

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikan suuntautumisvaihtoehto

Aatu Samppala

SUUPOHJAN SEUTUVERKKON TIETOLIKENNELAITETILAN SUUNNITTELU

Insinööri työ joka on jätetty tarkastettavaksi insinöörin tutkintoa varten
Tampereella 8.6.2005

Työn valvoja:
Työn ohjaaja:

Ari Rantala
Ilppo Karesola

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
TIIVISTELMÄ

Tekijä:	Aatu Samppala
Työn nimi:	Suupohjan seutuverkon tietoliikennelaitetilan suunnittelu
Päivämäärä:	8.6.2005
Sivumäärä:	32 sivua
Hakusanat:	Telelaitetila, tietoliikennelaitteiden ympäristö
Koulutusohjelma:	Tietotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto:	Tietoliikennetekniikka

Työn valvoja:	Tietoliikennetekniikan lehtori Ari Rantala
Työn ohjaaja:	Elinkeinoasiamies Ilppo Karesola, Suupohjan elinkeinotoimen kuntayhtymä, Kauhajoki

Suupohjan alueen kunnat ovat päätyneet ratkaisuun rakentaa alueelleen tietoliikenneverkon, jonka rakentaa Song Networks Oy. Verkon tavoitteena on tarjota kunnille ja niiden asukkaille mahdollisuus nopeisiin ja luotettaviin tietoliikenneyhteyksiin.

Song Networks Oy rakentaa Suupohjan alueelle 400 km laajan runkoverkon aktiivilaitteineen. Runkoverkko yhdistää Suupohjan alueen kunnat ja kylät samaan tietoliikenneverkkoon. Song Networks Oy:n suunnitelma ei sisällä yksityisten kuluttajien liittämistä verkkoon. Suunnitelma ei myöskään sisällä kyliin sijoitettavan laitetilan suunnittelua.

Suunniteltavan laitetilan tulee tarjota verkon laitteille mahdollisimman stabiili ympäristö, jossa laitteiden toimintavarmuus ja käyttöikä on maksimoitu. Suunnittelussa kiinnitetään huomiota laitetilan ideaalisen sijoitusympäristön löytämiseen, tilan kokoon, tilaan sijoitettaviin laitteisiin sekä niiden sijoitteluun, ympäristön vaatimuksiin, virran syötön suunnitteluun, ilmastointiin sekä lämmitykseen ja kaapelointiin. Näiden kokonaisuuksien huolellisella suunnittelulla saadaan aikaiseksi laitetila, joka vastaa nykyajan laitteiden vaatimuksia. Suunnitelman avulla voidaan vertailla erilaisten laitetaratkaisujen käytännöllisyyttä eri tilanteissa kylän koon, sijainnin ja mahdollisten muiden tarpeiden mukaan.

TAMPERE POLYTECHNIC
ABSTRACT

Author:	Aatu Samppala
Title:	Sceme of the instrument rooms in the villages
Date:	8.6.2005
Number of pages:	32 pages
Index-word:	Hardware facilities, network instrument room
Training program:	Computer systems engineering
Orientation option:	Telecommunication engineering
Supervisor:	Senior Lecturer Ari Rantala
Instructor:	Economic management adviser Ilppo Karesola SEK Kauhajoki
<p>The counties of Suupohja-region have decided to build a regional communications network by Song Networks Oy. The goal of the Suupohja-region network is to provide fast and reliable data communications facilities for the counties and their inhabitants.</p> <p>Song Networks builds a network of 400 kms in the Suupohja-region and the network contains the active instruments. The network connects the counties and villages of Suupohja-region to the same communications network. Song Networks scheme does not include the plan of connecting the private consumers. The scheme does not have designs of the instrument rooms in the villages.</p> <p>The instrument rooms should provide a stable room where reliable operating and atmost operating age is possible. When designing the instrument rooms one has take into consideration the ideal positioning in the village, the size of the room, the setting of the instruments in the room, the electrical power input, air conditioning, heating system, setting of cables and the demands of the environment. Accurate planning of these unities achieves an instrument room that response to the needs of modern instruments. The plan gives the possibility to compare different solutions of the instrument rooms in point of view of practical use depending of size and location of the village and other possible needs.</p>	

Alkusanat

Suupohjan seutuverkon kylien laittilan suunnittelu lähti tarpeesta, jossa tuli selvittää mahdolliset vaatimukset, mitä nykyajan laittila tarvitsee. Lähestyessäni hankkeen vetäjiä lopullista ratkaisua kyliin sijoitettavasta laittilasta ei ollut tehty. Työssä sain vapaat kädet hahmotella erilaisia ratkaisuja, jotka vastaisivat kylissä olevia tarpeita.

Haluan kiittää erityisesti Suupohjan seutuverkkohankkeen vetäjiä Ilppo Karesolaa ja Risto Kuuttia tästä mahdollisuudesta osallistua hankkeeseen. Heidän lisäksi haluan osoittaa kiitokset avustavista ja kannustavista hetkistä omalle turvaverkostolleni.

Tampereella 9. kesäkuuta 2005

Aatu Samppala

Termit ja selitykset:

ADSL2	Asymmetric Digital Subscriber Line 2 eli epäsymmetrinen digitaalinen tilaajajohto 2. eli ADSL-yhteyden tehokkaampi versio 2.
ADSL-keskitin	Runkoverkon laite, joka mahdollistaa tiedonsiirron kuparisia tilaajajohtoja pitkin asiakkaalle.
ADSL-päätelaite	Asiakkaan luo asennettava päätelaite, joka muuntaa ADSL-signaalin tietokoneen ymmärtämään muotoon.
Aluejakamo	Kylän tai kaupunginosan tila, johon kaikki alueen puhelinkaapelit kotitalouksilta kerätään ja yhdistetään runkoverkkoon.
ESD	Pintojen potentiaalieroista johtuva sähköstaattinen purkaus.
Laitekaappi	Sama kuin laiteteline, mutta sisältää kaappirakenteen laitetelineen ympärillä.
Laiteteline	Teline laitetilassa, johon laitteet voidaan helposti asentaa, leveydeltään 19 tuumaa.
Laitetila	Tila, jossa tietoliikennelaitteet sijaitsevat.
Maadoitusranneke	Maadoitusrannekkeen tehtävänä on maadoittaa työntekijä turvallisesti työskentelyn aikana ja estää näin varausten muodostuminen kehoon.
Ristikytkentä	Kytkentä, jossa puhelinverkkotilanteessa kaksi eri kaapelin johdinta yhdistetään yhdeksi johtavaksi reitiksi.
Seutuverkko	Jonkin alueen yhdistävä tietoliikenneverkko, rakennettu yleensä julkisen rahoituksen avulla.
Tasasuuntaaja	Laite, jolla kyetään vaihtojännite muuntamaan tasajännitteeksi.
Triboelektrinen sarja	Kertoo erilaisten aineiden varautumisasteen sekä varauksen luonteen.
Trunkkikaapeli	Kahden tilan yhdistävä välikaapelointi.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	i
Abstract	ii
Alkusanat	iii
Termit ja selitykset	iv
Sisällysluettelo	1
1 Johdanto	2
2 Hankkeen taustat	3
3 Verkon rakenne	6
4 Laitetilan suunnittelu.....	8
4.1 Sijoitusympäristö	10
4.2 Tilan koko	11
4.3 Tilaan sijoitettavat laitteet	14
4.4 Laitteiden vaatimat ympäristövaatimukset	15
4.5 Ilmastointi ja lämmitys.....	17
4.6 Virransyöttö	19
4.7 Kaapelointi	21
4.9 Tilaajakaapelien liittäminen	26
4.10 Esimerkkitila	26
5 Loppuyhteenvedo.....	28
Lähdeluettelo.....	30
Liitteet	32

1 Johdanto

Tämä työ on tehty Suupohjan elinkeinotoimen kuntayhtymälle, jonka tehtävänä on edistää Suupohjan alueen yrityksiä syntymään ja kehittymään. Yhtenä tällaisena projektina on ollut kehittää alueen tietoliikenneyhteyksiä ja kartoittaa uusia mahdollisuuksia tällaisten yhteyksien tarjoamiseksi.

Lähestyessäni projektin vetäjiä ja pohtiessani heidän kanssaan mahdollista aihetta tutkintotyöksi nousi esiin tarve, jossa tulisi selvittää hankkeeseen parhaiten soveltuva ratkaisu koskien tietoliikennelaitteiden sijoittamista alueen kyliin. Työhön sisältyisi myös vertailu eri vaihtoehtojen kesken ja suuntaviivojen antaminen päätettäessä kulloisellekin kylälle paras vaihtoehto laitteiden sijoitteluun.

Työ on jaettu osakokonaisuuksiin ja näitä osakokonaisuuksia on kartoitettu ja pyritty selvittämään yksilöllisesti. Osakokonaisuuksiin ei ole annettu aina ratkaisuvaihtoehtoa, vaan on pyritty selvittämään, mihin tulee kiinnittää huomiota ratkaisua haettaessa. Jokainen laitetila on oma kokonaisuutensa, jolloin kulloinenkin ratkaisu riippuu ympäristön asettamista vaatimuksista. Näitä vaatimuksia on selvitetty työssä ja niihin on pyritty antamaan erilaisia ratkaisumalleja.

Lopuksi on työssä koottu yhteen erilaisten ratkaisumallien vahvuudet ja heikkoudet. Näiden pohjalta on esitetty tilanteet joissa kulloinenkin ratkaisumalli on tehokkain.

2 Hankkeen taustat

Tällä hetkellä yhä useampi palvelu siirtyy käytettäväksi Internetin välityksellä, kuten esimerkiksi pankki- ja veikkauspalvelut. Tämä asettaa Internet-liittymille aivan uudenlaisia nopeusvaatimuksia. Nykyään suurin osa vanhoista modeemiliittymistä on jo korvautunut yhä nopeammilla laajakaistaisilla yhteyksillä alueilla, joissa se on mahdollista.

Tällä hetkellä kilpailu laajakaistamarkkinoilla on erittäin kovaa, ja sen vuoksi hinnat ovat laskeneet rajusti liittymänopeuksien kasvaessa. Vuonna 2002 yleisimmän laajakaistaisen liittymän ADSL 512/512:n hinta oli n. 80 €/kk, kun saman liittymän hinta vuoden 2005 alusta oli n. 30 €/kk. Taulukko 1 selventää hintakehityksen rajua muutosta. Sen vuoksi operaattoreiden verkkojen laajennusinto ei ole enää kovinkaan suuri, joten harvaan asutuille maaseutualueille ei laajakaistaisia yhteyksiä tulla nopealla aikataululla saamaan ilman julkista rahoitusta. /1/

Taulukko 1: Laajakaistojen keskimääräiset kuukausihinnat

Nopeus	2003	2004
256 kbit/s	39 euroa	21 euroa
512 kbit/s	48 euroa	26 euroa
1 Mbit/s	62 euroa	35 euroa
2 Mbit/s	-	47 euroa

Lähde: Liikenne- ja viestintäministeriö

Suupohjan elinkeinotoimen kuntayhtymän (SEK) toteuttamassa Maaseutukylät 2006 - hankkeessa seutukuntaan kuuluvista kylistä on esitetty laajakaistaisen yhteyksien mahdollistavan verkon rakentamista Suupohjan alueelle. Suupohjan elinkeinotoimen kuntayhtymä esitti jäsenkunnilleen, Teuvalle, Jurvalle, Kauhajoelle, Karijoelle ja Isojoelle, että ne valtuuttaisivat kuntayhtymän valmistelemaan ja pyytämään tarjoukset oman nopean seutuverkon rakentamisesta eri operaattoreilta. SEK valmisteli tarjouspyynnöt ja toteutti tarjouskierroksen sekä arvioi ja vertaili eri tarjoukset keskenään. Tarjouspyynnöt lähetettiin viidelle eri operaattorille, TeliaSonera Finland Oy:lle, Song Networks Oy:lle, Vaasan Läänin Puhelin Oy:lle,

SoonCom Oy:lle, Nordic Lan & Wan Communication Oy:lle. Tarjouspyyntö perustuu siihen, että seutukuntaan rakennetaan noin 400 km:n laajuinen nopea tietoliikenneverkko, jolla yhdistetään Suupohjan kuntakeskukset ja Suupohjan alueella sijaitsevat kylät. Liitteessä 1 on esitetty rakennettava seutuverkko koko laajuudessaan. /1/ /3/

Runkoverkon vähimmäisnopeudeksi asetettiin 1 Gbit/s:ssa ja sen tulee olla laajennettavissa 10 Gbit/s:iin. Kyläkeskukset tulee liittää runkoverkkoon vähintään 100 Mbit/s:n nopeudella, jonka tulee olla laajennettavissa 1 Gbit/s:iin. Rakennettavan verkon tulee olla kahdennettu, jolloin toimintavarmuus tulee maksimoitua. Yhteydet kyläkeskuksista kotitalouksille pyritään hoitamaan paikallista kupariverkkoa pitkin hyödyntämällä esim. ADSL2-tekniikkaa. /1/ /2/

Rakennettava tietoliikenneverkko mahdollistaa suuria nopeuksia vaativien sovellutusten käytön tasapuolisesti kaikissa yksityisissä kotitalouksissa, yrityksissä ja kunnissa. Näitä ovat mm. erilaiset yritysten ohjelmistopankit sekä korkealaatuiset liikkuvan kuvan sovellutukset. Myös puhelinliikenne voidaan siirtää kokonaisuudessaan rakennettavaan verkkoon. /1/

Oma, nopea ja avoin verkko mahdollistaa myös kilpailun lisäämisen verkkopalveluiden toimittamisessa ja antaa mahdollisuuden niiden kehittämiseen seutukunnassa.

Määräaikaan mennessä tarjouksen jättivät kaikki viisi eri operaattoria joista kahden operaattorin tarjous hylättiin, koska tarjoukset eivät vastanneet tarjouspyynnön kriteerejä. Lopulliseen vertailuun osallistuivat Song, Soon ja Sonera. Jokaiselle operaattorille järjestettiin mahdollisuus tarkentaa omaa tarjoustaan sekä kirjallisesti että suullisesti erillisessä haastattelutilaisuudessa. Näiden selvitysten perusteella SEK esitti kunnille, että edullisin tarjous hyväksyttäisiin. /1/

SEK esitti kunnilleen että verkon hankintaa ja hallintaa varten perustettaisiin erillinen seutuverkkoyhtiö. Tällöin Suupohjan kunnat omistaisivat suurimman osan verkosta ja niillä säilyisi verkon määräysvalta. Näin verkko olisi mahdollisimman

vapaa kilpailuttamiseen ja verkon avoimuus säilyisi tasapuolisena kaikille operaattoreille. /1/

Perustettavan Suupohjan Seutuverkko Oy:n toimialaan kuuluvat siis verkon rakentaminen, sen omistaminen, ylläpito ja vuokraus. Jokaisen kunnan aloituspääoman osuus riippuu kunnan alueelle tarvittavasta investoinnista sekä asukasluvusta. /1/

Edullisimman tarjouksen toimitti Song Networks Oy. Tarjous sisältää rakennettavan verkon ja sen aktiivilaitteiden lisäksi myös ko. verkon huollon ja ylläpidon viideksi vuodeksi eteenpäin. /3/

Tavoiteltavat palvelut rakennettavalla verkolla ovat:

1. Yksityistaloudet

- tv-laitteen muuttuminen interaktiiviseksi (pääsy Internetiin)
- nuorison opiskelumahdollisuuksien turvaaminen syrjäseuduilla
- etätömahdollisuuksien huomattava parantaminen
- ihmisten tietoliikenne- ja puhelinkustannusten säästöt
- vanhus- ja terveydenhoitopalvelujen parantaminen
- turvapalvelujen parantaminen

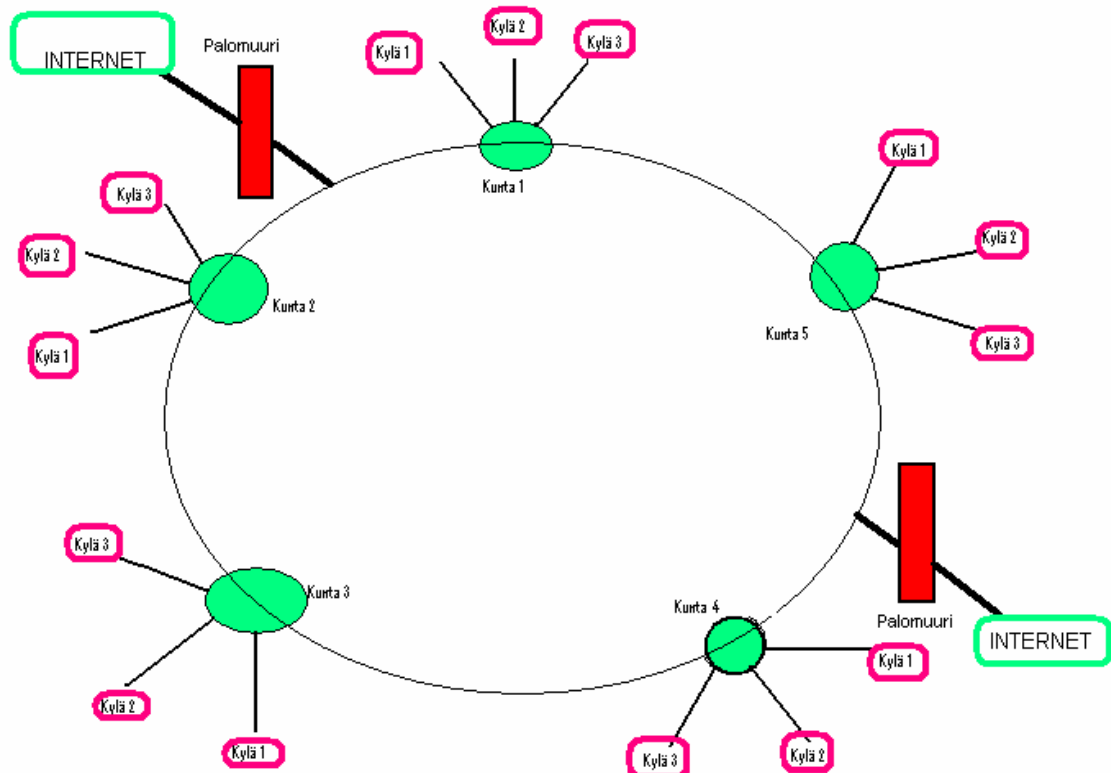
2. Yritykset

- alihankinnan tehostuminen
- suunnittelupalvelujen hankinnan tehostuminen
- ohjelmistopankkien käyttö
- uudet liiketoimintamahdollisuudet esim. markkinoinnissa
- yritysten tietoliikenne- ja puhelinkustannusten säästöt

3. Kunnat

- kuntatoimintojen kustannussäästöt
- kuntien tietoliikenne- ja puhelinkustannusten säästöt
- kuntayhteistyön kehittämismahdollisuudet
- sosiaali- ja terveyspalvelujen kehittämismahdollisuudet
- uudenlaisten työpaikkojen luominen
- oppilaitosten opetuksen monipuolistuminen, yhteistyön kehittyminen ja vetovoiman lisääntyminen.

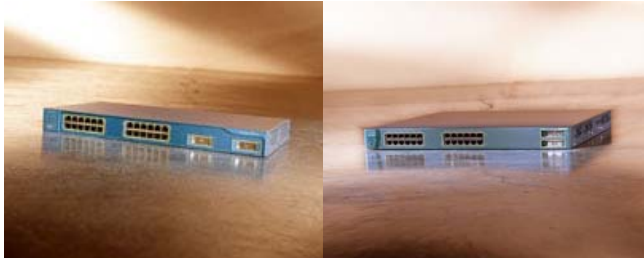
3 Verkon rakenne



Kuva 1: Rakennettavan verkon periaatekuva. /2/

Songin tarjouksessa runkoverkko rakennetaan 48-kuituparisella valokaapelilla, joka aurataan pääosin maahan. Song esittää runkoverkon siirtämistä asiakkaan omistukseen 15 sopimusvuoden umpeuduttua. Song on ehdottanut runkoverkossa käytettäväksi **Cisco Catalyst 3550** -tyyppistä reitittävää kytkintä ”keskuskunnassa” (Kauhajoki) ja ethernet- kytkimiä muissa kunnissa. Reititin ja runkokytkimet liitetään toisiinsa Gigabit ethernetillä (1Gbit/s). /3/ /2/

Kylät pyritään liittämään runkoverkkoon heti alusta alkaen nopeudella 1 Gbit/s. Kylissä käytetään Ciscon kytkimiä, joissa on tarpeeksi tilaajaportteja ja kaksi runkoporttia (esimerkiksi **Cisco 2950G-24**). /2/ /3/



Kuva 2: Esimerkki kuvat käytettävistä kytkimistä. /5/

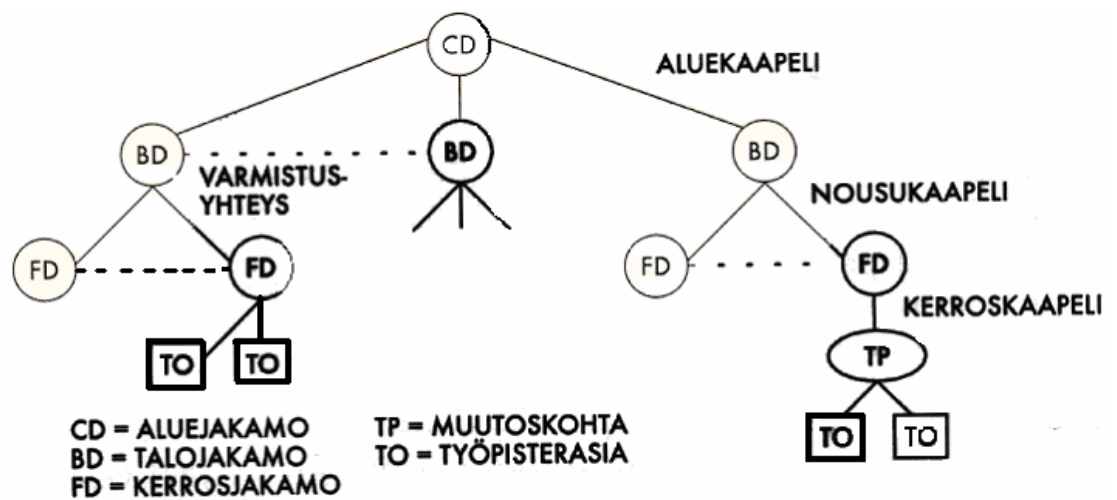
Asiakkaille mahdollistetaan alusta alkaen ADSL2-tekniikan nopeat laajakaistaiset yhteydet lopullisen yhteysnopeuden riippuessa tilaajajohdon pituudesta ja laadusta. Tämän lisäksi tarjotaan mahdollisuus nopeisiin 10 ja 100 Mbit/s:n symmetrisiin yhteyksiin. Näiden lisäksi on haluttu erityisselvitys mahdollisuudesta tarjota 1Gbit/s:n liittymänopeuksia loppuasiakkaille. Nopeissa 10, 100 ja 1000 Mbit/s:n liittymissä tilaajajohto asiakkaalle rakennetaan erikseen, ja kustannuksen maksaa osaksi asiakas itse. /2/ /3/

Song on tarjonnut todella suppeaa nimipalvelua. Tältä osin tarjoukseen on pyydetty täydennystä, ja Song on suostunut neuvottelemaan asiasta. /3/

Verkko sisältää erilaisia kokonaisuuksia, jotka on erotettava toisistaan itsenäisiksi loogisiksi verkoiksi. Tämä vaatii paikallisia palomureja, joilla eri verkot saadaan erotettua toisistaan.

Puhepalvelut pyritään siirtämään verkon alueella kokonaisuudessaan omaan verkkoon ja näin haetaan kuntatason konkreettisia hyötyjä omasta verkosta. Puhepalveluista saatava säästö riippuu siitä, kuinka nopeasti puhelut saadaan siirrettyä normaalista puhelinverkosta omaan verkkoon datapuheluiksi. Muita säästöjä haetaan yhdistämällä kuntien datapalveluita oman verkon alueella sekä yhtenäistämällä kuntien ohjelmistoja ja mahdollistamalla täten edullisempien tarjousten saanti ohjelmisto markkinoijilta. /2/ /3/

4 Laitetilan suunnittelu



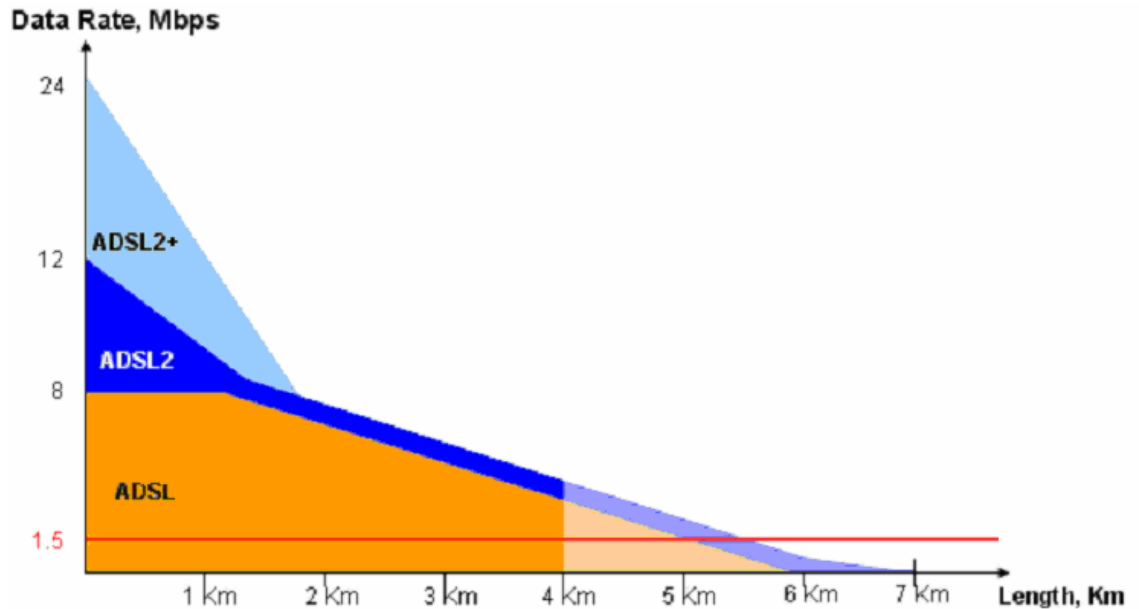
Kuva 3: Songin suunnitelma ei kata aluejakamon suunnittelua. /22/

Songin suunnitelma ei kata kyliin sijoitettavien laitteiden sijoituspaikan suunnittelua. Tämän työn tarkoitus on kartoittaa vaadittavan laitetilan vaatimukset ja verrata niitä muihin vaihtoehtoihin. Työ antaa sekä perusteet suunnitella tarvittava laitetila että esimerkkejä laitteista, joilla tilan vaatimukset tulee täytettyä. Laitetilaa suunniteltaessa on lähtökohtana pidetty yksinkertaista ja toimivaa kokonaisuutta. Tilan tulisi tarjota laitteille mahdollisimman hyvä suoja ja auttaa laitteita toimimaan luotettavasti ilman ylimääräisiä huoltokatkoja mahdollisimman pitkään. /2/

Työssä on myös mahdollisuuksien mukaan vertailtu erilaisia, kokonaan uuden laitetilan rakentamisen vaihtoehtoja. Pääasiassa vertailukohtina on käytetty mahdollisuutta vuokrata valmis laitepaikka suoraan toiselta operaattorilta tai laitetilan sijoittaminen jo rakennetun kiinteistön yhteyteen. Vertailussa on kiinnitetty erityistä huomiota kustannustehokkuuteen, niiltä osin kuin mahdollista, ja ratkaisun toimivuuteen. Näiden lisäksi tulee laitetilaan olla esteetön pääsy 24h / 7vrk vikatilanteiden varalta. Laitetilan tulee myös tarjota mahdollisuus vapaaseen ja tasapuoliseen kilpailuun kaikkien eri operaattoreiden kesken. Kylään sijoitettavan tilan olisi myös hyvä sijaita keskeisellä paikalla, jolloin kyläläisille on mahdollista tarjota mahdollisimman lyhyet tilaajajohdot, ja siten tarjottujen liittymien nopeudet pysyvät mahdollisimman suurina. Käytännössä tämä tarkoittaa tilan sijoittamista mahdollisimman lähelle kylän aluejakamoa. Kuvassa 4 on esitetty ADSL2:n

teoreettiset nopeudet verrattuna etäisyyteen. Etäisyys on matka, jonka signaalin tulee kulkea kylään sijoitettavasta ADSL-keskittimestä asiakkaan ADSL-päätelaitteelle.

/12/



Kuva 4: ADSL2:n teoreettiset nopeudet etäisyyteen verrattuna. /12/

Työ on jaettu eri osakokonaisuuksiin, joita ensin käsitellään erillisinä kokonaisuuksina. Näistä kootaan yhteinen ehdotus, johon listataan kunkin vaihtoehdon hyvät ja huonot puolet.

Käsiteltävät kokonaisuudet ovat:

- Sijointuympäristö
- Tilan koko
- Tilaan sijoitettavat laitteet
- Laitteiden vaatimat ympäristövaatimukset
- Virransyöttö
- Ilmastointi ja lämmitys
- Kaapelointi
- Tilaajakaapeliin liittäminen

4.1 Sijoitusympäristö

Laitetilaa suunniteltaessa ensimmäiseksi tulee kartoittaa tilalle soveltuvat sijoituspaikat ja valittujen paikkojen ominaisuudet. Sijoituspaikkaa valittaessa tulee huomioida kulkuyhteydet, maan koostumus ja rakenne, kylän aluejakamon sijainti, mahdolliset ympäristöuhat, kuten tulvat ja puusto sekä mahdolliset ilkivaltaan kannustavat seikat ja lisäksi selvittää läheisyydessä sijaitsevat suurjännitevoimajohdot ja mahdolliset muuntoasemat.

Laitetila tulisi sijoittaa lähelle yleistä tietä, jolloin sinne pääsy on helppoa ja vaivatonta. Sen pitäisi sijaita maarekisteriin tai kaavarajoihin rajoittuvalle maa-alueelle. Suunniteltujen alueiden kaavoitustilanne tulee selvittää etukäteen ja huomioida sijoituspaikkaa valittaessa. Paras vaihtoehto on vuokrata tai ostaa kunnan omistamaa maa-alaa, joka sijaitsee lähellä yleistä tietä ja aluejakamoa. Myös sijoitusmahdollisuus aluejakamon kanssa samalle alueelle tulee selvittää. Tällöin tulee selvittää alueella jo sijaitsevien ja suunnitteilla olevien kaapeleiden reitit. Laitetilaa ei saa sijoittaa missään tapauksessa kaapeleiden päälle. Omien kaapeleiden reititys tulee suunnitella siten, etteivät ne kulje missään tilanteessa ristiin muiden kaapeleiden kanssa. Näin ehkäistään kaapeleiden toisilleen aiheuttamat häiriöt ja pienennetään riskiä kaivun yhteydessä tapahtuvalle kaapelin vahingoittamiselle. Mahdollisuus käyttää samoja kaapelireittejä toisen operaattorin kanssa tulee selvittää. Tähän tulee pyytää lupa kaapelien omistajilta. /17/

Sijoituspaikan maarakenteen tulee olla mahdollisimman helppoa kaivaa, jolloin kaapelointi on helppo toteuttaa. Maaperän täytyisi ehkäistä routimisen vaikutukset. Sen tulisi olla mahdollisimman kivetöntä, jotta vältetään kaapeleiden vahingoittumisilta. Maaperään tulee rakentaa kohtuullisin kustannuksin toimiva, ylijännitteitä ehkäisevä maadoitus. Maaperä ei saa olla upottava, jotta siinä pystyy liikkumaan autolla. Pinnan tulee olla mahdollisimman tasainen, niin että perustusten teko on helppoa ja maanrakennustarpeet vähäiset. /17/

Myös kevät- ja syystulvat tulee huomioida sijoituspaikkaa valittaessa. Vesi ei saa missään tapauksessa uhata laitetilaaan sijoitettavia laitteita eikä muuta materiaalia.

Myös sadevesien johtaminen tilan ympäristöstä on toteutettava tehokkaasti. Ympäristöstä tulee poistaa puut, jotka kaatuessaan voivat vahingoittaa tilaa sekä sinne sijoitettavia laitteita. Kuitenkin ympäristössä tarvitaan mahdollisimman paljon tervettä puustoa, joka suojaa laitetilaa suoralta auringonpaisteelta ja ehkäisee tilan lämpenemisen.

Sijoituspaikkaa mietittäessä on hyvä, että se on näkymättömissä ja muualla kuin kylän nuorison suosimissa paikoissa. Näin ehkäistään ilkivaltaa. Myös puuston jättäminen tien ja laitetilän väliin on suositeltavaa.

Laitetilaa ei kannata sijoittaa lähelle sähköverkon muuntoasemia eikä suurjännitevoimalinjoja. Silloin sähköverkon haitalliset säteilyt ja taajuudet eivät aiheuta häiriötä laitteille.

Sijoituspaikkaa suunniteltaessa tulee myös huomioida tilan erityistarpeet, jotka vaikuttavat rakennettaviin perusteisiin ratkaisevasti. Kuvassa 5 on esitetty kaksi erilaista laitetilaa. Nämä laitetilat sijoitetaan erilaisille perustoille. /17/

4.2 Tilan koko

Laitetilan tehtävä on tarjota mahdollisimman hyvät olosuhteet käytettäville tietoliikennelaitteille. Niillä tulee olla tarpeeksi tilaa, niin että halutunlainen sijoittelu onnistuu. Sisätilan tulee olla sellainen, että siellä on hyvä työskennellä. Jokaisen tilan lopullinen koko riippuu tilaan asennettavien laitteiden määrästä, koosta ja ympäristöstä. Tähän vaikuttaa suoraan sijoituskylän koko. Mitä vähemmän kylässä on tilaajia, sitä pienempi on sijoitettava ADSL-keskitin. Laitetilan minimikoko voisi olla: leveys 1000 mm x pituus 1500 mm x korkeus 2200 mm. Tällaiseen tilaan yhden pienen keskittimen sijoittaminen onnistuu hyvin, ja tila riittää tarvittavan kaapeloinnin toteuttamiseen. /17/

Pieni laitetila ei tarvitse niin suurta lämmitystehoa kuin suurempi. Ilmanvaihdon tulee sitä vastoin olla tehokkaampi. Pienen laitetilän etuna on myös sen asennushelpous paikasta riippumatta. /14/

Laitetilan ulkorakenteissa on hyvä käyttää neutraaleja värejä ja materiaaleja, joilla voidaan ennalta ehkäistä ilkiä. Pintamateriaalien on hyvä olla helppopesuisia, niin että puhtaanapito on vaivatonta. Sisätilapintojen on hyvä olla tasaiset ja helppohoitoiset. Laitteiden kiinnityksen seiniin ja lattiaan tulee olla helppoa ja tukevaa. /17/

Yksi mahdollinen pintamateriaali on 0,5 - 0,9 mm:n teräslevy ("pelti"), joka on palamaton. Se ehkäisee tulen etenemisen. Toinen mahdollinen materiaali on perinteinen puu, jonka etuna on neutraalisuus ja hyvä sulautuvuus ympäristöön varsinkin maalaismaisemassa. Sisätiloissa pintamateriaalina voisi käyttää perinteistä lastulevyä tai muuta vastaavanlaista materiaalia, johon laitteiden kiinnitys onnistuu helposti ja tukevasti. Puun paloturvallisuus on huonompi kuin teräksen. Puuta käytettäessä tarvitsee panostaa sammutusvälineistöön. Kipsilevy on myös yksi vaihtoehto. Sen vahvuutena on paloturvallisuus. Haurauden vuoksi laitteiden kiinnitykseen täytyy kiinnittää erityishuomiota. /8/

Kuvassa 5 on esitetty kaksi eri malliesimerkkiä laitetilasta. Vasemmanpuoleinen on päällystetty 0,7 mm:n teräslevyllä ja koottu elementeistä paikan päällä.

Oikeanpuoleinen on päällystetty puulla ja tuotu paikalle täysin valmiina. /8/



Kuva 5: Kaksi esimerkkiä laitetilasta. /8/ /7/

Muita vaihtoehtoja itse hankittavan laitetilan sijasta voisi olla valmiin laitepaikan vuokraus toiselta operaattorilta tai sellaisen osakiinteistön vuokraus, johon laitetilaa voidaan rakentaa tai sijoittaa suoraan. Jokaisessa kylässä on oma operaattorin omistama valmis laitetilä, joka toimii kylän aluejakamona. Tästä laitetilasta

operaattori voi vuokrata laitepaikkoja muille operaattoreille, joten niiden ei tarvitse rakentaa omaa tilaa. Siten vuokraajan ylläpitokustannukset pienenevät. Valmiin laitepaikan vuokraaminen saattaa haitata haluttua, koska jokaisen operaattorin tulisi vuokrata oma laitepaikkansa erikseen. Valmiin laitepaikan vuokraus soveltuu parhaiten pieniin kyliin, koska uusien operaattoreiden kiinnostus saattaa olla vähäistä pienen asiakaspotentiaalin vuoksi. /23/ /1/

Suurimmassa osassa kylistä on valmiina joko kyläyhteisöjen tai kunnan omistamia kiinteistöjä (esimerkiksi koulurakennukset, kuva 6). Kannattaa selvittää, onko niistä mahdollisuutta vuokrata sopivaa tilaa kyliin sijoitettaville laitteille, jolloin tilan vuokrakin olisi kohtuullinen.



Kuva 6: Koulurakennuksiin laitetila saadaan sijoitettua edullisesti. /11/

Valmiin laitepaikan käyttö on näistä kolmesta vaihtoehdosta rakenteellisesti yksinkertaisin toteuttaa, koska se on jo valmiina ja nopein ottaa käyttöön. Hinta riippuu omistavasta operaattorista, ja se voi vaihdella kunnan mukaan. /23/

Kiinteistön osavuokraus ja sen muuttaminen laitetilaksi ei ole monimutkainen prosessi, mutta sopivien tilojen löytäminen läheltä aluejakamoa vaihtelee kylittäin. Jotta kuluttajan datayhteyden nopeus ei kärsisi liikaa, on etäisyyden oltava alle kilometrin. /12/

Uuden laitetilän rakentaminen on kertakorvauksena hintavin ja selvästi monimutkaisin toteuttaa. Hankinnan jälkeen ylläpitokustannukset riippuvat mahdollisista vuokralaisista, sekä muista kiinteistä kuluista, lähinnä sähkön hinnasta. Se voidaan rakentaa parhaalle mahdolliselle paikalle, ja sen koon voi määrittellä erikseen kuhunkin paikkaan sopivaksi. Uusi laitetila vastaa myös parhaiten nykyajan vaatimuksia.

4.3 Tilaan sijoitettavat laitteet

Tilaan sijoitettavien laitteiden määrä riippuu kylän koosta ja sijainnista. Laitteet sijoitetaan suljettavaan kaappiin tai avonaiseen telineeseen, johon ne saadaan sijoitettua siististi ja asiallisesti. Kuvassa 7 on annettu esimerkki laitekaapista ja -telineestä. /15/



Kuva 7: Esimerkkejä laitetelineistä ja kaapeista. /15/

Käytettävät laitteet on suunniteltu sijoitettaviksi 19 tuuman laitetelineisiin, jollaisia kuvan 7 esimerkit ovat. Näihin telineisiin sijoitetaan ADSL-keskitin, jonka koko riippuu kylän koosta. Kuvassa 8 on yhden valmistajan eri tarpeisiin soveltuvia keskitinvaihtoehtoja. /5/ /6/ /1/



Kuva 8: Erään valmistajan keskitinvaihtoehdot suurimmasta pienimpään. /6/

Tämän lisäksi laitetelineeseen sijoitetaan runkoverkon laitteena kytkin, jonka kautta saadaan yhteys ADSL-keskittimelle. /2/



Kuva 9: Runkoverkossa käytettävät kytkinvaihtoehdot. /5/

Näiden laitteiden lisäksi tilaan sijoitetaan niiden tarvitsema virransyöttöjärjestelmä, joka on esitelty erikseen kohdassa 4.6.

4.4 Laitteiden vaatimat ympäristövaatimukset

Laitetilaan sijoitettavat laitteet sisältävät erittäin hienoa elektroniikkaa. Sen vuoksi laitetilan ilman tulee olla mahdollisimman puhdas. Epäpuhtaudet, kuten pöly, kerääntyvät erittäin herkästi laitteiden sisälle esimerkiksi virtalähteiden kautta. Epäpuhtaudet aiheuttavat ylimääräistä lämpenemistä. Tämä lyhentää laitteiden käyttöikää ja aiheuttaa ylimääräisiä vikatiloja. Epäpuhtauksia voidaan torjua ilmaa suodattamalla ja laitetilan säännöllisellä puhdistamisella. /17/

Ilman kemiallinen suodattaminen on tarpeellista, jos laitetilan ympäristössä on kemiallisia epäpuhtauksia tuottavia lähteitä, esimerkiksi tehtaita. Kemialliset epäpuhtaudet heikentävät laitteiden käyttövarmuutta sekä lyhentävät käyttöikää syövyttämällä liitoksia ja eristepintoja. Kemialliset epäpuhtaudet aiheuttavat usein ilman hajun muutoksia. Jos hajun tai muun asian johdosta epäillään laitetilan ilmaston sisältävän epäpuhtauksia, tulee asia varmistaa mittalaitteella. Se kertoo, mitä epäpuhtaudet ovat, niin että voidaan valita oikeanlainen suodatuslaitteisto. /17/

Erittäin haitallinen ympäristöstä johtuva ilmiö on staattinen sähkö (ESD). Sitä aiheutuu silloin, kun huonosti johtavien materiaalien välille syntyy varausepätasapaino, joka häviää hyvin hitaasti. Tällöin materiaalit jäävät varautuneiksi. Tällainen varautuminen voi syntyä kahden materiaalin hankauksessa ja olla suuruudeltaan kilovolttien luokkaa. /21/ /17/ /24/

Varauksen suuruuteen vaikuttavia tekijöitä ovat materiaalit, ilman kosteus, lämpötila ja kosketuksen luonne. Kun triboelektrisen sarjan positiiviset materiaalit koskettavat sarjan negatiivisia materiaaleja, ne varautuvat. Varaus on sitä suurempi, mitä kauempana materiaalit sarjassa toisistaan sijaitsevat. /21/ /24/

+	Asetaatti
	Lasi
	Nailon
	Villa
	Lyijy
	Alumiini
	Paperi
	Puuvilla
	Puu
	Teräs
	Nikkeli-kupari
	Kumi
	Polyesteri
	PVC
	Silikoni
-	Teflon

Kuva 10: Triboelektrinen sarja.

Kun ilman kosteus on erittäin alhainen, materiaalien välinen varaus kasvaa erittäin suureksi. Kosteuden kasvaessa materiaalin resistiivisyys pienenee, samoin myös kappaleiden välinen varaus. /21/ /24/

Kun kaksi materiaalia hankautuu voimakkaasti yhteen, varaus materiaalien välillä kasvaa. Hankautuessaan materiaalit myös lämpenevät, jolloin varausten siirtyminen kappaleiden välillä on entistä nopeampaa.

Hyvin eristävien polymeerien käyttö vaatteissa, lattiapinnoitteissa, pakkauksissa ja huonekalujen päällysteissä on lisännyt staattisen sähkön synnyn todennäköisyyttä.

Staattinen sähköpurkaus voi kytkeytyä elektronisiin laitteisiin suoraan piiriin tai komponenttiin laitetta huollettaessa, suoraan laitteen koteloon laitetta paikalleen asennettaessa tai epäsuorasti esimerkiksi laitetelineen tai laitekaapin runkoa pitkin.

/21/ /24/

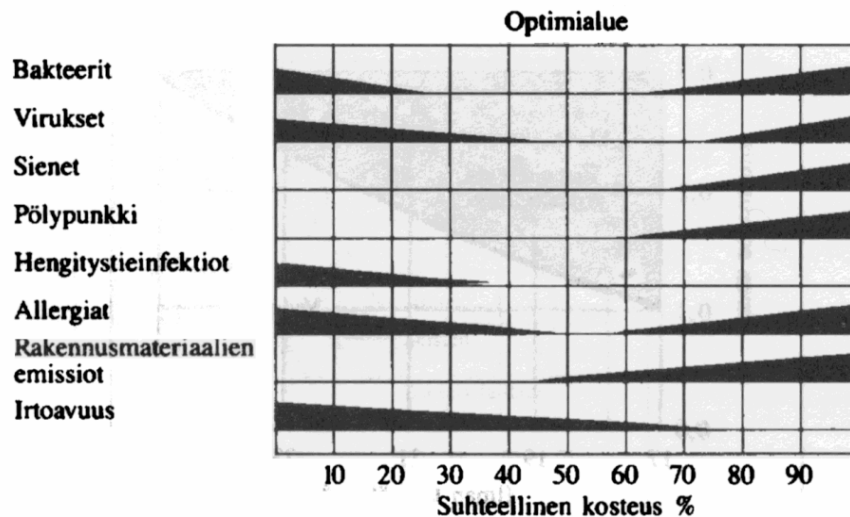
Tällainen ESD-pulssi voi aiheuttaa laitteen välittömän rikkoutumisen vioittamalla jotain laitteen komponenttia tai vahingoittamalla komponenttia, niin ettei se toimi oikein. Pulssi voi aiheuttaa myös laitteen käyttöiän lyhenemisen vioittamalla jotain laitteen komponenttia.

ESD-pulssin ehkäisemiseksi tulee laitetilassa laitteita huollettaessa käyttää sellaista vaatetusta, joka ei varaudu voimakkaasti. Luonnonkuituja on hyvä suosia. Aina laitteita käsiteltäessä tulee käyttää maadoitusrannekeita ja -mattoja. Ilman kosteus ei saa laskea missään vaiheessa alle 30 %:n ja se tulisi yrittää säilyttää lähellä 50 %:a. ESD-herkkien laitteiden käsittelyssä tulee kiinnittää huomiota turvallisiin ja siisteihin työskentelymenetelmiin. Maadoitusrannekkeet ja -matot tulee maadoittaa maadoituspisteeseen jonka resistanssi maahan on pienempi kuin kaksi ohmia. /21/
/24/

4.5 Ilmastointi ja lämmitys

Ilmatila pidetään ilmastoinnilla herkälle elektroniikalle sopivana. Laitteistot vaativat toimiakseen kosteusprosentin, joka sijoittuu välille 5 % - 95 %. Jos kosteus on pitkiä aikoja lähellä ala- tai ylärajaa, laitteiston toimintaikä laskee nopeasti. Sen vuoksi tilan kosteuden tulisi olla jatkuvasti 40 % - 60 %. Silloin laitteistojen toimintavarmuus on paras eikä käyttöikä laske. Kuvasta 11 voimme päätellä ilmanlaadun olevan paras, kun kosteus on lähellä 50%:a. Laitetilaan sijoitettavat laitteet toimivat parhaiten tavallisessa huoneilmassa. Ilmastoinnin ja lämmityksen yhteistyöllä saavutetaan tasainen ja miellyttävä ilmanlaatu laitetilaan.

Ilmastoinnilla voidaan myös suodattaa sisäilman epäpuhtauksia ja näin ehkäistä niiden haitallinen vaikutus laitteille. Epäpuhtauksia voidaan ehkäistä myös laitetilan säännöllisellä ja huolellisella siivouksella. /14/



Kuva 11: Kertoo kosteuden vaikutuksen ympäristöön. /14/

Lämmityksellä varmistetaan laittilan oikea lämpötila jokaisessa tilanteessa. Sillä kyetään ehkäisemään myös kosteuden haitallisia vaikutuksia. Lämpötilan tulee olla koko ajan välillä 0 – 50 °C. Laitteet kärsivät ja niiden käyttöikä lyhenee, jos lämpötila laskee alle 18 °C:n tai nousee yli 28 °C:n. Tilaan sijoitettavat laitteet toimivat parhaiten kosteuden ja lämpötilan ollessa asuinhuoneistoilman rajoissa. /17/

Laitetilaan tulee sijoittaa erillinen lämmitys- ja ilmastointilaitteisto. Sillä varmistetaan ilman oikea laatu niin talvipakkasilla kuin myös kesän hellepäivinä. Tämän laitteiston koko ja ominaisuudet riippuvat laittilan koosta sekä asennettavien laitteiden määrästä. Pienempi tila vaatii tehokkaamman ilmanvaihdon, mutta lämmityksen tarve on pienempi. Suurempi tila vaatii paremman lämmityksen, mutta ilmastoinnin ei tarvitse olla yhtä tehokas. Jos laittila sijaitsee lähellä saastuttavaa tehdasta, ilma täytyy puhdistaa kemiallisista epäpuhtauksista tarvittavilla suodattimilla. Näin ehkäistään laitteille aiheutuvat haitat. /14/ /17/

Itse rakennettavan laittilan etuna on nykyaikainen ja varma ilmastointi- ja lämmitysjärjestelmä. Jos laitepaikka vuokrataan suoraan toiselta operaattorilta, ei tarvitse investoida kalliisiin lämmitys- ja ilmastointilaitteisiin. Tällöin ei voida olla aivan varmoja ilmanlaadusta ja laitteiston elinikä voi lyhetä. SFS 5682 -standardissa on laittilan ilman vaatimuksiksi asetettu -5 – 50 °C. Ilman tulisi olla näitä raja-arvoja huomattavasti tasalaatuisempaa, jotta laitteet varmasti toimivat. /17/

Valmiin tilan vuokraaminen ja sen muuttaminen laitetilakäyttöön on edullista lämmityksen ja ilmastoinnin osalta. Kun vuokrattava tila on ollut käytössä, on siinä lämmitys valmiina. Mikäli ilmanvaihtoa tarvitsee parantaa, se onnistuu useimmiten vaivattomasti.

4.6 Virransyöttö

Laitetilan laitteet tarvitsevat toimiakseen 48 Vdc:n jännitteen. Sen vuoksi laitetilaan tulee sijoittaa ulkoinen teholähde, joka muuntaa sähköverkosta saatavan vaihtojännitteen tarvittavaksi tasajännitteeksi. /25/ /6/



Kuva 12: Esimerkki laitetelineeseen sijoitettavasta teholähteestä.

Tällainen ulkoinen teholähde myös suodattaa sähköverkosta tulevan epätasaisen jännitteen. Varsinkin syrjäisimmillä alueilla ovat sähköverkon epäpuhtaudet yleisiä, jos syöttö tapahtuu ilmakaapeleita pitkin. Kesäisin ilmakaapelit ovat varsin herkkiä etenkin ukkoselle, josta johtuvat ylijännitepiikit ovat erittäin vahingollisia sähköisille laitteille. Näitä vastaan tulee varautua kaikin mahdollisin keinoin. Kuvassa 13 on esitelty sähköverkon erilaisia ylijännitesuojia. Näistä voidaan valita paras mahdollinen kulloiseenkin tilanteeseen. Näin tietoliikennelaitteet eivät kärsi sähköverkon epätasaisuuksista ja laitteiston toimintavarmuus maksimoituu. /16/ /25/ /6/



Kuva 13: Esimerkkejä sähköverkon ylijännitesuojista. /18/

Kun teholähteeseen sijoitetaan akustovarmistus, pystytään sillä ehkäisemään sähköverkon katkoksista johtuvat tietoliikennehäiriöt. Akuston koossa on huomioitava, kuinka kriittiseen paikkaan ko. teholähde on sijoitettu, ja kuinka suuritehoisia laitteita sen takana sijaitsee.

Runkoverkon kriittisten kauttakulkupisteiden tulee kestää myös sähköverkkoon tulevia pidempiä katkoksia. Yhden pisteen sähkökatkos ei näin vaaranna koko verkon toimintaa.

Syrjäisimmillä kylillä riittää, kun varaudutaan ehkäisemään sähköverkon pienimmät katkokset esimerkiksi puolentunnin akustokäytöllä. /16/

Vuokrattaessa laitepaikkoja muille operaattoreille, tulee tarjota jopa kolmen tunnin varmistettu 48 V -tasajännitesyöttö.

Syrjäkylien pienemmissä laiteloissa tämä ei ole itsetarkoitus, ja vuokrattaessa laitepaikkoja näiltä alueilta tulee vuokraajaa informoida asiasta etukäteen. /25/

Laittilojen sähkönsyöttö tulee tehdä 5-johdinjärjestelmällä, ja suunnitelmia tehdessä on noudatettava yleisiä sähköturvallisuusmääräyksiä. Erityistä huomiota tulee kiinnittää maadoitusten huolelliseen tekoon. Maadoituksilla pystytään estämään erilaisten ylijännitepiikkien aiheuttamia vikatilanteita. /17/

Mikäli ostetaan valmiista elementeistä rakennettava laittila, tulee varmistaa, kuuluuko sähköpääkeskus toimitukseen vai rakennetaanko se itse. Sähköä tarvitaan teholähteelle, lämmitykselle, valaistukselle, ilmastoinnille ja valovirtapistorasioille. Nämä tulee tehollisesti jakaa tasan kaikkien kolmen vaiheen kesken. Pääkeskusta mitoitettaessa tulee varautua myös tulevaisuuden laajennustarpeisiin. Kuvassa 14 on automaattisulakkeilla varustettu sähköpääkeskus. /8/



Kuva 14: Sähköpääkeskus.

Jos laitetilä rakennetaan itse, alkuinvestoinnit ovat erittäin kalliit, mutta käytettäessä nykyaikaisia laitteita niin sähkösyötössä, kuin sen varmistuksessa ja suojaamisessa pystytään toimintavarmuus maksimoimaan. Myös varmistus- ja suojaustasoa pystytään muokkaamaan halutunlaiseksi, riippuen tilan sijaintipaikasta ja kriittisyydestä. Jos tila vuokrataan valmiista kiinteistöstä, on sähkösyöttö valmiina. Silloin on erittäin tärkeää varmistaa sähkösyötön riittävyys myös mahdollisille vuokraoperaattoreille. Jos laitepaikka vuokrataan, on vuokraajaoperaattorin tarjottava kolmen tunnin varmistettu 48 V:n tasajännitesyöttö, jos tällainen on saatavilla. Muuten riittää, että tarjoaa samanlaista sähkösyöttöä kuin itsellä on. Mikäli vuokrataan valmis paikka, varmistetaan sen sähkösyöttö, ja sen mukaan suunnitellaan oikeanlainen laitteisto. Varsinkin pienissä kylissä joissa tilaajamäärät ovat pieniä, on suositeltava vaihtoehto valmiin laitepaikan vuokraaminen. /25/

4.7 Kaapelointi

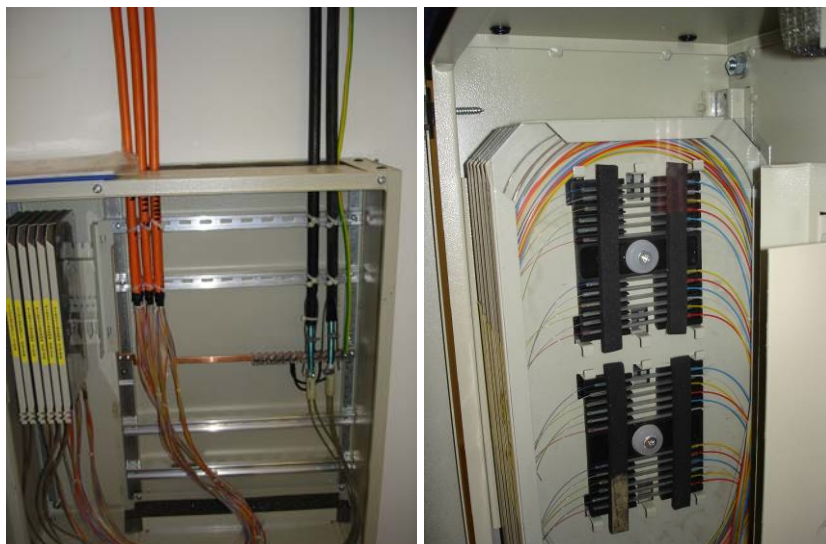
Kaapeloinnissa käytetään standardin SFS -en 50173-1:n säädöksiä ja oheistuksia. Niitä apuna käyttäen on suunniteltu laitetilän kaapelointi, mikä tulee suorittaa siististi ja huolellisesti, siten että jokainen tilaan saapuva ymmärtää, kuinka kaapelointi on toteutettu, ja että asiakkaat saavat toimintavarmoja tietoliikenneliittymiä. /26/

Kaapelien asennuksella on huomattava merkitys kaapeleiden suorituskykyyn. Oikein toteutettuna se ei aiheuta ylimääräisiä vaimennuksia siirtotielle, eikä aiheuta kaapelille mitään fyysistä vaaraa. On huomioitava, ettei kaapeli joudu puristukseen

eikä suojakuori vaurioitu vedon aikana, on estettävä painautumiset teräviä kulmia vasten sekä vältettävä kaapelin kiertyminen ja terävät nykäykset kaapelivedon aikana. Kaapelointi on parasta suunnitella etukäteen ja huolellisesti, jolloin ongelmat kyetään ratkaisemaan etukäteen. Näin kaapeloinnista tulee paras mahdollinen ja sen toteutuksesta onnistunut. Kaapelin vioittuessa on se heti vaihdettava uuteen, eikä sitä tule yrittää korjata. Laitetilaa kaapeloitaessa tietoliikennekaapelit sijoitetaan kulkemaan eri reittejä kuin sähkökaapelit. Täten estetään häiriöt kaapeleiden kesken. Tilan sisäpuolella kaapelit sijoitetaan kaapelihyllyille, sähkökaapelit omaan ja tietoliikennekaapelit omaan ryhmäänsä. Niiden väliin jätetään mahdollisimman paljon eristävää, tyhjää tilaa. /20/ /26/

Tilaan ulkopuolelta saapuvia kaapeleita ovat runkoverkon 48-parinen valokaapeli sekä tilaajille menevä moniparinen kuparikaapeli. Kannattaa myös miettiä kuiduilla toteutettavaa välikaapelointia itse rakennettavan laitetilan ja kylän aluekeskuksen välille.

Seuraavassa on kuvien avulla esitetty kaapeloinnin mahdollinen toteutus laitetilan sisällä eri laitteiden kesken. /2/



Kuva 15: Kuitujen päätöskäppi.

Kuidut tulevat erilliseen kaappiin, jossa ne hitsaamalla liitetään kytkentäpaneeliin meneviin kuituihin. Kuvassa 15 mustavaipaiset kuidut tulevat laitetilan

ulkopuolelta. Jokainen kuituryhmä on liitetty hitsaamalla oranssivaippaisiin kytkentäpaneeliin meneviin kuituihin omalla liitântälehdeillä. Liitântöjä tehdessä on varattu liitosvaraa jolloin epäonnistunut liitos voidaan uusida. Liitosvara sijoitetaan mahdollisimman laajalla kierrolla liitântälehdelle, ettei tule vaimennuksia. /20/



Kuva 16: Kytkentäpaneeleja on erikokoisia. Kuvassa on esitetty kaksi erilaista. Oikean puoleisessa kuvassa kytkentäkuitu on liitetty keskittimeen.

Kuvan 16 keskimäinen kytkentäpaneeli on tarkoitettu tilanteisiin joissa ei tarvita montaa yhteyskuitua. Ulkopuolelta tulevat kuidut liitetään paneelin sisällä paneelin liittimiin, josta yhteys siirretään kytkentäkuiduilla eteenpäin.

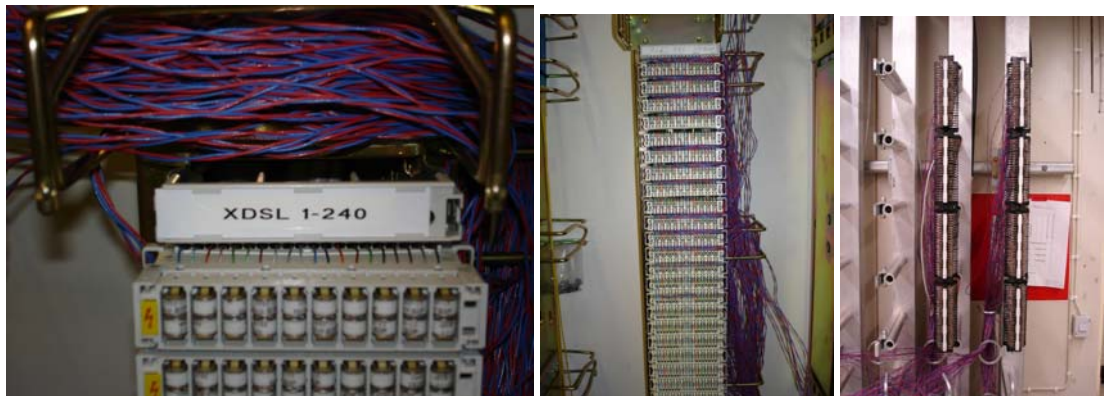
Vasemmanpuoleiseen kytkentäpaneeliin on kytketty monta kuituparia, jotka on liitetty ulkopuolelta tuleviin kuituihin kuvan 15 liitântäkaapissa. Laitetilan sisällä yhteydet tästä eteenpäin hoidetaan erillisillä kytkentäkuiduilla.

Kuvassa 16 oikealla, on yhteys tuotu laitetilan ADSL -keskittimelle kytkentäkuidulla, jonka molemmat päät on hyvä merkitä. Tällöin kytkentöjä voidaan ongelmitta uudistaa ja muuttaa.



Kuva 17: Tilaaja kaapelit on kytketty keskittimeen ja kaapelit vedetty siististi kohti kytkentä rimoja.

ADSL-keskittimeltä yhteydet siirretään 50-parisella kuparikaapelilla tilaajille, joiden määrä yhdellä kaapelilla riippuu käytettävästä keskitintyyppistä. Nykyisin käytössä on ratkaisuja, joissa kaapelista käytetään 48 ensimmäistä paria. Yleisesti käytetään myös kaapelointitapaa, jossa jokaisesta 10 parin nipusta käytetään kahdeksan ensimmäistä, ja sen jälkeen siirrytään seuraavaan 10 parin nippuun. Tehdessä tilaajakaapelointia vedetään kaapelit siististi ja sidotaan, jolloin ne pysyvät paikallaan. Kaapelit sidotaan kaapelihyllylle nippusiteillä. Tällöin tulee varoa, ettei kaapelin vaippa vaurioidu eikä side ole liian kireällä. /5/ /6/ /20/



Kuva 18: Tilaajakaapelit päätetään ristikytkentätelineeseen, josta kytkennät voidaan siirtää tilaaja johtoihin.

ADSL -keskittimeltä kaapelit tuodaan ristikytkentätelineeseen, johon kaapelit päätetään valmiiksi. Ristikytkentäteline merkitään selvästi, jolloin kytkentöjen tekeminen on helpompaa, eikä erehtymisvaaraa ole. Kuvan 18 vasemmalla, merkinnässä on kerrottu mitkä kaapelit on tuotu telineeseen ja kuinka monta paria on käytössä.

Rakennettaessa oma laitetila joudutaan rakentamaan välikaapeli oman laitetilän ja kylän aluejakamon välille. Tällä välikaapelilla siirretään ADSL-keskittimen tilaajapaikat tilaajajohtojen kanssa samaan tilaan, jossa lopullinen kytkentä voi tapahtua.

Välikaapelointi joudutaan rakentamaan niissä tapauksissa, joissa ADSL-keskittin sijaitsee eri tilassa tilaajajohtojen kanssa, eikä kytkentä ristikytkentälangalla ole mahdollista. Rakennettavaan laitetilaan sijoitetaan välikaapelointia varten oma ristikytkentäteline, josta tarkoitukseen soveltuvaa kaapelia käyttämällä siirrytään aluejakamon tiloihin. Siellä kaapeli päätetään samanlaiseen ristikytkentätelineeseen. Välikaapeloinnissa käytettävän kaapelin tyyppi riippuu kaapeloinnin toteutustavasta.
/10/



Kuva 19: Välikaapeloinnissa käytettävä kaapeli riippuu toteutuksen luonteesta. /9/

Kuvassa 19 on esitetty esimerkkinä yhden valmistajan eri tilanteisiin soveltuvia kaapelityyppejä. Vasemmanpuoleinen on huonointen suojattua ulkoisilta rasituksilta ja kyseinen kaapeli on tarkoitettu käytettäväksi kaapelikanavissa, jotka on suojattu ulkoisilta rasituksilta valmiiksi. Keskimmäinen kaapeli on tarkoitettu kaivettavaksi maahan. Sen oma vaippa- ja kuorirakenne suojaa kaapelia.

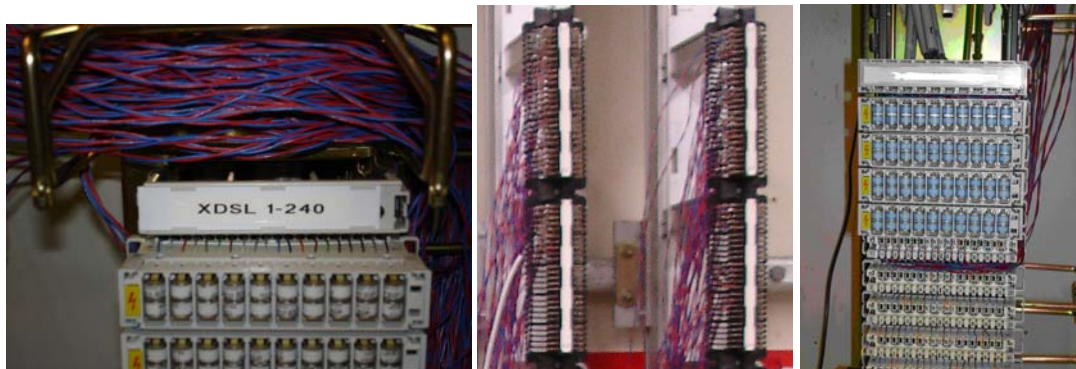
Maan rakenne sanelee maahan kaivettavan kaapelin suojaustason. Kuvan oikeanpuoleinen kaapeli on suunniteltu ilmakaapeliksi. Kaapelissa on kannatinvaijeri, joka kannattelee ilmavedoissa kaapelin painon ja siihen luonnon aiheuttamat kuormitukset. /9/ /10/

4.9 Tilaaajakaapeliin liittäminen

Jokaiselle tilaajalle tulee mennä oma tilaajajohto. Nämä tilaajajohdot on koottu jokaisen kylän omaan aluejakamoon. Aluejakamoissa tilaajat sijaitsevat kuvan 20 esitetyillä liityntäpinoilla. Näihin liityntäpintoihin liitetään ADSL-keskittimeltä saapuvat tilaajajohdot. Kylien aluejakamot on rakennettu suurelta osin jo 1970-luvulla, joten ristikytkentätelineet ovat suurelta osin kuvan 20, keskellä, kaltaisia. Näissä ristikytkentä suoritetaan juottamalla. Nykyisin ristikytkennät suoritetaan kuvassa 20, reunoilla, esitettyihin rimoihin, joissa käytetään hahloliitääntä.

Ristikytkennässä käytetään kuvan 20 mukaista punasinistä kytkentälankaa, jolla yhteys liitetään tilaajalle menevään johtoon. Myös tilaajalta tulevissa johdoissa tulee käyttää ylijännitesuojia, joilla ehkäistään ylijännitteiden pääsy ADSL-keskittimeen.

/22/



Kuva 20: Tilaaja johtojen liitännät.

4.10 Esimerkkityö

Rakennettaessa oma laitetila on helpointa ja edullisinta valita sille sijoituspaikka, joka sijaitsee lähellä kylän aluejakamoa. Valitulle sijoituspaikalle rakennetaan valmis perusta, jonka yhteydessä toteutetaan välikaapelin sijoitus aluejakamon ja tulevan laitetilan välille.

Kun perustyöt ovat valmiit, tuodaan paikalle haluttu laitetila mahdollisimman valmiina. Silloin käyttöönotto on helppoa ja nopeaa. Kuvassa 5 on esitetty kaksi mahdollista vaihtoehtoa.

Kun laitetila on paikalla ja sähköt on kytketty pääkeskukseen, on se parhaassa tapauksessa valmis, lukuun ottamatta tilaan sijoitettavia laitteita. Tämä toimintavalmius sisältäisi valaistuksen, ilmastoinnin, lämmityksen ja sähköistyksen. Näin säästyttäisiin ylimääräisiltä kustannuksilta esimerkiksi sähköistyksen osalta.

Kun laitetila on valmis, voidaan tehdä asennustyöt, joissa kaapelit päätetään ja kytketään laitteisiin sekä asennetaan tilaan sijoitettavat laitteet ja tarkistetaan niiden toiminta. Näiden vaiheiden jälkeen laitetila on täysin toimintavalmis.

Tilan laitteet tulisi sijoittaa jokaisessa laitetilassa samoille paikoille mahdollisuuksien mukaan. Sijoittelussa on hyvä pyrkiä selkeyteen siten, että omat kokonaisuudet sijoitetaan omille seinilleen, esimerkiksi laiteteline sijoitetaan tilaan johtavan oven vastapäiselle seinälle. Näin sen huomaa heti huoneeseen astuessa, ja yhdellä vilkaisulla voi varmistaa laitteiden oikean toiminnan, esimerkiksi huoltotilanteissa. Telineitä sijoittaessa jätetään tilaa myös myöhemmin sijoitettavia laitetelineitä varten.

Laitetilaan tuleva kaapelointi päätetään omalle seinälleen, jolloin se on omana kokonaisuutenaan selvästi esillä. Kaapeloinnissa tulee erottaa omaksi kokonaisuudekseen kuitu- ja kuparikaapelointi. Myös kaapeloinnin huolellinen ja selvä merkitseminen on erittäin tärkeää. Kaapelin kumpaankin päähän merkitään lähtöpiste sekä kaapelin päätepiste. Käytettäessä merkitsemisessä lyhenteitä tulee lyhenteet sopia etukäteen, ettei sekaannuksia pääse syntymään.

5 Loppuyhteenveto

Laitetilaa suunnitellessa on aluksi mietittävä ko. kylään parhaiten sopivaa ratkaisua. Tähän vaikuttaa ratkaisevasti kylän koko. Pienissä kylissä on vähän potentiaalisia tilaajia. Siksi muiden operaattoreiden kiinnostus on vähäistä, joten oman laitetilän rakentaminen ei ole kustannustehokkain ratkaisu, vaan valmiin laitepaikan vuokraaminen kohtuulliseen hintaan on perusteltua. Jos vuokraaminen ei onnistu, seuraavana vaihtoehtona on vuokrata valmis tila kiinteistöstä, joka kyetään kalustamaan laitetiläkäyttöön. Mahdollisia kiinteistöjä voisivat olla esimerkiksi koulurakennukset, joista vuokraus voisi onnistua suhteellisen halvalla. Vasta viimeisenä vaihtoehtona tulisi pitää oman laitetilän rakentamista ja sen ylläpitoa.

Laitepaikan vuokraaminen onnistuu helposti ns. operaattorihotelleista, joissa monella eri operaattorilla on samassa tilassa laitepaikat. Tilan kustannukset ja ylläpito jaetaan tasan operaattoreiden kesken, jolloin uuden operaattorin tulo on kaikille edullista. Muuten pääsy toisen operaattorin omistamaan laitetilään voi olla hankalaa ja kallista, koska vuokran suuruus voi nousta liian korkealle. Tällä hetkellä tämä on lainvastaista, ja vuokran tulee olla yleisen hintatason mukainen.

Jos rakennetaan oma laitetila, on syytä miettiä, millainen tila on paras kyseiseen kylään. Jos kylän aluejakamo sijaitsee lähellä sellaista julkista rakennusta, josta vuokraus onnistuu helposti, on laitetila edullista sijoittaa sinne. Näin välttyään ylimääräisiltä kustannuksilta.

Laitetilän rakentamisen kustannukset määräytyvät hyvin yksilöllisesti, eikä tätä työtä tehdessä lopullisia ratkaisuja laitetilöiden suhteen ole tehty. Tästä johtuen laitetilän hinnoittelu on erittäin vaikeaa, koska lopulliset hinnat kalustuksen, kuin myös itse tilan suhteen, määräytyvät aina tarjouspyyntöjen perusteella. Tarjouspyyntöä tehdessä tulisi hankittavien laitteiden kokonaisuus tietää, jolloin mahdollisuudet edulliseen tarjoukseen ovat parhaat. Hinnoittelua vaikeuttaa tässä vaiheessa myös runkoverkon lopullisten reittipäätösten puuttuminen, jolloin ei voida tarkasti sanoa, millainen ratkaisu kulloiseenkin kylään soveltuu parhaiten.

Taulukko 2: Erilaisten tila ratkaisujen vertaaminen.

	Oman laitetilän rakentaminen	Vuokratilaan rakennettava laitetila	Laitepaikan vuokraus
Vahvuudet	Nykyaikainen Sijainti määrättävissä Helpottaa kilpailua Kulkeminen helppoa Muunneltavuus tarpeiden mukaan	Alkuinvestointi keskinkertainen Muunneltavuus helppoa Ylläpito yksinkertaista Sallii vapaan kilpailun	Alkuinvestointi pieni Hyvä sijainti Ylläpito vaivatonta
Heikkoudet	Kallis rakentaa Ylläpito vaatii panostusta	Paikan löytäminen hankalaa Kaapeloinnin toteuttaminen hankalaa	Rajoittaa kilpailua Tilan tekniikka vanhaa Sopimuksen teossa vaikeuksia Kulku voi olla hankalaa Ulkopuolisilla pääsy tilaan

Taulukossa 2 on koottu kolmen erilaisen ratkaisun hyviä ja huonoja puolia. Taulukko ei esitä absoluuttista totuutta, mutta sen avulla kyetään hahmottamaan jokaiselle kylälle paras mahdollinen vaihtoehto.

Taulukossa 2 esitetyt kolme erilaista laitetilän rakentamisvaihtoehtoa eivät ole ainoita, ja näitä vaihtoehtoja voidaan myös yhdistellä. Voidaan toteuttaa esimerkiksi vaihtoehto, jossa runkoverkon laitteisto sijoitetaan kylän koulurakennukseen, josta vedetään kuidulla yhteys kylän aluejakamoon, mihin kylän keskitin sijoitetaan. Tällöin asiattomien henkilöiden pääsy runkoverkon laitteille on estetty, mutta loppukäyttäjille yhteysnopeudet säilyisivät mahdollisimman korkealaatuisina.

Lähdeluettelo

Painetut lähteet:

1. Suupohjan tietoliikenneverkon rakentaminen, Suupohjan tietoverkkoyhtiön perustaminen ja osakkeiden merkintä yhtiöstä sekä yhtiön lainojen takaus. Kirjallinen dokumentti.
2. Song Networks tarjous Suupohjan seutukunnan tietoliikenneyhteyksistä. Kirjallinen dokumentti.
3. Tietoliikennetekninen arvio Suupohjan seutuverkon tarjouksista. Kirjallinen dokumentti.
4. Suupohjan seutuverkon tarjousvertailu. Kirjallinen dokumentti.
10. SFS 2750 Telekaapelit. Pvc eristeiset telemerkkikaapelit. Materiaalit ja koestus. Suomen sähköteknillinen standardoimisyhdistys SESKO 25.6.1990
14. Ilmastointitekniikka Esa Salminen, Osmo Kuvaja, Reijo Köttö, Rakennusalan Kustantajat RAK
17. SFS 5682 Telekiinteistöjen suunnittelu. Telehallintokeskus 13.4.1992
19. SFS 50173-1 Tietotekniikka. Yleiskaapelointijärjestelmät. Yleiset vaatimukset ja vaatimukset toimistotiloissa. SESKO 27.1.2003
21. ESD Toni Viheriäkoski Oy Edita Ab Helsinki 2001.
22. Eurooppalainen yleiskaapelointi opas standardin en 50173 soveltamiseen teletekno 1998
24. SFS-käsikirja 153 Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2002 Staatisen sähköhallinta elektroniikkateollisuudessa 2002
26. SFS-en 50174-1 Tietotekniikka. Kaapeloinnin asentaminen. Spesifiointi ja laadunvarmistus. SESKO 29.1.2001
27. SFS-en 60917-2 Moduulijärjestelmä elektroniikanlaitteiden kehittämistä varten. liittymismitat 25 mm laitejärjestelmää varten. SESKO 13.2.1995
23. viestintämarkkinalain (393 / 2003) ja sen muutokset
25. SUOSITUS Viestintävirasto 304/2005 S menettelytavat vuokrattaessa tilaaja yhteys, laitetilaa tai kaista

Sähköiset lähteet

5. Cisco systems [www-sivu]. [Viitattu 15.3.2005] Saatavissa:
www.cisco.com
6. Nettonet yhtiön [www-sivu]. [Viitattu 15.3.2005] Saatavissa:
www.nettonet.com
7. Rakennuskomsi [www-sivu]. [Viitattu 14.3.2005] Saatavissa:
<http://www.myrkky.com/rakennuskomsi.htm>
8. Jasur Oy [www-sivu]. [Viitattu 14.3.2005] Saatavissa:
<http://www.jasur.com/tukiasematila.htm>
9. Pirelli Oy [www-sivu]. [Viitattu 20.3.2005] Saatavissa:
http://www.pirelli.com/en_42/cables_systems/telecom/product_solutions/communications_copper_cables.jhtml;jsessionid=IVQSU2LC4CJMIFYKJOPCFEY?s1=4200140&s2=4300002&s3=4300004&s4=-1
11. Kuva koulurakennus [www-sivu]. [Viitattu 26.2.2005] Saatavissa:
<http://www.saunalahti.fi/~hyk/koulurakennus.jpg>
12. ADSL 2 teoreettiset nopeudet [www-sivu]. [Viitattu 7.6.2005]
Saatavissa: http://sifnt.net.au/~sburney/adsl2plus_4kmfade.gif
15. Teletekno Oy [www-sivu]. [Viitattu 13.3.2005] Saatavissa:
<http://www.teletekno.fi/pdf/yleiskaapelointi/PremisNET/OSA10.pdf>
16. Teholähteitä 48 VDC Powerware [www-sivu]. [Viitattu 25.3.2005]
Saatavissa: http://www.powerware.com/DC_Power/APS.asp,
http://www.powerware.com/Suomi/Telecom/FI_Solutions.asp
18. Ylijännitesuojat Juha-elektro Oy [www-sivu]. [Viitattu 4.3.2005]
Saatavissa: <http://www.juha-elektro.fi/index.php?k=3664>
20. Kaapeloinnin suoritus ohje. [www-sivu]. [Viitattu 20.4.2005]
Saatavissa:
<http://www.teletekno.fi/pdf/yleiskaapelointi/PremisNET/OSA12.pdf>
28. Song Networks Oy SELVITYS telelaitetiloista sähköpostiviesti 7.9.2004

Liitteet

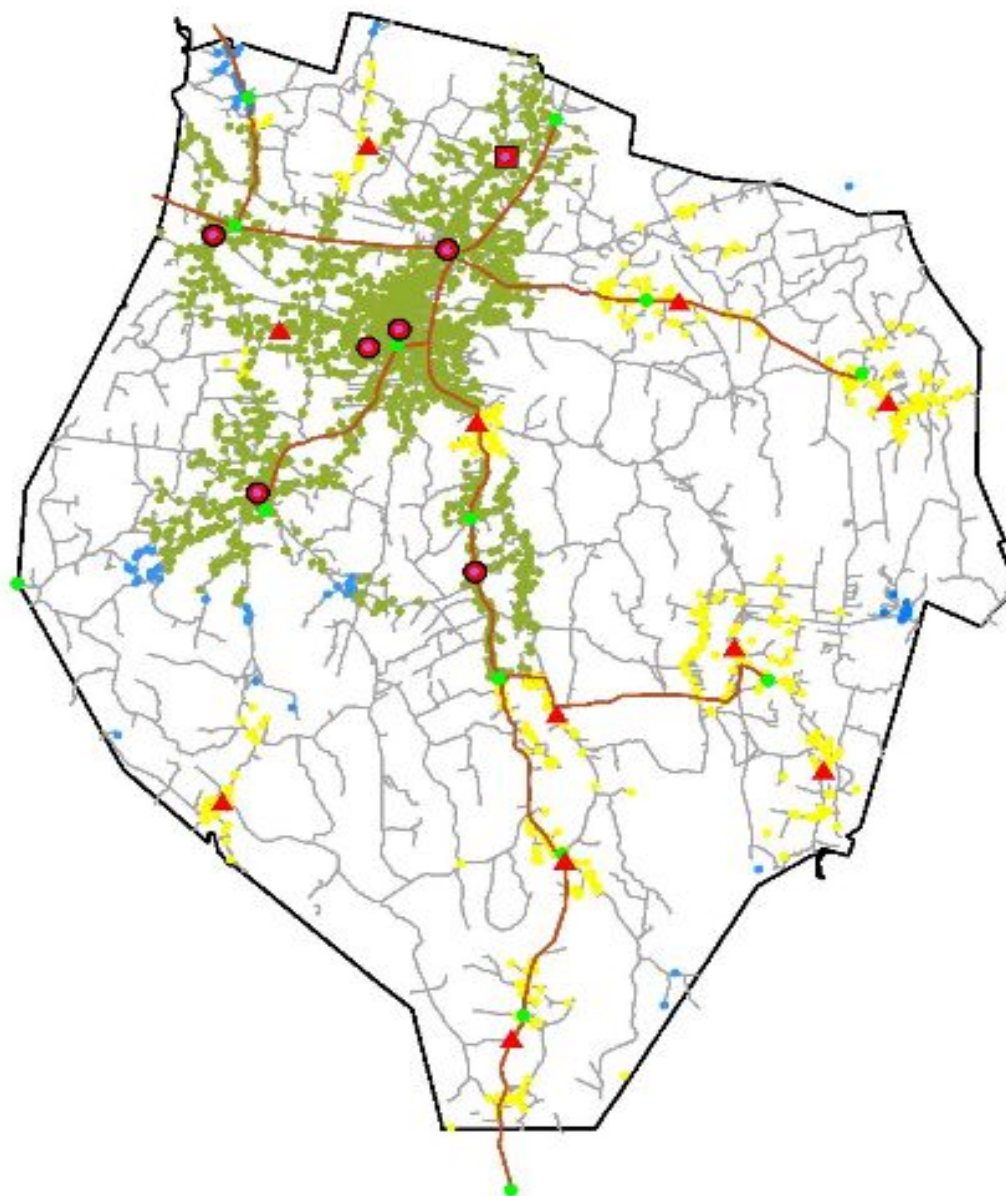
1 Suupohjan seutuverkon kattavuuskartat	3 Sivua
2 Laitetilan pohjapiirros	1 Sivu
3 Keskitin esimerkkejä	2 Sivua
4 Tasasuuntausjärjestelmä telekommunikaatioon	1 Sivu

Liite 1

Seutuverkon kattavuus kartasto.

Karttalehdet kuvaavat seutuverkon kattavuutta seutukunnan alueella. Ensimmäinen kartta esittää kaavaillut yhteys nopeudet seutukunnan alueella. Toinen kartta kuvaa rakennettavan runkoverkon reitistöä.

5 km väh. 2 Mb yhteyspisteestä 5 km 128 kb



- Keskus2mb-suurempi.shp
- Kylakeskukset.shp
- ▲ 128
- 2000
- 10000
- Liittymapisteet.shp
- Verkko.shp
- 5km2mbsuur.shp
- Väestötledot
- Vaesto2004.shp
- Tiet
- Kunnanraja

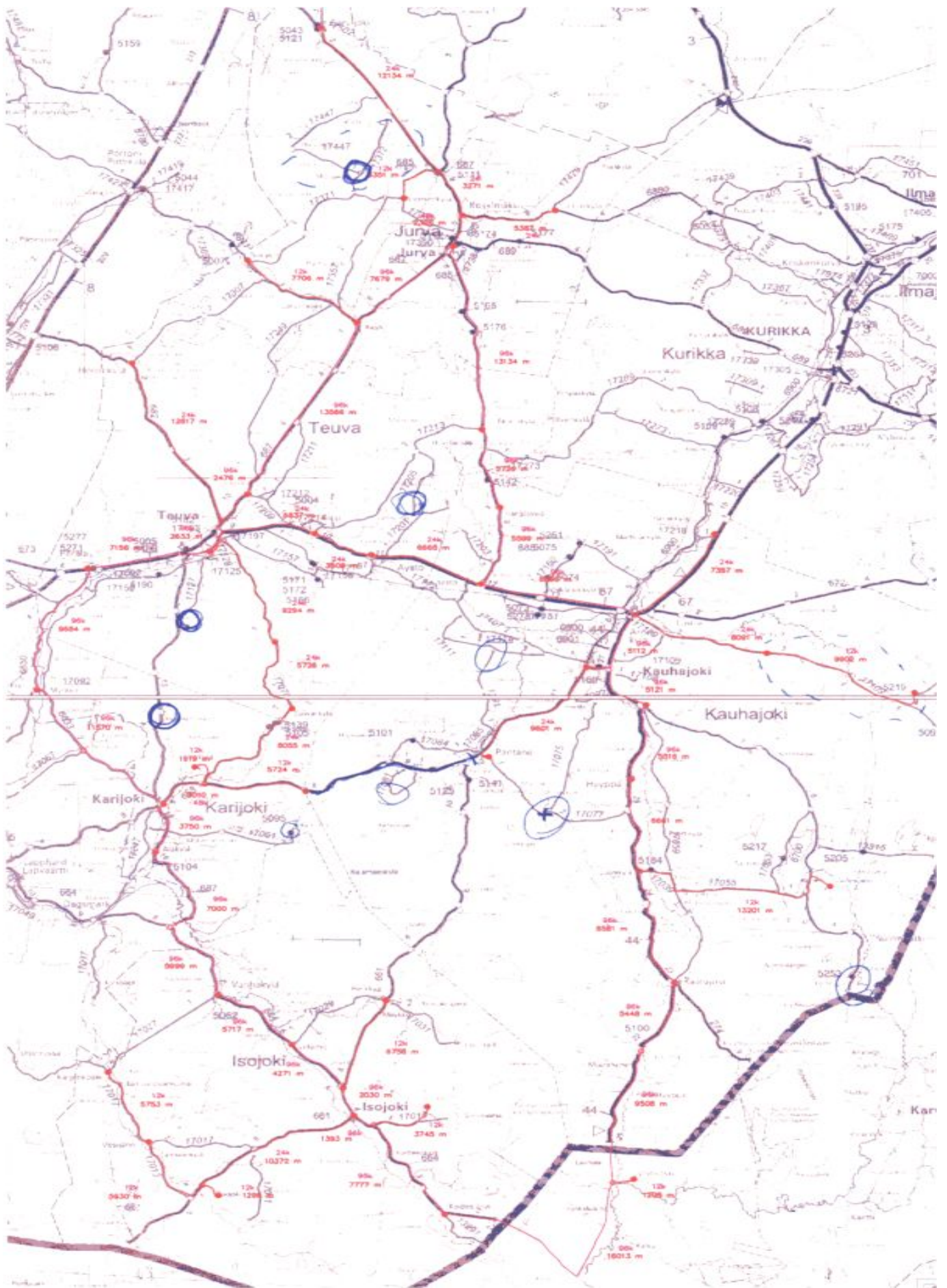
20000

0

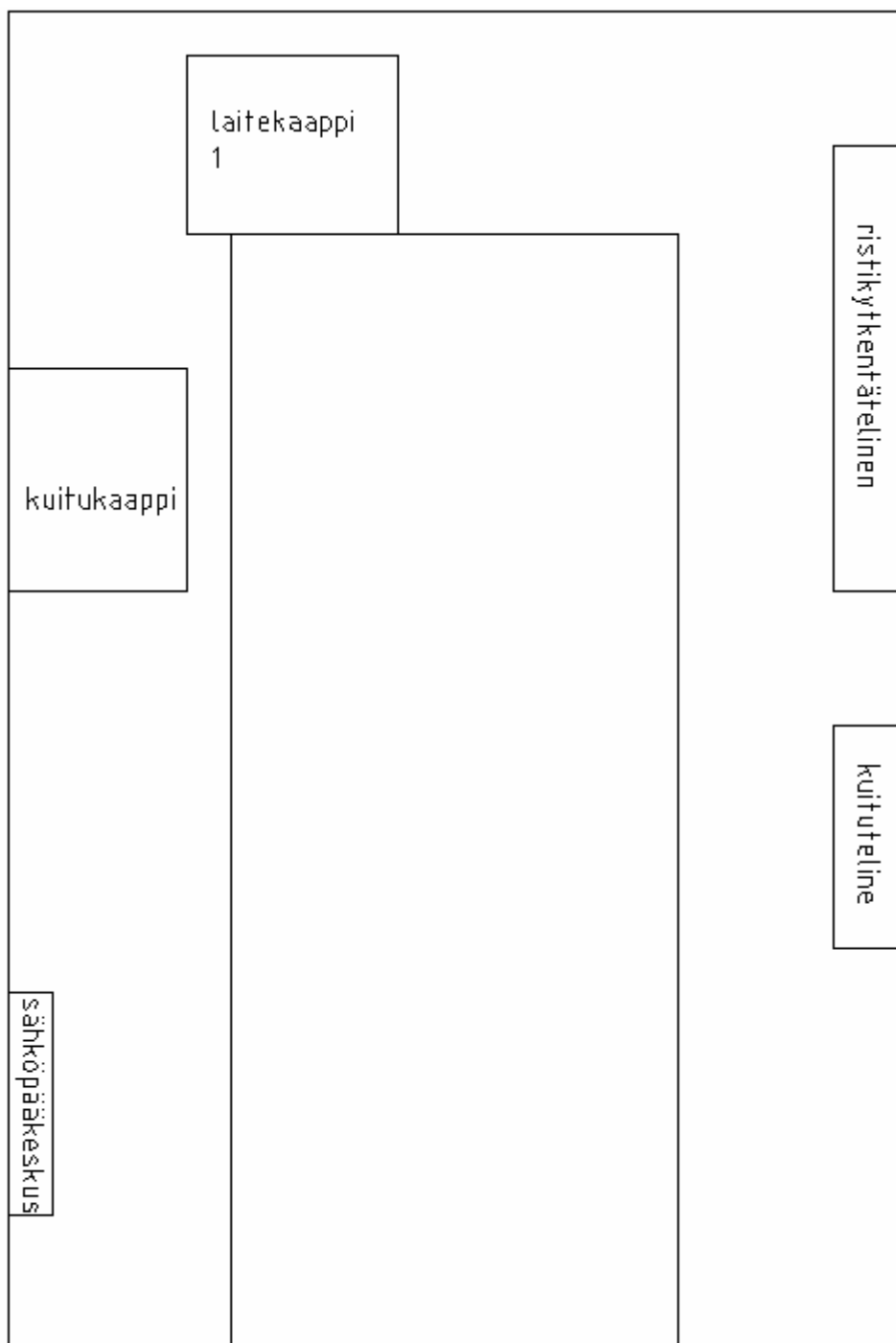
20000

P





Liite 2 pohjakuva



Laitetilan pohjakuva.

Liite 3

Mahdolliset keskitin vaihtoehdot

Specifications IP Broadband Loop Carrier 12000



Dimensions

15.75" (40cm) (9 Rack Units) High x 17" (43.2cm) Wide x 18" (46cm) Deep

Weight

47 lbs (21.4 kg) (chassis only)

Power

AC — Requires External AC to -48 Volt DC Power Converter

DC — Dual -48 Volt DC Terminal Blocks

30 A maximum; 15 A typical*

*actual power consumption dependent upon chassis configuration

Interfaces

14 slot chassis:

- 12 Access Module slots (front)
- 2 Multiplexer Uplink Module slots (front)
- 24 RJ-21 Telco Connectors (rear)

Regulatory Compliance

NEBS: GR-63-CORE, GR-1089-CORE

EMC: FCC Part 15, CSA C108.8, EN55022, EN55024

CE Marking

Safety: UL1950, CSA C22.2 No. 950, EN60950, CE Marking

Operating Requirements

Temperature: 32°F to 122°F (0°C to 50°C)

Non-operating temperature: -40°F to 158° F (-40°C to 70°C)

Humidity: 5% to 95%, non-condensing

Altitude: -200ft to 16,500ft (-60m to 5,000m)

Specifications 24-port ADSL2+ 1U DSLAM with Modular Uplinks



Dimensions

Height 1U

Width : 430 mm (excluding the mounting wings)

Depth : 241mm (excluding the room for cabling)

Weight

2.5 lbs. (1.1 kg)

Power

DC: Dual -48 Volt DC terminal blocks

Consumption: < 1.5 Amps

AC: Requires separate AC power supply (sold separately)

Interfaces

Access ports

24 ADSL2+ ports using RJ-21 connector (Annex A and Annex B)

24 Splitter ports using RJ-21 connector (Annex A and Annex B)

Uplink ports

1 10/100/1000BT or fiber based (SFP) GigE port for management or uplink

1 RS232 Console port for RS-232 serial management connection

1 Media Interface Module (MIM) slot:

- 2 x Gigabit Ethernet (MIM-2000F)

- 4 x Gigabit Ethernet (MIM-4000F)

- 2 x T1 (MIM-2T1)

- 2 x E1 (MIM-2E1)

- 4 x E1 (MIM-4E1)

- 4 x T1 (MIM-4T1)

- 10/100 Ethernet (MIM-10/100)

Standards Support

IEEE 802.3

IEEE 802.1p CoS

IEEE 802.1Q VLAN

IGMP Snooping - supports IGMPv 1 and IGMPv2

Protocol Support

IP Traffic Management - Configurable Priority scheme

802.1p, DiffServ, IP address range, Rate Limiting, Security

ADSL2+ Loop Bonding

IGMP snooping

Enterprise MIBs "Chassis and Module Identification, Configuration, IP Traffic Management"

IETF RFC1213 "Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II"

IETF RFC3440: "Definitions of Extension Managed Objects for ADSL Lines"

ITU-G.997.1: "Physical Layer Management for DSL Transceivers"

ADSL Forum Technical Report TR-024: "DMT Line Code Specific MIB"

Flash Upgradeable

Bandwidth/Distance

Bandwidth: Maximum within ITU ADSL2+ standard

Distance: up to 18,000 feet/7,500m (lower speeds will be achieved at greater distances)

Regulatory Compliance

NEBS: GR-63-CORE, GR-1089-CORE

EMC: FCC Part 15; ICES-003; EN 300 386-2; CE Marking

Safety: UL1950, CSA C22.2 No. 950, EN60950, IEC950, CE Marking

Operating Requirements

Complies to ETSI 300-019-1-3 Environmental Requirements

Climatic conditions Classes 3.1 to 3.3

Temperature: -40°F to 149°F (-40°C to 65°C)

Non-operating temperature: -40°F to 158°F (-40°C to 70°C)

Humidity: 5% to 95%, non-condensing

Altitude: -200ft to 16,600ft (-60m to 5,000m)

Powerwaren tarjoamat tasasuuntausjärjestelmät telekommunikaatioon.



Järjestelmät voidaan varmistaa halutulla akustovarmistuksella.

Product Snapshot					
Nominal Output Voltage	Rectifier Module Type	System Type	Number of Rectifier Modules	Maximum Output Power (kW)	Maximum Output Current
24 V	APR24	APS3	3	2.25	93A @ 24V
		APS6	6	4.5	186A @ 24V
		APS12	12	9	372A @ 24V
		APS18	18	13.5	558A @ 24V
		APS24	24	18	744A @ 24V
48 V	APR48	APS3	3	4.5	93A @ 48V
		APS6	6	9	186A @ 48V
		APS12	12	18	372A @ 48V
		APS18	18	27	558A @ 48V
		APS24	24	36	744A @ 48V
48 V	APU48	APS3	3	2.16	45A @ 48V
		APS6	6	4.32	90A @ 48V
		APS12	12	8.64	180A @ 48V
		APS18	18	12.96	270A @ 48V