MGCP (Media Gateway Control Protocol) ja IDPC (Internet Protocol Device Control). H.323 on ITU-T:n (International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector) määritelmä äänen, datan ja videon lähettämiseksi IP-verkon yli. SIP on IETF:n standardi sovelluskerroksen merkinantoprotokolla, jota käytetään multimediaistuntojen luomisessa, ylläpidossa ja purkamisessa. SGCP, MGCP ja IDCP ovat yhdyskäytävien ohjausprotokollia. (Davidson & James 2002, 26 – 32.)

VOIP:n ja multimediakeskustelujen käyttö on koko ajan kasvamassa laajakaistaliittymien yleistyessä kotitalouksissa. Perinteisen puheenvälitystekniikan käyttö vähenee koko ajan sen puutteellisten datansiirto-ominaisuuksien vuoksi. Nopea

pakettimuotoinen datansiirto mahdollistaa yhä monipuolisempien palveluiden käyttöönoton. (Davidson & James 2002, 26 - 32.)

4.4 ISDN (Integrated Services Digital Network)

ISDN tarkoittaa digitaalista monipalveluverkkoa, jossa yksittäisen kanavan bittitaajuus on enintään 64 kbit/s. ISDN on digitaaliseen puhelinverkkoon perustuva kokonaisuus, joka tarjoaa kytkentäisen yhteyden ja tarjoaa laajat palvelut puheen ja datan siirtoon. ISDN on tarkoitettu käytettäväksi digitaalisten puhelinkeskusten digitaalisena tilaajaliittymänä. (Volotinen 1999, 160.)

ISDN-perusliittymään kuuluu kaksi (2) kpl 64 kbit/s B-kanavia ja 16 kbit/s D-kanava. B-kanavissa siirretään puhetta ja dataa, D-kanava on yhdistetty merkinanto- ja datakanava. Nopeus ISDN-liittymässä (2B+D) on täten 144 kbit/s kumpaankin suuntaan. Liittymään voidaan liittää kaksi itsenäisesti toimivaa puhelinta, faxia, modeemia tai vastaavaa laitetta. B-kanavat ovat kytkentäisiä, eli ne ovat koko yhteyden ajan saman päätelaitteen käytössä. D-kanavalla tiedonsiirto on pakettimuotoista ja noudattaa LAPD-yhteyskäytäntöä (Link Access Protocol of channel D). Päätehtävänä on merkinannon välittäminen ISDN-päätelaitteiden ja puhelinkeskuksen välillä. (Volotinen 1999, 161 - 164.)

ISDN-järjestelmäliittymää (30 B + D) käytetään yleisesti digitaalisten puhelinvaihteiden liittämiseen yleisiin keskuksiin. Liittymän kokonaisbittitaajuus on 2,048 Mbit /s. Liittymässä on 30 kpl 64 kbit/s B-kanavaa, yksi 64 kbit/s D-kanava ja lisäksi yksi 64 kbit/s synkronointi ja käytönvalvontakanava. Kokonaisbittitaajuus 2,048 Mbit/s on sama kuin PCM-järjestelmien perustaajuus. (Volotinen 1999, 165.)

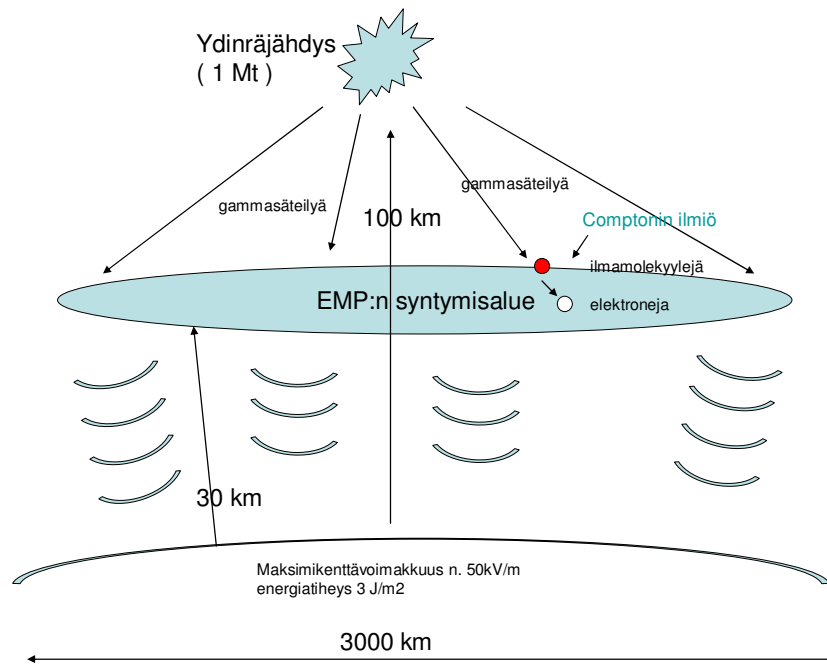
5 EMP-SUOJAUS JA SEN AIHEUTTAMAT VAATIMUKSET

5.1 Sähkömagneettiset häiriöt

Sähköiset ja elektroniset laitteet ovat herkkiä häiriöille. Sähkömagneettinen säteily on voimakasta tänä päivänä ja laitteiden tulisi kyetä toimimaan samaan aikaan häiriintymättä ja olla häiritsemättä mitään ympäristössään. Tällöin puhutaan sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta eli EMC:stä (Elektromagnetic Compatibility). Asiyhteydessä käytetään kahta termiä: häiriönpäästö eli EMI (Electromagnetic interference) ja häiriönsieto eli EMS (Electromagnetic susceptibility). Häiriöt voivat olla säteileviä tai johtuvia. Säteilevä häiriö voi olla esimerkiksi radiolähete, joka häiritsee, ja johtuva häiriö tulee esimerkiksi sähköverkon kautta. (Puolustusvoimat 1997.)

5.2 Sähkömagneettinen pulssi eli EMP (Electromagnetic Pulse)

Sähkömagneettinen pulssi syntyy ydinräjähdyksessä, jolloin vapautuu ydinräjähdysten energiasta noin 0,1 % muutamia kymmeniä sekunteja pitkänä pulssina, erittäin lyhytaaltoista säteilyä, gammasäteilyä. Gammasäteily aiheuttaa Compton-sironnan välityksellä ilman ionisoitumisen. Tällöin fotonit törmäävät ilmamolekyyleihin vapauttaen elektroneja, jolloin jää positiivisia ioneja. Elektronit lentävät pois päin räjähdyspisteestä törmäten uudelleen molekyyleihin synnyttäen uusia elektroni-ionipareja. Varausten erotessa syntyy säteittäinen sähkökenttä ja varausten liike synnyttää sähkövirtaa. Kuviossa 6 on esitetty EMP -pulssin synty. 95 % pulssin energiasta esiintyy alle 20 – 30 MHz:n taajuuksilla. Taajuusvaste ulottuu noin 80 MHz:iin asti. Esimerkiksi korkearäjähdysten energiatiheys on 10 MHz:n alueella n. 1 nJ/Hz/m² ja 80 MHz:n alueella n. 0,01 nJ/Hz/m². (Viestitekniikan opas 1991, 131.)



KUVIO 6. EMP-pulssin synty (Viestitekniikan opas 1991, 132)

EMP pystyy edullisissa olosuhteissa vaurioittamaan kaikkia elektronisia laitteita. Sen vaikutus perustuu siihen, että se pystyy indusoimaan antenneihin ja johtoihin energiapulsseja. Radion vastaanottimeen vaikuttava energia voidaan laskea kaavasta

$$\text{Energia [mJ]} = A_e * \text{energiatiheys} * B$$

A_e = antennin sieppauspinta-ala [m²] ja B = vastaanottimen kaistanleveys [MHz]

Esimerkiksi jos radion etupiirin kaistanleveys $B = 20$ MHz ja antennin sieppauspinta-ala $A_e = 4$ m². Energiatiheys 10MHz:n alueella on noin 1 nJ/Hz/m² ja tällöin vastaanottimeen vaikuttava energiapulssi n. 80 mJ. 80MHz:n alueella energiatiheys on noin 0,01 nJ/Hz/m² ja vastaanottimeen vaikuttava energiapulssi noin 0,8 mJ. Vaurioitumisriski on suuri, koska elektronisten komponenttien vaurioitumisenergiat ovat luokkaa $\mu\text{J} - \text{mJ}$. Ainoastaan elektroniputket ja lanka- ja massavastukset voivat kestää n. 1 J:n energian. (Viestitekniikan opas 1991, 132 - 135.)

5.3 Suojautuminen EMP-pulssilta

Laitteita pystytään suojaamaan pienentämällä laitteisiin pääsevä energia niin pieneksi, ettei se aiheuta vaurioita. Tämä voidaan toteuttaa

- vaimentamalla sähkömagneettista kenttää (ympäröimällä laitteet metallikuorella)
- huonontamalla kentän kytkeytymistä johtoihin (maadoitettu metallivaippa)
- rajoittamalla johtoihin kytkeytynyttä jännitettä ja virtaa (sulakkeet ja yli-jännitesuojat, jotka rajoittavat lähetteen amplitudia).

Laitetilat suojataan elektromagneettisia pulsseja vastaan. Laitetilat rakennetaan niin, että sähkömagneettinen säteily ei läpäise niitä. Kaikki sisälle laitetilaan tulevat yhteydet mukaan lukien sähkönsyöttö, tuodaan erillisten suotimien kautta, jotka suojaavat mahdolliselta haitalliselta pulssilta. Ainoastaan valokuidut, joissa ei ole metallia, voidaan tuoda suoraan laitetilaan ja tällöinkin erillisten oikeinmitoitettujen läpivientiputkien kautta. Laitetiloja voidaan rakentaa kaiken kokoisia. Pienimmillään käytetään normaalia laitekaappia pienempiä kaappeja. (Viestitekniikan opas 1991, 134.)

6 ALUE- JA LÄHIVERKON RAKENTAMINEN

6.1 Perusteet

Verkon suunnittelun osa-alueita ovat tarpeiden määrittäminen, verkon fyysinen rakenne, perusteiden laatiminen, tietoturvamääritykset, rakennusaikataulun laatiminen sekä verkon testauksen ja valvonnan suunnittelu. Osa näistä on vakioitu tai voidaan vakioida, kuten testaus ja valvonta, sekä tietoturvaohjeet. Verkon suunnittelussa tärkeimpänä on tarpeiden määrittäminen. Tarpeet määrää ympäristön rakenne, käyttäjien määrä, käyttöön haluttavien palveluiden laatu ja määrä sekä aikataulu. Suunnittelu alkaa tilauksesta tai työmääräyksen laatimisesta. Suunnittelussa on oltava mukana kaikkien osa-alueiden tuntijat.

(Eurooppalainen yleiskaapelointi 2003, 23 - 29.)

Tilojen käytön määrää käyttäjän edustaja, omien tarpeidensa mukaisesti. Tilojen käytössä on pyrittävä huomioimaan olemassa olevat rakenteet ja tietotekniset järjestelmät. Jos käytössä on käyttökelpoinen kaapelointi joihinkin tiloihin, kannattaa sitä käyttää. On vältettävä turhaa työtä ja materiaalikuluja. Samoin tilojen suunnittelussa on huomioitava turvallisuus, etenkin tietoturvallisuus. Kaikkien laitetilojen ja tietoturvaluokiteltua aineistoa sisältävät järjestelmien sijoituspaikat suojataan käskyjen mukaisella rakenteilla ja valvontajärjestelmillä (PEturv-os PAK 05:01 Sotilaskohteiden turvallisuusvyöhykkeet ja PEturv-os PAK 05:02 Tilaturvallisuuden toteuttaminen puolustusvoimissa).

Käyttäjien määrä vaikuttaa etupäässä järjestelmien kokoon, esimerkiksi kytkinten ja puhelinvaihteen tilaajapaikkojen määrään. Käyttäjien määrä ei varsinaisesti vaikuta palveluiden määrään ja laatuun. Käytettävien palvelut määräytyvät joukon tehtävän perusteella. Eri aselajeilla ja joukoilla on käytössä erilaisia sovelluksia, joilla on erilaiset vaatimukset verkon rakenteelta. Esimerkiksi reaaliaikaisen tilannekuvan ylläpitäminen on vaativampi suoritus kuin yksittäisten sanomien lähettäminen.

Verkon suunnittelulle ja rakentamiselle tulee olla riittävästi aikaa. Projektin johtajalla tulee olla riittävä kokemus ja ammattitaito tietääkseen tarvittavan ajan. Jos rakennuksessa ei ole mitään hyödynnettävää eli rakennetaan ns. puhtaalta pöydältä, on suunnittelu monesti helpompaa ja nopeampaa, kun tarpeet ovat tiedossa. Rakentamisnopeuteen vaikuttaa ratkaisevasti se rakennetaanko kiinteästi vai tilapäisesti. Kiinteissä asennuksissa hitain osa-alue on kaapeloinnin rakentaminen.

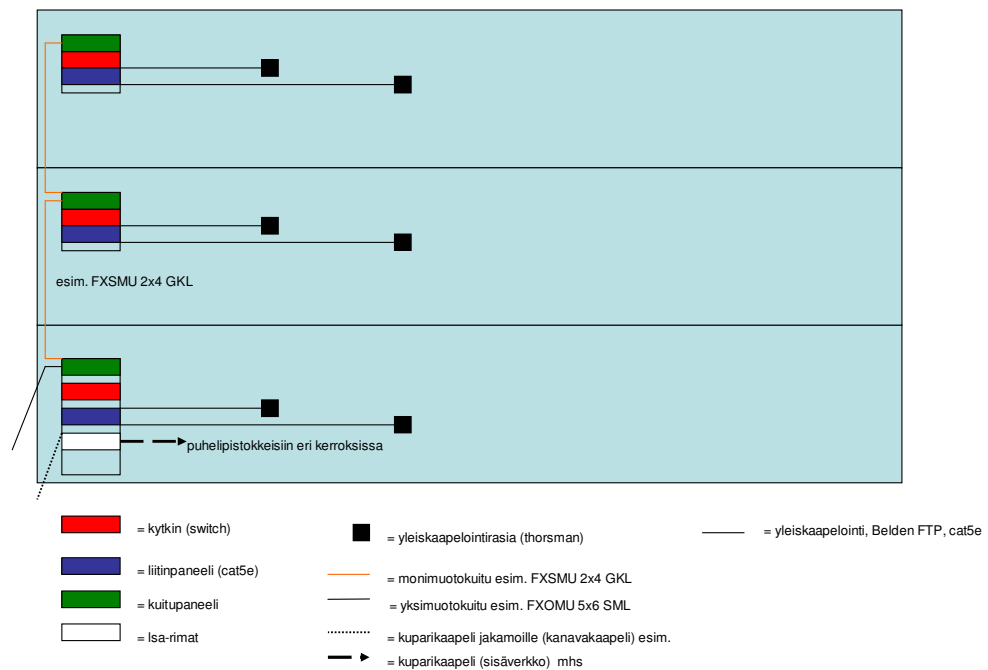
6.2 Kaapelointi

Kaapelointia suunniteltaessa kannattaa kerralla rakentaa riittävästi. Normaalisti sisäverkossa rakennetaan puolustusvoimien ohjeistuksen mukaan neljä (4) yleiskaapeloinnin pistettä jokaiseen työpisteeseen. Tilat, joissa ei ole vanhaa kaapelointia, rakennetaan ainoastaan yleiskaapelointi. Kaikki tilat, joissa mahdollisesti työskennellään, kaapeloidaan. Kaikki päätelaiteyhteydet kytketään yleiskaapelointia käyttäen. Kaapeloinnista tehdään tarkat suunnitelmat, joissa ilmenee rasioiden paikat, kaapelireitit, läpiviennit, laitekaappien kalustus, tarvikemäärät ja aikataulu. Yhden yleiskaapeliverkon pisteen kaapelointi kytkentöineen, mittauksineen ja dokumentointineen vie valmistellulla kaapelireitillä aikaa arviolta kolme miestä työtuntia. Esimerkiksi jos verkon pisteitä rakennetaan 100, aikaa menee 300 tuntia. Rakentajia pitää olla aina vähintään kaksi henkilöä, koska yksin rakentaminen on hidasta, joskus lähestulkoon mahdotonta. Hyvä kokoonpano on kolme henkilöä. Kolmella henkilöllä menisi esimerkin työhön n.100 tuntia eli seitsemän tunnin työpäiviä kuluisi 14. Valmistelut mukaan lukien työhön tulisi varata aikaa ainakin kolme viikkoa. (Yleiskaapelointimääritykset 2000; Eurooppalainen yleiskaapelointi 2003, 23 - 29.)

Kerrosten väliin rakennetaan atk-yhteyksiä varten valokuidut, joihin kytketään ns. kerroskytkimet. Kuitu on yleensä monimuoto- tai yhdistelmäkuitu. Jokaiseen kerrokseen tulee laitekaappi, johon kerroksen kaapeloinnit päätetään. Samaan kaappiin sijoitetaan kytkin yhteyksien kytkemistä varten. Kytkimet kytketään sarjaan, ja alimman kerroksen kytkimestä menee yhteys seuraavan rakennuksen kytkimelle. Sisäverkon kaapeloinnin periaate on esitetty kuviossa 7. (Yleiskaapelointimääritykset 2000; Eurooppalainen yleiskaapelointi 2003, 23 - 29.)

Rakennusten välille rakennetaan yksimuotokuituyhteydet joilla rakennukset, etenkin atk-kytkimet saadaan kytkettyä toisiinsa. Kuitumäärää suunnitellessa kannattaa muistaa, että tulevaisuutta on vaikea ennustaa, eli kuituja kannattaa olla kaapeleissa riittävästi. Useampikuituisen kaapelin asentaminen on yleensä halvempaa kuin kahden pienemmän kaapelin. Rakennusten välille kannattaa asentaa myös kuparikaapelia. Kuparikaapelit ovat yleensä käytössä etenkin puhelinyhteyksien siirrossa. Lisäksi kuparipareja pitkin kytketään esimerkiksi erilaiset ilmaisimet, kuulutuslaitteet ja modeemit.

(Yleiskaapelointimääritykset 2000.)



KUVIO 7. Sisäverkon kaapeloinnin periaatekuva

Kaapelit tulee rakentaa ohjeiden mukaan ja huolellisesti. Etenkin yleiskaapeloinnin maksimipituutta ei saa ylittää, myös maksimitaivutussäde on muistettava (yleiskaapelointi ja kuidut). Liitosten ja liittimien tekeminen aiheuttaa useimmat toimintahäiriöt verkoissa. Yleisimmin liitos on huono tai parijärjestys väärin. Jakamot ja laitekaapit tulee maadoittaa hyvin, häiriöiden ja suojaamisen vuoksi. Metallia sisältävät ulkokaapelit tulee kytkeä yhteiseen maapotentiaaliin (Yleiskaapelointimääritykset 2000; Eurooppalainen yleiskaapelointi 2003, 23 - 33.)

7. LIITYNTÄLAITE

7.1 Yleistä

Liityntälaite on erilaisia tietoliikenneverkkoja yhdistävä laite. Liityntälaite tarjoaa käyttäjälle nykyaikaiset liityntä- ja reititysominaisuudet eri verkkoihin, sekä lisäksi puhe- ja sähköpostipalvelut. Laitteen perusideana on liittää käyttäjät puolustusvoimien kiinteään televerkkoon käyttämään erilaisia palveluita. Käyttöympäristönä on toimia kiinteiden- ja liikkuvien tietoteknisten järjestelmien osana. Liityntälaite voi toimia myös itsenäisen verkon ytimenä, ilman yhteyksiä muihin verkkoihin. Tällöin liikenne on mahdollista vain verkon sisällä. (Hummelholm, 2004, 40 - 41.)

7.2 Liityntälaitteen perusrakenne

Liityntälaite on sijoitettu metalliseen koteloon, joka voidaan asentaa 19"-räkkiin tai vapaasti pöydälle. Kotelo voidaan avata liitinpuolelta myös laitekaappiin kiinnitettynä, joten sitä ei tarvitse irrottaa telineestä mahdollisen avauksen vuoksi. Liityntälaite on rakennettu yleisesti myytävistä osista eli niin sanotuista COTS tuotteista. Liityntälaitteesta on erilaisia vakiokokoonpanoja, mutta se on helposti muunneltavissa eri tilanteisiin sopivaksi kokonaisuudeksi. Erään laitteen kytkennät on esitetty kuviossa 8.

Kuvion 8 laitteeseen kuuluu

- viisi (5) LAN-liitäntää (10/100 BaseT-ethernet)
- kaksi (2) 2 Mbit/s G.703
- kuusi (6) SHDSL-liitäntää
- kaksi (2) 2 Mbit/s G.704
- neljä (4) Euro-ISDN liitäntää (30B+D)
- neljä (4) RS232 sarjaporttia

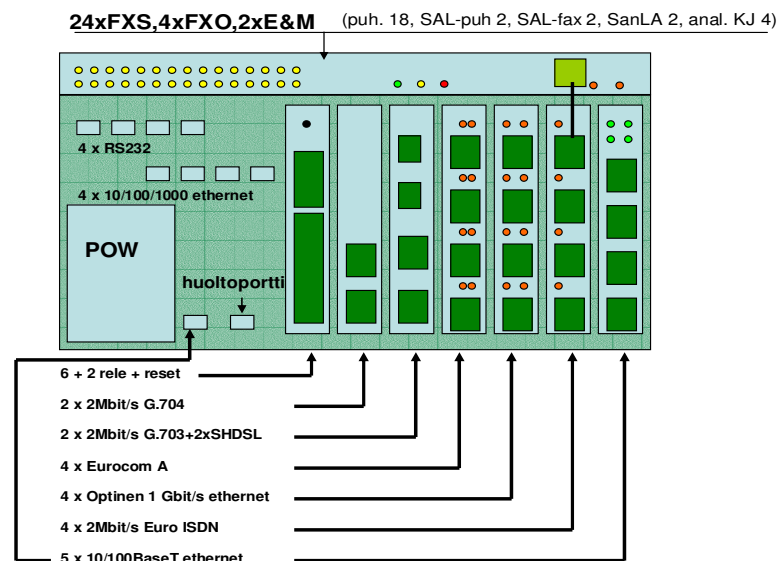
- neljä (4) relelähtöä
- neljä (4) Eurocom A liitäntää
- neljä (4) optista Gbit/s ethernet liitäntää

Lisälaitteena on Euro-ISDN-liitäntään kytkettävä kanavointilaite, josta saadaan 30 kpl puhelinliitäntöjä.

Lisäksi laitteeseen on saatavilla

- V.35/V.24/X.21 liitännät
- 2B+D ISDN-kortti
- analoginen modeemikortti (neljä porttia)
- STM-1 kortti (2 porttia)

Lisäkortteja varten voidaan järjestelmään kytkeä erillinen täydennyslaite. (Innala 2005.)



KUVIO 8. Liityntälaitteen korttipaikat ja liitännät

7.3 Liityntälaitteen liitynnät

LAN-liitännät (10/100/1000 BaseT)

Lähiverkkoliitännöissä käytetään ethernet-protokollaa. Lähiverkkoliitännöiden kautta liitetään yleensä lähiverkon laitteet (esim. kytkimet, työasemat, voipuhelimet). Jokainen liitäntä on erikseen ohjelmoitavissa. Liityntälaitteissa olevat 10/100/1000 ethernet-portit ovat fyysisesti samasta kortista kuin optiset Gbit/s-liitännät. Kortissa on kymmenen Gbit/s-liitännää ja neljä niistä on käytössä kuituliitännä ja neljä RJ45-liitännällä. Kaksi liitännää on laitteen sisällä koaksiaaliliittimissä. (Innala 2005.)

Optinen Gbit/s-liitäntä

Optinen eli ns. kuituliitäntä mahdollistaa kuidun käyttämisen lähiverkossa. Lähetinosaa muuttamalla voidaan liitäntöjä käyttää kahden liityntälaitteen kytkemiseen toisiinsa kymmenienkin kilometrien päässä toisistaan (käyttöohje, maksimi 120 km). Tällöin on käytettävä hyvälaatuista yksimuotokuitua. Kortin sisäinen liikenne ei vaadi liityntälaitteen resursseja käyttöönsä, vaan liikenne ohjataan suoraan portista toiseen. (Innala 2005.)

SHDSL (Single-pair High-speed Digital Subscriber Line)

SHDSL-liitäntä mahdollistaa kahden liityntälaitteen kytkemisen toisiinsa käyttäen kuparikaapelia. Siirtonopeus määräytyy fyysisen matkan ja kaapelin laadun mukaan. Hyvälaatuisessa kaapelissa saadaan 2 Mbit/s yhteys yli kuuden kilometrin päähän ja käyttökelpoinen yhteys (256kbit/s) yli kymmeneen kilometriin.

SHDSL-yhteyden käyttö on mahdollista myös emp-suojatusta tilasta, kytkettynä 2 Mbit/s siirtoyhteyksien läpikytkemiseen tarkoitetun suotimen läpi. Suodin rajoittaa siirtoa pienentäen siirtonopeutta ja lyhentäen maksimitoimintamatkaa. Taulukossa 6 on esitetty erään testin tuloksia, jossa kuparilinjan (Cu) pituus oli arviolta n.1,5 km (useita jakamoita), yhteys 2 Mbit/s suotimen läpi. Taulukossa 5 on esitetty SHDL-yhteyden toimintamatkoja. Marraskuun 2003 testissä käytettiin puolustusvoimissa yleisesti käytettäviä kenttäparikaapelityyppejä. Kenttäparikaapelit koostuvat teräs- ja kuparisäikeistä ja eristettynä muovivaipalla. Parikaapeli raken-

netaan 500 m:n keloilta ja liitetään toisiinsa kuorimalla vaippaa ja kiertämällä parit yhteen. Kenttäparikaapelin silmukavastus on 80 – 120 Ω /km, kun 0,5 mm kupariparin vastus on yli 150 Ω /km. (Viestimies 1989, 19, 34.)

TAULUKKO 5. G.shdsl-liitännän toimintamatkoja (testi 11/2003 Räyskälä, kenttäparikaapelilla)

datanopeus paria kohti	toimintamatka (0,5mm kierretty pari)
4.608 Mbps	3.0 km
2.304 Mbps	6.5 km
1.024 Mbps	7.5 km
512 kbps	9.5 km
256 kbps	10,5 km

TAULUKKO 6. Linjanopeuden ja siirtonopeuden korrelaatio (testi 06/2004 Aalto-harjoitus).

nopeus	siirtoaika	vasteaika	siirtonopeus	hyötysuhde
512	16,0 sek	54,8 ms	64 kB/s	100 %
1024	8,0 sek	27,7 ms	128 kB/s	100 %
2048	4,0 sek	14,0 ms	256 kB/s	100 %
2304	3,6 sek	12,7 ms	284 kB/s	98 %
4096	inf	inf	0 kB/s	0 %

Eurocom A

Eurocom liitännät ovat sotilaskäyttöön suunniteltuja liitännöitä. Eurocom A liittyy TDM-signaalin järjestelmään. Eurocom A -liitäntä on käytössä puolustusvoimien kenttäviestijärjestelmissä.

Euro-ISDN (30B+D)

Euro-ISDN-liitännän kautta liityntälaite voidaan kytkeä puhelinvaihteisiin tai -keskuksiin. Liitäntä on nopeudeltaan 2 Mbit/s ja sen kautta saadaan 30 puheyteyttä liityntälaitteen ja liityttävän laitteen välille. Kanavointilaite (MUX) kytketään liityntälaitteeseen näiden liityntöjen kautta. Tämä tulee huomioida verkon suunnittelussa. Jos käytössä on neljä liitäntää ja kytketään kaksi kanavointilaitetta, voidaan liityntälaite kytkeä maksimissaan kahteen puhelinvaihteeseen / -keskukseen. (Ascom-liityntälaite 2005, 35 - 36.)

G.703 / G.704

G.703 / G.704 kortit voidaan todellisuudessa ohjelmoida kummaksi liitännäksi tahansa. Liitännät on tarkoitettu 2 Mbit/s PCM-liikenteeseen. G.703-liitäntä on kehystämätön signaali sisältäen datan ja kellotahdin samassa läheteessä. G.704 liitynnässä varataan yksi aikaväli erikseen kellotahdille. Datalle jää käyttöön 31 aikaväliä, kun G.703:ssa käytössä on 32. (Ascom 2005, 29, 40.)

Relelähdöt

Relekortissa on kaksi sulkeutuvaa relettä ja kuusi anturia, jotka voivat ottaa vastaan reletiedon. (Ascom 2005, 43.)

Kanavointilaite (MUX)

Kanavointilaitteessa on käytettävissä 24 puhelinliitäntää, joista 18 on ohjelmoitu normaali analogiseksi liittymiksi, ja kuuden tasoja on muutettu sopiviksi salaavien telekopiolaitteiden ja sanomalaitteiden käyttöön. Kaikki 24 liittymää ovat ohjelmoitavissa samanlaisiksi. Lisäksi on käytössä neljä (4) analogista keskusjohtoa, joiden kautta voidaan puheliikennettä ohjata ulos- ja sisäänpäin liityntälaitteesta. Keskusjohtoja käytetään jos käytössä on ainoastaan analoginen puhelinliittymä toiseen vaihdeverkkoon. Tällöin liikenne verkkojen välillä ohjataan keskusjohdon kautta ulosvalintanumeroa käyttäen ulospäin. (Mäkinen 2004.)

Kaapeloinnit

Eri liitännät vaativat jokainen omanlaisensa kaapelin. Kaapelointia voi helpottaa tekemällä eri tilanteisiin sopivia liitäntäkaapeleita valmiiksi. Liittimien nastajärjestykset on esitetty kuviossa 9. Osa kaapeleista (laitekaapelit, cat5) on ostettavissa kaupasta. Toiminnan kannalta jokaisen liityntälaitteverkkoon rakentavan joukon tulee kyetä rakentamaan tarvittavat kaapelit itse. (Mäkinen 2004.)

Liityntälaitteen interfacekorttien liittimien nastajärjestykset

RJ-45 8-pin

<u>ETH</u>	<u>E1</u>	<u>EuroISDN</u>	<u>TEL</u>
1 Txa	1 Txa	1 Txa	1
2 Txb	2 Txb	2 Txb	2
3 Rxa	3	3	3
4	4	4 Rxa	4 Tel-a
5	5	5 Rxb	5 Tel-b
6 Rxb	6	6	6
7	7 Rxa	7	7
8	8 Rxb	8	8

RJ-11 6-pin

<u>SHDSL</u>	<u>mod</u>
1	1
2	2
3 A	3 A
4 B	4 B
5	5
6	6

KUVIO 9. Liityntälaitteen liitännät pl. Eurocom A ja relelähdöt (Mäkinen 2004)

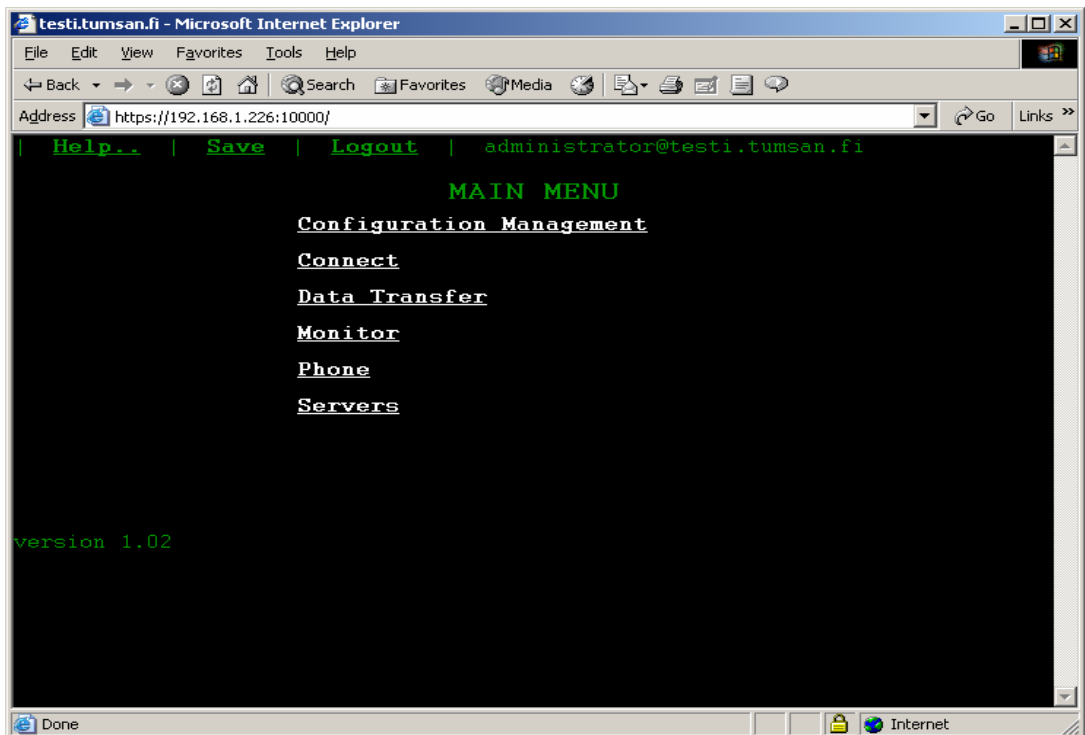
Sähkönsyöttö

Liityntälaitetta on saatavilla erilaisilla sähköliitännöillä (220 VAC, 48-12 VDC). Normaalissa viestiasemakäytössä yleisin akkuvarmennettu jännite on 48 VDC. Käytännössä liityntälaitteen, kuten muidenkin järjestelmien, tulee olla sähkönsyötön osalta varmennettu. Varmennus tehdään varavoimakoneilla tai akuilla. (Innala 2005.)

7.4 Liityntälaitteen tarjoamat palvelut

Laitteen tarjoamat peruspalvelut ovat dynaaminen reititys, DHCP, palomuuuri, sähköpostipalvelin, VPN (Virtual Private Network), puhelinkeskus / vaihde, salaus, automaattivarmistus, hallinta ja valvonta. Laitteen tarjoamilla palveluilla saadaan muodostettua yhteydet monenlaisiin tarpeisiin. Lisäpalveluina laitteeseen saadaan mm. RS232-portteihin erilaisia radiorajapintaliitäntöjä (HF, VHF, GSM, TETRA, GPRS (General Packet Radio System)). (Ascom 2005, 3 - 13.)

Käyttöjärjestelmänä on Linux. Järjestelmää voidaan hallita sekä käskyillä suoraan käyttöjärjestelmätasolta tai ”toiminnallisella” käyttöliittymällä, jossa asioita käsitellään toiminnallisina kokonaisuuksina. Kuviossa 10 on liityntälaitteen käyttöliittymän päävalikko.

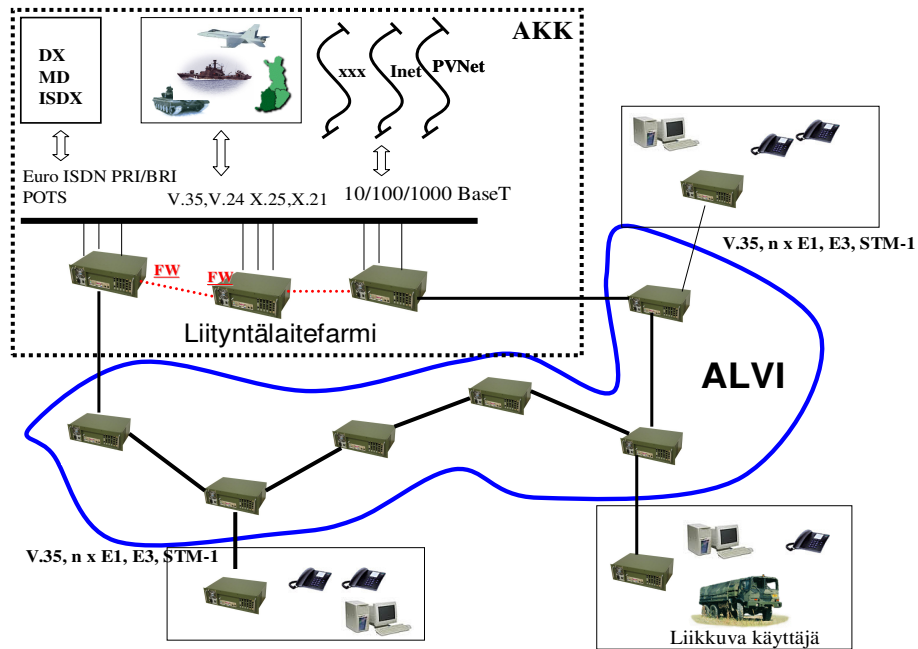


KUVIO 10. Liityntälaitteen graafisen käyttöliittymän päävalikko

7.5 Liityntälaitteen käyttöperiaate

Liityntälaitte on tarkoitettu kiinteiden ja siirtyvien johtamispaikkojen sekä erillisten televerkon päätelaitteiden ja tietoteknisten järjestelmien liittämiseen puolustusvoimien viestintäverkkoon. Laite tarjoaa käyttäjälle puolustusvoimien ja yleisen televerkon käyttöä tukevat liityntä- ja reititysominaisuudet sekä vaihdepalvelut. Liityntälaitteen käyttöympäristönä ovat kiinteät viestiasemat, sekä joukkojen mukana olevat erilaiset järjestelmäkontit. Liityntälaitteverkon periaate on esitetty kuviossa 11. (Hummelholm 2004, 40 - 41; Hummelholm & Kaakinen 2003, 17 – 20.)

Liityntälaitteella saadaan vakioitua käyttäjien liittäminen puolustusvoimien tietoliikenneverkkoon. Tämä nopeuttaa yhteyksien rakentamista ja vähentää virheitä rakennusvaiheessa. Liityntälaitteet voidaan asentaa kiinteästi ennalta suunniteltuihin paikkoihin ja liittyä näihin joukon omalla, ennalta ohjelmoidulla ja testatulla laitteella. Jos joukon tietoliikenneyhteydet on rakennettu liityntälaitteen avulla, mahdollistaa se joukon siirtymisen uuteen paikkaan ja sen helpon liittämisen jälleen osaksi puolustusvoimien viestintäverkkoa. Tällainen tilanne voi tulla kyseeseen valmiutta kohotettaessa ja joukkoja ryhmitettäessä. Erillislaittein tämä vaatii paljon enemmän ja laitteiden siirto voi aiheuttaa vaurioita, jotka hidastavat yhteyksien uudelleenmuodostamista. (Hummelholm 2004, 40 - 41; Hummelholm & Kaakinen 2003, 17 - 20.)



KUVIO11. Liityntälaitteverkon periaatekuva (Mäkinen 2004)

7.6 Liityntälaitteen suorituskyky

Liityntälaitte kykenee välittämään peruskokoonpanonsa mukaisen liikenteen hyvin. Liityntälaitteen suorituskykyyn vaikuttaa käytettävät palvelut ja liikenteen määrä, kuten kaikissa verkoissa. Tarkkoja suorituskykymittauksia ei ole tehty, mutta harjoituskokemusten perusteella laitteen resursseista käytetään yleensä alle 20 %. Suorituskykyä voivat hidastaa isot protokollamuutokset, esimerkiksi Eurocom A -liitännästä tulevan TDM-lähetteen (Time Division Multiplexing) muuttaminen PCM (Pulse Code Modulation) muotoon vaatii paljon suorituskykyä. Kuormitusta eri järjestelmissä ja yhteyksillä voivat aiheuttaa salausjärjestelmien hitaus tai useiden peräkkäisten salausjärjestelmien aiheuttamat ongelmat. Etenkin puheensiirto on herkkää katkoksilta ymmärrettävyyden säilymiseksi. (Innala 2005; Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2004.)

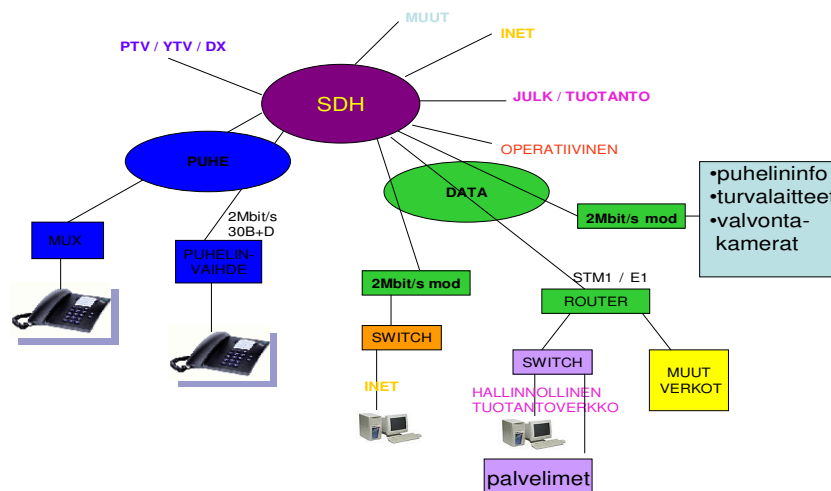
8 YHTEYSTARPEITA

8.1 Yhteydet rauhanaikana

Tällä hetkellä tiedonsiirrossa on käytössä voimakkaasti hajautettu järjestelmä, jossa suurin osa tarjottavista palveluista saadaan oman joukon palvelimilta. Joukko-osaston yhteydet on kytketty osaksi puolustusvoimien viestintäverkkoa SDH-järjestelmän kautta. SDH-solmu on sijoitettu emp-suojattuun tilaan josta lähtee valokaapeliyhteys seuraavalle viestiasemalle. Palvelut saadaan pääosin omista palvelimista. Käyttäjät kirjautuvat paikallisesti verkkoon ja resurssit ovat käytävissä lähiverkossa vaikka yhteys ulkomaailmaan ei toimitakaan.

(Melkko 2005.)

Viestiasemalle on sijoitettu varuskunnan puhelinvaihde, reitittimet, palvelimet ja erilliset modeemit (2Mbit/s) irrallisia yhteyksiä, kuten internet, varten. Laitetilaan on asennettu verkon runkokytkimet, joista lähtee yhteydet muihin rakennuksiin sijoitettuihin kytkimiin. Näiden runkokytkinten kautta atk-verkot kytketään reititimiin ja edelleen SDH-järjestelmän (E1 tai STM-1) kautta seuraavaan verkon reitittimeen. Kytkimistä on yhteydet kaapeliverkossa (cat5) työasemille. Verkon periaatekaavio on esitetty kuviossa 12. (Melkko 2005.)

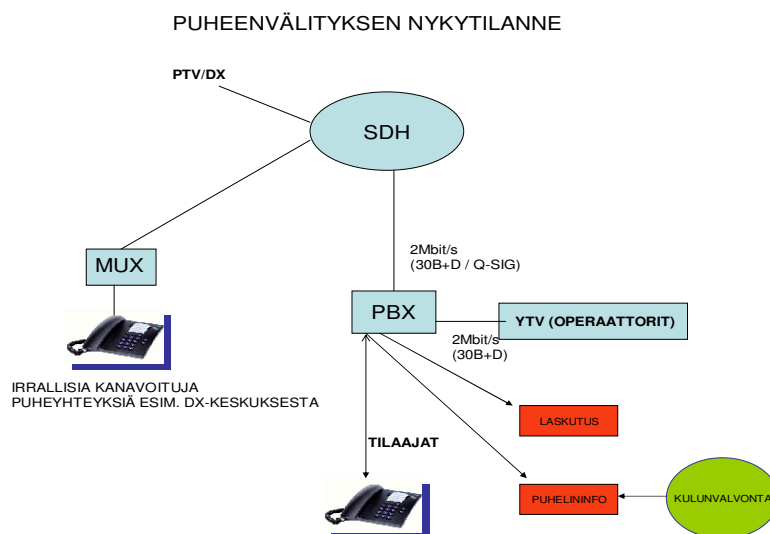


KUVIO 12. Yhteyksien nykytilan periaatekaavio

Puhelinvaihte sisältää yhteydet muihin vaihteisiin (2Mbit/s, 30B+D tai Q-sig) ja tilaajakortit (analogisia ja digitaalisia liittymiä). Lisäksi vaihte kerää puheluista tietoa, erillisen liitännän kautta palvelimelle, josta voidaan seurata puhelukuluja. Vaihte on kytketty osaksi puolustusvoimien vaihdeverkkoa ja vaihteesta on myös yhteydet operaattoreihin, joiden kautta saadaan yhteys yleiseen televerkkoon ja samalla varmistettua sisäisiä yhteyksiä. Puhelut puolustusvoimien sisällä tapahtuvat omassa verkossa ja ovat näin ollen ilmaisia. Kaukopuhelut ohjataan halvinta mahdollista reittiä ulospäin. Liittymät kytketään laittilan jakamolta EMP-suojan suodinten läpi, sisäverkon kautta tilaajille. (Melkko 2005.)

8.2 Tarjottavat palvelut

Käyttäjille tarjotaan yhteydet julkisiin palveluihin, operatiivisiin (salaisiin) palveluihin ja Internetiin. Tällä hetkellä kaikki kolme eri verkkoa ovat fyysisesti sisäverkossa eroteltu, siten että jokaisen verkon palveluita käytetään eri kytkimen kautta, omissa koneissaan. Puhepalvelut on tuotettu puhelinvaihteen kautta. Käytössä on analogisia ja digitaalisia liittymiä. Vaihteeseen on kytketty infojärjestelmä, jonka avulla puhelunvälittäjät saavat tietoa ihmisten paikalla olost. Lisäksi on käytössä DX-puhelinkeskuksen (kanavoitu) ja ulkopuolisten operaattoreiden liittymiä. Kuviossa 13 on esitetty puheenvälitysverkon periaatekuva. (Melkko 2005.)



KUVIO 13. Puheenvälityspalveluiden periaatekuva, nykytilanne

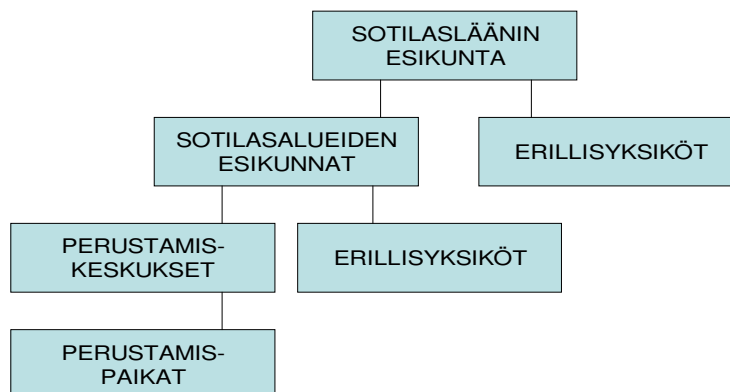
8.3 Rauhanajan yhteystarpeet tulevaisuudessa

Palveluiden tarjoamisessa ollaan siirtymässä keskitettyyn järjestelmään, jossa palvelut tarjotaan muutamista paikoista. Tällöin käyttäjät kirjautuvat verkon läpi palveluihin saaden ne käyttöönsä. Kaikkien palveluiden käyttö on riippuvaista yhteysien toimivuudesta. Koska tiedonsiirto kasvaa ulkoapäin, tarvitaan siirtokapasiteettia enemmän, jotta palvelut toimisivat riittävän nopeasti. Liitännänopeudeksi atk-verkkojen reitittimille tulee STM-1-taso eli n. 155 Mbit/s.

Siirtotekniikassa ollaan siirtymässä runkoverkoissa WDM-tekniikkaan ja tällöin siirtonopeus kasvaa gigabitteihin sekunnissa. Siirtonopeuden kasvu mahdollistaa liitettävien joukkojen liityntänopeuden kasvattamisen. Välystekniikassa otetaan käyttöön MPLS-tekniikka (Multiprotocol Label Switching), jossa lähetettävät paketit liikkuvat niihin liitettävien etikettien mukaan. Reititys tapahtuu siirtokerroksen (L2) otsikkotietojen mukaan, eikä vaadi verkkokerroksen (L3) pakettien purkamista. (Mäkinen 2005.)

8.4 Sotilasläänin sodanajan kokoonpano

Sotilasläänin Esikunnan alaisuuteen perustetaan valmiutta kohotettaessa sotilasalueet esikuntineen. Sotilasalueiden tehtävänä on perustaa alueellaan käsketyt joukot ja paikallispuolustus. Lisäksi alueella toimii erillisyyksiköitä sotilasläänin esikunnan alaisuudessa. Organisaatiokaavio on esitetty kuviossa 14. Sotilasläänin on kyettävä palvelemaan omia joukkojaan alueellaan ja mahdollisesti tukemaan alueelle saapuvia muita joukkoja. (Melkko 2005.)



KUVIO 14. Sotilasläänin sodan ajan kokoonpano, lohkokaavio

8.5 Sodanajan yhteystarpeet sotilasläänin johtamistoiminnassa

Sotilasläänin johtamistoiminta perustuu pitkälti ennalta laadittuihin suunnitelmiin, joita päivitetään tilanteiden mukaan. Sotilasläänin esikunnan palvelutarpeet ovat samat kuin rauhanaikana, ainoastaan käyttäjien määrä voi muuttua. Lisäksi johtamispaikat muuttuvat. Johtamispaikat määräytyvät erilaisten tilanteiden mukaan ja elävät koko ajan. Muutoksiin valmistautuminen vaatii viestintäverkon suunnittelijoilta ja rakentajilta hyvää ammattitaitoa. (Melkko 2005.)

Mahdollisuuksien mukaan sodanajan yhteydet rakennetaan puolustusvoimien kiinteää viestintäverkkoon tukeutuen. Lisäksi käytetään yleisen televerkon operaattoreiden luomia yhteyksiä ja omien sodanajan joukkojen rakentamia yhteyksiä. Mahdollisuuksia omien yhteyksien rakentamiseen on monia radiot, radiolinkit, valokaapelijärjestelmät ja erilaiset kuparikaapelijärjestelmät. Haasteen aiheuttaa se, että käytössä ei välttämättä ole muuta kuin parikaapelia, lb-puhelimia ja erilaisia radioita. Tällöin tukeudutaan voimakkaasti yleisesti käytössä oleviin järjestelmiin, esimerkiksi xDSL ja kuitulähetimet, jotka kytkettäisiin operaattoreiden yhteyksiä hyväksikäyttäen haluttuihin paikkoihin. Toinen haaste tulee siinä, että operaattoreiden yhteydet voivat olla varatut eikä valmiustilalain sallimaa oikeutta käyttöönottoon pakottamiseen ole myönnetty. (Melkko 2005.)

Sotilasläänin esikunnasta pidetään yhteyttä alajohtoportaisiin pääsääntöisesti salaavilla telekopiolaitteilla, sanomalaittein, puhelimilla, sähköpostiyhteyksin ja henkilökohtaisilla tapaamisilla. Kaikki nämä tekniset yhteydenpitotavat käyttävät hyväkseen analogisia puhelinliittymiä. Sähköpostiyhteydet luodaan erilaisten sähköpostipalveluiden kautta. Näiden lisäksi tulevat erilaiset radiot, joista käyttökelpoisimpia läänin alueella ovat HF-radiot, pitkän kantamansa ja hyvän häiriönsietokyvyn vuoksi. (Melkko 2005.)

Puolustusvoimien yhteisiä atk-palveluita ei tarjota tällä hetkellä alajohtoportaille. Tulevaisuudessa voi olla, että alajohtoportaat saavat käyttöönsä operatiivisia palveluita. Tietoa siirretään sähköpostilla tai omissa verkoissa. Viestit ovat tiedostotyyppisiä, jotka yleensä salataan ennen lähettämistä. Tietoverkoissa siirrettävä tieto pyritään minimoimaan. Se keventää viestintäverkon rakennetta ja parantaa huomattavasti tietoturvaa. Turvallisin tapa siirtää tietoa on yleensä suojatussa paikassa tapahtuva henkilökohtainen tapaaminen. (Melkko 2005.)

9 SOTILASLÄÄNIN LIITYNTÄLAITEVERKKO

9.1 Yleistä

Valmiutta kohotettaessa sotilasläänin viestiverkko perustuu kiinteän televerkon käyttöön. Sotilasläänin sisäinen liikenne hoidetaan puhe-, telekopiolaite-, sanomalaite- ja sähköpostiyhteyksin. Lisäksi tulevat erilaiset radioyhteydet. Viestin tietoturvaluokka määrää salaustavan ja liikennöintivälineen. Viestitoimintaa alueella johtaa alueellinen johtoporras, eli tässä tapauksessa Sotilasläänin Esikunta. Sen viestitoiminnan tehtäviin kuuluu

- tarvittavien yhteyksien suunnittelu, toteuttaminen ja ylläpito
- tarvittavien ohjeiden laatiminen
- mahdollinen viestiliikenteen suoritus (sanomakeskukset, viestityselimet)
- tietoturvallisuudesta huolehtiminen
- valvonta ja hallinta
- viestihuolto
- sähkövoimatoiminnan suunnittelu alueella.

Liityntälaitteilla on mahdollista varmentaa ja osin laajentaa verkkoa ja samalla muodostaa tarvittavia palveluita käyttäjille. Tarvittavia palveluita ovat puhe- ja sähköpostipalvelut. Lisäksi tulevat verkon läpi tarjottavat yhteydet eri palvelimiin. (Melkko 2005.)

Liityntälaitteen koko mahdollistaa sen helpon sijoittamisen hyvään paikkaan. Sijoituspaikka valitaan turvallisuuden ja yhteyksien kytkemisen kannalta sopivaksi. Tällainen paikka on yleensä pääjakamo tai viestiasema. Lähtökohtaisesti liityntälaitteet sijoitetaan sotilasläänin alueella kiinteän viestiverkon asemille. Laitetila tulee olla kulunvalvonnan ja rikosilmoitusjärjestelmien piirissä. Kulku tulee olla mahdollista vain ylläpito- ja turvallisuushenkilöstölle. Liityntälaite asennetaan, jos mahdollista kiinteästi laitetelineeseen. Tällöin laite on fyysisesti paremmassa suo-

jassa. Kun mahdollista sijoitetaan liityntälaitteet ja muutkin aktiivilaitteet EMP-suojatilaan tai erilliseen EMP-suojattuun kaappiin. Laitteille kytketään varmennettu jännitesyöttö. Varmennus kannattaa suorittaa aina akuilla, joita tarvittaessa varataan varavoimajärjestelmän avulla.

Rajoitteena viestiasemille sijoitettaessa on lähiverkkotekniikoiden lyhyt toiminta-ettäisyys. Lisäksi jos käyttäjät ovat samoissa tiloissa laitteiden kanssa, kuten oltessa kokonaan kiinteän viestintäverkon asemien varassa, ollaan todella haavoittuvia. Tällöin sekä käyttäjät, että tiedonsiirtoverkko ovat tuhoavissa muutamilla iskuilla. Siksi verkkoa on pystyttävä laajentamaan tarpeen mukaan, joukkojen liikkeen mukana. Vaihtoehtoja verkon laajentamiselle ja varmistamiselle on monia.

Kiinteää televerkkoa laajennetaan, liittämällä siihen liikuteltavia komponentteja. Verkkoon muodostetaan liityntäpisteitä joukoille, joiden kautta ne saavat yhteydet viestintäverkkoon. Alueelliset viestijoukot (ALVI) rakentavat niin sanotun liityntäverkon ja liittyvä joukko rakentaa yhteytensä liityntäpisteeseen. Yhteys viestintäverkkoon muodostuu liityntäverkon läpi, alueellisen liityntälaittefarmin kautta. Perusteet verkolle saadaan tällöin alueellisen viestiverkon ylläpitäjältä (aluekäytökeskus). Sotilasläänissä tämä tarkoittaa esimerkiksi, kupariyhteyden rakentamista (SHDSL) omasta liityntälaitteesta liityntäpisteeseen. Omalta liityntälaitteelta rakennetaan jatkoyhteyksiä palveluiden käyttäjien luo esimerkiksi erillisillä SHDSL-modeemeilla, valokuiduilla tai vaikka operaattorilta tilattua ADSL-yhteyttä hyödyntäen.

9.2 Liityntälaitte EMP-suojatussa tilassa

Viestiasemat ovat yleisesti EMP-suojattuja. EMP-suojaus vaikeuttaa viestiasemien ulkopuolisten pisteiden liittämistä verkkoon. EMP-suojatun tilan sisällä voimme kytkeä laitteet kuparikaapeleilla. Suojan ulkopuolelle kytkentä täytyy suorittaa erillisten suotimien kautta tai käyttäen valokuitua. Suojasta ei saa rakentaa ulos sähköä johtavia kaapeleita suoraan, koska tällöin EMP-suojaus kärsii. Suojasta on

mahdollista kytkeä suodattimien läpi liityntälaitteen E1-liitäntä (2Mbit/s), HSDSL ja analogiset puhelinliitännät. Lisäksi voidaan valokuituja hyväksikäyttäen kytkeä myös ethernet-liitännät.

9.3 Yhteystavat liityntälaitteeseen

Jos käytössä ei ole kiinteän tai kenttäviestintäverkon palveluita, voidaan pitkän matkan yhteydet rakentaa käyttäen hyväksi olemassa olevaa valokaapeliverkkoa. Valokaapeleiden käyttö vaatii kuitenkin tarkkaa suunnittelua operaattoreiden kanssa. Käytön rajoitteena ovat verkon vapaa kapasiteetti ja se, että oma viestiasema on sijoitettava kaapeleiden kulkureitille, paitsi jos joukolla on käytössään valokaapeliyhteyden rakentamiseen kykeneviä henkilöitä ja tarvittava materiaali. Valokaapeliyhteyttä varten liityntälaitteisiin on asennettava kiinteät valokuitukortit tai hankittava erilliset kuitulähettimet. Kiinteissä korteissa on se etu, että kuituyhteys ei sido yhtä ethernet-porttia, kuten erillinen kuitumuunnin vaatii. Tällainen kuituyhteys mahdollistaa kuitenkin nopean, vakaan ja pitkän (<120 km) runkoyhteyden laitteiden välille.

Kiinteän runkoverkon ja liityntälaitteeverkon runkoyhteyksillä käytetään myös linkkiteknikkaa. Alueellisten viestijoukkojen linkkiryhvät rakentavat liityntälaitteeverkon yhteydet Ericssonin minilinkeillä. Linkki on nopea ja helpohko tapa luoda siirtoyhteys erilaisiin paikkoihin. Linkkiyhteys tarjoaa käyttöön pienemmän kapasiteetin kuin valokaapelit.

Liityntälaitteiden välisenä yhteytenä voi olla myös yleisen televerkon puhelinliittymä (modeemi) tai radioyhteys. Näiden siirtotapojen kohdalla tulee kuitenkin muistaa, että siirtonopeus on hidas eikä sovellu oikein muuhun kuin sähköpostin / datan lähettämiseen yhdeltä käyttäjältä kerrallaan. Tällaisen yhteyskäytännön kohdalla täytyy liikenne keskittää sanomakeskukseen, joka priorisoi viestien lähtöksen eikä käyttäjien kesken tule epäselvyyksiä. Langaton lähiverkko voi mahdollisesti toimia laitteiden välisenä runkona tai joukon liittämisesssä liityntälaitteverkkoon. Tällöin tulee huomioida lyhyt kantama ja verkon suojausasetukset.

9.4 Puheenvälityspalvelut

Puhelinyhteydet on joukon johtamisen tärkein väline. Puhelinyhteyksien avulla voidaan välittää viestejä puheella, telekopiolaitteilla ja valinnaisen modeemin kautta sähköpostilla. Analogiset puhelinliitännät voidaan siirtää kuparikaapelissa useiden kilometrien päähän. Ethernet-liitännän vieminen yleiskaapeloinnissa ei onnistu kuin noin 100 metrin päähän, mikä rajoittaa lähiverkoissa siirrettävän VOIP-tekniikan käyttöä. Liityntälaitte tukee VOIP-liikenteessä ainakin H.323 ja SIP-protokollia. (Mäkinen 2004.)

Erilaiset telekopiolaitteet ovat yksi tärkeimmistä puheenvälitysjärjestelmässä käytävistä laitteista. Julkisten telekopiolaitteiden lähetykset onnistuu hienosti liityntälaitteverkossa, kunhan eri verkkojen numerointi tiedetään. Salaavien telekopiolaitteiden käytössä ei ole myöskään havaittu nykyisessä järjestelmässä ongelmia. Kanavointilaitteissa puhelinyhteyksien tasot ovat säädettävissä erilaisten salauslaitteiden tarpeiden mukaan. (Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2004.)

9.5 Sähköpostipalvelut

Sähköpostin käyttö on käyttökelpoinen johtamisväline. Sähköpostina voidaan lähettää erilaisia tiedostoja salaamattomina tai salattuina. Sanomien tietoturvaluokka määrää salaus- ja lähetystavan. Viestiohjeen laatii tietotekniikkatoimisto, jossa määrätään myös käytettävissä olevien viestittämistapojen soveltuvuus eri tietoturvaluokkien lähettämiseen. Perusperiaatteena on, että salaamattomina verkoissa lähetetään julkisia sanomia. Salaisemmat viestit lähetetään salattuina erilaisissa operatiivisissa verkoissa.

Liityntälaitteverkossa käytössä on oma sähköpostipalvelin. Sähköpostitilien luonti ja ylläpito on verkon ylläpitäjällä. Sähköpostipalvelua pidetään yllä yhdessä liityntälaitteessa ja muut ohjelmoidaan niin, että ne on otettavissa käyttöön palvelua tarjoavan laitteen poistuttua verkosta. Sähköpostipalvelimen vaihdon tulee olla

ennalta suunniteltu ja valmisteltu, jotta palvelu saadaan toimimaan halutulla tavalla, eikä esimerkiksi postien katoamisia pääsisi tapahtumaan.

(Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2004.)

Sähköpostitilit luodaan keskitetysti. Tilien tarpeen Sotilasläänin liityntälaitteverkossa määrittää esikuntapäällikkö alajohtoportaiden, esikunnan osastojen ja toimistojen esityksistä. Tietotekniikkatoimisto laatii ja ylläpitää tarvittavat perusteet palvelun käytöstä. Sähköpostipalveluun luodaan soittosarja(t) joihin etäkäyttäjät voivat liittyä puhelinyhteyden toimiessa. Modeemiyhteyksiä tulee kytkeä mahdollisuuksien mukaan jokaiseen verkon laitteeseen. Yhteys muodostetaan modeemin kautta ja välitetään liityntälaitteverkossa siihen liityntälaitteeseen, jossa sähköpostipalvelin toimii. (Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2004.)

9.6 Muut tarjottavat palvelut

Liityntälaitteverkon läpi tuodaan erilaisia palveluita käyttäjille. Palvelut ovat tuotavissa verkkoon liittämällä palvelu mihin tahansa verkon laitteista ja ohjaamalla verkon liikenne kyseisen laitteen kautta palvelimelle. Jokaisen palvelun osalta puolustusvoimissa on olemassa tietoturvaohjeet, joita on noudatettava. Jos jokin ohjeistuksen mukainen määrittely tai suojaus ei onnistu, tällöin kyseistä palvelua ei saa kytkeä verkkoon.

Liityntälaitteverkkoa voidaan käyttää esimerkiksi HF-radioiden kaukokäyttöön. Kytkettäessä radioiden ohjaukseen tarkoitettut tietokoneet liityntälaitteverkkoon saadaan kaukokäytetty radioverkko muodostettua, jonka kautta voidaan lähettää dataa digitaalisesti salattuna. Radiot voidaan sijoittaa etukäteen haluttuihin paikkoihin ja ottaa ne käyttöön verkon läpi tarvittaessa. Yhteyksien muodostamiseen käytetään sopivimmassa paikassa olevaa tai haluttua antennia ja valinta tapahtuu yhdeltä tietokoneen ruudulta suoraan johtamispaikalta, paljastamatta sitä vihollisen elso-joukoille (elektroninen sodankäynti). Radioiden käyttö on mahdollista mistä tahansa, kunhan verkkoyhteys on olemassa. Tällainen kaukokäyttö voidaan toteuttaa myös valinnaisella modeemilla ja puhelinyhteydellä. Mutta jos käyttöön

on mahdollista saada kiinteä ja nopea yhteys, usean radion nopea käyttö mahdollistuu samalta päätteeltä. (Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2002. ; Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2004.)

Operaattoreiden ADSL-verkkoa voi helposti hyödyntää osana verkon suunniteltua. Sillatulla adsl-yhteydellä voidaan liittää yksittäinen tai siltaryhmällä useampikin etäpiste verkkoon. Siltaryhmässä laitteet ovat samaa verkkoa, mikä tulee huomioida verkon IP-osoitesuunnitelmaa laadittaessa. (Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2004.)

Joukon liike hankaloittaa liityntälaitteiden käyttöä, liityntäpisteiden vähäisen lukumäärän vuoksi. Kun liityntäpisteiden määrä saadaan riittävän suureksi, voidaan verkkoa ja sen palveluita käyttää alkuperäisidean mukaan. Tällöin joukko alueelle saapuessaan liittää itsensä ennalta määriteltyyn pisteeseen liityntälaitteverkossa. Näin joukot saadaan nopeasti liitettyä osaksi valtakunnallista kiinteää viestintäverkkoa. (Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2002.; Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2004.)

10 LIITYNTÄLAITEVERKON SUUNNITTELU

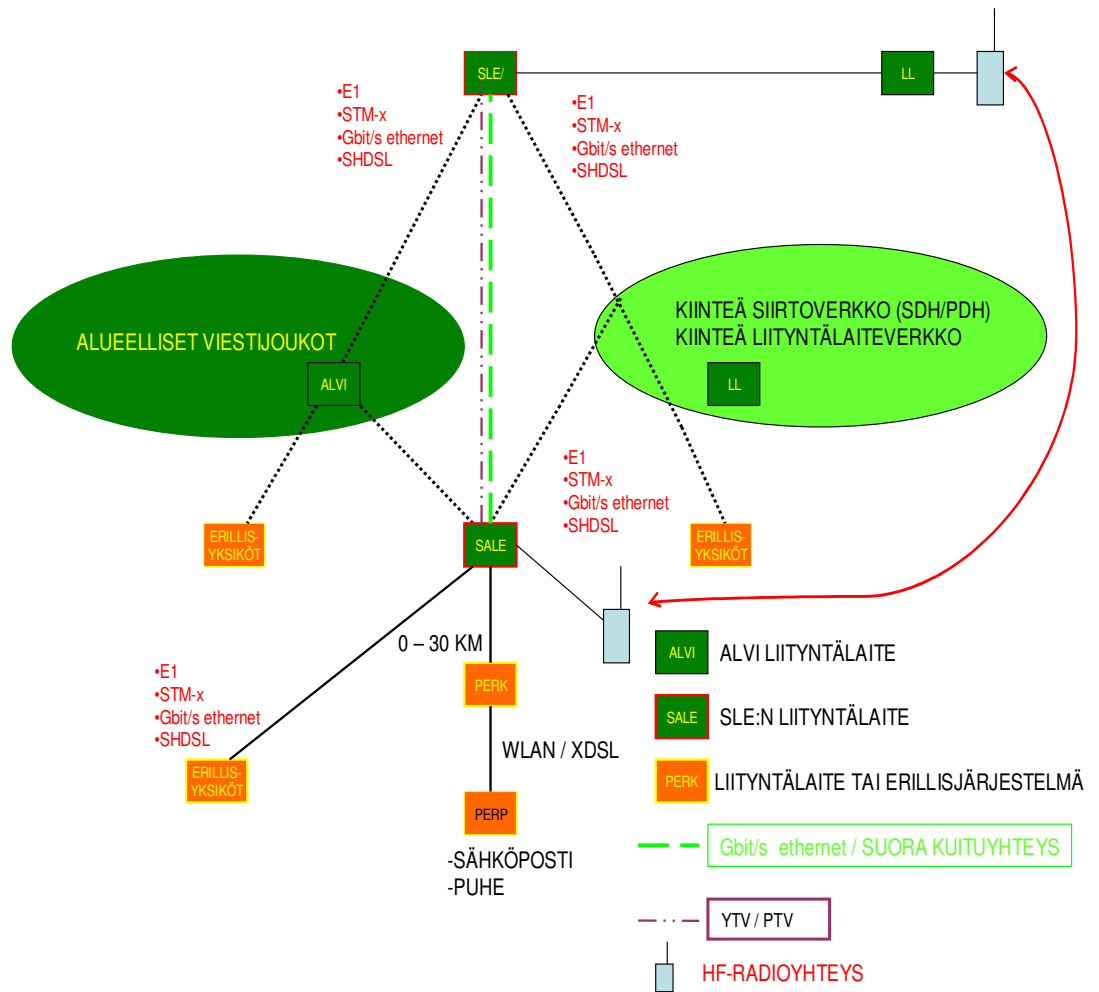
10.1 Perusteita

Sotilasläänin viestiverkon rakentuu kiinteän televerkon varaan, mutta koska siinä on osia kenttäviestiverkoista, vaatii sen suunnittelu laajaa tietämystä eri verkoista. Liityntälaitte tuo mukanaan uudenlaisen tavan keskittää palveluita. Liityntälaitteen monipuolisten käyttömahdollisuuksien vuoksi verkon suunnittelijoiden ja rakentajien on ymmärrettävä laitteen toiminta mahdollisimman hyvin, eri tekniikoineen. Käytettävä tekniikka on tuttua kiinteän televerkon puolelta, liityntälaitteessa ei ole mitään täysin uutta. Erilaista tekniikkaa on vain kasattu yhteen laitteeseen. Viestitoiminnan suunnittelu lähtee tarpeista, jotka palveltavat joukot esittävät. Viesti- ja tietotekniikkatoiminnan suunnittelijoilla on oltava hyvä tuntemus käytettävistä välineistä, yhteyksiä rakentavasta joukosta ja viestitaktiikasta. Lisäksi toiminta-alueen ja vihollisen tuntemus on elintärkeää.

(Melkko 2005.)

10.2 Sotilasläänin viestiverkon rakenne

Tietoteknisin yhteyksin palveltavia joukkoja sotilasläänin alueella ovat sotilasalueet ja niiden alaisuudessa toimivat joukot sekä läänin esikunnan eri toimipaikat. Liityntälaitteita ei voida nykyisen kalustotilanteen vuoksi viedä jokaiseen joukkoon. Liityntälaitteet sijoitetaan sotilasläänin johtamistoiminnan kannalta edullisiin paikkoihin. Alajohtoportaat liitetään verkkoon erillisillä yhteystavoilla yleisimmin valinnaisella modeemilla yleisen televerkon kautta tai ADSL-yhteydellä. Sotilasläänin viestintäverkon periaatekaavio esitetään kuviossa 15. Liityntälaitteiden sijoituspaikkoja muutetaan kaluston kunnan ja joukkojen tarpeiden mukaan. (Melkko 2005; Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2002. ; Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2004.)



KUVIO 15. Sotilasläänin viestintä- / liityntälaitteverkon periaatekuva

10.3 Liityntälaitteverkon suunnittelu

Suunnittelu- ja rakentamisvastuussa olevan joukon tietotekniikkatoimisto, suunnittelee rakentamisen tarvittavine perusteineen annettujen käskyjen ja esitettyjen tarpeiden mukaan. Tietotekniikkatoimisto huolehtii myös verkon kehittämisestä, tietoturvasta ja verkonvalvonnasta. Liityntälaitteverkon perusteiden suunnittelussa tulee huomioida, että jokainen liityntälaitte tulisi nimetä ja osoitteistaa selkeän yksilöidysti. Tällöin kyseisen laitteen palvelut osoitettaisiin kiinteällä osoitteella, eikä liityntä (interface) osoitteella. Tällä mahdollistetaan laitteen siirto verkossa ja liityntöjen osoitteiden muutokset eivät aiheuttaisi koko verkon liityntälaitteiden asetusten (konfiguraatio) tarkastamista ja kenties muuttamista. Jos palvelut, esi-

merkiksi puheensiirto on ohjelmoitu laitteen liittynän osoitteen mukaan, aiheuttaa se, ettei verkon muuttuessa puheluita saada ohjattua oikeaan laitteeseen. Kaikille verkon laitteille joudutaan ohjelmoimaan puheenvälitysasetuksiin kyseinen liittytäsoite. (Mäkinen 2004; Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2002. ; Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2004.)

Liityntälaitteverkon rakentamiseen tarvitaan seuraavat suunnitelmat:

- Verkon yhteyskaavio (liite 2)
- taulukon rakennettavista yhteyksistä aikamääreinen ja tarkkoine paikkoinneen
- liityntälaitteiden liitännöjen tekniset asetukset
- puhelinluettelo
- liityntäpisteet runkoverkkoon
- liitännät muihin verkkoihin
- liitännät puhelinvaihteisiin, ytv / pvtv (ulkolinjanumero liityntälaitteverkosta ulos)
- sähköpostipalvelun asetukset (missä postipalvelin)
- sähköpostitilit (salasanoineen)
- viestiliikenneohjeet
- varmennusmenettely (konfiguraatiot, laitteet ja sähkönsyöttö)
- käyttäjätunnukset – salasanat hallintaan
- salaukset (liikenne)

Näistä perusteista kootaan rakentavalle joukolle työmääräys (liite 3), jonka liitteenä on mahdolliset muut tarvittavat dokumentit. Viestiperusteet ovat pääsääntöisesti tietoturvaluokkaa II eli salaisia. Näin ollen niitä ei saa säilyttää kuin nimetyiden henkilöiden hallussa ja koko ajan valvottuna. (Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2002.; Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2004.)

10.4 Rakennus- ja ylläpitovastuu

Verkon rakennuksessa pätee yleiset viestiverkkojen rakentamisohjeet. Se joka vastaa alueesta ja sen taistelutoiminnasta, vastaa myös viestitoiminnasta. Lisäksi yhteydet rakennetaan: ylemmästä johtoportaasta alempaan, maastollisesti takaa eteen ja vasemmalta oikealle, tukevasta joukosta tuettavaan sekä aluevastuussa olevasta joukosta alueella olevaan joukkoon.

Sotilasläänin liityntälaitteverkossa vastuu jakautuu seuraavasti. Sotilasläänin Esi-kunnan tietotekniikkatoimistossa suunnitellaan verkon rakenne, laaditaan perusteet, tehdään valmistelut mahdollisimman pitkälle (yhteysvaraukset, kalustotilaukset) ja laaditaan ohjeet sekä käskyt verkon rakentamisesta (Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2002.; Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2004.).

Sotilasläänin viestikomppania rakentaa ja ylläpitää liityntälaitteverkon saatujen ohjeiden ja käskyjen mukaan. Suunnitteluvaiheessa viestikomppanian teknisiä asiantuntijoita voidaan ja kannattaa käyttää toiminnan suunnitteluun. Tällöin käytännön tekijöiden näkökulma tulee huomioitua. Ammattitaitoa voidaan kehittää aktiivisella harjoittelulla. Käskyn saatuaan viestikomppanian johto tekee oman suunnitelmansa rakennustöiden toteuttamisesta. Käytännön toteuttajana viestikomppania hoitaa käytännön järjestelyt. (Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2002.; Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2004.)

Sotilasalueiden ja erillisjoukkojen viestiosat, rakentavat joukon sisäiset yhteydet. Sotilasalueiden viestiosille voidaan antaa, vastuulleen esimerkiksi joukkoon sijoitetun liityntälaitteen käytännön hallinnointi ja kytkentöjen tekeminen. Jos rakentamis- tai ylläpitovastuuta laajennetaan, tulee tehtävät ohjeistaa huolellisesti, nimettävä henkilöt ja koulutettava heidät tehtäviinsä. Kaikkien viestintäverkon parissa työskentelevien tulee hallita tehtävänsä hyvin ja tehtäviä saavat hoitaa vain nimetyt henkilöt. Näin vältetään paremmin vaarantavilta virheiltä.

Yleisiä käytännön asioita suunniteltaviksi ja hoidettaviksi ennen rakentamista:

- kaluston varaus ja teknisen kunnon testaus
- kalusto- / materiaalihankinnat
- yhteydenpito palveltavaan joukkoon (aika, paikka, pääsyoikeudet, nimilistat, mitä tehdään, huolto, majoitus, kuljetus, mahdollinen avuntarve)
- suunnitelmien laatiminen ja mahdollisuuksien mukaan testaaminen
- yhteysvaraukset, esim. E1 liitännät siirtoverkosta molempiin päihin (rakentavalta joukolta, mahdollisimman ajoissa)
- kuljetukset (huomioitava kaluston määrä ja olosuhteet matkalla)
- tunnus sanat ja kulkuluvat oltava tiedossa tarvittavilta osin ja se kuinka tietoja päivitetään matkan aikana
- maastontiedustelu (yhteyksien rakennusreitit, viestiaseman sijoituspaikka ml. palveltavan joukon tarpeet sijaintipaikkoineen)
- yhteydenpito johto – rakentavat joukot (lb-puhelin, virve/gsm, radiot, YTV/PTV)
- ilmoitusmenettelyt (työn suorittamisen vaihe)
- huolto tehtävän aikana (muona, kalusto, aseet, polttoaine, lääkintä)
- toiminta kohdattaessa vihollista
- varasuunnitelma yhteyksien toteuttamiseksi (esimerkiksi varalaitteet, -yhteydet, mitkä palvelut tärkeimpiä)

(Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2002.; Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2004.)

10.5 Verkon hallinta ja tietoturva

Verkon hallinta on tärkeää verkon turvallisuuden kannalta. Vaikka käytössä ei olisi erillisiä apuvälineitä, pystytään laitteiden järkevällä sijoittamisella ja ohjelmoinnilla hallinnoimaan verkkoa. Liityntälaitteverkon rakenne pyritään salaamaan mahdollisimman hyvin. Toimenpiteestä ei saa keskustella julkisissa viestiverkoissa, ainoastaan tietoturvapuhelimessa salauksen ollessa päällä, eikä julkisesti pai-

koissa, missä sivulliset voivat kuulla. Viestiperusteet ovat tietoturvaluokkaa II eli salaisia. Viestiperusteita saavat käsitellä vain erikseen nimetyt, ja niitä tulee säilyttää maasto-olosuhteissakin jatkuvan valvonnan alla, esimerkiksi joukon johtajan karttalaukussa. Viestiperusteista ei saa ottaa kopioita kukaan muu kuin niiden alkuperäinen laatija, joka vastaa myös kopioiden kirjaamisesta sekä hävittämisestä.

Teknisesti verkon turvallisuutta saadaan lisättyä siihen liitettävien laitteiden osoitteiden hallinnoinnilla. Se voidaan toteuttaa esimerkiksi siten, että liitettäessä laitetta annettujen perusteiden mukaisesti ohjelmoituna verkkoon, ilmoittaa laitteen kytkijä verkon valvojalle (esim. tietotekniikkatoimisto) kytkennästä, joka ohjelmoi vastapäin laitteen liittymän niin, että se on yhteensopiva liitettävän laitteen kanssa. Ongelmana on se, millä laitteen liittäjä ilmoittaa verkon valvojalle. Ongelma korostuu etenkin pitkillä yhteysväleillä. Yksi apuväline on HF-radio, jolla saadaan pitkiä yhteyksiä huonoissakin olosuhteissa. Yhteystapa on varsin käyttökelpoinen, varsinkin jos radiot kaukokäytetään ja lähetetään digitaalista salattua dataa pienillä tehoilla.

Turvallisuutta liityntälaitteverkossa lisää liityntälaitteverkkoihin käyttöönotettava autentikointi. Autentikoinnilla liitettävät laitteet tunnistavat toisensa ja näin pystytään estämään asiattomien tunkeutuminen linjalle. Jotta tunnistukseen voidaan luottaa, on käytettävä riittävän pitkiä salausavaimia. Ennen kuin varmistus on tapahtunut ja linja avattu, ei linjalla liiku muu kuin autentikointiin tarvittava liikenne.

Salauksien käyttö liityntälaitteverkossa olisi suotavaa. Salauksien käytöstä ei ole ohjeistuksia olemassa. Salaus tulisi olla ainakin runkoyhteyksillä ja mielellään päätelaitteelta lähtien.

Erilaisten palveluiden käyttö on suunniteltava ohjeiden mukaan. Palvelut voidaan määrittää mille tahansa yhteydelle ja mihin tahansa liityntäpisteeseen verkossa. Jokaisesta liittymästä on tiedettävä, mitä palveluita liittymässä on tarjolla ja missä se fyysisesti sijaitsee. Jokainen turha liityntä, etenkin valvomattomana on mahdollisuus luvattomaan tunkeutumiseen verkkoon. Verkon hallinnasta vastaavan jou-

kon tietotekniikkatoimisto tai tietoturvaupseeri hallinnoi verkon autentikointia ja käyttöoikeuksia tunnuksineen.

Verkon hallinnointi on mahdollista miltä tahansa verkon solmupisteestä. Hallinnointi rajoitetaan vain nimettyjen henkilöiden tehtäväksi. Tunnistus tapahtuu käyttäjätunnus – salasana parilla. Käyttöön ei ole vakiintunut / käsketty mitään erillistä verkonvalvonta työkalua, mutta sellaisen käytöllä saataisiin verkon tilannekuvaa pidettyä yllä helpommin ja seurattua liikennettä verkossa.

10.6 Verkon fyysinen suojaus

Verkon ja sen eri pisteiden suojaus on erittäin tärkeää toimivuuden ja turvallisuuden kannalta. Liityntälaitteverkko rakentuu kiinteän televerkon varaan ja laajentaa sitä. Laitetiloista pyritään rakentamaan mahdollisesti useaan suuntaan olevia runkoyhteyksiä, jotka tänä päivänä ovat valokuitua. Valokuidut kytketään SDH solmuihin, joiden kautta eri järjestelmät, myös liityntälaitteet kytketään osaksi siirtoverkkoa. Siirtoverkon fyysinen rakenne pyritään suojaamaan rakentamalla yhteysväliä eri reittejä ja varmentamalla jokaisen aseman yhteydet vähintään kahteen suuntaan. Tällöin toisen yhteyssuunnan ollessa mahdollisesti pois käytöstä saadaan liikenne kulkemaan toista reittiä pitkin. Yleensä kaikkia yhteyksiä ei voida varmentaa, varsinkaan kuormitetuilla yhteysväleillä.

Liityntälaitteverkon heikkoutena voidaan pitää sitä, että kaikki yhteydet kulkevat yhden laitteen kautta. Liityntälaitteen toiminnan varmentamiseksi tulee ylläpitäjällä olla varaosina laitteen kaikki komponentit. Tällöinkin yhteyksien palautuminen kestää niin kauan kuin korjaaja tulee paikalle, selvittää vian ja vaihtaa tarvittavat osat. Käytännössä vian korjaaminen voi olla todellista hakemista, kokeilemalla eri komponenttien vaihtoa. Tärkeissä verkon pisteissä kannattaa olla toinen identtinen liityntälaitte valmiiksi ohjelmoituna ja mahdollisilta osiltaan kaapeloituna. Vikatapauksissa otetaan uusi liityntälaitte käyttöön kytkemällä runkoyhteydet kiinni ja käynnistämällä laite.

Liityntälaitteiden asetukset (konfiguraatiot) tulee varmentaa. Tallennukset tehdään liityntälaitteen massamuistiin (kovalevy, flash). Tallenteista tulee ottaa varmuuskopiot, johonkin toiseen muistipaikkaan. Tällöin voidaan käyttää toista kovalevyä, flash-muistia tai vaikkapa usb-muistitikkuja. Ylläpitovastuussa oleva organisaatio laatii käskyn varmennusmenettelystä. Käskyssä määrätään varmennusajankohdat, varmentajat, käytettävä tapa ja tallenteiden säilyttäminen. Varmentetun tiedon käyttöönotto tulee myös ohjeistaa. Ylläpitäjä saa tallennettua liityntälaitteesta ohjelmoidut asetukset, ei koko käyttöjärjestelmää ohjelmointiin. Käyttöönottoa varten tulee liityntälaitteen levyllä olla määrittämät perusasetukset. Käyttöönotossa laitetaan esimerkiksi muistitikku paikalleen ja käyttöliittymän kautta ladataan tiedot liityntälaitteen muistiin.

10.7 Liityntälaitteiden muutokset

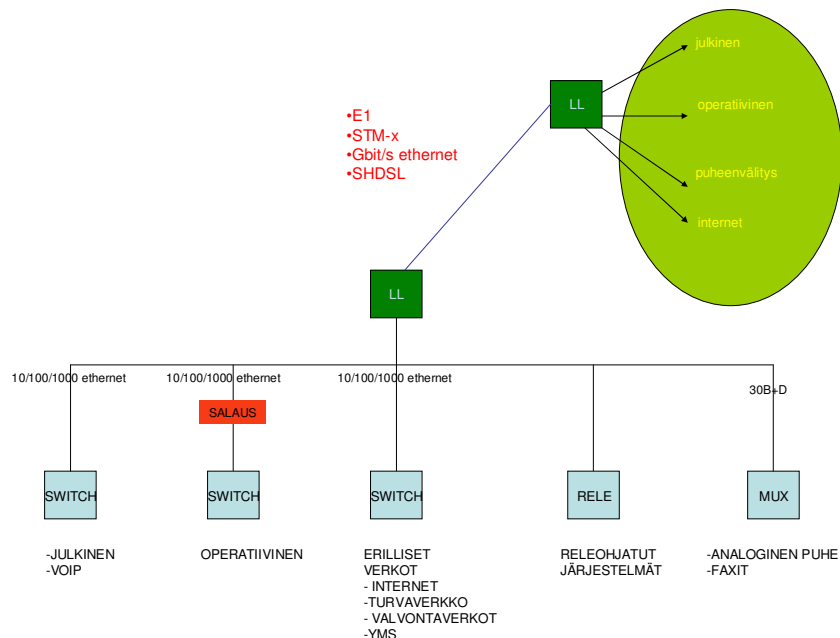
Jos liityntälaitteita irrotetaan hallitusti verkosta, sen käskyy ja ohjeistaa verkon haltija (joukon tietotekniikkatoimisto). Ennen laitteen irrottamista on kaikille sen palveluita käyttäville ja siihen liittyneille ilmoitettava toimenpiteestä. Ilmoitus tulee antaa hyvissä ajoin, että sen aiheuttamat häiriöt pystyttäisiin minimoimaan. Laitetta ei tule irrottaa verkosta ilman perusteltua syytä ja lupaa.

Jos laitteen tuleva sijoituspaikka ja perusteet verkon osana ovat tiedossa, voidaan ja kannattaa ne ohjelmoida valmiiksi ja tallentaa laitteen muistiin. Ennalta ohjelmoidut asetukset otetaan käyttöön liitettäessä liityntälaitetta verkkoon. Ennalta ohjelmointi nopeuttaa verkon muutoksien tekemistä ja vähentää häiriötilanteita. Jokaisella laitteella tulee olla kiinteä IP-osoite, jolla se tunnetaan verkossa. Tällöin vältytään koko verkkoa koskevilta ohjelmointimuutoksilta, laitteita siirrettäessä. (Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2002.; Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2004.)

11 LIITYNTÄLAITTEEN KÄYTTÖ RAUHANAJAN VERKOISSA

Normaalissa rauhanajan toiminnassa liityntälaitetta voidaan käyttää varuskuntien yhteyksien rakentamiseen, harjoitusalueilla ja etäpisteiden liittämiseen puolustusvoimien verkkoon. Liityntälaitteella voidaan rakentaa osa tai kaikki tarvittavat yhteydet toimipisteen käyttöön. Toimipisteenä voi olla yksittäinen toimipiste tai vaikka kokonainen joukko-osasto.

Liityntälaite kytketään osaksi viestintäverkkoa, joukko-osaston omalla viestiasemalla tai rakentamalla yhteys liityntälaitteelta jollain toisella viestiasemalla olevaan liityntälaitteeseen. Kuviossa 16 on esitetty liityntälaitteen käyttöperiaate joukon yhteyksien luomisessa. Liityntälaitteelta rakennetaan lähiverkkoyhteydet käyttäjien työasemille ja telepäätelaitteisiin. Käyttäjät kirjautuvat sisäverkossa (nykytilanne) tai verkon läpi etäpalveluiden (tuleva) käyttäjiksi. Liityntälaite toimii samalla puhelinvaihteena, reitittimenä ja palomuurina ilman erillislaitteita. Ainoastaan sisäverkon aktiivilaitteet ja päätelaitteet tarvitaan. Lisäksi saman verkon läpi voidaan siirtää erillisiä datayhteyksiä, esimerkiksi valvontayhteyksiä.



KUVIO 16. Liityntälaitteen käyttöperiaate rauhanajan joukon yhteyksien luomisessa

Isoimpana rajoitteena liityntälaitteen käytölle ovat puhelinliittymät. Analogisten puhelinliittymien tuottamiseen tarvitaan kanavointilaitteita, joiden tilaajamäärä on rajattu (24 tilaajaa / MUX). Yhdeltä Euro-ISDN kortilta pystytään luomaan maksimissaan 96 tilaajaa (neljä kanavointilaitetta), kun isossa joukossa tarvittavien liittymien määrä voi olla satoja. Tällöin tarvitaan useampia liityntäkortteja ja kanavointilaitteita. Lisäksi samoja liitäntöjä (30B+D) käytetään liittyminä muuhun puhelinverkkoon. Toisaalta käyttöön voidaan ottaa useampia liityntälaitteita tai laajennusyksikkö, joiden kautta saadaan lisää tilaajaliittymiä.

Erilaisten harjoitusverkkojen luonti liityntälaitteella on havaittu vaivattomaksi ja kustannuksia säästäväksi. Vuokraamalla kupariparin harjoitustilojen välille, saamme SHDSL-modeemeja käyttäen laajakaistayhteyden edullisesti. Omassa laitetilassa oleva liityntälaitte kytetään puhelinvaihteeseen (30B+D) ja muihin palveluihin sekä käytetään sähköpostipalvelimena. Kytetään puhelinvaihteen alanumeroista soittosarjoja modeemikortteihin, joiden kautta saadaan yhteys etäpisteistä. Kun numerot ovat puhelinvaihteesta, varmentavat ne samalla liityntälaitteverkkoa. Yhdellä kupariyhteydellä saadaan näin luotua esimerkiksi sotilasläänin esikunnan toimistojen tarvitsemat harjoitusyhteydet. Kustannussäästö liityntälaitetta käytettäessä on huomattava, koska tilattaessa puhelinliittymiä operaattorilta, maksetaan kytkentämaksu ja puhelut / liittymä, sekä lisäksi tarvitaan laajakaistayhteys datan siirtoon. Liityntälaitteella päästään yhdellä yhteydellä samaan.

12 YHTEENVETO

Liityntälaitte on käyttökelpoinen laite viestintäverkkojen rakentamiseen. Se mahdollistaa suhteellisen edullisin kustannuksin monipuoliset yhteysmahdollisuudet. Liityntälaitteen käytön helppous nopeuttaa yhteyksien rakentamista ja vähentää asennusvirheitä. Laitteen fyysinen rakenne, joka perustuu yleisesti myytäviin tuotteisiin, helpottaa ylläpitoa ja mahdollistaa korjauksen käyttäjätasolla. Suorituskyky on osoittautunut käytännön testeissä hyväksi.

Laitteen heikkoutena voinee pitää sen vahvuutta eli monipuolisuutta. Rakennettaessa koko verkko liityntälaitteilla ollaan yhden kortin varassa. Liityntälaitteen vikaantuessa eivät palvelut toimi siihen liitetyissä verkoissa. Vika voi olla fyysinen hajoaminen tai vaikka verkon tietoturva pettää. Miten joukon tarvitsemat yhteyspalvelut tuotetaan silloin? Erillislaitteiden suuri etu on siinä, että yhden laitteen hajoaminen harvoin vaikuttaa kaikkiin palveluihin. Verkon suunnittelussa tulee huomioida näin ollen yhteyksien varmentaminen. Yhteyksiä varmennetaan ottamalla käyttöön operaattoreiden puhelinliittymiä, toisella liityntälaitteella tai esimerkiksi erillisillä modeemiyhteyksillä. Suositeltavin tapa lienee toisen liityntälaitteen rinnakkaiskäyttö varajärjestelmänä. Liityntälaitte pystyy toimimaan itsenäisesti ja tarjoaa mm. puhelupalvelut sisäverkkoon liitetyille käyttäjille, vaikka yhteydet liityntälaitteverkkoon eivät toimisikaan.

Erillislaitteilla rakennetuista yhteyksistä on pitkä kokemus. Kokemuksen myötä uuteen tekniikkaan luottaminen on hankalaa. Perinteisissä yhteysratkaisuisissa laitteiden toimintavarmuus on yleensä hyvää ja yhden laitteen hajoaminen ei välttämättä estä muita järjestelmiä toimimasta. Eriytyvyys aiheuttaa samalla ison haasteen. Verkon laitteiden ollessa erillisiä ja erilaisia vaatii laitteiden käyttö ja asentaminen erikoistaitoja, joita yksi ihminen pystyy harvoin hallitsemaan. Liityntälaitteverkossa tämä on helpommin mahdollista. Jokainen erillislaitte on myös erillishinnoiteltu. Laitteen hinnassa ovat mukana omat kehitys- ja tuotantokustannukset, ja pienet tuotantoerät nostavat hintaa. Liityntälaitteen kovatarvasta iso osa on massatuotantoa, ja näin ollen yksittäisen tuotteen hinta jää alhaisemmaksi.

Käyttökatkoksien kestoa saadaan lyhennettyä ja palvelua parannettua, kun laitteet voidaan korjata itse. Liityntälaitteen korjaus onnistuu käyttäjätasolla, koulutuksen

jälkeen. Korjaustyö ei vaadi erikoistyökaluja ja varaosat ovat pääosin edullista erikoiskauppatavaraa. Järjestelmän kehittämiseksi, vikadiagnosointi joka ilmoitaisi toimintahäiriöt, parantaisi verkon toimivuutta lyhentämällä korjausaikoja.

Sodanajan toimintaa harjoiteltaessa liityntälaitte on osoittautunut käyttökelpoiseksi välineeksi viestintäverkon rakentamisessa. Liityntälaitetta ei tarvita sotilasläänissä, jos yleinen televerkko toimii. Se mahdollistaa monipuolisemmat palvelut ja varmentaa olemassa olevia yhteyksiä, muttei ole viestityksen kannalta välttämätön. Tietenkään kaikkea ei voi laskea yleisen televerkon varaan ja tällöin liityntälaitteelle on todellista käyttöä. Liityntälaitteella on mahdollista rakentaa toimiva viestintäverkko hyödyntäen lähes kaikkia toiminta-alueella olemassa olevia yhteyksimuotoja. Monipuolinen hyödynnettävyys on iso etu, etenkin joukoille joilla ei ole käytössään omaa runkoyhteyksien rakennuskalustoa. Tällöin hyödynnetään kaikki olemassa olevat mahdollisuudet tiedonsiirrossa.

Liityntälaitteiden tehokas ja turvallinen käyttö sotilasläänin viestintäverkon rakentamisessa on iso haaste tietotekniikkatoimialalle. Verkon suunnittelijoiden on ymmärrettävä koko laitteen mahdollisuuksien lisäksi myös käytettävät tekniset ratkaisut ja niiden rajoitteet. Liityntälaitte on kokonaisuus, jossa yhdistyy tiedonsiirron eri osa-alueet. Tietoturvallisuus ja suojautuminen tuholais toiminnalta korostuvat kriisiaikana. Laitteet on sijoitettava suojaan sekä sähköisiltä että fyysisiltä häiriöiltä ja uhkilta. Tietoturva saadaan hyväksi, kun koko viestintäverkossa on samat määritykset ja liityntälaitteverkkoon liitetään vain määräysten sallimia yhteyksiä, jotka ovat tietoturvaratkaisuiden piirissä. Verkkoon liittyvä on aina tunnistettava ennen liittämistä. Esimerkiksi modeemiyhteyksien käyttö ulkopuolisten operaattoreiden verkkoihin, voi avata tunkeutujalle reitin viestintäverkkoon. Tietoturvan osuus korostuu tällaisessa ratkaisussa, jossa yhden laitteen kautta on pääsy kaikkiin palveluihin. Tässä työssä on pyritty tuomaan esille eri tilanteissa havaittuja tarpeita toimivan verkon rakentamiselle.

Rauhanajan joukkojen tietoliikenneyhteyksien muodostamiseen liityntälaitetta ei vielä käytetä. Varuskunnissa olemassa olevia järjestelmiä ei kannata eikä voidaakaan purkaa, jos viestiasema toimii tärkeänä verkon solmupisteenä. Verkon päätepisteissä liityntälaitte olisi toimiva ratkaisu. Erillisten palveluiden tuottamiseen

liityntälaitte on käyttökelpoinen. Toimivassa verkossa voidaan liityntälaitteella korvata esimerkiksi puhelinvaihte ja käyttää sitä erilaisten järjestelmien kytkentäpisteenä puolustusvoimien verkkoon. Valvontajärjestelmät, erillisverkot ja kenttäviestiverkot voidaan liityntälaitteella kytkeä osaksi kiinteää verkkoa. Nykyisten laitteiden ikääntyessä ja niitä uusittaessa, kannattaa myös liityntälaitteiden käyttöä miettiä. Tiedonsiirrosta ei kannata tehdä liian monimutkaista.

Tietoliikennejärjestelmien valintaan vaikuttavat monet tekijät. Käyttäjien tarpeet, resurssit ja aikataulu luovat pohjan valinnalle. Järjestelmistä tulee löytää ne, jotka suoriutuvat tehtävistä vaatimusten mukaan. Huonosti toimiva järjestelmä haittaa palveluiden käyttöä. Tarkoitus on mahdollistaa ihmisten työskentely, niin etteivät tietoliikennejärjestelyt hankaloita sitä. Se jos mikä on vaikea tehtävä. Sataprosenttisesti toimivaa järjestelmää ei ole tehtykään.

Laitteiden hankinta- ja ylläpitokustannukset ovat iso menoerä. Yhden liityntälaitteen hinnalla saadaan reititin, puhelinvaihte, palomuri, G.703/G.704 2 Mbit/s liitännät (korvaavat erilliset modeemit), Gbit/s kuituliitännät, releliitännät, liitännät kenttäviestiverkkoon (Eurocom A) ja 30B+D liitännät puhelinjärjestelmiin. Jos laitteessa on STM-tasoiset liitännät, voidaan liityntälaitetta käyttää vaikka ”SDH-solmuna”.

Erillisinä järjestelminä hinnat ovat huomattavasti enemmän. Esimerkkinä Ericssonin MD-puhelinvaihteen (yleisesti käytössä puolustusvoimissa) 30B+D kortteja saadaan noin viisi kappaletta yhden liityntälaitteen hinnalla. Lisäksi tulee muiden järjestelmien hinta. Hankintahinta on liityntälaitteen suuri etu. Järjestelmän koko elinkaaren aikaisia kustannuksia on vaikea laskea. Hankintahinnan lisäksi tarvittaisiin mm. huolto- ja viankorjauskustannukset. Kyseistä tietoa ei ole kattavasti saatavissa.

Liityntälaitte soveltuu moneen käyttöön, sotilasläänin poikkeusolojen johtamisyyhteyksien tai jopa pienen varuskunnan yhteyksien rakentamiseen. Etuna on edullisuus, helppokäyttöisyys, monipuolisuus ja verkon fyysisen rakenteen helppo muunneltavuus. Heikkoutena on haavoittuvuus ja laitteen fyysinen kestävyys, joka on normaalin tietokoneen luokkaa. Laitte ei sovellu nykyversiona taistelevien

joukkojen käyttöön. Laitteen fyysiseen rakenteeseen tulisi panostaa, kehittämällä maasto-olosuhteisiin soveltuva versio liityntälaitteesta.

Käyttöliittymällä pitäisi pystyä ohjelmoimaan VOIP-palvelut. Pelkkien analogisten liittymien käyttö ei mielestäni ole järkevää. Samalla lähiverkkoyhteydellä voimme siirtää myös puhetta, jos käytössämme olisi VOIP-liittymien ohjelmoinnin mahdollistava versio käyttöliittymästä.

Lb-puhelun (Local Battery) mahdollisuus tulisi olla myös liityntälaitteessa. Se on maasto-olosuhteissa erittäin toimiva puheensiirtotekniikka, jolla voidaan liittää lähestulkoon mikä tahansa joukko verkkoon, koska kaikilla on yleensä mukanaan ainakin yksi lb-puhelin.

Verkon suojaus on tärkeää, ettei tuholais toiminnalle anneta mahdollisuutta verkon häiritsemiseen / lamauttamiseen. Verkon suojaaminen vaatii kokonaisturvallisuudelta paljon, kaikki riskit (henkilöt, tilat, onnettomuudet, tietoturvariskit, tuholais-toiminta) on pyrittävä kartoittamaan ja havainnot on huomioitava toiminnassa, jotta onnistuisimme turvaamaan toimintamme. Yksi heikko kohta murtaa koko turvallisuuden. Autentikointi liityntälaitteverkossa parantaisi paljon verkon tietoturvallisuutta. Sen käyttöönotto on mielestäni lähestulkoon välttämätön turvallisuustoimi.

Tulevaisuudessa lähes kaikki verkottuu keskenään, mikä vaatii suurta huomiota suunnitteluvaiheessa. Kaikkien verkkoon liittyvien laitteiden tulee olla yhteensopivia teknisesti ja asetuksiltaan. On tärkeää, ettei verkossa ole ohjeiden vastaisesti toimivia laitteita, jotka vaarantaisivat verkon turvallisuuden.

Erilaisten langattomien siirtotekniikoiden käyttö lisääntyy, myös liityntälaitteverkoissa. Nopeat, pitkän kantaman ja turvalliset tekniikat monipuolistavat verkon rakentamismahdollisuuksia. Yhteystapa, jolla on mahdollista liittyä verkkoon nopeankin liikkeen aikana (esim. autosta), mahdollistaa johtamisyhteyksien käytön vaikka joukot olisivat liikkeellä. Tällaisia tekniikoita ollaan tutkimassa, ja ne tulevat käyttöön jossain vaiheessa.

Liityntälaitteen suorituskyvyn testaus voisi olla hyväksi. Suorituskyky tulisi mitata kaikissa ympäristöissä vaihtelevilla kuormilla, tietoturvaohjeiden mukaisin asetuksin. Saisimme tietoa, jonka avulla voisimme tarkemmin suunnitella laitteen käyttöä ja jatkokehitystä.

Tulevissa sotilaslääneissä, etenkin sotilasalueilla liityntälaitteiden käytön opettelu ja käytön suunnittelu osana muita järjestelmiä lisäisi joukkojen suorituskykyä. Reserviläisten kouluttaminen järjestelmän käyttöön on helppoa, kun perustiedot tietoliikenteestä osataan. Liityntälaitteet mahdollistaa hajautettujen joukkojen liittämisen osaksi viestintäverkkoa; vain siirtotiet tarvitaan, ja niiksi kelpaavat lähes tulkoon mitkä tahansa käyttöön saatavat tekniikat.

Liityntälaitteen, kuten kaikkien muidenkin järjestelmien ja toiminnan kehitys puolustusvoimissa pitäisi perustua tarpeeseen. Tulee tietää, mitä halutaan ja suunnittelussa pitää olla mukana asiantuntijat kaikilta osa-alueilta. On määriteltävä yleiset tarpeet, käyttäjien tarpeet ja tekniset perusteet. Kaiken perustana pitää mielestäni olla miksi, mitä ja miten jokin asia toteutetaan. Turhia järjestelmiä on maailmassa jo paljon, ja siksi pitäisi hankkia vain tarpeellista.

Mielestäni puolustusvoimissa on paljon käyttöä liityntälaitteelle, mutta kehittäminen vaatii vielä työtä, etenkin käytön ohjeistamisen osalta. On laadittava puuttuvat ohjeet liityntälaitteen käytölle, sillä muuten hyvä laite jää hyödyntämättä kunnolla. Kokonaisuutena liityntälaitteen käyttö mahdollistaa, mutta myös vaatii paljon, etenkin verkon suunnittelulta.

LÄHTEET

- Anttila, Aki, 2000. TCP/IP tekniikka. WSOY-kirjapainoyksikkö, Juva.
- Ascom-liityntälaite, 2005. Tekninen käyttöopas, Versio 0.1.
- Casad, J. & Willsey, B., 1999. TCP/IP. IT Press, Helsinki.
- Davidson J. & James P., 2002. Voice over IP. IT Press, Helsinki.
- Eurooppalainen yleiskaapelointi, 2003. Opas standardin EN 50173-1 soveltamiseen. Teletekno, Helsinki.
- Halme, S. J. 1992. Televiestintäjärjestelmät. Viides korjattu ja tarkastettu painos. Otatieto, Helsinki.
- Hummelholm, A., 2004. Liityntälaite vakioitu tuotteeksi. Viestimies 2/2004, 40-41.
- Hummelholm, A. & Kaakinen, E. 2003. Alueelliset viestijoukot jatkuvan muutoksen tiellä. Artikkel. Viestimies 2/2003,17-20.
- Hämeen-Anttila, T., P.2000, Tietoliikenteen perusteet. Teknolit Oy, Jyväskylä.
- Hämeen-Anttila, R., Hölttä, P., & Niinioja S., 1993. Tietoliikennejärjestelmät. 3. painos. Painatuskeskus, Helsinki.
- Innala, K., 2005. Ascom (Finland) Oy, Ensimmäinen Savu, 01510 Vantaa. Haastattelu 11.11.2005.
- Kaarna, P., & Mäkikara, K., 1990. Puhelinlaitteet. Seitsemäs painos. Teknisten jäsenpalvelu Oy, Helsinki.
- Koljonen, J., 2002. TCP/IP yhdistävä rajapinta. Luento. Lahden Ammattikorkeakoulu, Tekniikan laitos.
- Melkko, S., 2005. Tietotekniikkapäällikkö. Uudenmaan Sotilasläänin Esikunta, PL 35 08101 Lohja. Haastattelu 12.11.2005.
- Mäkinen, P., 2004. Liityntälaiteverkon suunnittelu ja toteutus. Oppitunnit. Uudenmaan Sotilasläänin Esikunta, kertausharjoitus. Lohja 23.04.2004.
- Mäkinen, P., projektikoordinaattori, PL 107 02631, Espoo. Haastattelu 11.11.2005.
- Puolustusvoimat. Sähkömagneettiset häiriöt. Oppituntimateriaali.
- Uotila, P., 1997. Tietoliikenteen tekniikka, verkot ja protokollat. Suomen Atk-kustannus Oy, Espoo.

Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2004. Aalto harjoitus. Harjoitusverkon toteuttaminen liityntälaittein. Harjoituskertomus. Kertausharjoitus, Aaltoharjoitus 7. – 17.6.2004, Etelä-Suomen läänin alue.

Uudenmaan Sotilasläänin viestikomppania, 2002. Jarmo-harjoituksen harjoitusverkon toteuttaminen greenbox-laittein. Harjoituskertomus. Kertausharjoitus, Lokakuu 2002, Uudenmaan Sotilasläänin alue.

Valokaapelit tele- ja tietoverkoissa, 2001. 4. painos. Helkama Bica Oy, Hanko.

Viestitekniikan opas, 1991. Pääesikunnan koulutusosasto, Helsinki.

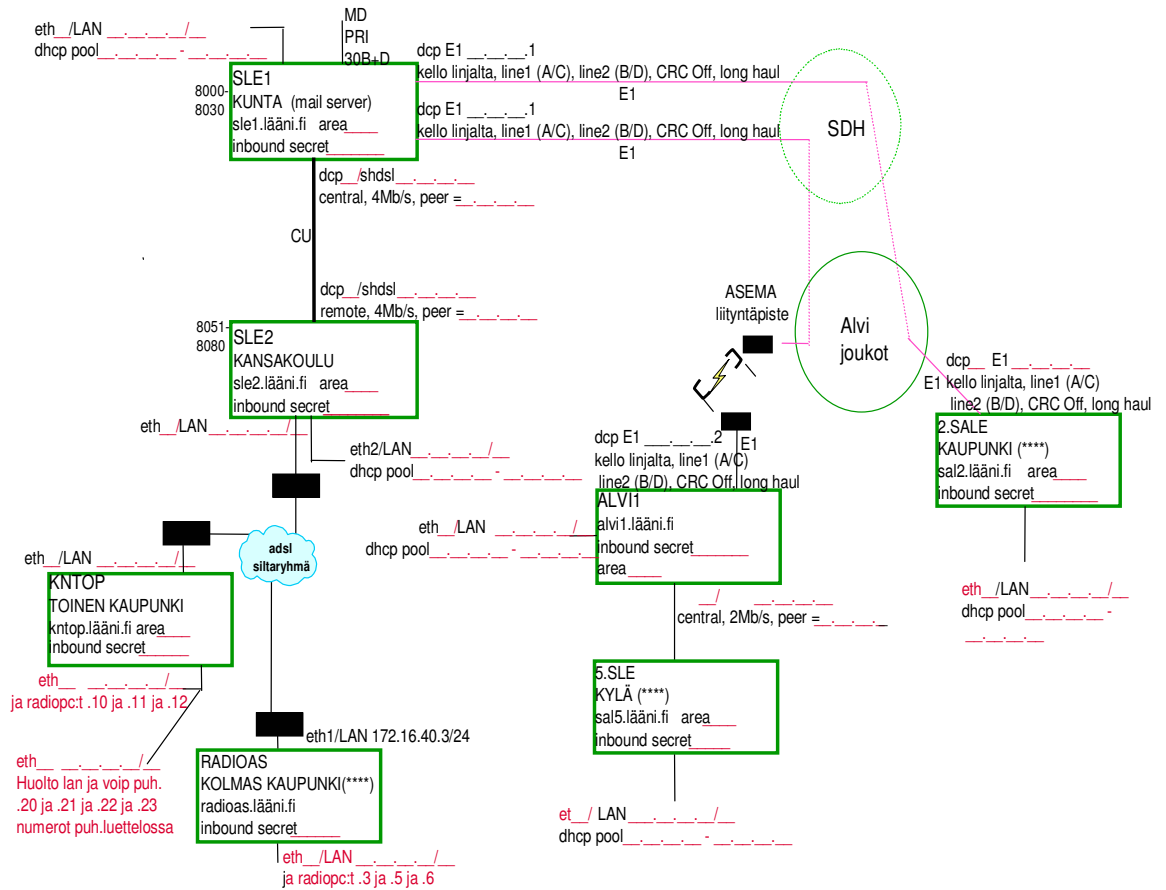
Viestimies kirja, 1989. Viestiupseeriyhdistys ry. 15. painos.

Volotinen, V., 1999. Tietoliikenne, televerkot ja päätelaitteet. WSOY, Porvoo.

Yleiskaapelointimääritykset, 2000. Puolustusvoimien Tietotekniikkalaitos, Espoo.

LIITYNTÄLAITE VERKKO

Tilanne ___ KLO



Verkkomaskit taulukko

LIITE 2

255.255.255.0 / 24 (11111111.11111111.11111111.10000000)

x.x.x.0 x.x.x.255

255.255.255.128 / 25 (11111111.11111111.11111111.11000000)

x.x.x.0 x.x.x.127
x.x.x.128 x.x.x.255

255.255.255.192 / 26 (11111111.11111111.11111111.11100000)

x.x.x.0 x.x.x.63
x.x.x.64 x.x.x.127
x.x.x.128 x.x.x.191
x.x.x.192 x.x.x.255

255.255.255.224 / 27 (11111111.11111111.11111111.11110000)

x.x.x.0 x.x.x.31
x.x.x.32 x.x.x.63
x.x.x.64 x.x.x.95
x.x.x.96 x.x.x.127
x.x.x.128 x.x.x.159
x.x.x.160 x.x.x.191
x.x.x.192 x.x.x.223
x.x.x.224 x.x.x.255

255.255.255.240 / 28 (11111111.11111111.11111111.11111000)

x.x.x.0 x.x.x.15
x.x.x.16 x.x.x.31
x.x.x.32 x.x.x.47
x.x.x.48 x.x.x.63
x.x.x.64 x.x.x.79
x.x.x.80 x.x.x.95
x.x.x.96 x.x.x.111
x.x.x.112 x.x.x.127
x.x.x.128 x.x.x.143
x.x.x.144 x.x.x.159
x.x.x.160 x.x.x.175
x.x.x.176 x.x.x.191
x.x.x.192 x.x.x.207
x.x.x.208 x.x.x.223
x.x.x.224 x.x.x.239
x.x.x.240 x.x.x.255

255.255.255.248 / 29 (11111111.11111111.11111111.11111100) LIITE 2

x.x.x.0	x.x.x.7
x.x.x.8	x.x.x.15
x.x.x.16	x.x.x.23
x.x.x.24	x.x.x.31
x.x.x.32	x.x.x.39
x.x.x.40	x.x.x.47
x.x.x.48	x.x.x.55
x.x.x.56	x.x.x.63
x.x.x.64	x.x.x.71
x.x.x.72	x.x.x.79
x.x.x.80	x.x.x.87
x.x.x.88	x.x.x.95
x.x.x.96	x.x.x.103
x.x.x.104	x.x.x.111
x.x.x.112	x.x.x.119
x.x.x.120	x.x.x.127
x.x.x.128	x.x.x.135
x.x.x.136	x.x.x.143
x.x.x.144	x.x.x.151
x.x.x.152	x.x.x.159
x.x.x.160	x.x.x.167
x.x.x.168	x.x.x.175
x.x.x.176	x.x.x.183
x.x.x.184	x.x.x.191
x.x.x.192	x.x.x.199
x.x.x.200	x.x.x.207
x.x.x.208	x.x.x.215
x.x.x.216	x.x.x.223
x.x.x.224	x.x.x.231
x.x.x.232	x.x.x.239
x.x.x.240	x.x.x.247
x.x.x.248	x.x.x.255

255.255.255.252 / 30 (11111111.11111111.11111111.11111110) LIITE 2

alin	ylin
x.x.x.0	x.x.x.3
x.x.x.4	x.x.x.7
x.x.x.8	x.x.x.11
x.x.x.12	x.x.x.15
x.x.x.16	x.x.x.19
x.x.x.20	x.x.x.23
x.x.x.24	x.x.x.27
x.x.x.28	x.x.x.31
x.x.x.32	x.x.x.35
x.x.x.36	x.x.x.39
x.x.x.40	x.x.x.43
x.x.x.44	x.x.x.47
x.x.x.48	x.x.x.51
x.x.x.52	x.x.x.55
x.x.x.56	x.x.x.59
x.x.x.60	x.x.x.63
x.x.x.64	x.x.x.67
x.x.x.68	x.x.x.71
x.x.x.72	x.x.x.75
x.x.x.76	x.x.x.79
x.x.x.80	x.x.x.83
x.x.x.84	x.x.x.87
x.x.x.88	x.x.x.91
x.x.x.92	x.x.x.95
x.x.x.96	x.x.x.99
x.x.x.100	x.x.x.103
x.x.x.104	x.x.x.107
x.x.x.108	x.x.x.111
x.x.x.112	x.x.x.115
x.x.x.116	x.x.x.119
x.x.x.120	x.x.x.123
x.x.x.124	x.x.x.127
x.x.x.128	x.x.x.131
x.x.x.132	x.x.x.135
x.x.x.136	x.x.x.139
x.x.x.140	x.x.x.143
x.x.x.144	x.x.x.147
x.x.x.148	x.x.x.151
x.x.x.152	x.x.x.155
x.x.x.156	x.x.x.159
x.x.x.160	x.x.x.163
x.x.x.164	x.x.x.167
x.x.x.168	x.x.x.171
x.x.x.172	x.x.x.175
x.x.x.176	x.x.x.179
x.x.x.180	x.x.x.183
x.x.x.184	x.x.x.187

LIITE 2

x.x.x.188	x.x.x.191
x.x.x.192	x.x.x.195
x.x.x.196	x.x.x.199
x.x.x.200	x.x.x.203
x.x.x.204	x.x.x.207
x.x.x.208	x.x.x.211
x.x.x.212	x.x.x.215
x.x.x.216	x.x.x.219
x.x.x.220	x.x.x.223
x.x.x.224	x.x.x.227
x.x.x.228	x.x.x.231
x.x.x.232	x.x.x.235
x.x.x.236	x.x.x.239
x.x.x.240	x.x.x.243
x.x.x.244	x.x.x.247
x.x.x.248	x.x.x.251
x.x.x.252	x.x.x.255

Liityntälaitteverkon työmääräys täytettynä(esimerkki)

LIITE 3

Työmääräys nro:

Laite	Hostname	Master-IP	Hallintatunnus	Salasana
LL1	ll1.uudsl.lmpa	10.1.1.1	34UudLL1	UkP98wE23
	Inbound secret	area	numeroava-	
	Tyja7623	951	2940-2969	
Liitäntä	Kytkenätiedot	Liitännän asetukset		
eth2	Montun koulun sisäverkon kytkimeen, portti 1	<u>Käyttötarkoitus</u> : Paikalliset tietokoneet ip : 192.168.1.60/27 dhcp pool : 192.168.1.33 - 192.168.1.51		
dcp00 (E1)	Montun koulun pääjakamo pari 234-235 Kytetään sisäverkon pareille 1201-1202, lka5 ikkunan puoli seinä toinen rasia talulta.	<u>Käyttötarkoitus</u> : SLE1-ALVI2 välinen yhteys oma pää ip : 172.16.10.1/16 kello linjalta, line 1(A/C), line 2 (B/D), CRC Off, long haul vastapä ip : 172.16.10.2/16 kello hostilta, line 1(A/C), line 2 (B/D), CRC Off, long haul		
dcp01 (E1)	Suora parikaapeliyhteys linkkiasemalta. Linkkiasema Harjukadun ja Koulukadun risteysalueella. VK rakentaa yhteyden	<u>Käyttötarkoitus</u> : SLE-ALVI1 välinen yhteys oma pää ip : 172.16.20.1/16 kello linjalta, line 1(A/C), line 2 (B/D), CRC Off, long haul vastapä ip : 172.16.20.2/16 kello hostilta, line 1(A/C), line 2 (B/D), CRC Off, long haul		
dcp02 / shdsl	Montun koulun pääjakamo pari 232. Kytetään parille 1205, lka 5 ikkunan puoli seinä, kolmas rasia talulta	<u>Käyttötarkoitus</u> : Harjukatu-Harjun koulu 4M Cu oma pää ip : 172.16.30.1 CENTRAL peer ip : 172.16.30.2 vastapä ip : 172.16.30.2 REMOTE peer ip : 172.16.30.1		
	Numeroiden määrittely	puhelinpuolen + SIP asetukset (CASE SENSITIVE!!!) Inbound secret ja outbound secretit oltava asetettu host1 110 192.168.30.1 osala isala host2 120 192.168.40.1 kala alak		
	Lisäpalvelut	SMTP palvelin, kts. tunnukset eri liitteessä		

LIITE 3

Liite työmääräykseen nro: _____

Rakentava joukko : _____ johtaja _____

Työskentelyaika: _____

Alue jolla työskennellään: _____

Siirtymisreitti: _____

Huomioitavaa reitillä / perillä:

Yhteyshenkilöt:

Kuljetukset:

Muonahuolto:

Majoitus:

A-tarvikehuolto:

Polttoainehuolto:

Lääkintähuolto:

Yhteysvaraukset: _____

Kalusto: _____

Ilmoitusmenettely:

Toiminta kohdattaessa vihollinen:

Muuta: _____