

Tomi Nieminen

# **Parikaapeloinnille määrätyn asennushuolellisuuden todentaminen**

Opinnäytetyö

Kevät 2017

SeAMK Tekniikka

Automaatiotekniikan Tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Automaatiotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Sähköautomaatio

Tekijä: Tomi Nieminen

Työn nimi: Parikaapeloinnille määrätyn asennushuolellisuuden todentaminen

Ohjaaja: Heikki Rajala

Vuosi: 2017 Sivumäärä: 93 Liitteiden lukumäärä: 2

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli todentaa parikaapeloinnille määrätyn asennushuolellisuuden noudattamisen tärkeys parikaapelien asennusprosessin aikana ja tehdä mittaustulosten tulkintaohje Fluke DTX-1800-kaapelitesterille. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Caverion Suomi Oy.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään yleiskaapeloinnin teoriaa ja parikaapeloinnin toteutukseen liittyviä standardeja. Empiirisessä osuudessa suoritettiin mittauksia parikaapeleille erilaisten asennusvirheiden jälkeen.

Tutkimuksen tuloksena saatiin erilaisille asennusvirheille mittauserot, joita pystyttiin vertaamaan oikein suoritettuun asennukseen. Tämän työn avulla Caverion Suomi Oy sai asennuksista vastaavalle osastolleen tarkempaa tietoa asennustapojen ja asennusvirheiden vaikutuksesta parikaapelien sähköisiin ominaisuuksiin 6- ja 6A-kategorioiden kaapelointeja toteutettaessa. Työn tuloksena toteutetun kaapelitesterin tulkintaohjeen avulla parikaapelien käyttöönottomittausten suorittaminen sujui asentajilta vastaisuudessa entistä tehokkaammin.

Avainsanat: parikaapeli, kaapelimittari, yleiskaapelointi, käyttöönottomittaus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automation Engineering

Specialisation: Electric Automation

Author: Tomi Nieminen

Title of thesis: Verifying the installation precautions specified for twisted pair cabling

Supervisor: Heikki Rajala

Year: 2017      Number of pages: 93      Number of appendices: 2

---

The goals of this thesis were to verify the installation precautions specified for twisted pair cabling and to create an interpretation guide for the test results received from the Fluke DTX-1800 cable analyzer's test report. The commissioner of this thesis was Caverion Suomi Oy.

The theory section of this thesis contains the principles of twisted pair cabling and the commissioning tests specified for the cabling. In the empirical part of this thesis there were measurements performed for twisted pair cabling after failed installation precautions.

As the result of this study Caverion Suomi Oy got information on how the failures in installation precautions effect the measured values in commissioning tests. Also, Caverion got an interpretation guide for the Fluke DTX-1800 cable analyser so the commissioning test phase will be more efficient in the future.

Keywords: twisted pair cabling, cable analyzer, testing, generic cabling

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	12
1 JOHDANTO.....	14
1.1 Työn tausta.....	14
1.2 Työn tavoite.....	14
1.3 Työn rakenne.....	14
1.4 Yritysesittely.....	15
2 YLEISKAPELOINTI.....	16
2.1 Mitä yleiskaapeloinnilla tarkoitetaan?.....	16
2.2 Parikaapelin historia.....	16
2.3 Yleiskaapeloinnin rakenne ja rakennetta koskevat standardit.....	17
2.3.1 Runkokaapelointi (SFS-EN 50173-1).....	17
2.3.2 Kerroskaapelointi (SFS-EN 50173-2 & SFS-EN 50173-3).....	17
2.3.3 Kotikaapelointi (SFS-EN 50173-4).....	18
2.4 Parikaapeliin toimintaperiaate.....	19
2.5 Parikaapelin merkinnät, rakenne ja suojausrakenteet.....	19
2.6 Liitintyytit.....	21
2.7 Yleiskaapeloinnin suunnittelu.....	21
2.7.1 Yleiskaapeloinnin suunnitteluprosessi.....	22
2.7.2 Parikaapeloinnin komponenttien valinta.....	23
2.7.3 Ympäristöluokitus.....	23
2.8 Parikaapeloinnin toteutus.....	24
2.9 Parikaapelin asennus.....	25
2.10 Parikaapeloinnille tehtävät käyttöönottomittaukset.....	27
2.10.1 Parikaapeliin sähköiset ominaisuudet.....	28
2.10.2 Mittausstandardit.....	32
2.10.3 Kaapelitesterit.....	32

2.10.4	Dokumentointi .....	33
<b>3</b>	<b>TUTKIMUS</b> .....	<b>35</b>
3.1	Mittausten suunnittelu .....	35
3.2	Mittauskalusto .....	36
3.3	Mittausten toteutus.....	36
3.3.1	Mittaukset 6A-kategorian kaapelille .....	37
3.3.2	Mittaukset 6-kategorian suojaamattomalle kaapelille.....	41
3.3.3	Mittaukset 6-kategorian suojatulle kaapelille.....	44
<b>4</b>	<b>TULOKSET</b> .....	<b>49</b>
4.1	Yleistä .....	49
4.2	Tulosten tulkitseminen .....	49
4.3	Tulokset eri kojerasioilla.....	51
4.4	Loistevalaisimen vaikutus kaapeleihin .....	53
4.5	Asennushuolellisuuden vaikutus 6- ja 6A-kategorian kaapeleihin .....	56
4.5.1	6A-kategorian suojaamaton kaapeli.....	56
4.5.2	6-kategorian suojaamaton kaapeli .....	62
4.5.3	6-kategorian suojattu kaapeli .....	73
4.5.4	Mittausten aikana ilmenneitä huomioita .....	82
<b>5</b>	<b>YHTEENVETO TULOKSISTA</b> .....	<b>84</b>
<b>6</b>	<b>MITTAUSTULOSTEN TULKINTAOHJE</b> .....	<b>86</b>
<b>7</b>	<b>POHDINTAA JA YHTEENVETO</b> .....	<b>89</b>
	<b>LÄHTEET</b> .....	<b>90</b>
	<b>LIITTEET</b> .....	<b>93</b>

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Kaapelimerkinnot.....	19
Kuva 2. Cat 6A -kaapeli.....	20
Kuva 3. Vaimennus.....	28
Kuva 4. Loistevalaisin kaapelien päällä.....	38
Kuva 5. Cat 6A -liitin.....	38
Kuva 6. Cat 6A -kaapeli kaapelisiteellä kiinnitettynä.....	39
Kuva 7. Cat 6A, 90° kulma.....	40
Kuva 8. Cat 6A, 180° kulma.....	40
Kuva 9. Cat 6, UTP-liitin.....	42
Kuva 10. Ristikytkentäpaneeli.....	42
Kuva 11. Cat 6, STP-liittimen toinen osa.....	45
Kuva 12. Cat 6, STP-kaapeli loistevalaisimen vieressä.....	45
Kuva 13. Cat 6, STP-kaapeli kytkettynä suoraan tietoliikennesasiaan.....	46
Kuva 14. A-tikkaat suojatun kaapelin päällä.....	47
Kuva 15. A-tikkaiden jättämät jäljet kaapelissa.....	47
Kuva 16. Cat 6, STP-kaapeli vinossa tietoliikennesasiassa.....	48
Kuva 17. Suojattu liitin kytkettynä liitinhahloon väärin päin.....	82
Kuva 18. Suojattu liitin kytkettynä liitinhahloon väärin päin, kuva toiselta puolelta. .....	82
Kuva 19. Brand-Rexin STP-liittimen rakenne.....	83

Kuva 20. Testauslaitteen Wire Map -kuva, mikäli liitin on asennettu väärin päin.	83
Kuva 21. Suojattu liitin suorassa tietoliikennesasiassa.....	83
Kuvio 1. Cat 6, UTP, TO-vertailu: pääyksikkö.....	51
Kuvio 2. Cat 6, UTP, TO-vertailu: etäyksikkö.....	51
Kuvio 3. Cat 6, STP, TO-vertailu: pääyksikkö.....	52
Kuvio 4. Cat 6, STP, TO-vertailu: etäyksikkö.....	52
Kuvio 5. Cat 6A, UTP, loistevalaisinvertailu: pääyksikkö.....	53
Kuvio 6. Cat 6A, UTP, loistevalaisinvertailu: etäyksikkö.....	53
Kuvio 7. Cat 6, UTP, loistevalaisinvertailu: pääyksikkö.....	54
Kuvio 8. Cat 6, UTP, loistevalaisinvertailu: etäyksikkö.....	54
Kuvio 9. Cat 6, STP, loistevalaisinvertailu: pääyksikkö.....	55
Kuvio 10. Cat 6, STP, loistevalaisinvertailu: etäyksikkö.....	55
Kuvio 11. Cat 6A, UTP NEXT: pääyksikkö.....	56
Kuvio 12. Cat 6A, UTP NEXT: etäyksikkö.....	56
Kuvio 13. Cat 6A, UTP PS NEXT: pääyksikkö.....	57
Kuvio 14. Cat 6A, UTP PS NEXT: etäyksikkö.....	57
Kuvio 15. Cat 6A, UTP ACR-F: pääyksikkö.....	58
Kuvio 16. Cat 6A, UTP ACR-F: etäyksikkö.....	58
Kuvio 17. Cat 6A, UTP PS ACR-F: pääyksikkö.....	58
Kuvio 18. Cat 6A, UTP PS ACR-F: etäyksikkö.....	58

Kuvio 19. Cat 6A, UTP ACR-N: pääyksikkö.....	59
Kuvio 20. Cat 6A, UTP ACR-N: etäyksikkö.....	59
Kuvio 21. Cat 6A, UTP PS ACR-N: pääyksikkö.....	60
Kuvio 22. Cat 6A, UTP PS ACR-N: etäyksikkö.....	60
Kuvio 23. Cat 6A, UTP RL: pääyksikkö.....	61
Kuvio 24. Cat 6A, UTP RL: etäyksikkö.....	61
Kuvio 25. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, NEXT: pääyksikkö.....	62
Kuvio 26. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, NEXT: pääyksikkö.....	62
Kuvio 27. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, NEXT: etäyksikkö.....	62
Kuvio 28. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, NEXT: etäyksikkö.....	62
Kuvio 29. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, PS NEXT: pääyksikkö.....	64
Kuvio 30. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, PS NEXT: pääyksikkö.....	64
Kuvio 31. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, PS NEXT: etäyksikkö.....	64
Kuvio 32. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, PS NEXT: etäyksikkö.....	64
Kuvio 33. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, ACR-F: pääyksikkö.....	66
Kuvio 34. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, ACR-F: pääyksikkö.....	66
Kuvio 35. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, ACR-F: etäyksikkö.....	66
Kuvio 36. Cat 6, UTP- kaapelin rasittaminen, ACR-F: etäyksikkö.....	66



Kuvio 37. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, PS ACR-F: pääyksikkö. ....	67
Kuvio 38. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, PS ACR-F: pääyksikkö. ....	67
Kuvio 39. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, PS ACR-F: etäyksikkö. ....	67
Kuvio 40. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, PS ACR-F: etäyksikkö. ....	67
Kuvio 41. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, ACR-N: pääyksikkö. ....	68
Kuvio 42. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, ACR-N: pääyksikkö. ....	68
Kuvio 43. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, ACR-N: etäyksikkö. ....	68
Kuvio 44. Cat 6, UTP- kaapelin rasittaminen, ACR-N: etäyksikkö. ....	68
Kuvio 45. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, PS ACR-N: pääyksikkö. ....	70
Kuvio 46. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, PS ACR-N: pääyksikkö. ....	70
Kuvio 47. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, PS ACR-N: etäyksikkö. ....	70
Kuvio 48. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, PS ACR-N: etäyksikkö. ....	70
Kuvio 49. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, RL: pääyksikkö. ....	72
Kuvio 50. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, RL: pääyksikkö. ....	72
Kuvio 51. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, RL: etäyksikkö. ....	72
Kuvio 52. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, RL: etäyksikkö. ....	72

Kuvio 53. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, NEXT: pääyksikkö.....	73
Kuvio 54. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, NEXT: pääyksikkö. ....	73
Kuvio 55. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, NEXT: etäyksikkö.....	73
Kuvio 56. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, NEXT: etäyksikkö. ....	73
Kuvio 57. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, PS NEXT: pääyksikkö.....	75
Kuvio 58. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, PS NEXT: pääyksikkö.....	75
Kuvio 59. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, PS NEXT: etäyksikkö.....	75
Kuvio 60. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, PS NEXT: etäyksikkö.....	75
Kuvio 61. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, ACR-F: pääyksikkö. ....	76
Kuvio 62. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, ACR-F: pääyksikkö. ....	76
Kuvio 63. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, ACR-F: etäyksikkö. ....	76
Kuvio 64. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, ACR-F: etäyksikkö.....	76
Kuvio 65. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, PS ACR-F: pääyksikkö. ....	78
Kuvio 66. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, PS ACR-F: pääyksikkö. ....	78
Kuvio 67. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, PS ACR-F: etäyksikkö. ....	78
Kuvio 68. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, PS ACR-F: etäyksikkö. ....	78

Kuvio 69. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, ACR-N: pääyksikkö.....	79
Kuvio 70. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, ACR-N: pääyksikkö.....	79
Kuvio 71. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, ACR-N: etäyksikkö.....	79
Kuvio 72. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, ACR-N: etäyksikkö.....	79
Kuvio 73. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, PS ACR-N: pääyksikkö.....	80
Kuvio 74. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, PS ACR-N: pääyksikkö.....	80
Kuvio 75. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, PS ACR-N: etäyksikkö.....	80
Kuvio 76. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, PS ACR-N: etäyksikkö.....	80
Kuvio 77. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, RL: pääyksikkö.....	81
Kuvio 78. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, RL: pääyksikkö.....	81
Kuvio 79. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, RL: etäyksikkö.....	81
Kuvio 80. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, RL: etäyksikkö.....	81
Taulukko 1. MICE-järjestelmä (Koivisto & Annanpalo 2014, 82).....	24
Taulukko 2. Testauslaitteiden vähimmäisvaatimukset (Koivisto 2016e, 4). .....	33

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>ACR-F</b>	Attenuation to Crosstalk Ratio at the Far End
<b>ACR-N</b>	Attenuation to Crosstalk Ratio at the Near End
<b>Alijakamo</b>	Toisiotalopakamo
<b>Aluepakamo</b>	Laitetila, jossa yleiskaapelointijärjestelmä liitetään yleiseen viestintäverkkoon (Koivisto 2016a, 3).
<b>Aluekaapelointi</b>	Kaapelointi, joka yhdistää toisiinsa kaksi alijakamo, tai alijakamon ja talopakamon.
<b>Cat</b>	Lyhenne englannin kielen sanasta category. Käytetään kuvataessa parikaapeloinnin luokkaa.
<b>HDTDR</b>	High Definition Time Domain Reflectometer
<b>HDTDX</b>	High Definition Time Domain Crosstalk
<b>IL</b>	Insertion Loss
<b>Johtokaavio</b>	Sähköpiirustus, jossa esitetään toteutettavat kaapeloinnit graafisesti.
<b>Kerrosjakamo</b>	Tila, jossa kerroskaapelointi ja nousukaapelointi liitetään yhteen toimitilakiinteistöissä.
<b>Keskityskohta</b>	Toimistokiinteistöjen kerroskaapeloinnissa käytettävä piste (tavallisesti tietoliikennesasia), joka mahdollistaa tietoliikennesasioiden helpon siirron työpistetilöissa (Koivisto & Annanpalo 2014, 71).
<b>Kotijakamo</b>	Tila, jossa kotikaapelointi ja nousukaapelointi liitetään yhteen.
<b>Langaton järjestelmä</b>	Langattomasti toimiva järjestelmä, kuten WLAN.

<b>Maadoituskaavio</b>	Sähköpiirustus, jossa esitetään mahdolliset laitteiden maadoitukset ja potentiaalintasaukset.
<b>NEXT</b>	Near End Crosstalk
<b>Nousukaapelointi</b>	Talopakamon ja kotipakamon yhdistävä kaapelointi.
<b>PS ACR-F</b>	Power Sum ACR-F
<b>PS ACR-N</b>	Power Sum ACR-N
<b>PS NEXT</b>	Power Sum NEXT
<b>Ristikytkentä</b>	Jakamossa tehty kytkentä, jossa pysyvään siirtotiehen liitetään IT-laite käyttäen laitekaapelia.
<b>Ristikytkentäpaneeli</b>	Jakamossa sijaitseva paneeli, jolla ristikytkentä tapahtuu.
<b>RL</b>	Return Loss
<b>Sisäverkko</b>	Kiinteistössä sijaitseva viestintäverkko.
<b>Talopakamo</b>	Talopakamo tarkoittaa standardin SFS-EN 50173-1 mukaisesti aluejakamaa.
<b>Tietoliikennesasia</b>	Pysyvän siirtotien päättävä komponentti, johon voidaan kytkeä tietoliikennelaitteita laitekaapelilla. Koostuu tyypillisesti kojerasiasta, liittinyksiköstä, peitelevystä ja keskiölevystä. (Koivisto & Annanpalo 2014, 185.)
<b>Token Ring</b>	Valtuudenvälitysverkko
<b>TP</b>	Twisted Pair
<b>Välipakamo</b>	Suurissa datakeskuksissa käytettävä pakamo (Koivisto & Annanpalo 2014, 62).

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Caverion Suomi Oy halusi saada asennusosastonsa nähtäväksi tietoa siitä, kuinka parikaapeloinnin oikeaoppisuus vaikuttaa asennuksen suorituskykyyn ja tämän kautta standardinmukaisuuteen. Caverion Suomi Oy:llä ei ollut ongelmaa asennustöiden laadun suhteen, mutta tarpeelliseksi nähtiin silti tuoda asennuksissa tarvittava huolellisuus vielä paremmin asentajien tietoon. Työssä siis todennetaan yleiskaapeloinnissa käytettävien parikaapelien asennushuolellisuuden tärkeys.

## 1.2 Työn tavoite

Tämän työn tavoitteena on todentaa parikaapelien asennuksen huolellisuus suorittamalla Caverion Suomi Oy:n käyttämille kaapeleille ja liittimille rasiustestejä. Testien yhteydessä kaapeleille tehdään mittauksia, joilla kaapeleihin aiheutetun rasiuksen tuomat poikkeamat saadaan esille. Mittaustulokset analysoidaan ja tulokset esitetään toimeksiantajalle. Lisäksi Caverion Suomi Oy:n Seinäjoen toimipisteen sähköasennuksista vastaavalle osastolle tehdään ohje Fluke DTX-1800 -kaapelitestillä saatujen mittaustuloksien tulkintaa varten.

## 1.3 Työn rakenne

Ensimmäisessä luvussa esitellään opinnäytetyön tausta, tavoite, rakenne sekä yritys, jolle työ tehdään. Luvussa kaksi käsitellään yleiskaapeloinnissa käytettäviin parikaapeleihin liittyvää teoriaa, sekä asennusstandardeja. Kolmannessa luvussa esitellään mittalaite ja mittauksien kulku. Neljännessä luvussa käydään läpi mittauksista saadut tulokset. Viidennessä luvussa esitetään yhteenveto mittauksissa saaduista tuloksista. Kuudennessa luvussa esitellään yritykselle tehty mittaustulosten tulkintaohje. Seitsemännessä luvussa esitetään pohdintaa, sekä yhteenveto opinnäytetyöstä.

## 1.4 Yritysesittely

Caverion Suomi Oy on osa Caverion Oyj:tä, joka irtautui YIT-konsernista kiinteistö-  
teknisten ja teollisuuden palveluiden osalta omaksi konsernikseen kesäkuussa  
2013. Caverion on käyttäjäystävällisiä ja energiatehokkaita teknisiä ratkaisuja teol-  
lisuuteen ja kiinteistöihin tarjoava yritys. Caverion Oyj toimii 12 Euroopan maassa,  
ja sillä on noin 17 400 työntekijää, joista 26 % on Suomessa. Caverion Suomi Oy:llä  
on toimipaikkoja Suomessa viidelläkymmenellä eri paikkakunnalla. Caverion Oyj:n  
pääkonttori sijaitsee Helsingissä, ja sen osake noteerataan Helsingin pörssissä.  
Vuonna 2015 Caverionin Oyj:n liikevaihto oli noin 2,4 mrd. euroa, josta Caverion  
Suomi Oy:n osuus oli noin 22 %. (Caverion Corporation, 2016.)

## 2 YLEISKAPELOINTI

### 2.1 Mitä yleiskaapeloinnilla tarkoitetaan?

Yleiskaapeloinnilla tarkoitetaan kiinteää kaapelointia, joka on suunniteltu käytettäväksi erilaisissa sovelluksissa, kuten äänen-, datan- ja kuvansiirrossa. Yleiskaapelointia käytetään toimistorakennuksien tele- ja datakaapeloinnissa, sekä teollisuuden ja asuinkiinteistöjen kaapeloinnissa. (Hakala & Vainio 2005, 114–116.)

Yleiskaapeloinnissa käytetään yleisesti kierrettyjä parikaapeleita tai valokaapeleita. Lisäksi koaksiaalikaapeleita käytetään osana yleiskaapelointia, mutta nykyisin lähinnä antenniverkon asennuksissa. (Hakala & Vainio 2005, 52–54.)

### 2.2 Parikaapelin historia

Alexander Graham Bell keksi parikaapelin 1880-luvulla, ja sai sille patentin vuonna 1881 (European Patent Office, 2016). Bellin patentin mukaista parikaapelia käytettiin tuon ajan puhelinjärjestelmissä puhelinjohtona. Keksintö oli merkittävä, sillä sen avulla puhelinkaapeliin vaikuttavien ulkoisten sähkömagneettisten häiriöiden vaikutus saatiin pienenemään, ja tämän myötä puhelimien kantamaa saatiin kasvatettua. Ennen Bellin keksintöä puhelinjohto koostui vain yhdestä johtimesta, joka oli maadoitettu samaan pisteeseen muidenkin sähkölaitteiden kanssa. (The Telecommunications History Group, [viitattu 21.11.2016].)

1- ja 2-kategorioiden kaapelointeja ei ole määritetty missään standardissa, sillä niiden käyttö on rajoittunut vain puhelin- ja Token Ring -sovelluksiin. 1-kategorian kaapeleissa ei myöskään ole parikierrettä. Näitä kategorioita ei käytetä yleiskaapeloinnissa, sillä ne eivät täytä tiedonsiirtoon liittyviä vaatimuksia. (Firewall.cx, [viitattu 10.1.2017].)

Vuonna 1991 Electronic Industries Association (EIA) ja Telecommunications Industry Association (TIA) julkaisivat ensimmäisen telekommunikaatiolle tarkoitetun



standardin EIA/TIA 568. Standardi perustui 3-kategorian suojaamattomalle kaapelille. Pian tämän jälkeen julkaistiin myös korkeammat 4- ja 5-kategorialuokat. (Network Cabling Help, [viitattu 21.11.2016].)

### **2.3 Yleiskaapeloinnin rakenne ja rakennetta koskevat standardit**

Yleiskaapelointi koostuu runkokaapeloinnista, sekä kerros- tai kotikaapeloinnista. Kaapelointi on määrämuotoisuudeltaan ja rakenteeltaan aina pääpiirteittäin sama. Yleiskaapeloinnissa kukin jakamo kytketään kaapelointitopologialtaan tähtimäiseen muotoon, johon voidaan kuitenkin lisätä kaapeleita jakamoiden välille lisä- tai varmistusyhteyksiä varten. Standardisarjassa EN 50173 on määritelty runkokaapeloinnin (SFS-EN 50173-1), toimistokiinteistöjen (SFS-EN 50173-2), teollisuuskiinteistöjen (SFS-EN 50173-3), kotien (SFS-EN 50173-4), datakeskuksien (SFS-EN 50173-5) ja rakennusten hajautettujen palveluiden (SFS-EN 50173-6) yleiskaapelointia koskevat määräykset. (Koivisto & Annanpalo 2014, 47–62.) Tässä opinnäytetyössä ei kuitenkaan käsitellä standardeja SFS-EN 50173-5 ja SFS-EN 50173-6.

#### **2.3.1 Runkokaapelointi (SFS-EN 50173-1)**

Runkokaapelointi on määritelty standardissa SFS-EN 50173-1. Runkokaapeloinnilla tarkoitetaan yleiskaapeloinnin osaa aluejakamosta kerros- taikka kotijakamoon. Runkokaapeloinnissa voidaan käyttää joko parikaapeleita tai valokaapeleita. (Koivisto & Annanpalo 2014, 47–49.)

#### **2.3.2 Kerroskaapelointi (SFS-EN 50173-2 & SFS-EN 50173-3)**

Kerroskaapelointi on tyypillinen osa toimisto- ja teollisuuskiinteistöjen yleiskaapelointia. Kerroskaapeloinnilla tarkoitetaan toimistokiinteistöissä kerrosjakamon ja tietoliikennesierasian välistä kaapelointia. Teollisuuskiinteistöissä kerroskaapeloinnilla tarkoitetaan kerrosjakamon ja välajakamon välistä kaapelointia. Kerroskaapelointiin kuuluvat kerroskaapelien lisäksi kerroskaapelien päätteet, kerrosjakamoiden risti-kytkennät sekä tietoliikennesierasiat. Kerroskaapeloinnin täytyy olla parikaapeloinnin

osalta yhtenäinen kerrosjakamosta tietoliikennesasiaan saakka, mutta sovelluksen niin vaatiessa siihen voidaan lisätä yksi keskityskohta. Kerroskaapeloinnissa voidaan käyttää joko parikaapeleita tai valokaapeleita. (Koivisto & Annanpalo 2014, 50–54.)

### **2.3.3 Kotikaapelointi (SFS-EN 50173-4)**

Kotikaapeloinnilla tarkoitetaan talo- tai kotijakamon jälkeistä yleiskaapeloinnin osaa. Asuinkiinteistöjen yleiskaapelointi koostuu kolmesta sovellusryhmästä, jotka ovat tieto- ja tietoliikennetekniikka, joukkoviestinnässä käytettävät tekniikat, sekä talotekniikan tiedonsiirto. Tieto- ja tietoliikennetekniikan sovelluksilla tarkoitetaan puhelin- ja lähiverkon sovelluksia. Joukkoviestinnässä käytettävillä tekniikoilla tarkoitetaan antenniverkon sovelluksia. Talotekniikan tiedonsiirrolla tarkoitetaan esim. rakennusautomaatiota ja turvatekniikan sovelluksia, kuten kulunvalvontajärjestelmää. Kotitalouksissa yleiskaapeloinnin toiminnallisia osia ovat kotijakamo, kotikaapeli ja liitännästarasia. Liitännästarasiolla tarkoitetaan tässä tapauksessa tietoliikennesasiaa, antenniasiaa, sekä talotekniikka-asiaa. Kotikaapeloinnissa käytetään kaapelityyppinä parikaapelia ja koaksiaalikaapelia. ST-käsikirjassa mainitaan myös, että valmisteilla on standardimuutos, jossa koteihin määritellään myös optinen kaapelointi. (Koivisto & Annanpalo 2014, 54–55.)

Asuinkiinteistöjen yleiskaapeloinnin standardilla SFS-EN 50173-4 tarkoitetaan vain asuinkiinteistöjä, mutta se voi käsittää myös useampia rakennuksia tai osan rakennusta, jossa on useampia asuinhuoneistoja. Standardin piiriin kuuluvat siis muun muassa rivi- ja kerrostalohuoneistot sekä omakotitalot. Omakotitaloissa kotikaapelointi liitetään talo- tai kotijakamoon, josta se liitetään suoraan yleisen televerkon liityntäkaapeliin. Rivi- ja kerrostaloissa kotikaapelointi liitetään talojakamoon nousu- tai aluekaapeloinnilla. Kotien yleiskaapeloinnin standardi sisältää ohjeet myös nousu- ja aluekaapelointia varten, joten rivi- ja kerrostalojen kotikaapeloinnissa noudatetaan tietoliikennesovelluksien osalta myös standardia SFS-EN 50173-1. (Koivisto & Annanpalo 2014, 57.)

## 2.4 Parikaapelien toimintaperiaate

Epäsymmetrisessä tiedonsiirrossa signaalia siirretään yhden johtimen avulla, ja sen vertailutasona käytetään toista johdinta tai maata. Tämänlaiseen ilmiöön perustuu muun muassa koaksiaalikaapelin toimintatapa. Parikaapelin toiminta puolestaan perustuu symmetriseen tiedonsiirtoon, jossa signaali kuljetetaan kahden johtimen avulla toistensa peilikuvina. Kyseisistä johtimista muodostuva pari on tämän lisäksi palmikoitu kierteelle, jolloin häiriölle alttiissa ympäristössä kumpaankin pariin summautuu yhtä suuri häiriöjännite. Ilmiö johtuu siitä, että johtimien palmikoinnin ansiosta niiden keskimääräinen etäisyys mahdolliseen häiriölähteeseen on lähes sama. Kun häiriöt kasvattavat johdinparin toisessa johtimessa kulkevaa jännitesignaalia, toisen johtimen jännitesignaali puolestaan laskee johtimien erinapaisen jännitteen vuoksi. Signaalia lähettävä verkkokortti muuttaa tietokoneen tms. lähettämän epäsymmetrisen signaalin symmetriseen muotoon. Vastaanottava verkkokortti puolestaan muuttaa symmetrisen signaalin takaisin epäsymmetriseen muotoon. Verkkokortilla oleva muuntaja kumoaa muutoksessa signaaliin summautuneet häiriöjännitteet. (Hakala & Vainio 2005, 54.)

## 2.5 Parikaapelin merkinnät, rakenne ja suojausrakenteet

Parikaapelien suojaus ja merkintätapa määritellään standardissa SFS-EN 50173-1. Parikaapelien suojausta kuvataan kaapelityypin yhteydessä käyttämällä kirjainyhdistelmää XX/XTP, jossa ensimmäisten XX-merkkien tilalle tulee kaapelien yhteistä suojaa kuvaava tunnus. Jälkimmäinen X-merkki ennen TP-päätettä kuvaa kaapelien parisuojaen. Parikaapeliin on tämän lisäksi oltava merkittynä valmistajan nimi, kaapelikategoria, tyyppimerkintä ja juokseva metrilukema. (Koivisto 2008, 15-16.) Kuvassa 1 on nähtävissä esimerkki kaapelimerkinnöistä.



Kuva 1. Kaapelimerkinnät.

Parikaapeleiden perusrakenne on suojaustavasta riippumatta sama. Parikaapeli koostuu neljästä johdinparista, joista jokainen on palmikoitu kierteelle eripituisella nousulla. Nousulla tarkoitetaan kierteen tiheyttä, jonka avulla pyritään vähentämään johdinparien sähköisiä vaikutuksia toisiinsa. Johtimien materiaalina toimii kuparilanka, jonka poikkipinta-ala vaihtelee kaapelointiluokituksen mukaan 0,5 mm:n ja 0,65 mm:n välillä. (Koivisto & Annanpalo 2014, 129–131.) Mitä suurempi on kaapeliluokituksen mukainen taajuus, sitä suurempi on johtimen poikkipinta-ala, sillä poikkipinta-alaa kasvattamalla voidaan pienentää johtimen vaimennusta (Koivisto 2008, 12). Johdinparit ovat myös 6-kategoriasta eteenpäin erotettu toisistaan mekaanisesti sähköisten häiriötekijöiden vähentämiseksi (Firewall.cx, [viitattu 12.12.2016]). Tämän lisäksi johdinparit kaapelin vaipan alla on vielä palmikoitu kierteelle (kuva 2). Tätä kutsutaan kertaukseksi. (Koivisto & Annanpalo, 132.)



Kuva 2. Cat 6A -kaapeli.

Parikaapelit jaetaan suojaustavaltaan suojaamattomiin tai suojattuihin kaapeleihin. Suojaamattomissa kaapeleissa parien symmetria ja parikierto ovat ainoat kaapelia suojaavat tekijät. Tämänlaisia kaapeleita ovat merkinnältään U/UTP-parikaapelit. Suojatuissa kaapeleissa parikierron ja symmetrian lisäksi kaapelia voidaan suojata yhteisellä vaippasuojauksella (F/UTP) tai metallilankapalmikkosuojauksella (SF/UTP). Suojatuissa kaapeleissa yhteisen suojauksen lisäksi tai sijaan voidaan

käyttää parisuojaa, jolloin jokainen johdinpari on erikseen suojattu foliosuojalla. Parisuojaa käytettäessä kaapelimerkinnästä löytyy loppuosa FTP. (Koivisto & Annanpalo 2014, 133–134.)

## 2.6 Liitintyypit

Parikaapeleiden liittämässä käytettäviä komponentteja koskevat määräykset ja vaatimukset on määritelty standardissa SFS-EN 50173-1, sekä liitinstandardissa EN 60603-7. Parikaapelien päättämässä käytettäviä liitinmalleja on kaksi, uros- ja naarasliitin. Urosliittimiä käytetään kytkentäkaapeleissa, sekä mahdollisissa muissa laitteissa, jotka on suunniteltu kytkettäväksi naarastyypiseen liittimeen. Naarasliittimiä käytetään liitántärajapintana kiinteästi asennettujen kaapeleiden päätteissä muun muassa jakamoissa, tietoliikennesoissa sekä keskityspisteissä. Yleisin parikaapelien liitinmoduuleista on standardin EN 60603-7 mukainen RJ45-liitin, mutta markkinoilla on myös muita liitinmoduuleita, jotka on kehitetty vastaamaan tulevaa 7-kategoriaa. Tämänlaisia ovat muun muassa ST-käsikirjassa 16 mainitut ARJ45, sekä Siemon Companyn valmistama TERA. (Koivisto & Annanpalo 2014, 169–174.) Tässä työssä käsitellään kuitenkin 6- ja 6A-kategorioiden kaapelointeja, joten liitinmoduulina käytettiin RJ45-liitinmoduulia.

## 2.7 Yleiskaapeloinnin suunnittelu

Asuinkiinteistöjen parikaapeloinnin suunnittelua koskevia standardeja ovat jo aikaisemmin tässä työssä esitellyt SFS-EN 50173-1, SFS-EN 50173-4, SFS-EN 50174-1, SFS-EN 50174-2, SFS-EN 50174-3, sekä testausta koskeva standardi IEC/EN 61935-1 (Koivisto 2016a, 2). Testausta koskeva standardi esitellään tarkemmin kohdissa 2.10.2 Mittausstandardit ja 2.10.3 Kaapelitesterit. Toimitilakiinteistöjen parikaapeloinnin suunnittelua koskevia standardeja ovat SFS-EN 50173-1, SFS-EN 50173-2, SFS-EN 50173-3, SFS-EN 50173-5, SFS-EN 50173-6, SFS-EN 50174-1, SFS-EN 50174-2, SFS-EN 50174-3, sekä testausta koskevat standardit EN 50346 ja IEC/EN 61935-1 (Koivisto 2016b, 2).

### 2.7.1 Yleiskaapeloinnin suunnitteluprosessi

Yleiskaapeloinnin suunnitteluprosessi voidaan jakaa ST-käsikirja 16 mukaan kahteen vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe on hankesuunnittelu, jossa kartoitetaan prosessin tarpeet ja lähtötiedot. Toinen vaihe on toteutussuunnittelu, jossa määritellään tarkasti kaikki urakkahintaan ja toteutukseen liittyvät asiat. (Koivisto & Annanpalo 2014, 217.)

Hankesuunnitteluvaiheessa selvitetään ja määritellään kaapeloinnin tuettavat tietoliikennejärjestelmät ja -sovellukset, tietoliikennesasioita ja keskityskohtia koskevat tiedot, jakamoita ja laitehuoneita koskevat tiedot, kaapelireitit ja johtotiet, ympäristöluokitus, sähkönsyöttö, sähkömagneettinen yhteensopivuus, maadoittaminen ja potentiaalintasaus, kaapeloinnin kokoonpano ja kustannusarvio. (Koivisto & Annanpalo 2014, 217–218.)

Toteutussuunnittelussa tapahtuviin selvityksiin ja määrittelyihin kuuluvat kaapeloinnin siirtotekninen suorituskyky ympäristöluokituksen mukaisessa ympäristössä, parikaapelien luokitukset, kaapeli- ja parimäärät, kaapelirakenteet, parien kytkentämenetelmä, kaapeloinnin päättäminen, tietoliikennesasioita ja keskityskohtia koskevien tietojen täydentäminen, jakamoita ja laitehuoneita koskevien tietojen täydentäminen, ulkoisen verkon liitännärajoitukset, paloturvallisuusvaatimukset, testitulosten dokumentoinnin muoto, laatusuunnitelma, asennuksissa käytettävät merkitsemismenetelmät ja tunnistetietojen käyttö, hyväksymisvaatimukset, tarkastukset ja testaukset, testausten ja tarkastusten dokumentointi ja urakoitsijan toimittamat dokumentit. Toteutussuunnittelussa tapahtuviin selvityksiin ja määrittelyihin kuuluu lisäksi myös ulkopuolisten henkilöiden kaapelointijärjestelmään pääsyn estäminen, palokatkojen käyttö läpivienneissä, mahdollisten asennusteknisten tietoturvariskien välttäminen, kaapeloinnin toiminnallista elinikää koskevat vaatimukset, kaapeloinnissa käytettyjen komponenttien saatavuus tulevaisuuden ylläpitotoimenpiteitä varten, sekä laajennusmahdollisuudet. (Koivisto & Annanpalo 2014, 218–219.)

### 2.7.2 Parikaapeloinnin komponenttien valinta

Oikein valituilla komponenteilla saavutetaan kaapeloinnin vaadittu suorituskyky ja siksi komponenttivalintoihin on kiinnitettävä erityistä huomiota. Parikaapeloinnin komponentteja valittaessa on otettava huomioon se, että kaikkien komponenttien on täytettävä erikseen niitä koskevien tuotestandardien vaatimukset, eli kaikkien komponenttien on kuuluttava samaan kategoriaan (Koivisto & Annanpalo 2014, 232). Näitä kategorioita ovat nykyisin yleisimmin asennuksissa käytettävät 6 ja 6A. 7- ja 7A-kategorian liittimet eivät ole täysin yhteensopivia keskenään, vaikka kyseisille kategorioille on jo olemassa liittinstandardit. Komponenttivalmistajat ovat tehneet näille kategorioille omia sovelluksiaan vastaamaan uusien kaapelointiluokkien tuomia vaatimuksia. Parikaapelien liittämiskomponentteja koskevassa standardissa EN 50173-1 kehoitetaan parikaapelointia suunnitellessa varmistamaan valmistajalta, että liittämistarvikkeet ovat yhteensopivia keskenään. (Koivisto & Annanpalo 2014, 170.)

Kotikaapeloinnin komponenttien valintaa koskevia standardeja ovat parikaapeleiden osalta EN 50288-6-1 suojaamattomissa toteutuksissa ja EN 50288-5-1 suojaetuissa toteutuksissa (Koivisto 2016b, 16). Uusissa asuinkiinteistöjen parikaapeliasennuksissa on lähtökohtaisesti käytettävä aina vähintään E-luokan (Cat 6) komponentteja (Koivisto 2016a, 17). Toimitilakiinteistöjen runko- ja kerroskaapeloinnin komponenttien valintaa koskevia standardeja ovat parikaapeleiden osalta suojaamattomissa toteutuksissa EN 50288-11-1 ja suojaetuissa toteutuksissa EN 50288-10-1. Toimitilakiinteistöjen parikaapeloinnissa suositellaan käytettäväksi vähintään EA-luokan (Cat 6A) komponentteja. (Koivisto 2016b, 16.)

### 2.7.3 Ympäristöluokitus

Yleiskaapeloinnin käyttöympäristöä koskee ympäristöluokitus, joka on määritelty standardisarjassa EN 50173. Ympäristöluokituksessa otetaan huomioon käyttöympäristön aiheuttamat kaapeloinnin suorituskykyyn heikentävästi vaikuttavat tekijät. Ympäristöluokitusjärjestelmästä käytetään myös nimitystä MICE-järjestelmä. Taulukossa 1 esitetään periaate, jolla neljään eri ympäristöryhmään jaetut osatekijät on vielä jaettu rasisusteen mukaisesti kolmeen luokkaan. Ympäristöluokituksessa voi

muodostua minkälaisia rasitusasteenmukaisia kombinaatioita tahansa. Ympäristöluokituksella pyritään varmistamaan, että kaapelointi toimii suorituskykyluokkansa vaatimuksien edellyttämällä tavalla sen käyttöympäristössä. Ympäristöluokitusta käytetään työkaluna valittaessa kaapelointijärjestelmän komponentteja, asennusmenetelmiä ja komponenttien suojaustapoja. (Koivisto & Annanpalo 2014, 81–82.)

Parametri	Ympäristöluokka		
	Rasitusaste kasvaa		
	1	2	3
Mekaaninen luokitus	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>
Koteloinnin luokitus	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>
Ilmastollinen ja kemiallinen luokitus	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
Sähkömagneettinen luokitus	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>

Taulukko 1. MICE-järjestelmä (Koivisto & Annanpalo 2014, 82).

## 2.8 Parikaapeloinnin toteutus

Yleiskaapelointijärjestelmän asennusprosessi koostuu asennuksen suunnittelusta ja valmistelusta, laatusuunnitelman laatimisesta, kaapeleiden asentamisesta johteille, jakamoiden asentamisesta, kaapeleiden päättämisestä, siirtoteiden testaamisesta, asennusten aistinvaraisesta tarkastuksesta ja dokumentoinnin laatimisesta. (Koivisto 2016c, 2.)

Asennuksen aikaisessa laadunvarmistuksessa käytetään hyväksi suunnitteluvaiheessa tehtyä laatusuunnitelmaa. Kaapeloinnin omistajan tai tämän edustajan on hyväksyttävä urakoitsijan laatima laatusuunnitelma ennen asennustöiden aloittamista. Laatusuunnitelman täytyy sisältää menetelmät ja periaatteet, joilla urakoitsija varmistaa asennetun kaapeloinnin täyttävän sille asetetut vaatimukset. Laatusuunnitelman vaatimukset on määritetty standardissa SFS-EN 50174-1. (Koivisto 2016c, 3.)



Sähkötieto ry:n julkaiseman ST 681.30 yleiskaapelointijärjestelmän asennusohjeen (Koivisto 2016c, 3) mukaan laatujärjestelmän tulee sisältää parikaapeloinnin osalta vähintään asennuksen rakenneosien hyväksymisperiaatteet ja -menettelyt, rakenneosien keskinäinen yhteensopivuus uusien ja olemassa olevien asennusten osalta, asennuksen hyväksymismenetelmät ja -periaatteet, testaus- ja tarkastusmenetelmien kriteerien määrittelyt, mahdolliset poikkeamat spesifikaatioista tai standardeista yms. sekä asennuksista vastaavien henkilöiden asennuspätevyys. Näistä rakenneosien keskinäinen yhteensopivuus sisältää parikaapelien päättämissä käytettävän kytkentäjärjestyksen. Testaus- ja tarkastusmenetelmien kriteerien määrittely sisältää testauslaitteelle asetettavat vaatimukset, sekä testauslaitteiden kalibroinnin tilan, testauksissa käytettävät parametrit ja suunnitelmat näytteenotosta, testausmenetelmät ja -kokoonpanot, testauksissa mahdollisesti ilmenneiden rajatuloksien tulkinta, sekä vaatimuksia täyttämättömien tulosten käsittely.

Yleiskaapeloinnin asennukseen liittyviä standardeja ovat rakennetta, kokoonpanoa ja suorituskykyä koskeva EN 50173, sekä spesifiointia, suunnittelua, asennuskäytäntöjä, laadunvarmistusta ja ylläpitoa koskeva EN 50174 (Koivisto 2016c, 2).

## **2.9 Parikaapelin asennus**

Parikaapelin asennuksessa täytyy ottaa huomioon kaapelin asennusominaisuudet. Erilaisilla kaapeleilla on omat asennusominaisuutensa ja niiden huomiotta jättäminen saattaa vahingoittaa kaapelia asennuksen aikana. Asennusominaisuuksia ovat kaapelin pienin sallittu taivutussäde, suurin sallittu vetovoima, suurin sallittu kaapeliin kohdistuva puristusvoima, sekä kaapelin asennuslämpötila. Kaapelin pienin sallittu taivutussäde määritellään lisäksi erikseen vedon aikana sekä lopullisessa asennuksessa. Pienin sallittu taivutussäde on parikaapeleilla vedon aikana kahdeksan kertaa kaapelin ulkohalkaisija ja lopullisessa asennuksessa neljä kertaa kaapelin ulkohalkaisija. Suurin sallittu vetovoima on määritelty noin 10 kg:n suuruiseksi. Suurin sallittu puristusvoima on määritelty latta-tyyppiselle esineelle 100 mm:n halkaisijalla, sekä sauvamaiselle esineelle 25 mm:n halkaisijalla 1000 N suuruiseksi. Kaapelille on myös ilmoitettu sen matalin sallittu asennuslämpötila. Matala lämpötila saattaa kaapelin kuparijohtimet ja eristeen alttiiksi vaurioille äkillisistä iskuista, kuten

kaapelivyyhdin pudottamisesta. Matalissa lämpötiloissa kaapelin käsittelyyn ja kuljetukseen täytyy siis kiinnittää erityistä huomiota. (Koivisto 2016c, 4.)

Kaapelin asennuksessa täytyy myös kiinnittää huomiota kaapelin käsittelemiseen kaapelivedon aikana. Kaapeliin kohdistuvia rasituksia vedon aikana ovat muun muassa kaapelin kiertyminen, kaapelin puristuminen, kaapeliin kohdistuvat nykäisyt, kaapelin jättäminen silmukalle, kaapelin altistuminen teräville kulmille, kaapelin altistuminen liian suurelle taivutukselle sekä kaapelin hankautuminen muita kaapeleita vasten. (Koivisto 2016c, 5.)

Kaapelin kiertymistä saattaa aiheutua silloin, kun kaapelia puretaan kelalta taikka pakkauksesta väärin. Kaapelin tulisi siis olla suora ennen kuin se asennetaan. Kaapelin kiertyminen saattaa aiheuttaa sen, että parikierteeseen tulee muutoksia. Kaapeliin aiheutuvia puristuksia ovat muun muassa tikkaiden, rakennustelineiden, trukkien tai muiden painavien esineiden joutuminen kaapelin päälle. Myös kaapelisiteiden käyttö saattaa aiheuttaa kaapeliin liian suurta puristusta, mikäli kaapeliside on kiristetty liian tiukalle. Parikaapelin altistuminen puristukselle saattaa vahingoittaa kaapelin eristeitä ja suojausta. Parikaapelia vedettäessä esimerkiksi läpivienneistä tai muista ahtaista paikoista on syytä muistaa kaapelin suurin sallittu vetovoima. Suurimman sallitun vetovoiman ylittämien saattaa venyttää kaapelin johdinparien parikierrettä tai pahimmassa tapauksessa katkaista yhden tai useamman johtimen. (Koivisto 2016c, 5.)

Kaapelin jättäminen silmukalle asennuksessa saattaa lisätä kaapelin johdinpareilta toisille johdinpareille kytkeytyvää signaalitehoa, ja näin aiheuttaa signaaliin häiriöitä. Kaapelin altistuminen teräville kulmille voi tapahtua esimerkiksi tilanteissa, joissa kaapeli asennetaan kanavaan taikka muuhun paikkaan, jossa teräviä kulmia sijaitsee kaapelin välittömässä läheisyydessä. Tällöin kaapelin asentamisessa on käytettävä erityistä tarkkuutta, jottei kaapelin vaippa ja suojaus rikkoudu. Terävät kulmat tai ahtaat kytkentätilat saattavat myös aiheuttaa kaapeliin liian pienen taivutusäteen. Liian jyrkkä taivutussäde voi muuttaa parikierrettä ja pahimmassa tapauksessa rikkoa kaapelin suojauksen. Parikaapelien etäisyys vahvavirtakaapeleihin lopullisessa asennuksessa on myös yksi huomioon otettava asia. (Koivisto 2016c, 5–6.)

Parikaapelien päättämisessä täytyy ottaa huomioon valmistajan esittämät asennusohjeet. Kaapelin päättämiseen liittyviä perussääntöjä ovat kaapelin vaipan tarkoituksenmukainen poistaminen, värikoodien noudattaminen, johtimien parikierron säilyttäminen, johtimien asianmukainen lyhentäminen, sekä vedonpoiston toteuttaminen. Parikaapelien päättämiseen on olemassa kaksi eri kytkentätapaa: A ja B. Noudatettava kytkentätapa määritellään laatusuunnitelmassa ennen asennusten aloittamista. A- ja B-kytkentätavat eroavat toisistaan siten, että B-kytkennässä kaksi paria kytketään A-kytkentätapaan verrattuna ristiin. (Koivisto 2016c, 8–9.)

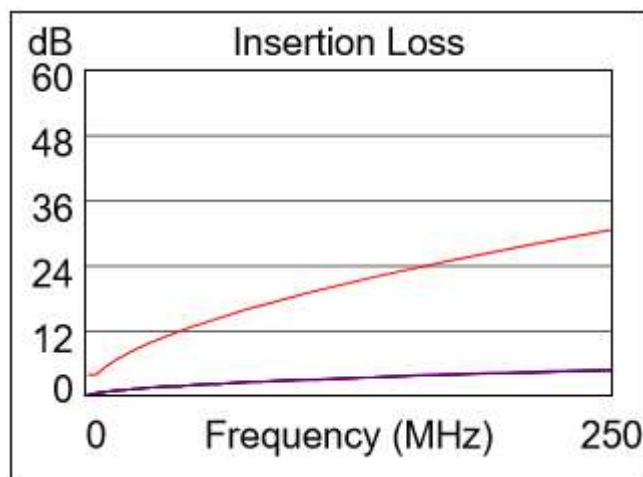
## **2.10 Parikaapeloinnille tehtävät käyttöönottomittaukset**

Pysyvälle siirtotielle suoritetaan käyttöönottomittaus ennen sen käyttöönottoa. Käyttöönottomittauksilla osoitetaan asennetun kaapeloinnin standardinmukaisuus. Kanaville tehdään yleensä mittauksia liittyen vianhakuun tai sovelluksen toimivuuden varmistamiseen, ja pyrkimyksenä on saada käyttöönottomittaus suoritettua aina pysyvälle siirtotielle. Käyttöönottomittaukset tehdään yleensä pysyville siirtoteille eikä kanaville, koska kytkentäkaapelit vaikuttavat kanavan mittaustulokseen. Kanavalle tehdyssä käyttöönottomittauksessa testaustulokset pitävät paikkansa vain mittauskoonpanoon kuuluvien kytkentäkaapeleiden kanssa. Jos olosuhteiden pakosta mittaukset on kuitenkin pakko suorittaa kanavalle, täytyy mittaustilanteessa kytkentäkaapeleiden käyttö dokumentoida, ja kytkentäkaapelit säilyttää asennuskohdessa. (Koivisto & Annanpalo 2014, 341–347.)

### 2.10.1 Parikaapelien sähköiset ominaisuudet

**Vaimennus (IL).** Jännitesignaalia siirrettäessä pysyvää siirtotietä tai kanavaa käyttäen signaalin voimakkuus menettää tehoaan eli se vaimenee. Vaimennus johtuu lähinnä liitoksien ja johtimen resistanssin, sekä eristeiden aiheuttamista häviöistä. Vaimeneminen ilmenee jännitteen ja virran heikkenemisenä matkan kasvaessa. Vaimennuksen takia pysyvän siirtotien ja kanavan pituuteen, ja suurimpaan siirrettävään taajuuteen, on asetettu rajoituksia. Vaimennuksen yksikkönä käytetään desibeliä (dB). (Koivisto & Annanpalo 2014, 89.)

Mittausraportista otetusta kuvasta (kuva 3) on nähtävissä, kuinka vaimennus kasvaa taajuuden noustessa likimain verrannollisena taajuuden neliöjuureen. Kuvassa punaisesta kuvaajasta on nähtävissä vaimennukselle asetettu yläraja ja violetti kuvaaja puolestaan kertoo mittauksessa saavutetun arvon.



Kuva 3. Vaimennus.

**Ominaisimpedanssi ( $Z_c$ ).** Ominaisimpedanssilla tarkoitetaan johdinparin johtimien välisen jännitteen suhdetta niissä kulkevaan virtaan. Johdinparin yksikkö on siis ohmi ( $\Omega$ ). Standardinmukainen pysyvän siirtotien ja kanavan nimellinen ominaisimpedanssi on  $100 \Omega$ . Ominaisimpedanssin suuruus voidaan taata oikeilla komponenttivalinnoilla sekä asennustavoilla. (Koivisto & Annanpalo 2014, 86–87.)

**Heijastusvaimennus (RL).** Kaikissa ominaisimpedanssin muutoskohdissa syntyy heijastusta, joka on verrannollista ominaisimpedanssin muutoksen suuruuteen. Ominaisimpedanssin muutos heijastaa muutoskohdasta jännitteen takaisin paluusuuntaan. Jos kaapeli on poikki, niin jännite heijastuu kokonaisuudessaan paluusuuntaan. Tässä tilanteessa heijastuskerroin on positiivinen (1). Mikäli kaapelissa on oikosulku, niin jännite heijastuu kokonaisuudessaan ja jännitepulssin napaisuus kääntyy. Tässä tilanteessa heijastuskerroin on negatiivinen (-1). Kaikkien heijastumien yhteisvaikutus on mitattavissa pysyvän siirtotien tai kanavan alkupäässä. Heijastusvaimennus on syötetyn jännitesignaalin suhde kokonaisjännitteeseen desibeleinä. Heijastusvaimennuksen yksikkönä käytetään siis desibeliä. (Koivisto & Annanpalo 2014, 87–88.)

**Lähipään ylikuulumisvaimennus parien välillä (NEXT).** Lähipään ylikuulumisvaimennuksella parien välillä tarkoitetaan johdinparilta toiselle kytkeytyvää signaalitehoa. Lähipään ylikuulumisvaimennusta parien välillä esiintyy yleensä epätäydellisen symmetrian takia. Kuitenkin impedanssisovitukset ja kytkentätavat vaikuttavat myös ylikuulumisilmiöön. Jos ylikuulunutta signaalia tarkastellaan samasta pysyvän siirtotien tai kanavan päästä, kuin mihin ylikuulumista aiheuttava signaali lähetetään, puhutaan lähipään ylikuulumisesta. Tarkasteltaessa signaalia pysyvän siirtotien tai kanavan eri päästä, kuin mihin ylikuulumista aiheuttava signaali lähetetään, puhutaan kaukopäästä. Lähipään ylikuulumisvaimennuksesta parien välillä käytetään yksikköä dB. (Koivisto & Annanpalo 2014, 90.)

**Lähipään ylikuulumisvaimennuksen tehosumma (PS NEXT).** Lähipään ylikuulumisvaimennuksen tehosummalla tarkoitetaan kaikilta muilta pareilta yhdelle parille ylikuuluneen signaalitehon summaa. Lähipään ylikuulumisvaimennuksen tehosumman yksikkönä käytetään desibeliä. (Koivisto & Annanpalo 2014, 91.)

**Kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhde parien välillä (ACR-F).** Kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhde parien välillä ilmoittaa, kuinka paljon pienempi toiselta johdinparilta tuleva ylikuulunut signaali on suhteessa toisen parin hyötysignaaliin kaukopäässä. Kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhde parien välillä ilmoitetaan yksikössä dB. (Koivisto & Annanpalo 2014, 93–94.)

**Kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehosumma (PS ACR-F).** Kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehosummalla tarkoitetaan muilta pareilta yhdelle parille ylikuuluneen signaalitehon summaa. Kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehosumman yksikkönä käytetään desibeliä. (Koivisto & Annanpalo 2014, 93–94.)

**Lähipään vaimennus-ylikuulumissuhde parien välillä (ACR-N).** Lähipään vaimennus-ylikuulumissuhde parien välillä tarkoittaa samaa kuin kaukopäässäkin, mutta lähipäässä se voi aiheuttaa ilmiön, jossa lähetetty vaimentumaton signaali häiritsee toisen johdinparin vastaanotettavaa NEXT-arvon verran vaimentunutta signaalia. Lähipään vaimennus-ylikuulumissuhde voidaan siis ilmaista kaavan (1) mukaan. (Koivisto & Annanpalo 2014, 91–92.)

$$\text{ACR-N} = \text{NEXT} - \text{Vaimennus} \quad (1)$$

**Lähipään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehosumma (PS ACR-N).** Lähipään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehosummalla tarkoitetaan lähipään ylikuulumisvaimennuksen tehosumman (PS NEXT) ja vaimennuksen erotusta. Lähipään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehosumma voidaan ilmaista kaavan (2) mukaan. (Koivisto & Annanpalo 2014, 92.)

$$\text{PS ACR-N} = \text{PS NEXT} - \text{Vaimennus} \quad (2)$$

**Lähipään vierasylikuulumisvaimennuksen tehosumma (PSANEXT).** Vierasylikuulumisella tarkoitetaan kaapelista toiseen siirtyvää vierasta signaalia. Vierasylikuulumisen tulee ongelmaksi silloin, kun taajuudet kasvavat korkeiksi, kuten E<sub>A</sub>-luokassa ja sitä korkeammassa luokassa. Vierasylikuulumisen on suurinta johdinpareilla, joilla on sama nousu. Vierasylikuulumisesta ei ole ongelmaa suojatuissa kaapeloinneissa, mutta suojaamattomia kaapeleita käytettäessä siitä voi tulla ongelma etenkin silloin, jos samalla kaapelihyllyllä on vierekkäin lyhyitä ja pitkiä kaapeleita. Lähipään vierasylikuulumisvaimennuksen tehosummalla tarkoitetaan ylikuulumisen tehosummaa samalla periaatteella kuin kaapelin sisäisen ylikuulumisvaimennuksen tehosummaa, mutta häiritsevät signaalit syntyvät puolestaan vierekkäisistä pysyvistä siirtoteistä tai kanavista. (Koivisto & Annanpalo 2014, 94–95.)

**Kaukopään vaimennus-vierasylikuulumissuhteen tehosumma (PSAACR-F).**

Kaukopään vaimennus-vierasylikuulumissuhteen tehosummalla tarkoitetaan samaa periaatetta kuin lähipään vierasylikuulumisvaimennuksen tehosummallakin, mutta sitä tarkastellaan pysyvän siirtotien tai kanavan kaukopäästä. (Koivisto & Annanpalo 2014, 94–95.)

**Tasavirtasilmukkaresistanssi ja resistanssiepäsymmetria.**

Tasavirtasilmukkaresistanssilla tarkoitetaan johdinparin molempien johtimien yhteenlaskettua resistanssia. Tasavirtasilmukkaresistanssin vaikutukset ovat merkittävät varsinkin silloin, kun sovelluksessa käytetään virransyöttöä kaapelointia pitkin. Tasavirtasilmukkaresistanssin yksikkönä käytetään ohmia ( $\Omega$ ). Resistanssiepäsymmetrialla tarkoitetaan saman johdinparin johtimien resistanssien poikkeamaa. Resistanssiepäsymmetrian yksikkö on prosentti (%). Tasavirtasilmukkaresistanssin ja resistanssiepäsymmetrian arvot eivät saa poiketa niille erikseen määrättyjä arvoja enempää. (Koivisto & Annanpalo 2014, 97.)

**Kulku aika ja kulku aikaero.**

Kulkuajalla tarkoitetaan aikaa, joka signaalilta menee kulkea pysyvän siirtotien tai kanavan päästä päähän. Kulkuajalle on määritelty standardissa SFS-EN 50173-1 maksimiarvot. Kulkuajan yksikkö on mikrosekunti ( $\mu\text{s}$ ). Kulku aikaerolla tarkoitetaan nopeimman ja hitaimman johdinparin kulkuajan eroa. Johdinparien kulkuajoissa ilmenevät erot johtuvat johdinparien eripituisista nousuista. (Koivisto & Annanpalo 2014, 98.)

**Epäsymmetriavaimennus.**

Epäsymmetriavaimennuksella tarkoitetaan kaapeloinnin epäsymmetrian aiheuttamaa vaimennusta. Epäsymmetriavaimennukseen vaikuttaa kaapeleiden pienten epäsymmetrisyyksien lisäksi myös kytkennät ja liittimet. Mitä parempi on kaapeloinnin symmetria, sitä pienempi on epäsymmetriavaimennus. Epäsymmetriavaimennuksen yksikkönä toimii desibeli. Epäsymmetriavaimennus määritellään standardin mukaisesti kahteen luokkaan TCL ja ELTCTL. TCL mitataan pysyvän siirtotien tai kanavan lähipään liitännärajoissa ja ELTCTL kaukopään liitännärajoissa. (Koivisto & Annanpalo 2014, 98–99.)

**KytKentävaimennus.** KytKentävaimennus kuvaa pysyvän siirtotien tai kanavan häiriösuojausta. KytKentävaimennuksessa johdinpariin syötettävää jännitesignaalia verrataan kaapelista ympäristöön kytkeytyvään signaaliin. KytKentävaimennuksen yksikkö on desibeli. (Koivisto & Annanpalo 2014, 99–100.)

**Kapasitanssi.** Kapasitanssi on tärkeä ottaa huomioon enintään 100 kHz:n pientaajuussovelluksissa, joissa kapasitanssi ja resistanssi ovat tärkeimmät siirtotekniset ominaisuudet. Kapasitanssin määrittäminen erikseen koskee vain luokkaa CCCB (talotekniikka). (Koivisto & Annanpalo 2014, 101.) Tässä työssä ei kuitenkaan käsitellä CCCB-luokan sovelluksia.

### 2.10.2 Mittausstandardit

Parikaapeloinnin mittaukseen vaikuttavia standardeja ovat testauslaitteiden vaatimukset määrittelevä IEC/EN 61935-1, laatusuunnitelman määrittelevä SFS-EN 50174-1, testausta käsittelevä EN 50346, ja aikaisemmin tässä työssä esitelty EN 50173. (Koivisto 2016e, 2;4)

### 2.10.3 Kaapelitesterit

Kaapelitesterin on täytettävä standardin EN 61935-1 vaatimat vähimmäisvaatimukset. Vaatimukset riippuvat siitä, minkä luokan parikaapelointia ollaan mittaamassa. Oheinen taulukko (taulukko 2) osoittaa eri luokille vaadittavan testauslaitteen vähimmäisluokan. (Koivisto 2016e, 4)



Taulukko 2. Testauslaitteiden vähimmäisvaatimukset (Koivisto 2016e, 4).

<i>Parikaapeloinnin luokka</i>	<i>Testauslaitteen vähimmäisvaatimus</i>
<i>D (Cat 5)</i>	IIE
<i>E (Cat 6)</i>	III
<i>E<sub>A</sub> (Cat 6A)</i>	IIE
<i>F (Cat 7)</i>	IV
<i>F<sub>A</sub> (Cat 7A)</i>	IV

Kaapelitesteriin kiinnitetään mittauksia varten liitännäsovitin, jolla testeri saadaan kiinnitettyä pysyvän siirtotien rajapintaan eli tietoliikennesäähän. Liitännäsovitin valmistaja ilmoittaa sovitin käyttöä, joka vaikuttaa mittaustarkkuuteen. Mikäli liitännäsovitin suorituskykyä ei ole tarkkaa tietoa, se täytyy korvata toisella suorituskykyvaatimukset täyttävällä liitännäsovitimella. (Koivisto 2016e, 4.)

#### 2.10.4 Dokumentointi

Yleiskaapeloinnin dokumentointi jaetaan suunnittelu-, toteutus-, luovutus- sekä käyttö- ja ylläpidodokumentteihin. Suunnitteludokumenteista vastaa yleiskaapeloinnin suunnittelija sekä urakoitsija. Suunnittelija vastaa sähköselostuksen, piirustuksien, kaavioiden ja merkintäohjeen laatimisesta. Sähköselostus sisältää SFS-EN 50174-1 mukaisen asennusspesifikaation sekä laatusuunnitelman. Piirustusten täytyy kattaa sisäverkon-, aluekaapeloinnin-, kerros- tai kotikaapeloinnin-, langattoman järjestelmän piirustukset sekä jakamon varustuspiirustukset. Kaavioiden täytyy sisältää johto- ja maadoituskaaviot. Urakoitsija laatii suunnitteludokumentteihin kuuluvan laatusuunnitelman, joka hyväksytään kaapeloinnin omistajan toimesta ennen töiden aloittamista. (Koivisto 2016d, 2–4.)

Toteutusdokumentteihin kuuluvat suunnitteludokumentit, joita täydennetään vastaamaan lopullista toteutusta. Luovutusdokumentointi tehdään asennusten päättyessä poistamalla toteutusdokumenteista kaikki asennuksenaikaiset merkinnät. Luovutusdokumentteihin liitetään lisäksi testaustulokset ja järjestelmätakuudokumentit. Lopuksi dokumentit merkitään luovutusdokumenteiksi. Käyttö- ja ylläpidodokumenteista vastaa urakoitsija. Urakoitsija kirjaa dokumentteihin käytön ja ylläpidon kannalta oleelliset tiedot ja täydentää niitä muun muassa yhteystiedoilla ja huoltosuunnitelmalla. Dokumenteissa on oltava myös kaapeloinnin komponenttien ja muiden osien tiedot. Käyttö- ja ylläpidodokumenttien ajantasaisuudesta vastaa järjestelmän omistaja. (Koivisto 2016d, 5.)

## 3 TUTKIMUS

Tämä työ on luonteeltaan empiirinen tutkimus, jossa mittausten avulla haetaan vastausta kysymykseen, kuinka asennusohjeiden huomiotta jättäminen vaikuttaa kaapeloinnin suorituskykyyn.

### 3.1 Mittausten suunnittelu

Tässä työssä käytettyjen 6- ja 6A-kategorian parikaapelien (E- ja E<sub>A</sub>-luokka) mittauksissa vaadittavat mittaustulokset ovat seuraavat: heijastusvaimennus, vaimennus, NEXT, PS NEXT, ACR-N, PS ACR-N, ACR-F, PS ACR-F, tasavirtasilmukka-resistanssi, resistanssiepäsymmetria, tasavirtatehonsyöttö, kulku-aika, kulku-aika-ero, epäsymmetriavaimennus, kytkentävaimennus ja lisäksi E<sub>A</sub>-luokalla PSANEXT ja PSAACD-F. Kun otetaan huomioon, että 6A-kategorian mittauksissa oli vain yksi kaapeli, niin vierasylikuulumista ei voida mitata. Tämän vuoksi mittaustuloksista ei myöskään löydy PSANEXT- ja PSAACD-F-arvoja.

Mittausten suunnittelussa otettiin huomioon ST-korteissa ja standardeissa asetetut asennusvaatimukset. Mittaukset suunniteltiin siten, että kaapeleita rasitettaessa kaapeleihin vaikuttavat tekijät olisivat yleisiä. Kaapeleita rasittavat tekijät on mainittu ST-kortissa 681.30 ja oikeaoppisella asennustavalla rasituksia ei pitäisi syntyä. Tässä työssä tehdyissä mittauksissa siis laiminlyötiin tahallisesti kaikkia asennusohjeita, jotta saataisiin selville, kuinka rasitukset vaikuttavat kaapeliin.

Mittauksia suunniteltiin yhteensä 32 kappaletta, joihin valittiin Caverionilla käytössä olevat kaapelityypit ja liittimet. Rasituskokeisiin valittiin yksi 6-kategorian U/UTP- sekä F/FTP-parikaapeli. Lisäksi mittauksiin valittiin myös yksi 6A-kategorian U/UTP-parikaapeli.

Mittaukset suoritettiin Caverion Suomi Oy:n Seinäjoen toimipaikassa, tilassa, jossa ei asennusten ja mittausten aikana ollut muita henkilöitä. Tässä tilassa kaapelit saatiin aseteltua siten, että referenssimittauksissa niihin ei kohdistunut ulkoisia rasituksia, ja kaikki kaapeleihin kohdistetut toimenpiteet olivat valvottuja.

Kaapeleiden vähimmäispituus asennuksissa on määritetty ST-kortissa 681.10 15 m:n mittaiseksi (Koivisto 2016b, 12). Tämän takia kaapelin pituudeksi mittauksia varten päätettiin 15 m. Mittausraportissa esiintyvä pituuden arvo saattaa esiintyä paikoin alle 15 m mittaisena, mutta se johtuu NVP-arvon muutoksesta, eikä se vaikuta muihin oleellisiin mittaustuloksiin (katso kohta 4.2 Tulosten tulkitseminen).

### **3.2 Mittauskalusto**

Mittauksissa käytettiin Fluken DTX-1800-kaapelitesteriä, johon liitettiin DTX-PLA002-adapterit, sekä pää- että etäyksikköön. Mittauksissa käytettiin 6A-kategorian U/UTP-parikaapelia ja 6-kategorian U/UTP- ja F/FTP-parikaapeleita, sekä suojauksen ja kategorian kanssa yhteensopivia liittimiä. Kaapelitesteri ilmoitti sen viimeisimmäksi kalibrointipäiväksi 30.9.2013. Kaapelitesterille suoritettiin kenttäkalibrointi ennen mittausten aloittamista.

6A-kategorian mittauksissa käytettiin CommScopen valmistaman GigaSPEED X10D® Systimax® sarjan 6A-kategorian suojaamatonta kaapelia, sekä saman valmistajan MGS600-262-liittimiä. 6-kategorian mittauksissa käytettiin Brand-Rexin valmistamaa C6F/FTP-HF1 suojattua kaapelia, sekä saman valmistajan BR C6C STP TOOLLESS -liitintä. Suojaamattomana kaapelina käytettiin Newlecin valmistamaa CAT62UTP/HF1-parikaapelia, sekä liittiminä Brand-Rexin BR C6C UTP TOOLLESS -liitintä. Mittauksiin valituissa kaapeleissa oli erona, että 6-kategorian suojaamaton kaapeli koostui kaapeliparista ja muut kaapelit olivat yksittäisiä kaapeleita.

### **3.3 Mittausten toteutus**

Ennen mittausten aloittamista 6A- ja 6-kategorian kaapeleille suoritettiin vertailuarvomittaukset, joissa kaapeleiden kummankaan pään liittimiä ei asennettu vielä kiinteästi tietoliikennesasiaan tai ristiinkytkentäpaneeliin. Suojaamattomalla ja suojatulla 6-kategorian kaapelilla tehtiin vain yksi referenssimittaus toiselle kaapeliparin kaa-

pelille, koska kaapeliparien kaapeleiden fyysiset ominaisuudet olivat samat. Kaapeleita vaihdettaessa uuden kaapelin pituus ja toimivuus varmistettiin vastaamaan kaapeliparin toista kaapelia kaapelitesterin tulosta tulkitsemalla.

### **3.3.1 Mittaukset 6A-kategorian kaapelille**

6A-kategorian mittauksissa liittimiä ei kytketty tietoliikennesasiaan tai ristiinkytkentäpaneeliin, vaan ne pidettiin irrallaan. Näissä mittauksissa käytettiin vain yhtä kaapelia.

6A-kategorian kaapelille suoritettiin seuraavat toimenpiteet ja niihin kuuluvat mittaukset ilmoitetussa järjestyksessä:

1. Vertailuarvomittaus
2. Loistevalaisin 15 cm:n etäisyydellä kaapelista
3. Loistevalaisin kaapelin päällä
4. Parikierteen avaaminen kaapelin toisen pään liittimessä
5. Neljä kappaletta kaapelisiteitä kiristetään tasavälillä kaapeliin
6. Kaapeliin taitetaan kaksi 90° kulmaa
7. Kaapeliin taitetaan kaksi 180° kulmaa
8. Kaapeliin tehdyt taitokset avataan

**1.** Vertailuarvomittaus kaapelia rasittamatta. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 1.

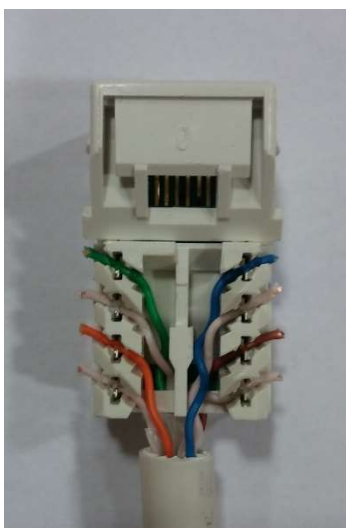
**2.** Vertailuarvomittauksen jälkeen 6A-kategorian kaapelin lähelle tuotiin toiminnassa oleva loistevalaisin. Loistevalaisimen kuristin oli mittauksessa noin 15 cm:n etäisyydellä kaapelista. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 8.

3. Kolmannessa mittauksessa loistevalaisin asetettiin kaapelin päälle siten, että sen kuristin oli suoraan kaapelin päällä (kuva 4). Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 9.



Kuva 4. Loistevalaisin kaapelien päällä.

4. Neljännessä mittauksessa kaapelin toisen pään liittimestä avattiin parikierrettä niin paljon kuin mahdollista. Liitin asennettiin kuitenkin asennusohjeen mukaan siten, että kaapelin vaippa tuli liittimen kantaan kiinni (kuva 5). Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 13.



Kuva 5. Cat 6A -liitin.

**5.** Ennen viidettä 6A-kategorian mittausta edellisessä kokeessa avattu parikierre korjattiin vastaamaan fyysisesti vertailumittausta. Viidennessä mittauksessa kaapelin ympärille kiristettiin neljä kappaletta kaapelisiteitä. Kaapelisiteet kiinnitettiin siten, että ne ovat yhtä kaukana toisistaan tasaisin välein. Kaapelisiteet kiristettiin vetämällä ne rauhallisesti tiukalle, muttei kuitenkaan nykäisemällä. Tukena kaapelisiteiden kiinnittämiseen käytettiin metalliputkia (kuva 6). Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 15.



Kuva 6. Cat 6A -kaapeli kaapelisiteellä kiinnitettynä.

**6.** Ennen kuudetta mittausta kaapelisiteet poistettiin, ja kaapelia puristeltiin sormin, jotta se vastaisi fyysisesti vertailuarvomittausta. Kuudennessa mittauksessa kaapeliin tehtiin kaksi tiukkaa 90° taitosta tasaisin välimatkoin. Taitoksen tekemisessä ei käytetty apuvälineitä, vaan ne tehtiin käsin (kuva 7). Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 16.



Kuva 7. Cat 6A, 90° kulma.

7. Seitsemännessä mittauksessa taitoksia jatkettiin 90°, jolloin kaapeliin saatiin kaksi 180° taitosta (kuva 8). Mittauksen ajaksi kulmat varmistettiin teipillä. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 17.



Kuva 8. Cat 6A, 180° kulma.

8. 6A-kategorian viimeisessä mittauksessa taitokset avattiin ja kaapeli suoristettiin. Kaapelia puristeltiin taitoskohdista, jotta se vastaisi mahdollisimman paljon ensimmäistä vertailuarvomittausta. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 18.



### 3.3.2 Mittaukset 6-kategorian suojaamattomalle kaapelille

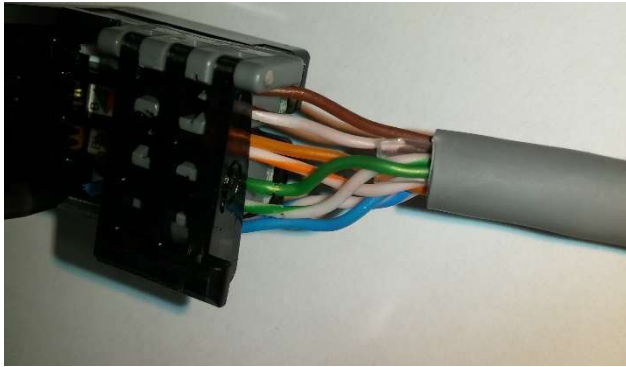
6-kategorian suojaamattomalle kaapelille suoritettiin seuraavat asennukset ja niihin kuuluvat mittaukset ilmoitetussa järjestyksessä:

1. Vertailuarvomittaus
2. Parikierteen avaaminen molemmissa liittimissä
3. Loistevalaisin 15 cm:n etäisyydellä kaapelista
4. Loistevalaisin kaapelin päällä
5. Kaapeli kierretään kevyelle spiraalille
6. Kaapelin toisen pään liitin kytketään ristiinkytkentäpaneeliin, sekä toinen pää vinoon tietoliikennesasiaan, jossa liitin sijoittuu rasiaan nähden 45° kulmaan
7. Kaapelin toisen pään liitin asennetaan vinosta tietoliikennesasiasta suoraan tietoliikennesasiaan, jossa liitin sijoittuu rasiaan nähden 90° kulmaan
8. Neljä kappaletta kaapelisiteitä kiristetään tasavälein kaapeliin
9. Kaapelin päälle asetetaan kaksi A-tikkaiden jalkaa ja tikkaiden päälle noin 80 kg painoa
10. Kaapeliin taitetaan kaksi 90° kulmaa
11. Kaapeliin taitetaan kaksi 180° kulmaa
12. Kaapeliin tehdyt taitokset avataan

**1.** Vertailuarvomittaus suoritettiin kaapelia rasittamatta, eikä kaapelin kumpaakaan päätä kytketty ristiinkytkentäpaneeliin tai tietoliikennesasiaan. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 2.

**2.** Vertailuarvomittauksien jälkeen suojaamattoman kaapelin molempien liittimien parikierte avattiin niin pitkältä matkalta kuin mahdollista (kuva 9). Suojaamattoman kaapelin liittimissä parikierrettä saatiin avattua noin 3 cm:n matkalta, jolloin johtimia

jäi näkyviin liittimen ja vaipan välille noin 1,5 cm. Tämä vastaa liittinvalmistajan ohjetta kaapelin vaipan kuorimiseen. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 5.



Kuva 9. Cat 6, UTP-liitin.

**3.** Toisen mittauksen jälkeen parikierre korjattiin vastaamaan aiempaa vertailuarvomittausta. Kolmannessa mittauksessa kaapelin lähelle tuotiin toiminnassa oleva loistevalaisin. Loistevalaisimen kuristin oli mittauksessa noin 15 cm:n etäisyydellä kaapelista. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 7.

**4.** Neljännessä mittauksessa loistevalaisin asetettiin kaapelin päälle siten, että sen kuristin oli suoraan kaapelin päällä. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 10.

**5.** Viidennessä mittauksessa kaapelipari kierretään kevyelle spiraalille, jollaiseksi se menisi, mikäli se purettaisiin kaapelikelalta väärin. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 12.



Kuva 10. Ristikytkentäpaneeli.

**6.** Ennen kuudetta mittausta kaapeli kierrettiin takaisin suoraksi ja kaapeliparin kaapelit erotettiin toisistaan, jolloin kaapeliparista saatiin kaksi erillistä parikaapelia. Tulevissa mittauksissa kaapeliparista erotettuja kaapeleita kuvataan nimillä A- ja B-kaapeli. Kuudennessa mittauksessa molempien kaapeleiden toinen pää kytkettiin tietoliikennesasiaan, jossa liitin sijoittui rasiaan nähden  $45^\circ$  kulmaan. Toinen pää kytkettiin kiinni ristiinkytkentäpaneeliin (kuva 10). Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 27.

**7.** Seitsemännessä mittauksessa muutettiin kuudennen mittauksen kytkentää siten, että A-kaapelin kojerasiaan vaihdettiin tietoliikennesasia, jossa liitin sijoittui rasiaan nähden  $90^\circ$  kulmaan. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 28.

**8.** Kahdeksannessa mittauksessa A-kaapelin ympärille kiristettiin neljä kappaletta kaapelisiteitä. Kaapelisiteet kiinnitettiin siten, että ne ovat yhtä kaukana toisistaan tasaisin välimatkoin. Kaapelisiteet kiristettiin vetämällä ne rauhallisesti niin kireälle kuin mahdollista, kuitenkin kaapelisidettä nykäisemättä. Tukena kaapelisiteiden kiinnittämiseen käytettiin metalliputkia. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 29.

**9.** Ennen yhdeksättä mittausta kaapelisiteet poistettiin ja kaapelia puristeltiin sormin, jotta se vastaisi mahdollisimman paljon ensimmäistä vertailuarvomittausta. Yhdeksännessä mittauksessa A-kaapelin päälle asetettiin A-tikkaiden kaksi jalkaa ja tikkaiden päälle noin 80 kg:n paino. Ennen mittausta tikkaat poistettiin kaapelin päältä. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 30.

**10.** Kymmenennessä mittauksessa B-kaapeliin tehtiin kaksi tiukkaa  $90^\circ$  taitosta tasaisin välimatkoin. Taitoksen tekemisessä ei käytetty apuvälineitä, vaan ne tehtiin käsin. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 31.

**11.** Tässä mittauksessa B-kaapelin taitoksia jatkettiin  $90^\circ$ , jolloin kaapeliin saatiin kaksi  $180^\circ$  taitosta. Mittauksen ajaksi kulmat varmistettiin teipillä. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 32.

**12.** 6-kategorian U/UTP-kaapelin viimeisessä mittauksessa B-kaapelin taitokset avattiin ja kaapeli suoristettiin. Kaapelia puristeltiin taitoskohdista, jotta se vastaisi mahdollisimman paljon taitoksien vertailuarvomittausta (mittaus 6). Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 33.

### 3.3.3 Mittaukset 6-kategorian suojatulle kaapelille

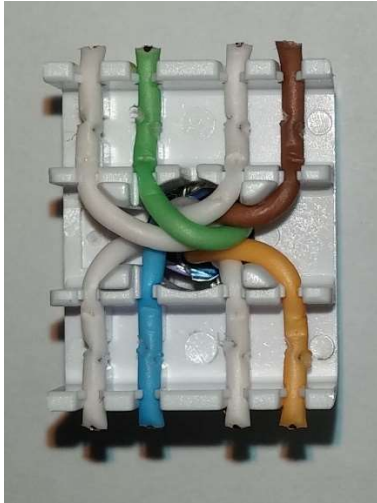
6-kategorian suojatulle kaapelille suoritettiin seuraavat asennukset ja niihin kuuluvat mittaukset ilmoitetussa järjestyksessä:

1. Vertailuarvomittaus
2. Parikierteen avaaminen molemmissa liittimissä
3. Loistevalaisin 15 cm:n etäisyydellä kaapelista
4. Loistevalaisin kaapelin päällä
5. Kaapelin toisen pään liitin asennetaan suoraan tietoliikennesasiaan, jossa liitin sijoittuu rasiaan nähden 90° kulmaan
6. Kaapelin päälle asetetaan kaksi A-tikkaiden jalkaa, ja tikkaille noin 80 kg painoa
7. Neljä kappaletta kaapelisiteitä kiristetään tasavälein kaapeliin
8. Kaapeliin taitetaan kaksi 90° kulmaa
9. Kaapeliin taitetaan kaksi 180° kulmaa
10. Kaapeliin tehdyt taitokset avataan
11. Kaapelin toisen pään liitin kytketään ristiinkytkentäpaneeliin, sekä toinen pää vinoon tietoliikennesasiaan, jossa liitin sijoittuu rasiaan nähden 45° kulmaan
12. Kaapelin tietoliikennesasianpuoleisen kaapelin suojafolio kuoritaan kokonaan pois. Suojausta varten jätetään vain maadoituslanka

6-kategorian suojatulle kaapelille tehdyissä mittauksissa käytettiin kahta saman pituista kaapelia. Kaapeleista käytetään näissä mittauksissa nimityksiä A- ja B-kaapeli

**1.** Vertailuarvomittaus suoritettiin A-kaapelille rasittamatta sitä, eikä kaapelin kumpaakaan päätä kytketty ristiinkytkentäpaneeliin tai tietoliikennesasiaan. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 3.

**2.** Vertailuarvomittauksien jälkeen A-kaapelin molempien liittimien parikierte avattiin niin pitkältä matkalta kuin mahdollista. Suojattua liitintä käytettäessä parikierteen tarpeeton avaaminen osoittautui vaikeaksi, sillä liittimessä oli erittäin vähän tilaa jättää ylimääräistä parikierrettä. Johdinten päät jäivät vain noin 1 cm:n mittaisiksi (kuva 11). Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 4.



Kuva 11. Cat 6, STP-liittimen toinen osa.

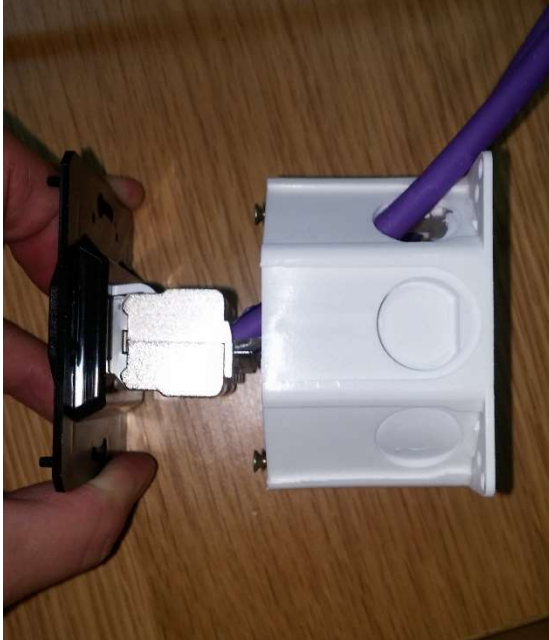
**3.** Toisen mittauksen jälkeen parikierte korjattiin vastaamaan aiempaa vertailuarvomittausta. Kolmannessa mittauksessa A-kaapelin lähelle tuotiin toiminnassa oleva loistevalaisin. Loistevalaisimen kuristin oli mittauksessa noin 15 cm:n etäisyydellä kaapelista (kuva 12). Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 6.



Kuva 12. Cat 6, STP-kaapeli loistevalaisimen vieressä.

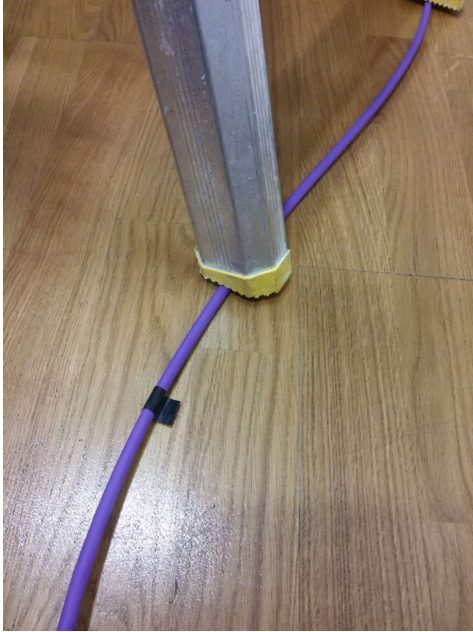
**4.** Neljännessä mittauksessa loistevalaisin asetettiin A-kaapelin päälle siten, että sen kuristin oli suoraan kaapelin päällä. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 11.

**5.** Viidennessä mittauksessa A-kaapelin toinen pää kytkettiin kojerasiaan, jossa liitin sijoittui rasiaan nähden 90° kulmaan (kuva 13). Kaapelin toinen pää liitettiin ristiin-kytkentäpaneeliin. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 19.



Kuva 13. Cat 6, STP-kaapeli kytkettynä suoraan tietoliikennesasiaan.

**6.** Kuudennessa mittauksessa A-kaapelin päälle asetettiin A-tikkaiden kaksi jalkaa ja tikkaiden päälle noin 80 kg:n paino (kuva 14). Ennen mittausta tikkaat poistettiin kaapelin päältä (kuva 15). Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 20.



Kuva 14. A-tikkaat suojatun kaapelin päällä.



Kuva 15. A-tikkaiden jättämät jäljet kaapelissa.

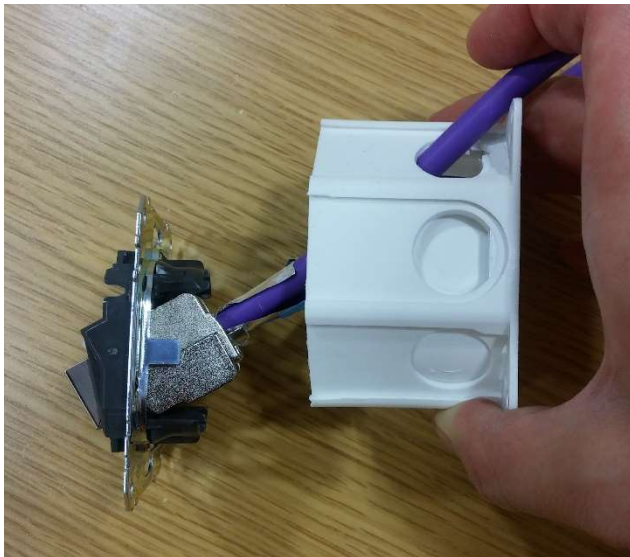
**7.** Seitsemännessä mittauksessa A-kaapelin ympärille kiristettiin neljä kappaletta kaapelisiteitä. Kaapelisiteet kiinnitettiin siten, että ne ovat yhtä kaukana toisistaan tasaisin välein. Kaapelisiteet kiristettiin vetämällä ne rauhallisesti niin kireälle kuin mahdollista, kuitenkin kaapelisidettä nykäisemättä. Tukena kaapelisiteen kiinnittämiseen käytettiin metalliputkea. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 21.

**8.** Kahdeksannessa mittauksessa B-kaapeliin tehtiin kaksi tiukkaa 90° taitosta tasaisin välimatkoin. Taitoksen tekemisessä ei käytetty apuvälineitä, vaan ne tehtiin käsin. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 22.

**9.** Tässä mittauksessa B-kaapelin taitoksia jatkettiin  $90^\circ$ , jolloin kaapeliin saatiin kaksi  $180^\circ$  taitosta. Mittauksen ajaksi kulmat varmistettiin teipillä. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 23.

**10.** B-kaapelin taitokset avattiin ja kaapeli suoristettiin. Kaapelia puristeltiin taitoskohdista, jotta se vastaisi mahdollisimman paljon taitoksien vertailuarvomittausta. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 24.

**11.** Ennen yhdettätoista mittausta A-kaapelin vaippa puristeltiin sormin suoraksi, jotta se vastaisi fyysisesti lähtötilannetta ennen kuin kaapelia oli rasiattu. Koska kaapeli on suojattu vaippa- ja johdinparisuojuksella, päätettiin, että mittauksia voidaan jatkaa A-kaapelilla ilman sen vaihtamista. Tähän päätökseen tultiin, koska kaapeliin aiheutetut rasitukset eivät olleet vahingoittaneet kaapelia merkittävästi. Tässä mittauksessa A-kaapelin kojerasiaan vaihdettiin tietoliikennesasia, jossa liittin sijoittui rasiaan nähden  $45^\circ$  kulmaan (kuva 16). Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 25.



Kuva 16. Cat 6, STP-kaapeli vinossa tietoliikennesasiassa.

**12.** Suojatun kaapelin viimeisessä mittauksessa kaapelin toinen pää irrotettiin tietoliikennesasiasta ja kytkettiin liittimeen uudelleen siten, että maadoitusfolio poistettiin kokonaan. Kaapelin maadoituslanka jätettiin kuitenkin ehjäksi, ja se kytkettiin liittimeen. Mittausraportti löytyy liitteestä 1, sivulta 26.



## 4 TULOKSET

### 4.1 Yleistä

Kaapelimitari ilmoitti kaikkien mittausten saavuttaneen niille asetetut raja-arvot. Mittauksissa ei myöskään esiintynyt tuloksin varaisia raja-arvoja, vaan mittari ilmoitti kaikki mittaukset selkeästi läpäistyiksi.

### 4.2 Tulosten tulkitseminen

Mittauksissa saadut tulokset taulukoitiin taulukkolaskentaohjelmaan ja raporteista tuloksia varten kerättiin Worst Case Margin -tiedot. Worst Case Margin -arvoja käytettiin siksi, koska Fluke networks ilmoittaa nettisivullaan komponenttivalmistajien ja asiakkaiden tarkastelevan yleensä näitä arvoja. Worst Case Value -arvot voivat olla tulokseltaan parempia, kuin Worst Case Margin -arvot, ja tämän vuoksi Margin-arvot ovat yleensä tarkastelun kohteena (Fluke Corporation, [viitattu 10.1.2017]).

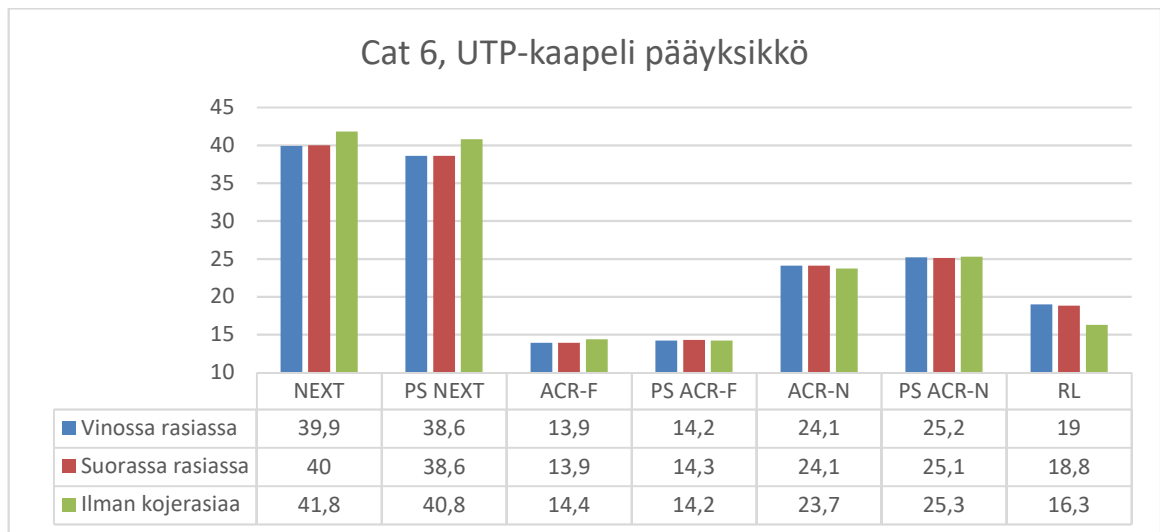
Raporteissa näkyvät erot kaapelin pituudessa johtuvat kaapelimitarin NVP-arvon nollautumisesta jokaisen kaapeliluokan vaihdon yhteydessä. Tämä ei kuitenkaan vaikuta muihin tässä työssä tarkasteltaviin arvoihin, sillä NVP-arvoa käytetään kaapelin pituuden määrittämisessä kaapelimitarin avulla. NVP-arvo siis vaikuttaa vain tuloksiin, joiden laskemiseen tarvitaan kaapelin pituutta. (Smirnov 2011.)

Mittaustuloksien vertailua varten mittausraportista on laskettu NEXT-, PS NEXT- ja RL-arvot siten, että raportissa ilmoitettuun raja-arvoon lisätään mittarin ilmoittama tulos. Mittaustulokset ilmoittava LinkWare-sovellus ilmoittaa edellä mainittujen arvojen suuruuden niiden erotuksena raja-arvoon. Esimerkiksi kahdeksannen mittauksen NEXT-arvo on 3,5 dB ja raja-arvo on 38,3 dB, eli siis lähipään ylikuulumisvaimennus on todellisuudessa 41,8 dB.

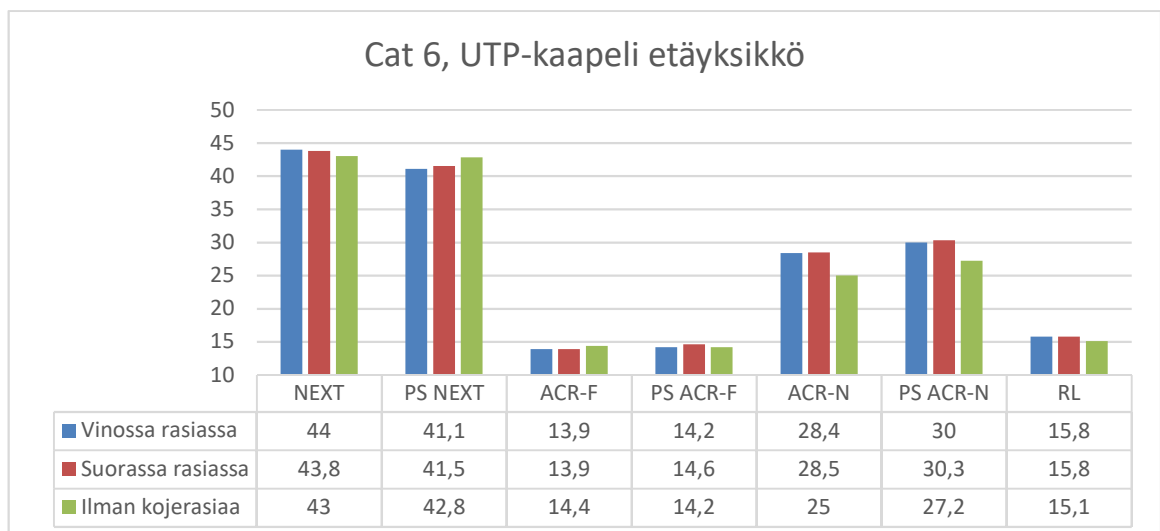
NEXT- ja PS NEXT -arvoja tulkittaessa suurempi mitattu arvo desibeleinä tarkoittaa pienempää ylikuulumista ja suurempi RL-arvo tarkoittaa pienempää heijastusta. Lähipään ja kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhdetta tarkasteltaessa suurempi mittauksen arvo tarkoittaa pienempää häiriöalttiutta. (Allen 2009.)

Kuvaajien arvoja vertaillessa on otettava huomioon mittausten järjestys. Esimerkiksi A-tikkaiden 6-kategorian suojaamattomaan kaapeliin aiheuttama vaikutus (mittaus 37) saadaan selville vertaamalla sitä edelliseen samasta kaapelista saatuun mitaustulokseen, mikä on tässä tapauksessa kaapelisiteiden käyttö (mittaus 36).

### 4.3 Tulokset eri kojerasioilla

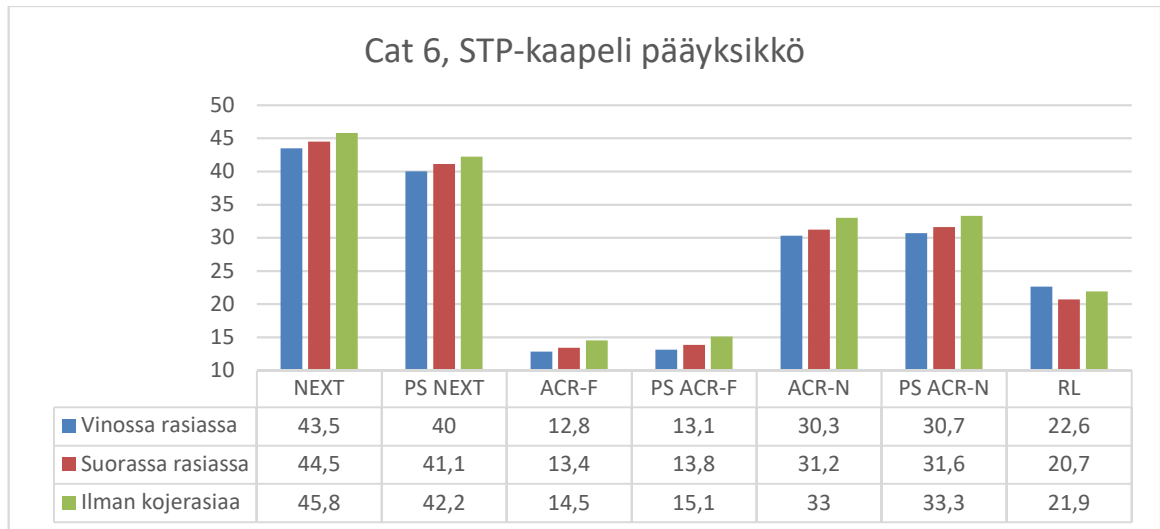


Kuvio 1. Cat 6, UTP, TO-vertailu: pääyksikkö.

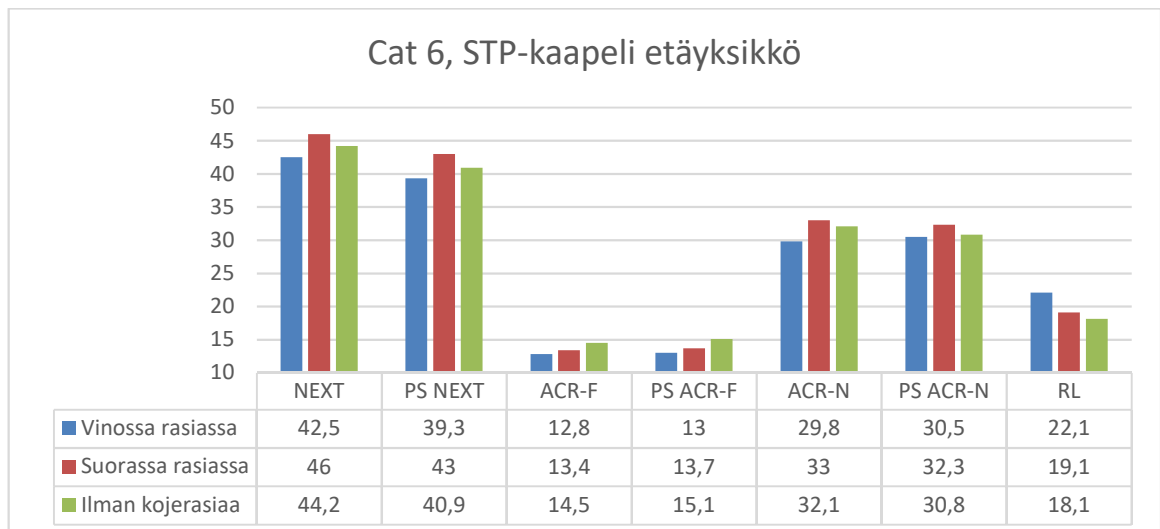


Kuvio 2. Cat 6, UTP, TO-vertailu: etäyksikkö.

6-kategorian suojaamattoman kaapelin kytkeminen suoraan tai vinon tietoliikenne-rasiaan ei aiheuttanut merkittäviä vaihteluita mittaustuloksiin (kuviot 1 ja 2). Tuloksissa näkyy kuitenkin muutoksia silloin kun liitin asennettiin kojerasiaan, mutta suoran ja vinon kytkentätavan välillä ei tapahtunut muutosta. Ilman kojerasiaa tehdyn mittauksen eroavaisuus saattaa johtua siitä, että ennen mittausta liitin jouduttiin asentamaan uudelleen, ja kontakti saattoi muuttua. Mittauksien tavoite oli kuitenkin saada selville suoran ja vinon tietoliikenneserian mittaustuloksien ero, joten ilman kojerasiaa tehty mittaus ei vaikuta tämän vertailun lopputulokseen.



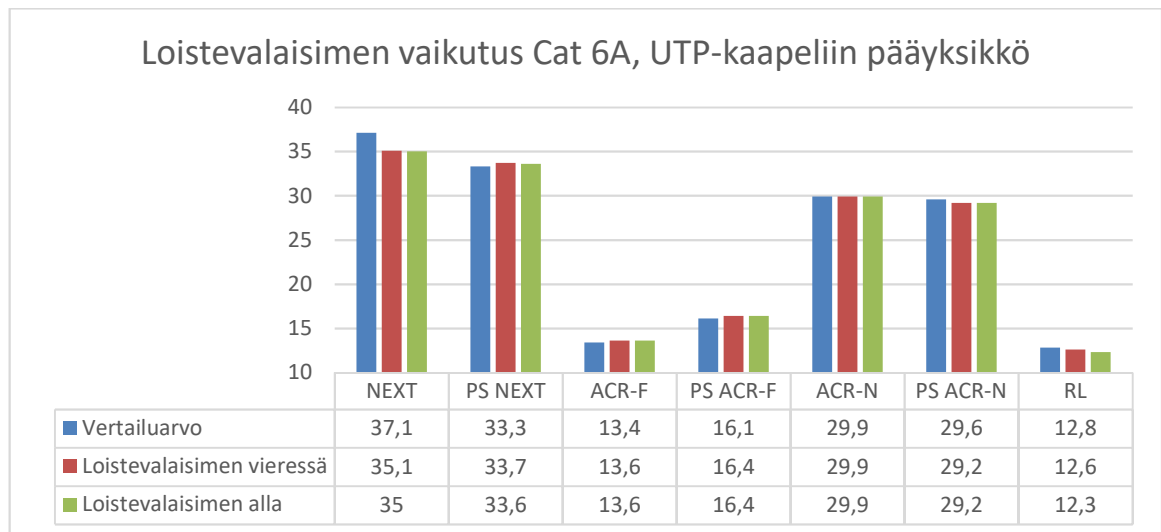
Kuvio 3. Cat 6, STP, TO-vertailu: pääyksikkö.



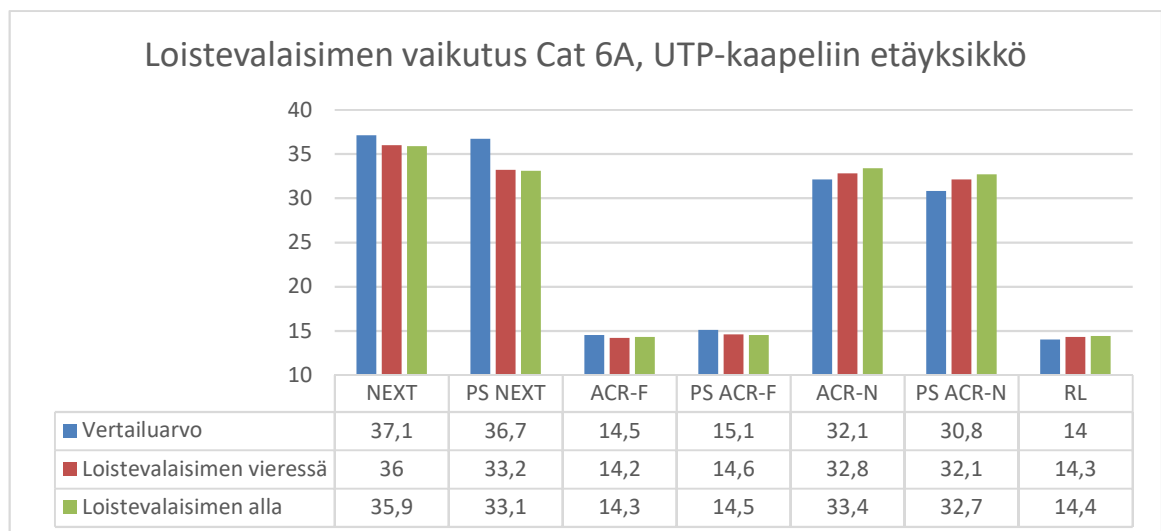
Kuvio 4. Cat 6, STP, TO-vertailu: etäyksikkö.

6-kategorian suojatun kaapelin mittaustuloksissa on nähtävissä selvä ero tietoliikennerasian mallien välillä (kuviot 3 ja 4). Lähipään ylikuulumisvaimennuksen tulos parien välillä parani, kun käytettiin suoraan kytkettävää tietoliikennerasiaa. Lähipään ylikuulumisvaimennuksen tehosumma parani myös suoraan-kytkettävää tietoliikennerasiaa käytettäessä. Kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhde parien välillä huononi käytettäessä vinon mallista tietoliikennerasiaa. Sama tulos on nähtävissä myös kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehosummassa ja samoissa lähipään mittaustuloksissa. Heijastusvaimennus oli kuitenkin pienempi vinoa tietoliikennerasiaa käytettäessä.

#### 4.4 Loistevalaisimen vaikutus kaapeleihin

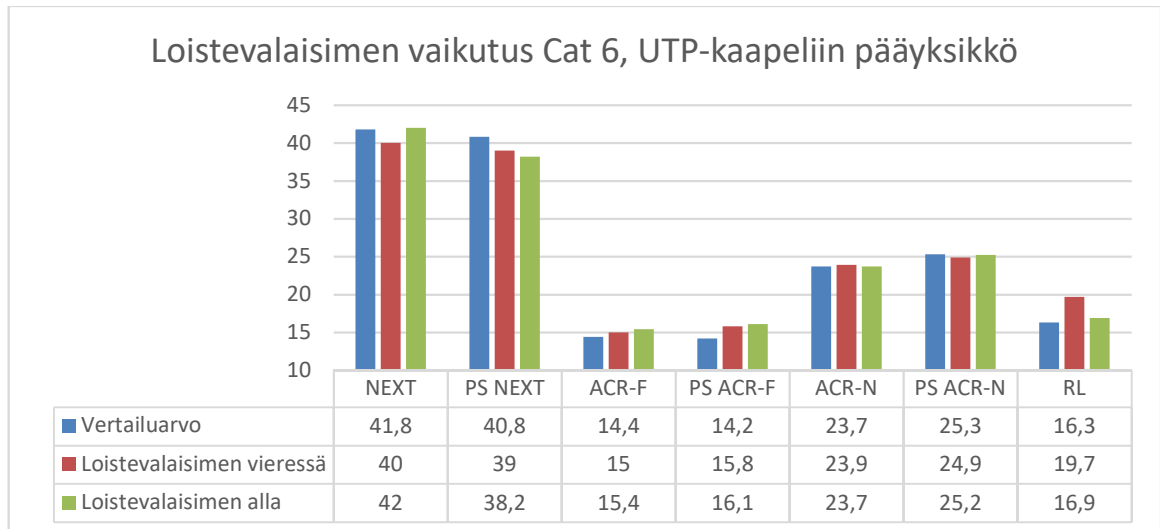


Kuvio 5. Cat 6A, UTP, loistevalaisinvertailu: pääyksikkö.

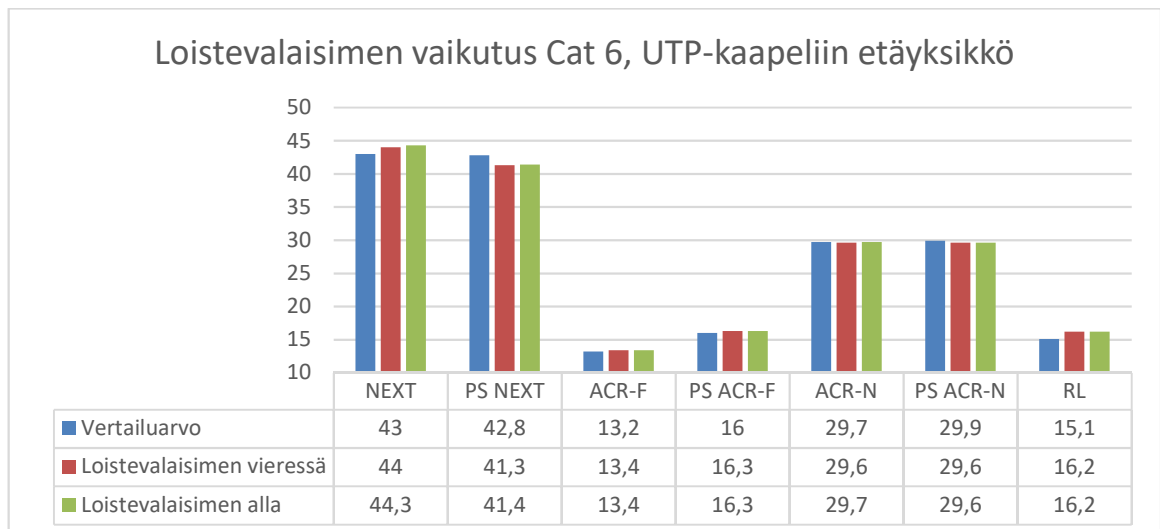


Kuvio 6. Cat 6A, UTP, loistevalaisinvertailu: etäyksikkö.

6A-kategorian pääyksikön mittaustuloksissa on nähtävissä lähipään ylikuulumisvaimennuksessa parien välillä huomattava ero tuotaessa loistevalaisin parikaapelin läheisyyteen (kuvio 5). Sama tulos on nähtävissä myös etäyksikön mittaustuloksissa (kuvio 6). Tulos ei kuitenkaan muuttunut enää huomattavasti sen jälkeen, kun kaapeli vietiin suoraan loistevalaisimen alle. Etäyksikön tuloksissa ei ole nähtävissä loistevalaisimen aiheuttamia negatiivisia vaikutuksia lähipään vaimennus-ylikuulumissuhteessa parien välillä tai sen tehosummassa (kuvio 6).

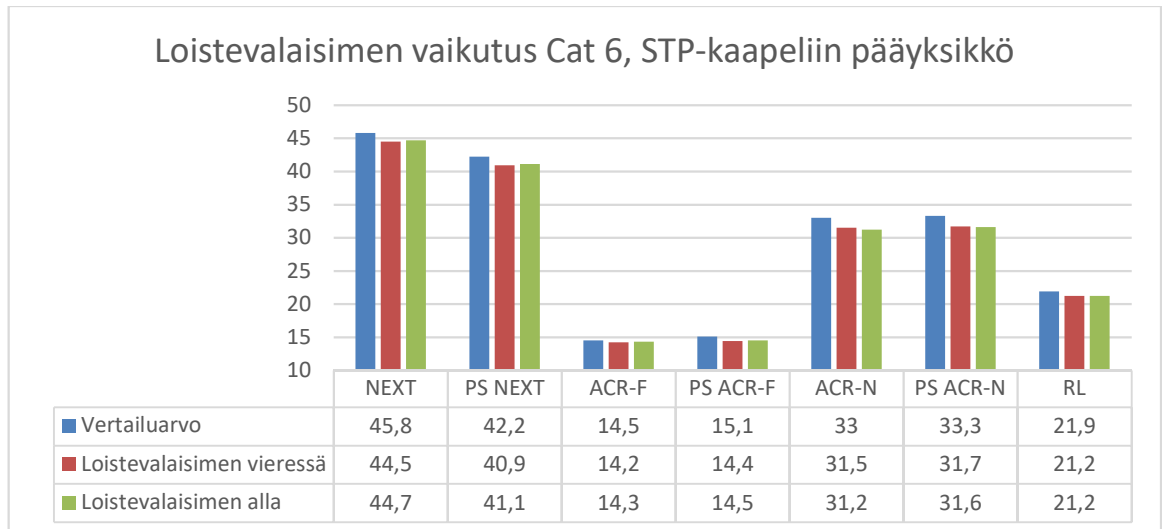


Kuvio 7. Cat 6, UTP, loistevalaisinvertailu: pääyksikkö.

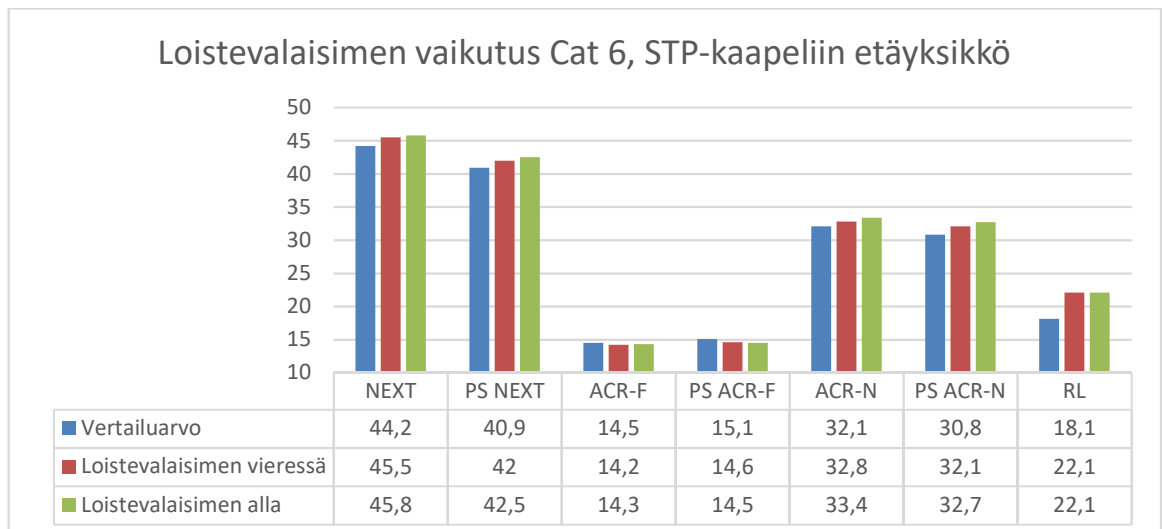


Kuvio 8. Cat 6, UTP, loistevalaisinvertailu: etäyksikkö.

6-kategorian suojaamattoman kaapelin pääyksikön PS NEXT -mittauksissa esiintyy negatiivisia muutoksia silloin, kun kaapeli vietiin loistevalaisimen vierestä sen välittömään läheisyyteen (kuviot 7 ja 8). NEXT-arvo kuitenkin parani molempien yksiköiden mittauksissa (kuviot 7 ja 8). Etäyksikön mittaustuloksissa ei ole nähtävissä huomattavaa vaihtelua. Vertailuarvon eroavaisuuteen muista tuloksista voi vaikuttaa myös se, että liitin kytkettiin kaapeliin uudelleen vertailuarvomittauksen jälkeen.



Kuvio 9. Cat 6, STP, loistevalaisinvertailu: pääyksikkö.



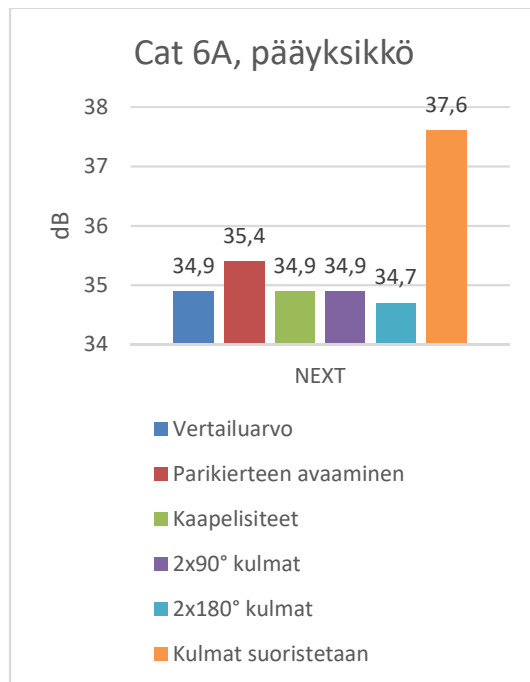
Kuvio 10. Cat 6, STP, loistevalaisinvertailu: etäyksikkö.

Kaapelin siirtäminen loistevalaisimen läheisyydestä suoraan valaisimen alle ei muuttanut pääyksikön mittaustuloksia huomattavasti (kuvio 9). Etäyksikön mittaustuloksissa näkyy pientä muutosta lähipään vaimennus-ylikuulumissuhteessa parien välillä, sekä lähipään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehosummassa (kuvio 10).

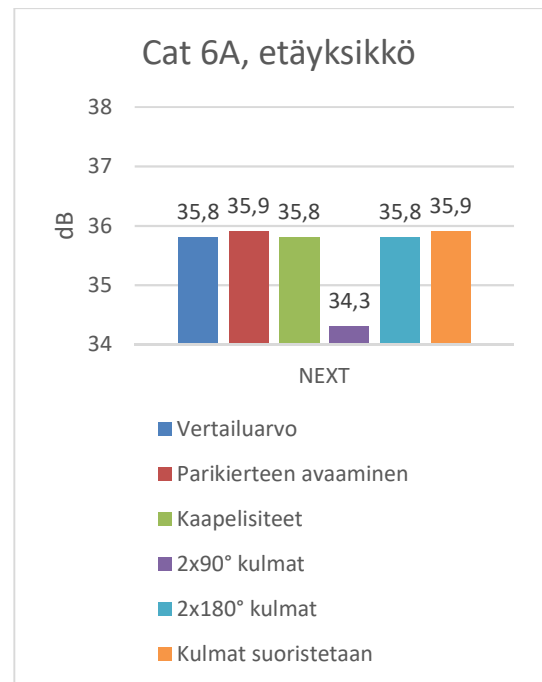
## 4.5 Asennushuoleellisuuden vaikutus 6- ja 6A-kategorian kaapeleihin

Tässä kappaleessa tarkastellaan asennushuoleellisuuden laiminlyönnin vaikutuksia parikaapeleiden suorituskykyyn.

### 4.5.1 6A-kategorian suojaamaton kaapeli



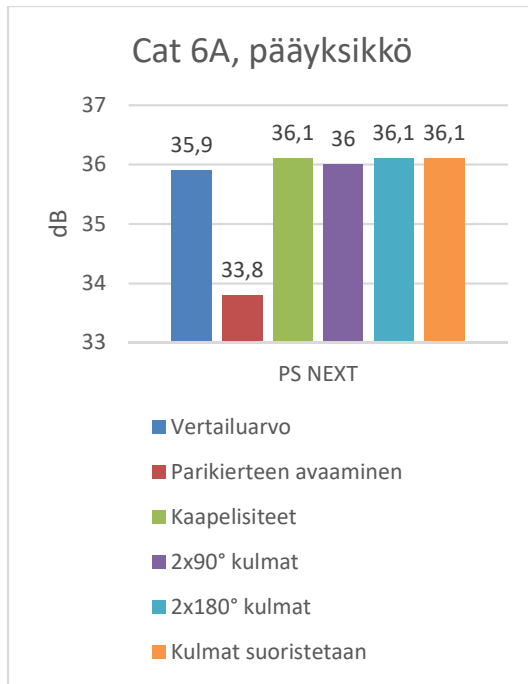
Kuvio 11. Cat 6A, UTP NEXT: pääyksikkö.



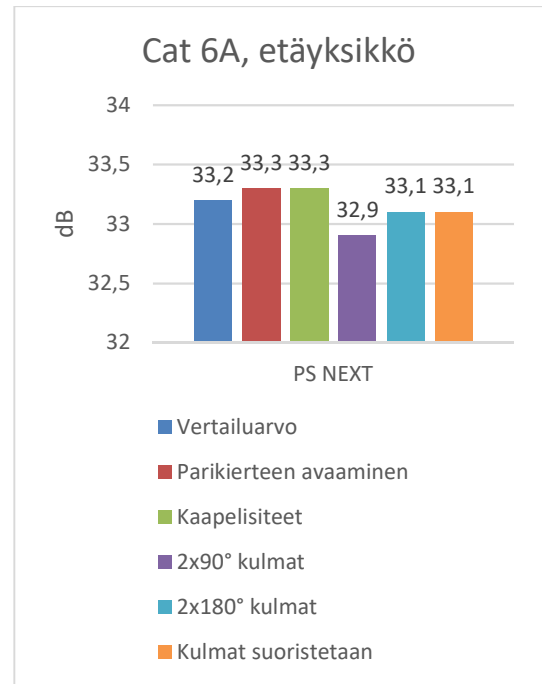
Kuvio 12. Cat 6A, UTP NEXT: etäyksikkö.

Lähipään ylikuulumisvaimennus parien välillä muuttui silloin, kun liittimen parikierrettä avattiin pääyksikön puoleisessa liittimessä (kuvio 11). 6A-kategorian liittimessä parikierrettä ei saatu avattua paljon liittimen rakenteen takia. Etäyksikön mittaustuloksessa on nähtävissä, kuinka kaapelin 90° taittaminen huononsi mittaustulosta huomattavasti (kuvio 12). Pääyksikön mittaustuloksessa on nähtävissä muutos kulmien suoristamisen seurauksena, mutta tämän painoarvo on kyseenalainen, sillä se on huomattavasti parempi kuin lähtötilanteen vertailuarvo (kuvio 11).



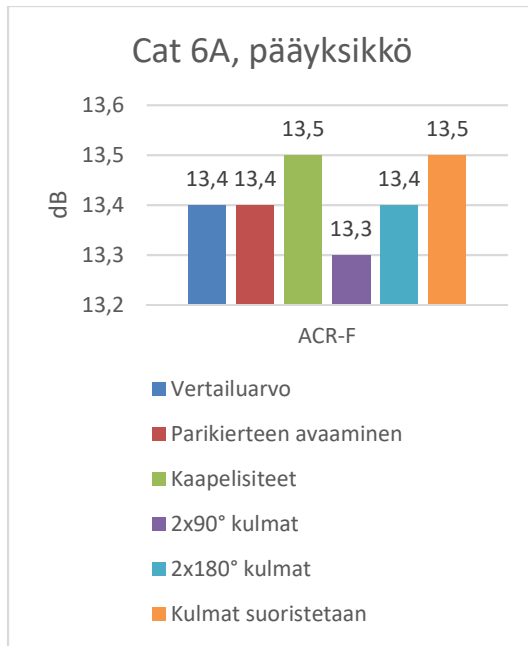


Kuvio 13. Cat 6A, UTP PS NEXT: pääyksikkö.

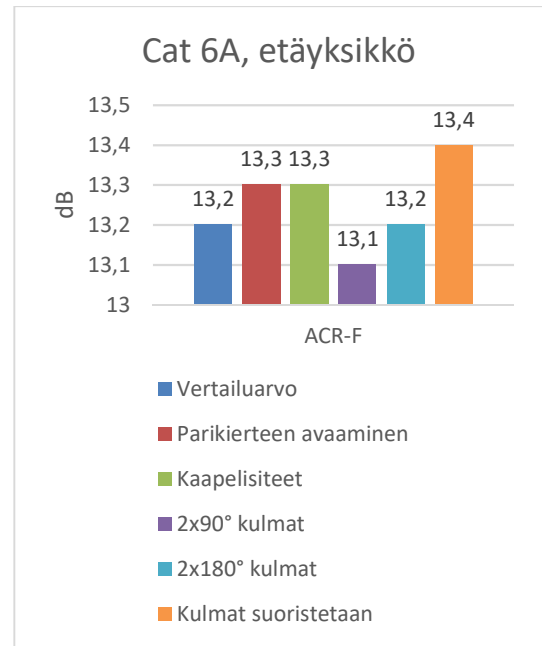


Kuvio 14. Cat 6A, UTP PS NEXT: etäyksikkö.

Lähipään ylikuulumisvaimennuksen tehosumman mittaustulokset vaihtelivat hieman vertailuarvosta. Pääyksikön mittaustulosta tarkasteltaessa parikierteen avaaminen vaikutti negatiivisesti mittaustulokseen, mutta muut arvot eivät vaihdelleet merkittävästi (kuvio 13). Etäyksikön puolelta tarkasteltaessa mittaustulokset eivät vaihdelleet merkittävästi, ja eroa tulosten välillä on vain 0,4 dB (kuvio 14).

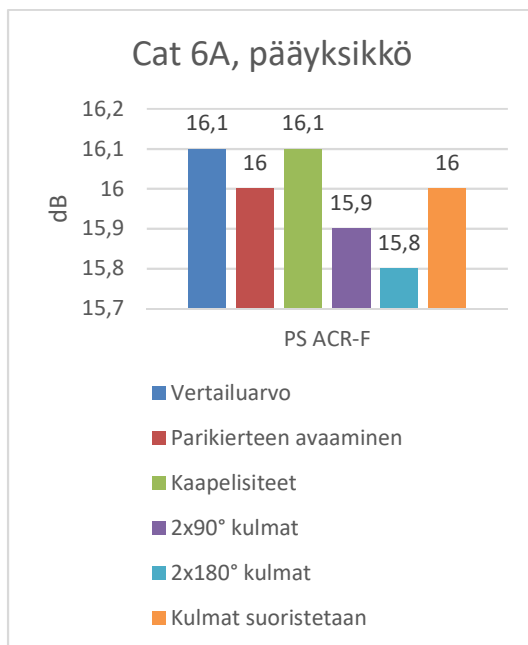


Kuvio 15. Cat 6A, UTP ACR-F: pääyksikkö.

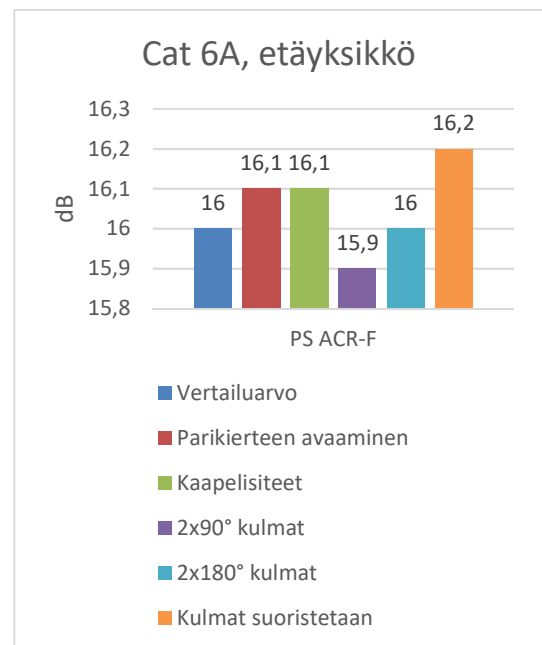


Kuvio 16. Cat 6A, UTP ACR-F: etäyksikkö.

Kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhde parien välillä ei muuttunut mittauksissa merkittävästi. Eroa parhaan ja huonoimman tuloksen välillä on vain 0,3 dB.

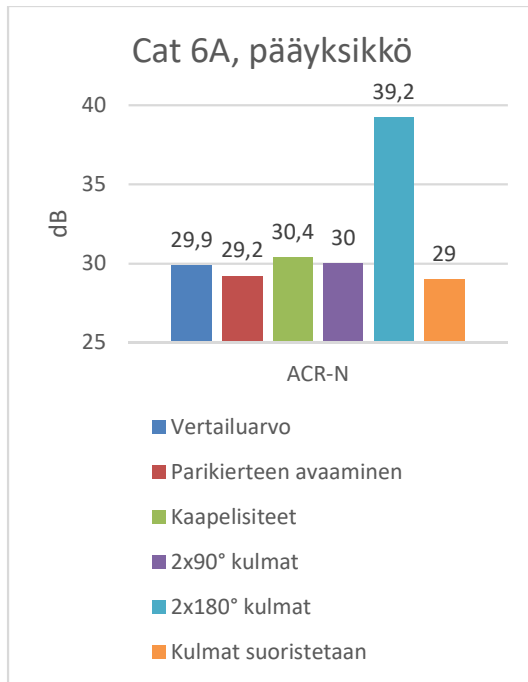


Kuvio 17. Cat 6A, UTP PS ACR-F: pääyksikkö.

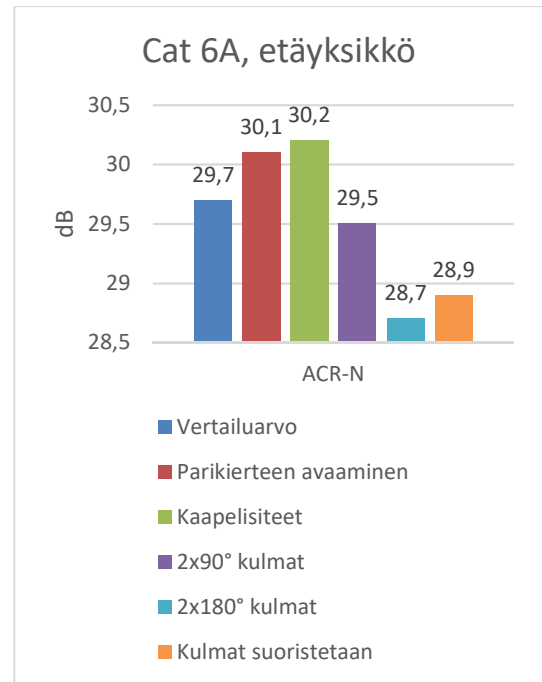


Kuvio 18. Cat 6A, UTP PS ACR-F: etäyksikkö.

Kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehosumma ei muuttunut merkittävästi mittausten aikana. Eroa parhaan ja huonoimman tuloksen välillä on vain 0,3 dB.

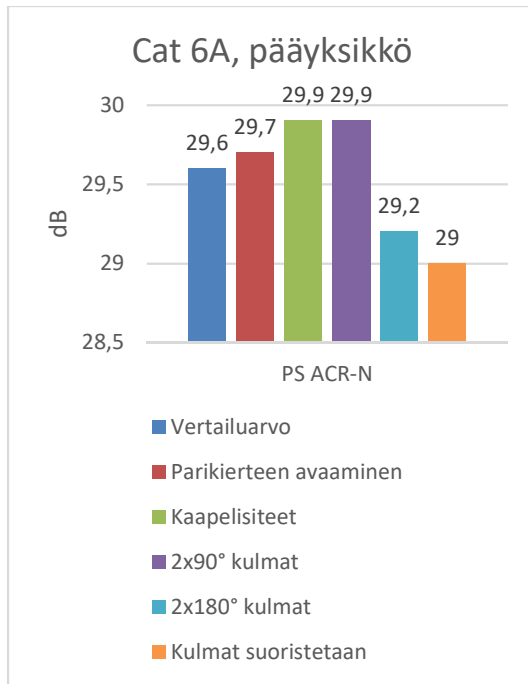


Kuvio 19. Cat 6A, UTP ACR-N: pääyksikkö.

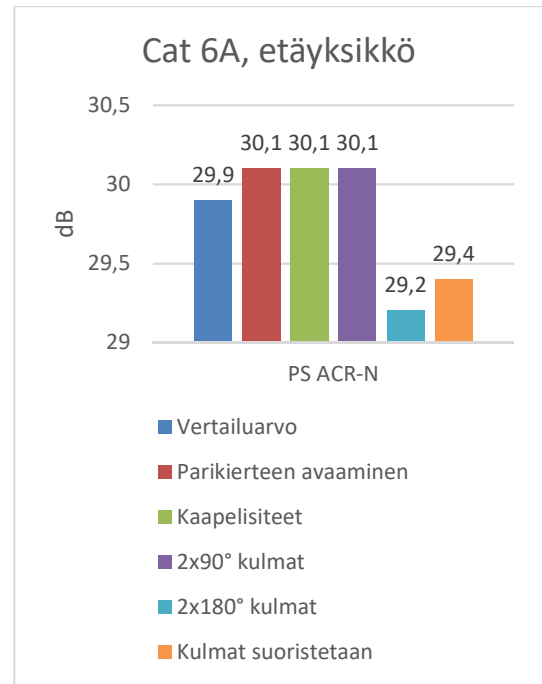


Kuvio 20. Cat 6A, UTP ACR-N: etäyksikkö.

Lähipään vaimennus-ylikuulumissuhde parien välillä muuttui voimakkaasti pääyksikön mittaustuloksissa, silloin kun kaapeliin tehtiin 180° taitokset (kuvio 19). Muutos ei kuitenkaan huonontanut mittaustulosta. Parikierteen avaaminen ja kulmien suoristaminen huononsivat hieman pääyksikön mittaustulosta (kuvio 19). Etäyksikön mittauksissa suurin negatiivinen vaihtelu tuloksissa tuli 180°:n taitoksissa (kuvio 20). Kulmien suoristaminen paransi myös hieman etäyksikön tulosta verrattuna edelliseen mittaukseen, jossa kaapelia taitettiin.

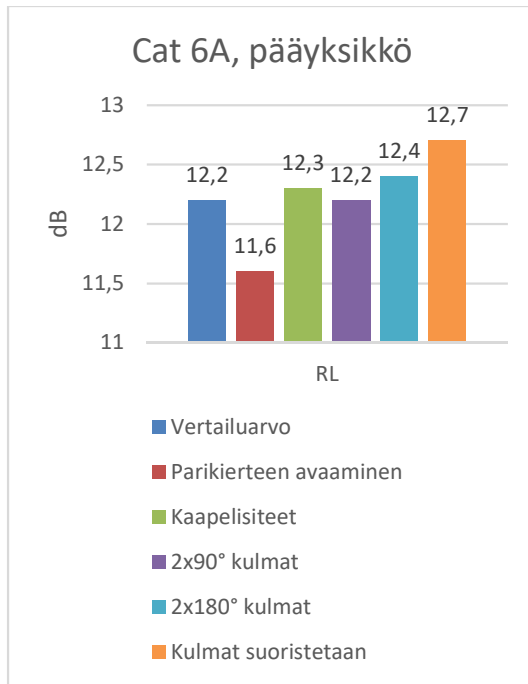


Kuvio 21. Cat 6A, UTP PS ACR-N: pääyksikkö.

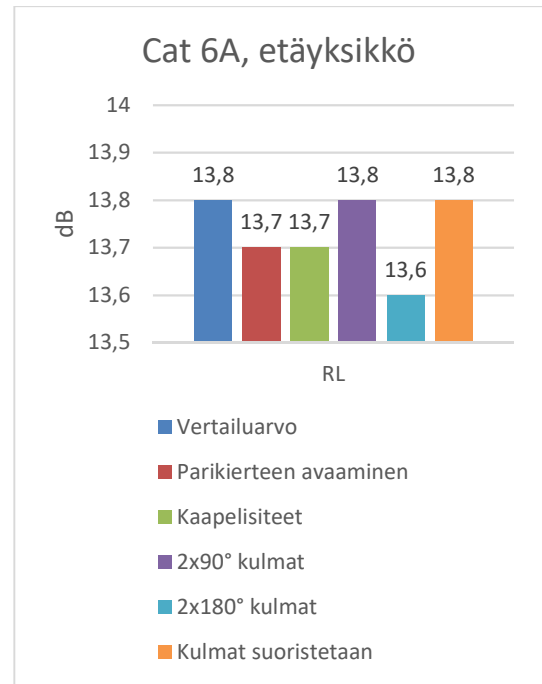


Kuvio 22. Cat 6A, UTP PS ACR-N: etäyksikkö.

Lähipään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehosumma pysyi pääyksikön ensimmäisissä mittauksissa lähes samana (kuvio 21). Ero parhaalla ja huonoimmalla tuloksella on vain 0,3 dB, mutta tulos huononi silloin kun kaapeliin tehtiin täydet 180° taitokset. Sama on myös nähtävissä etäyksikön tuloksissa (kuvio 22).



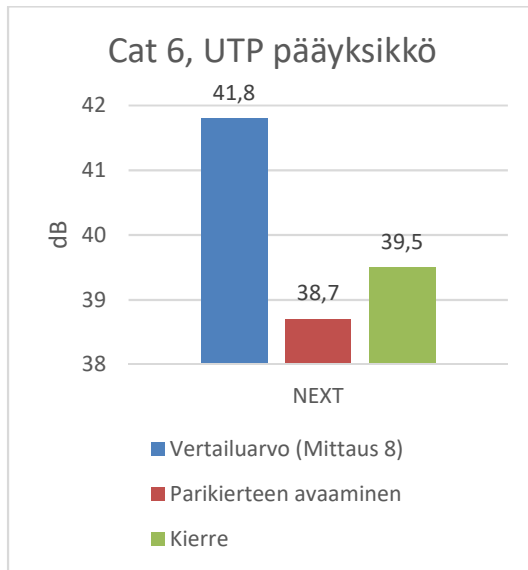
Kuvio 23. Cat 6A, UTP RL: pääyksikkö.



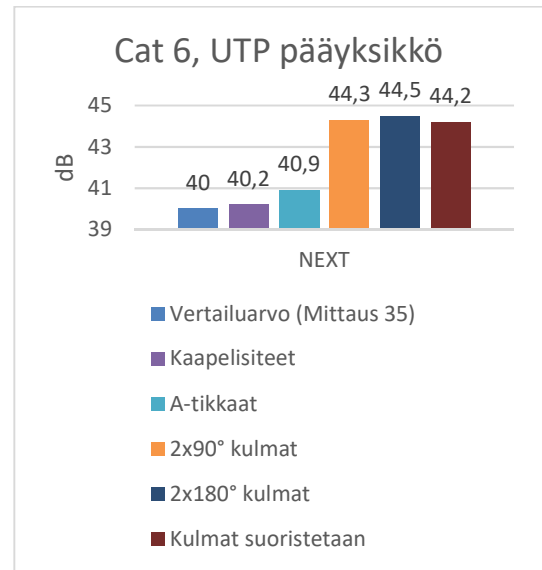
Kuvio 24. Cat 6A, UTP RL: etäyksikkö.

Heijastusvaimennuksen mittaustulos muuttui eniten pääyksikön mittauksissa parikierteen avaamisen seurauksena (kuvio 23). Kulmien suoristaminen lopuksi näytti parantavan tulosta hieman verrattuna muihin arvoihin. Etäyksikön tuloksissa ei esiintynyt suurta vaihtelua, sillä parhaimman ja huonoimman tuloksen ero on vain 0,2 dB (kuvio 24).

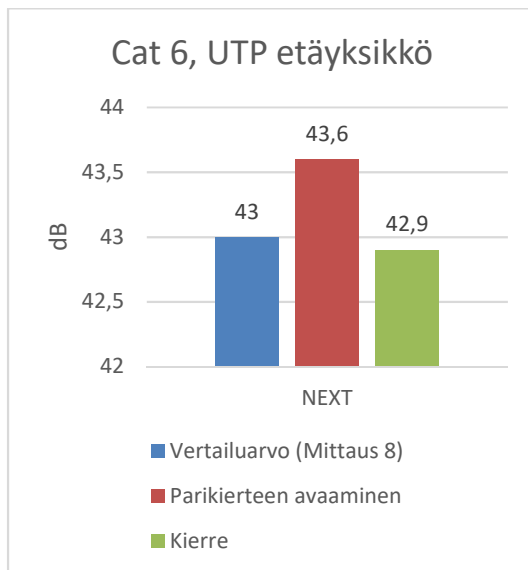
#### 4.5.2 6-kategorian suojaamaton kaapeli



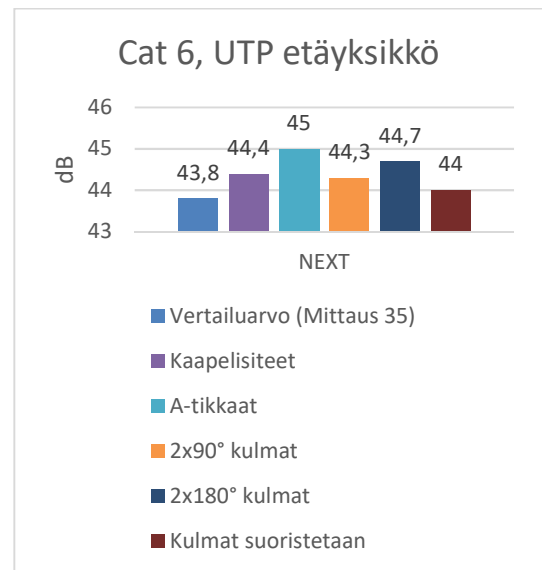
Kuvio 25. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, NEXT: pääyksikkö.



Kuvio 26. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, NEXT: pääyksikkö.



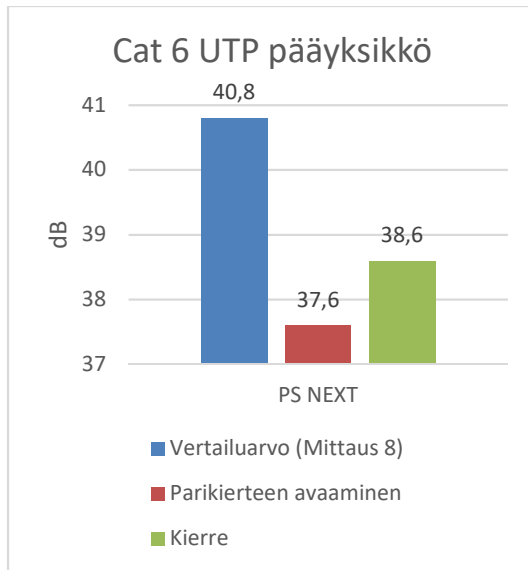
Kuvio 27. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, NEXT: etäyksikkö.



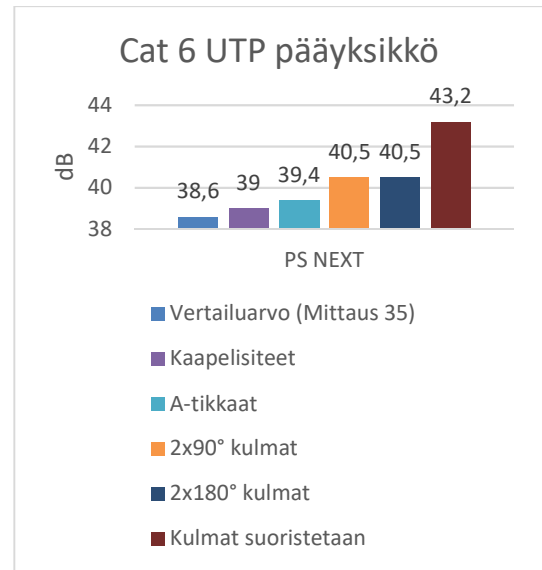
Kuvio 28. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, NEXT: etäyksikkö.

Lähipään ylikuulumisvaimennus parien välillä huononi pääyksikön mittauksissa selvästi silloin, kun liittimen parikierrettä avattiin (kuvio 25). Etäyksikön mittaustuloksessa parikierteen avaamisella oli pieni positiivinen vaikutus mittaustulokseen (ku-

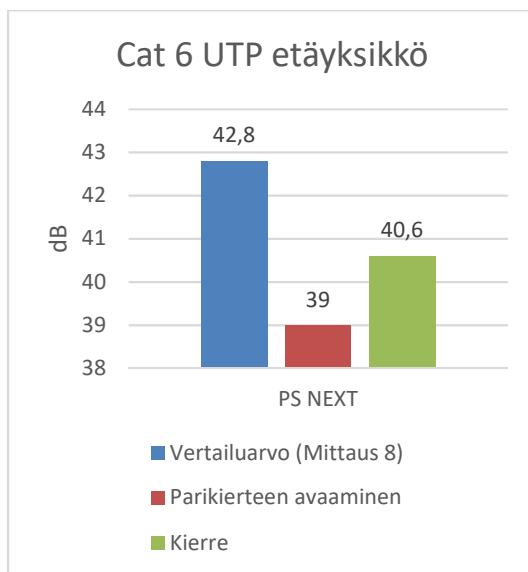
vio 27), mutta sen positiivinen vaikutus on silti huomattavasti pienempi kuin pääyksikön negatiivinen vaikutus. Kaapelin kiertäminen spiraalille vaikutti molempien yksiköiden mittaustulokseen negatiivisesti, mutta suurempi muutos on nähtävissä pääyksikön mittaustuloksessa. Kaapeli vaihdettiin uuteen vastaavaan kaapeliin ennen taittamista sisältävien mittausten aloittamista. Tämä aiheutti sen, että mittaustuloksissa on nähtävissä selvä ero pääyksikön kolmessa taittamista sisältävässä mittaustuloksessa (kuvio 26). Uudelle kaapelille ei mitattu uutta vertailuarvoa. Vaikka 90° kulmien vaikutusta ei voida verrata suoraan vahingoittumattomaan kaapeliin, voidaan pääyksikön tuloksista kuitenkin nähdä, ettei taitosten kulman kasvattaminen aiheuttanut kaapeliin negatiivisia vaikutuksia. Kulman avaaminen kuitenkin huononsi mittaustuloksia hieman molemmissa yksiköissä. Muissa suojaamattoman kaapelin mittauksissa ei ole nähtävissä rasituksen aiheuttamia negatiivisia vaikutuksia.



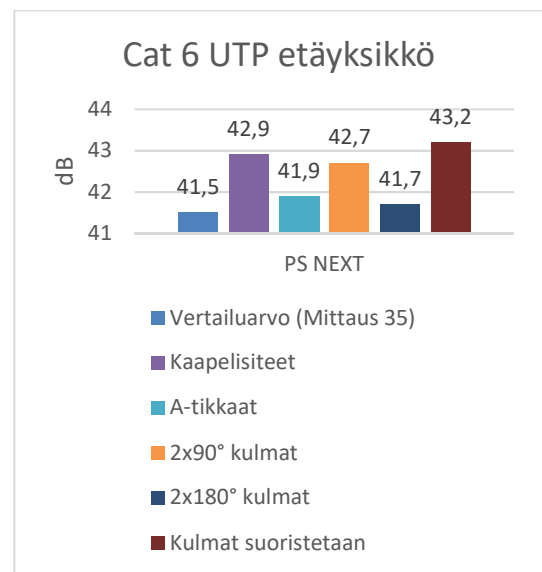
Kuvio 29. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, PS NEXT: pääyksikkö.



Kuvio 30. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, PS NEXT: pääyksikkö.



Kuvio 31. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, PS NEXT: etäyksikkö.

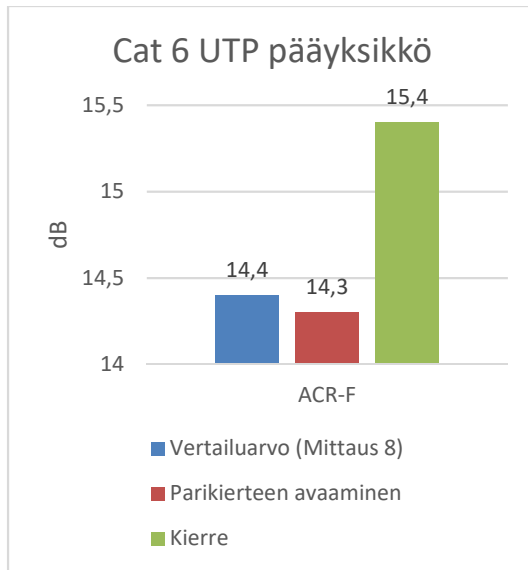


Kuvio 32. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, PS NEXT: etäyksikkö.

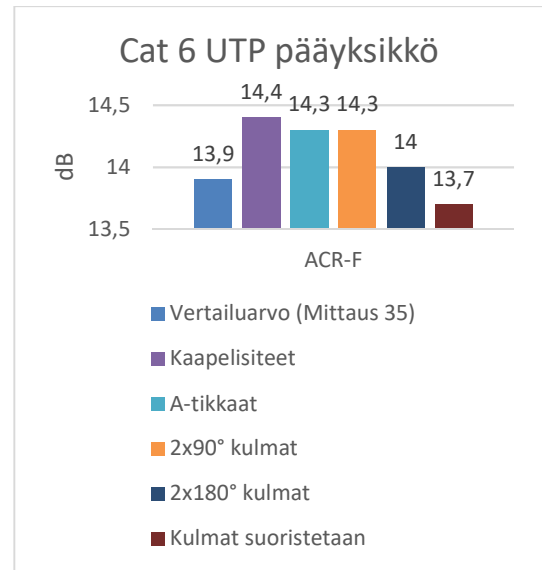
Lähipään ylikuulumisvaimennuksen tehosummassa on nähtävissä, että parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen huononsivat molempien yksiköiden mittaustuloksia merkittävästi (kuviot 29 ja 31). A-tikkaiden käyttö vaikutti negatiivisesti etäyksikön mittaustulokseen (kuvio 32). Kaapelin vaihtaminen kolmeen mittaukseen, joissa kaapelia taitettiin, näkyy myös lähipään ylikuulumisvaimennuksen tehosum-



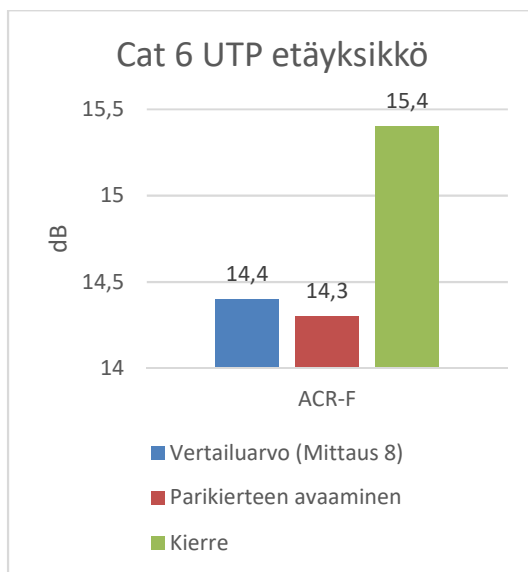
massa. Etäyksikön mittaustuloksissa on nähtävissä selvä negatiivinen vaikutus kaapelin  $180^\circ$  taittamisella. Kaapelin suoristaminen kuitenkin korjasi tuloksen. Muissa mittaustuloksissa ei ole nähtävissä negatiivisia vaikutuksia.



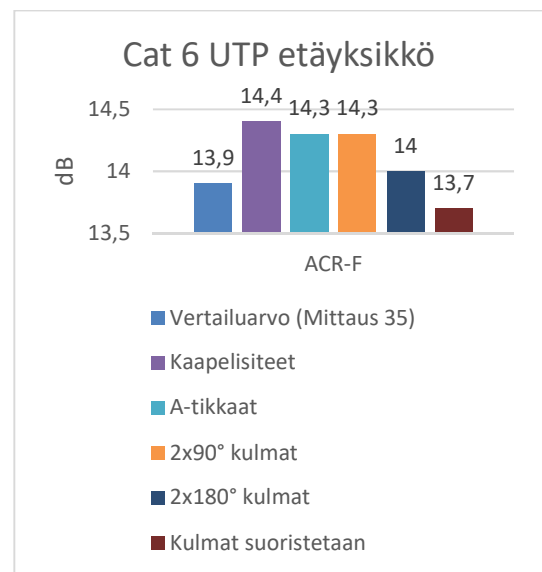
Kuvio 33. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, ACR-F: pääyksikkö.



Kuvio 34. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, ACR-F: pääyksikkö.

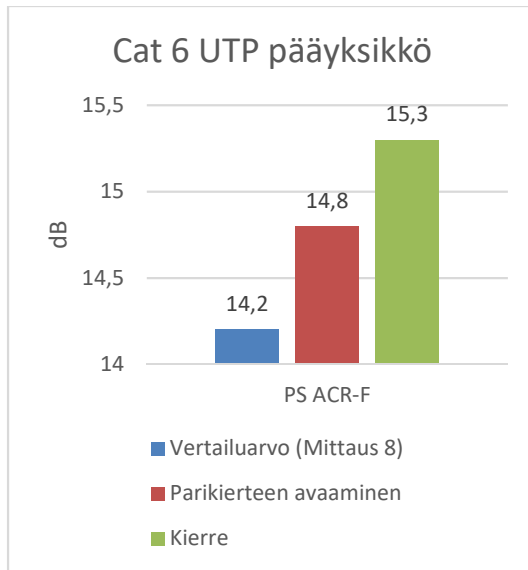


Kuvio 35. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, ACR-F: etäyksikkö.

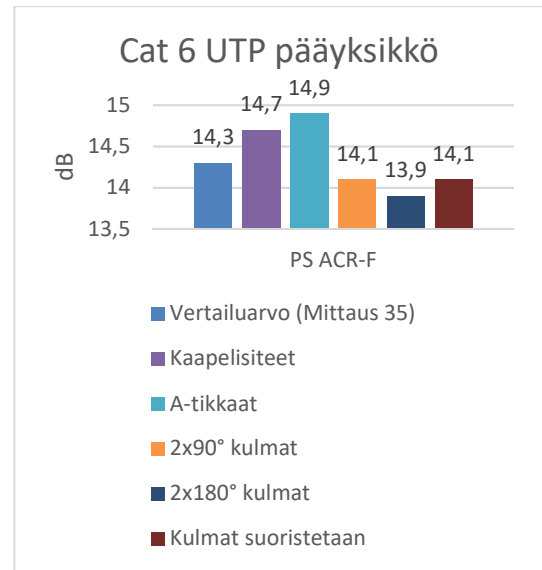


Kuvio 36. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, ACR-F: etäyksikkö.

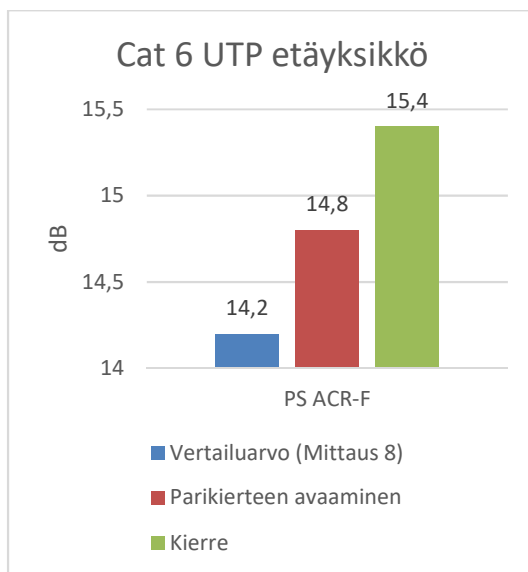
Kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhde parien välillä ei huonontunut huomattavasti kummankaan yksikön mittauksissa parikierrettä avattaessa tai kaapelia kierrettäessä (kuviot 33 ja 35). Pääyksikön ja etäyksikön mittaustulokset ovat identtiset, eikä tuloksissa ole nähtävissä merkittäviä negatiivisia vaikutuksia verrattuna vertailuarvoon (kuviot 33, 34, 35 ja 36).



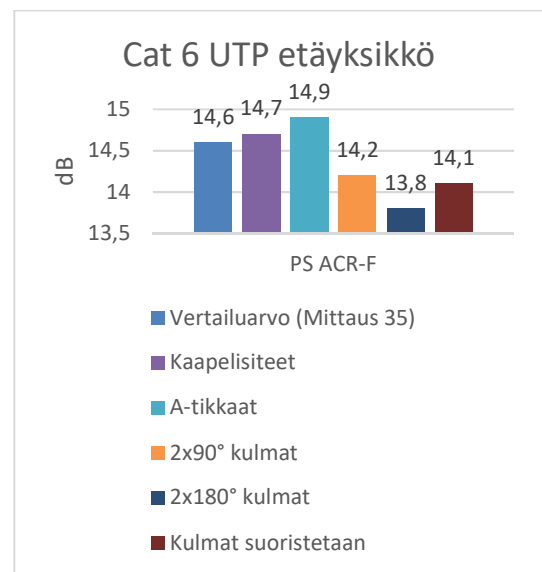
Kuvio 37. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, PS ACR-F: pääyksikkö.



Kuvio 38. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, PS ACR-F: pääyksikkö.

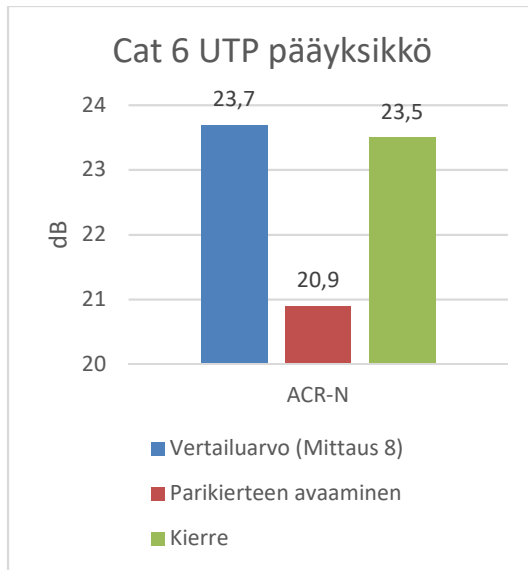


Kuvio 39. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, PS ACR-F: etäyksikkö.

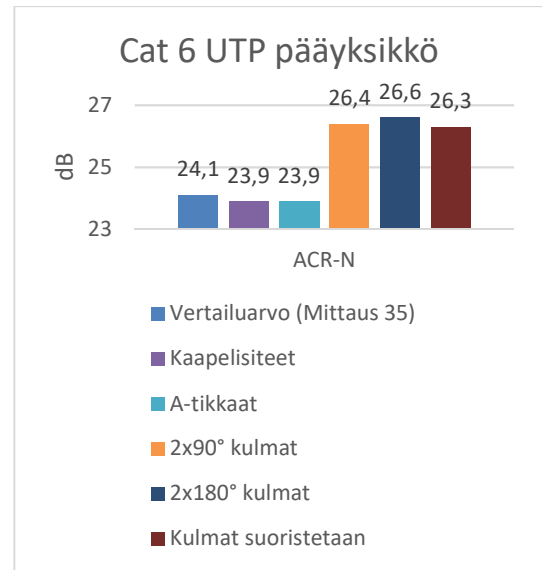


Kuvio 40. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, PS ACR-F: etäyksikkö.

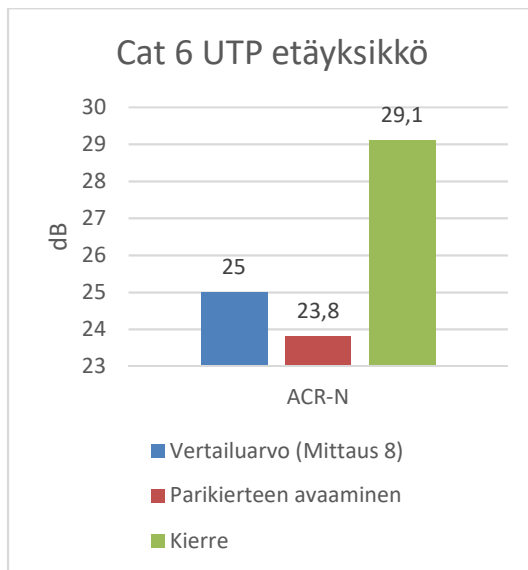
Kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehosumman tuloksen huononeminen näkyy vain kaapelia taitettaessa molempien yksiköiden mittaustuloksissa (kuviot 38 ja 40).



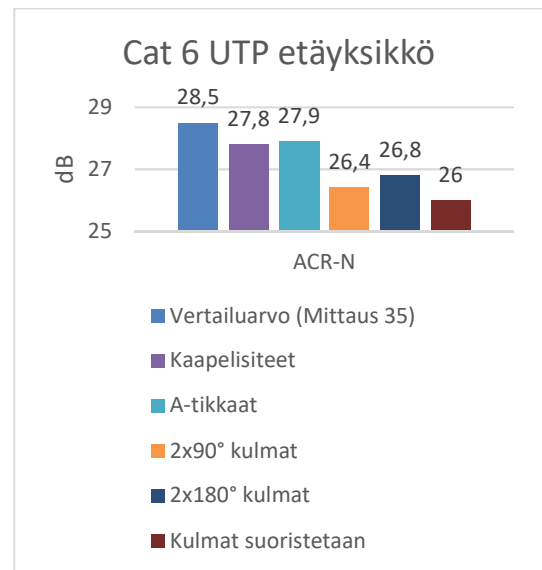
Kuvio 41. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, ACR-N: pääyksikkö.



Kuvio 42. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, ACR-N: pääyksikkö.



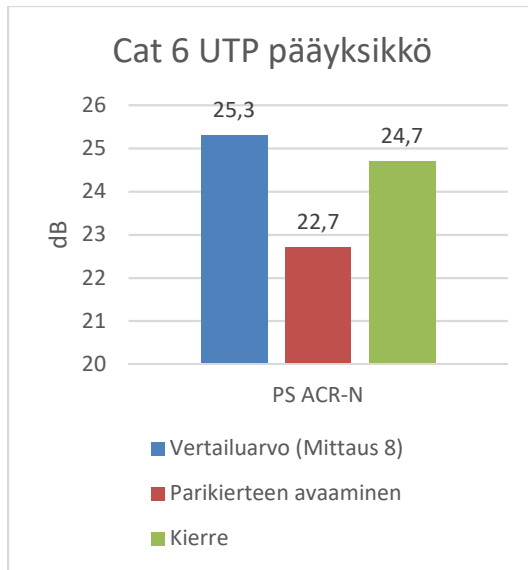
Kuvio 43. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, ACR-N: etäyksikkö.



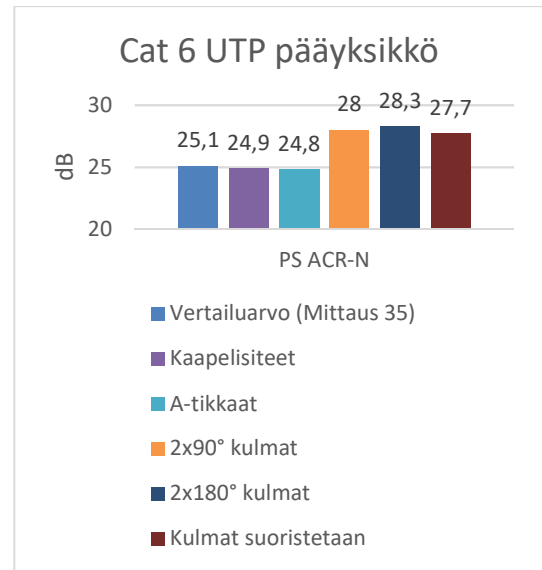
Kuvio 44. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, ACR-N: etäyksikkö.

Lähipään vaimennus-ylikuulumissuhteen tulos parien välillä huononi selvästi parikierteen avaamisen myötä molempien yksiköiden mittaustuloksissa (kuviot 41 ja 43). Kaapelin kiertäminen vaikutti negatiivisesti pääyksikön mittaustulokseen, mutta etäyksikön tuloksessa ei ole nähtävissä negatiivista muutosta. Pääyksikön ja etäyksikön mittaustuloksista on nähtävissä myös, kuinka kaapelisiteiden käyttö vaikutti negatiivisesti mittaustulokseen (kuviot 42 ja 44). A-tikkaiden käyttö ei vaikuttanut

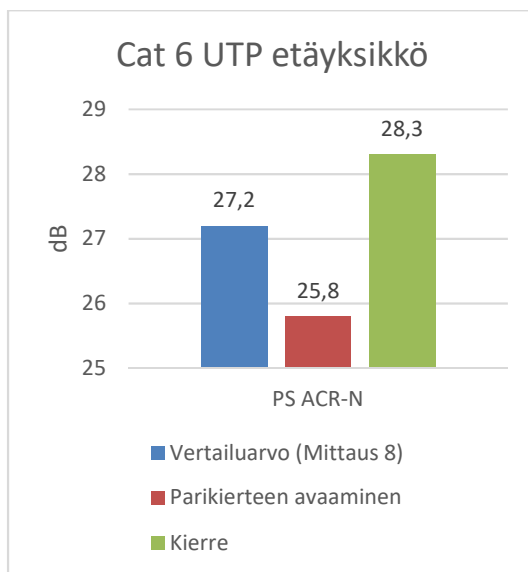
kummankaan yksikön tuloksiin. Kaapelin taittamisella ei ollut suurta vaikutusta mitaustulokseen, mutta etäyksikön tuloksissa on nähtävissä tuloksen pieni heikkeneminen kulmien suoristamisen seurauksena (kuvio 44).



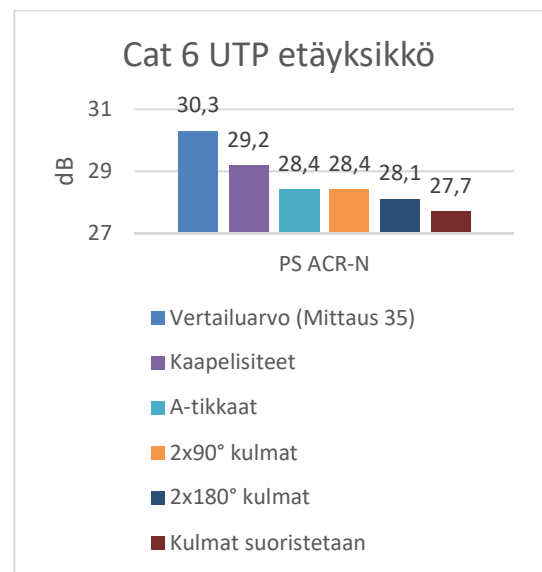
Kuvio 45. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, PS ACR-N: pääyksikkö.



Kuvio 46. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, PS ACR-N: pääyksikkö.



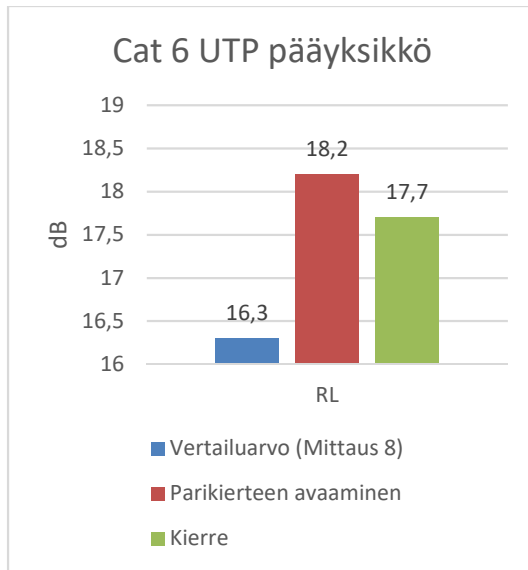
Kuvio 47. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, PS ACR-N: etäyksikkö.



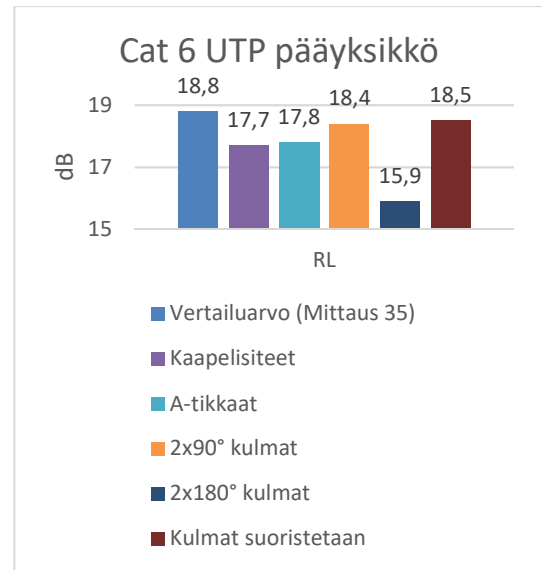
Kuvio 48. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, PS ACR-N: etäyksikkö.

Lähipään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehosumman mittaustuloksissa on nähtävissä parikierteen ja kaapelin kiertämisen samankaltaiset vaikutukset, kuin kaukopään mittaustuloksissa. Parikierteen avaamisen negatiivinen vaikutus näkyy molempien yksiköiden tuloksissa (kuviot 45 ja 47). Pääyksikön muissa tuloksissa ei kuitenkaan ole nähtävissä huomattavia muutoksia (kuviot 45 ja 46). Etäyksikön tu-

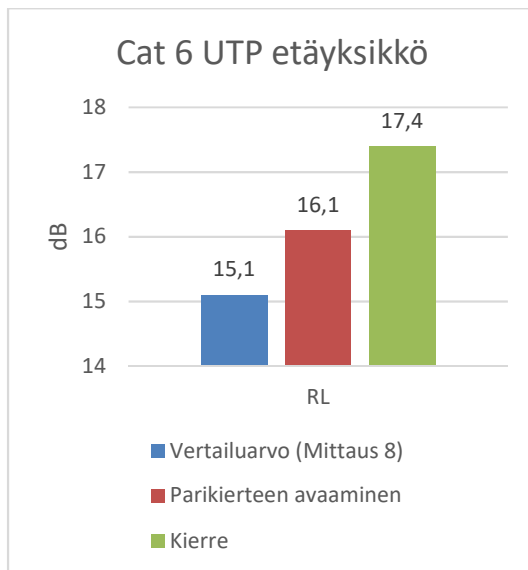
loksissa sen sijaan on nähtävissä kaapelisiteiden ja A-tikkaiden aiheuttama negatiivinen vaikutus mittaustulokseen (kuvio 48). Kaapeliin tehdyt taitokset ja kaapelin suoristaminen mittausten loppuun huononsivat myös hieman etäyksikön mittaustulosta.



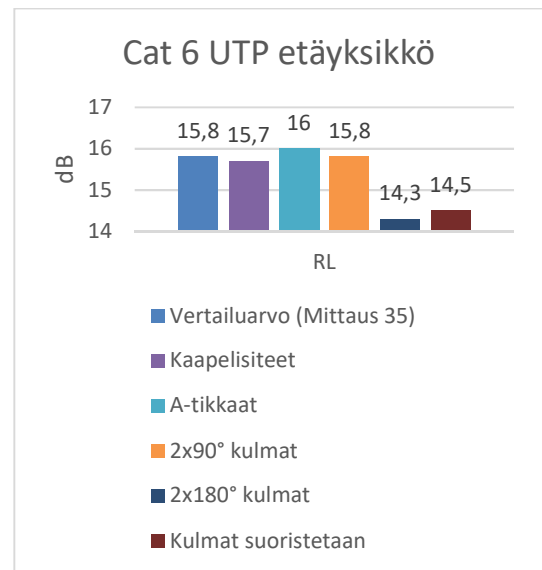
Kuvio 49. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, RL: pääyksikkö.



Kuvio 50. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, RL: pääyksikkö.



Kuvio 51. Cat 6, UTP-kaapelin parikierteen avaaminen ja kaapelin kiertäminen, RL: etäyksikkö.

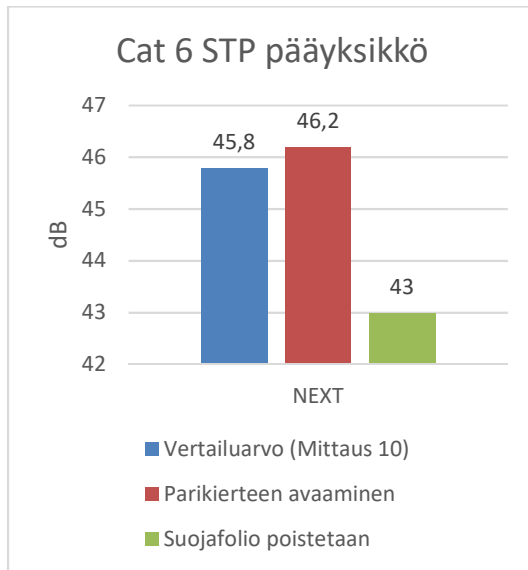


Kuvio 52. Cat 6, UTP-kaapelin rasittaminen, RL: etäyksikkö.

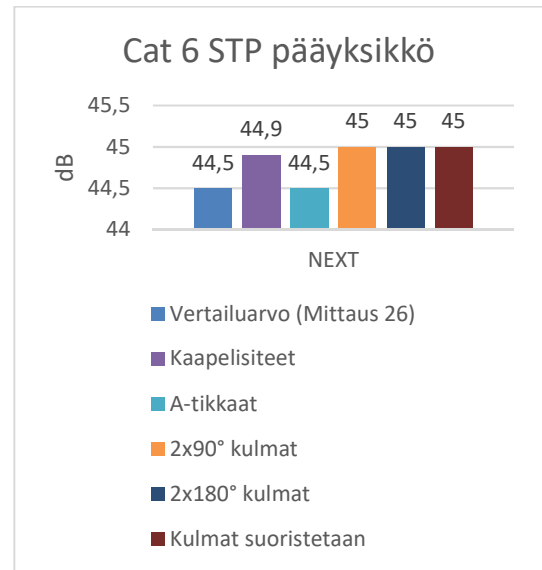
Heijastusvaimennus huononi mittauksissa merkittävästi vain pääyksikön mittauksissa, joissa käytettiin kaapelisiteitä (kuvio 50). Pääyksikön mittauksissa nähdään myös kaapelin 180° taittamisen huomattava negatiivinen vaikutus. Kaapelin taittamisen negatiivinen vaikutus on nähtävissä myös etäyksikön mittaustuloksissa (kuvio 52). Muissa tuloksissa ei ole nähtävissä negatiivisia vaikutuksia (kuviot 49 ja 51).



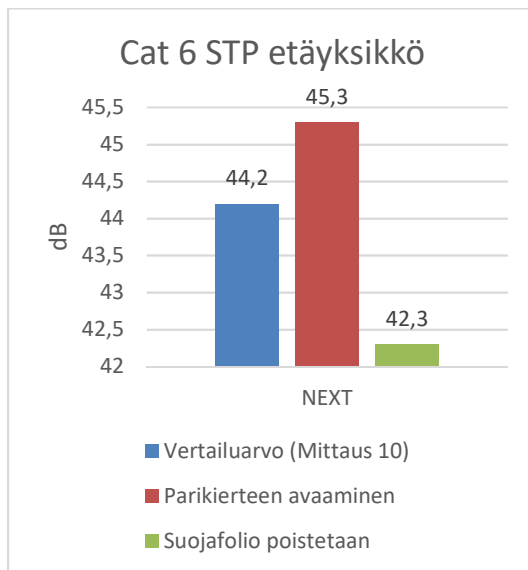
### 4.5.3 6-kategorian suojattu kaapeli



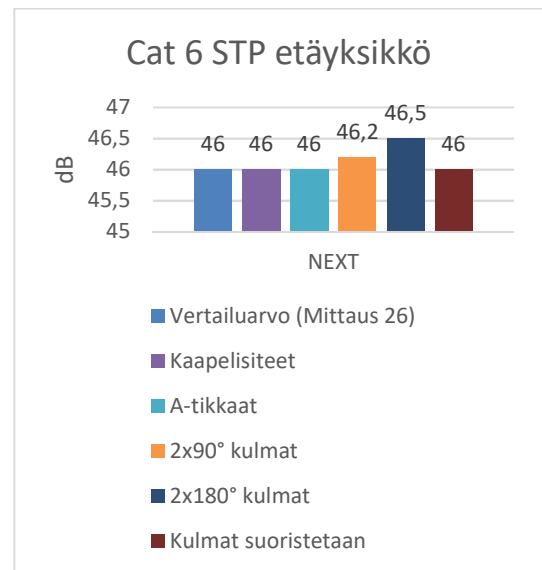
Kuvio 53. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, NEXT: pääyksikkö.



Kuvio 54. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, NEXT: pääyksikkö.



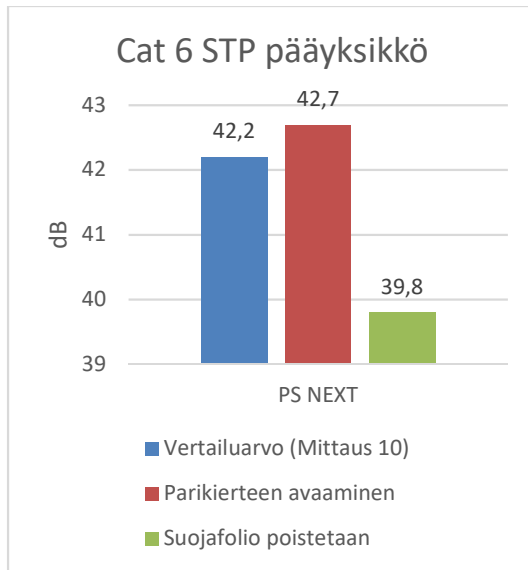
Kuvio 55. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, NEXT: etäyksikkö.



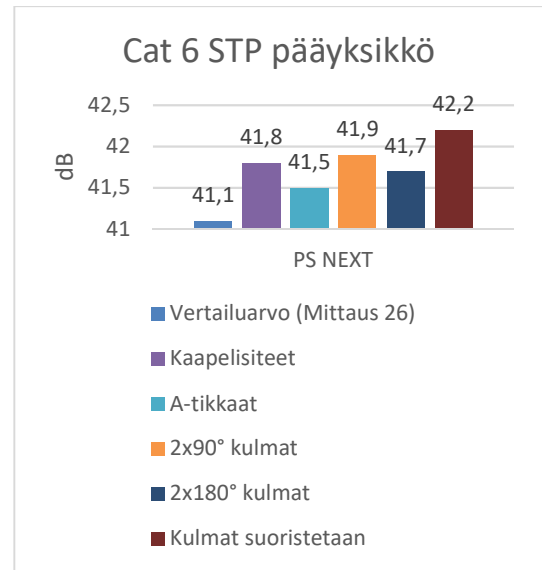
Kuvio 56. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, NEXT: etäyksikkö.

Lähipään ylikuulumisvaimennuksen tulos parien välillä ei huonontunut liittimen parikierteen avaamisella (kuviot 53 ja 55). Suurin syy tähän on se, ettei liittimen rakenteen takia siihen voi jättää ylimääräistä parikierrettä. Suojafolion poistaminen huo-

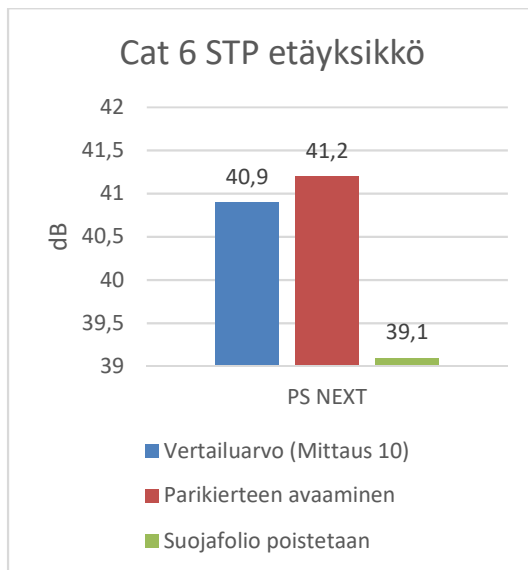
nonsi molempien yksiköiden tulosta, mutta tähän voi olla syynä myös liittimen uudelleenkytkeminen (kuviot 53 ja 55). A-tikkaiden asettaminen kaapelin päälle ei vaikuttanut etäyksikön mittaustulokseen, mutta sen sijaan niiden käyttö näkyi hieman pääyksikön mittaustuloksessa. Myös kaapelisiteiden negatiivinen vaikutus näkyi pääyksikön tuloksissa (kuvio 54). Kaapelin taittaminen ei vaikuttanut pääyksikön mittaustuloksiin, mutta etäyksikön tuloksissa on nähtävissä pientä muutosta (kuvio 56). Muutokset eivät kuitenkaan ole merkittäviä.



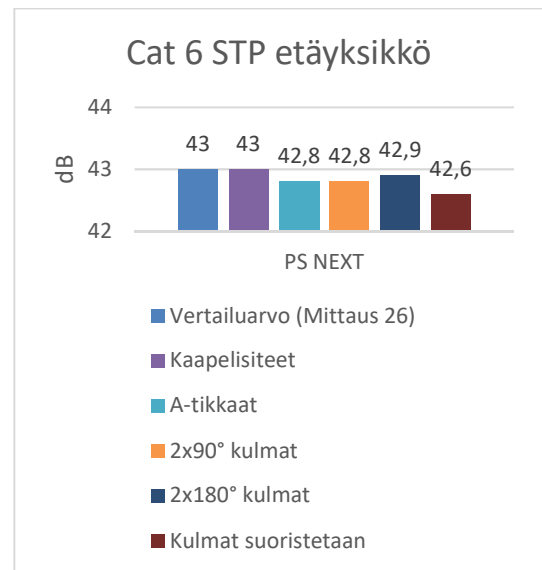
Kuvio 57. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, PS NEXT: pääyksikkö.



Kuvio 58. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, PS NEXT: pääyksikkö.



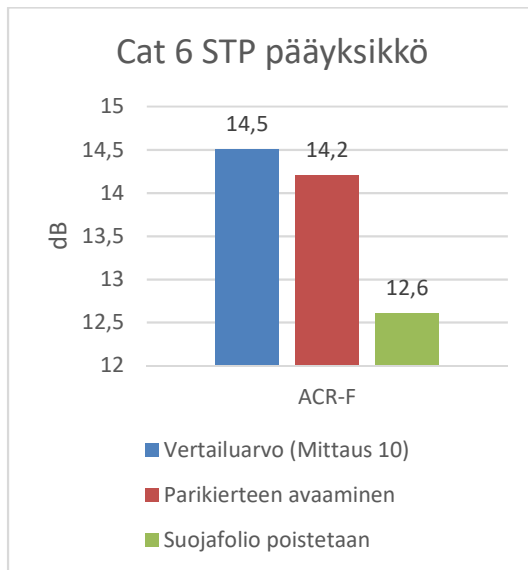
Kuvio 59. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, PS NEXT: etäyksikkö.



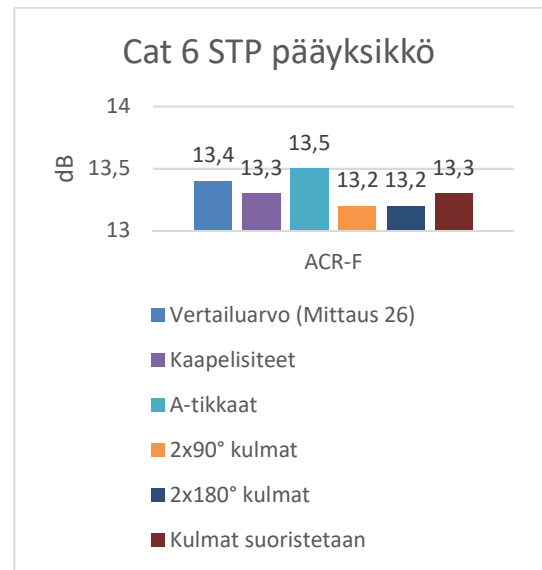
Kuvio 60. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, PS NEXT: etäyksikkö.

Lähipään ylikuulumisvaimennuksen tehosumma ei huonontunut kummankaan yksikön mittaustuloksissa, kun liittimen parikierrettä avattiin (kuviot 57 ja 59). Suojafolion poistaminen huononsi mittaustuloksia, mutta tämä saattaa myös johtua liittimien asentamisesta uudelleen. A-tikkaiden asettaminen kaapelin päälle, tai kaapelisiteiden käyttäminen ei vaikuttanut mittaustuloksiin merkittävästi. Myöskään kaapelin

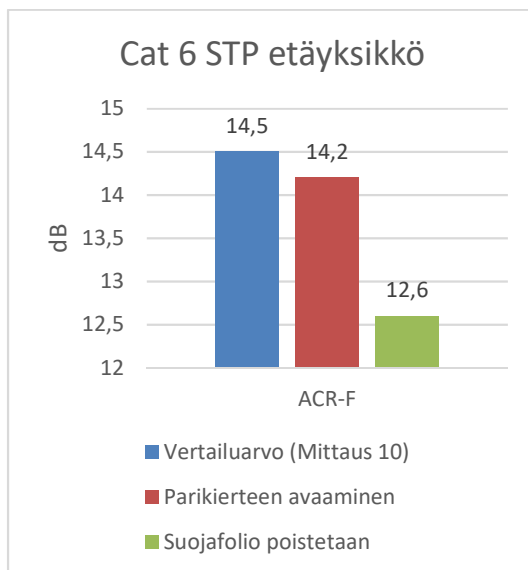
taittamisella ei ollut merkittäviä vaikutuksia kummankaan yksikön mittaustuloksiin (kuviot 58 ja 60).



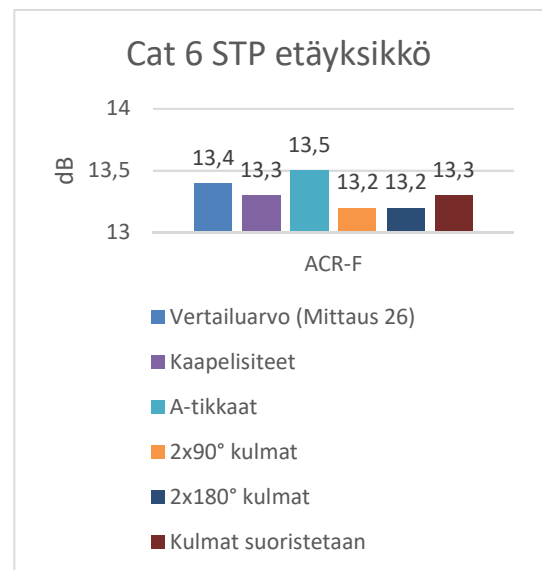
Kuvio 61. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, ACR-F: pääyksikkö.



Kuvio 62. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, ACR-F: pääyksikkö.



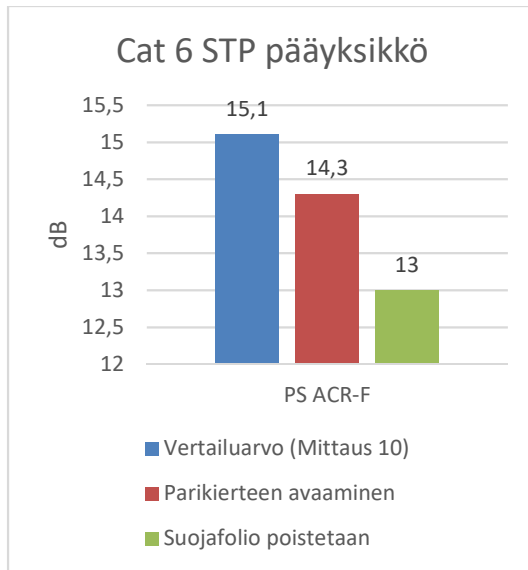
Kuvio 63. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, ACR-F: etäyksikkö.



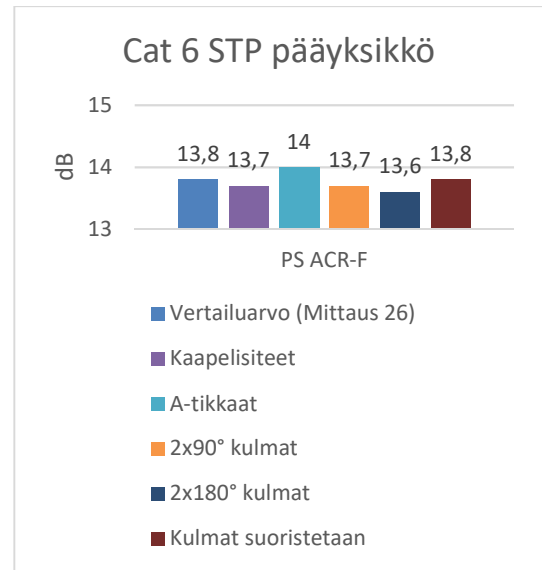
Kuvio 64. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, ACR-F: etäyksikkö.

Kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhteen tulos parien välillä huononi hieman parikierrettä avattaessa molempien yksiköiden mittaustuloksissa (kuviot 61 ja 63).

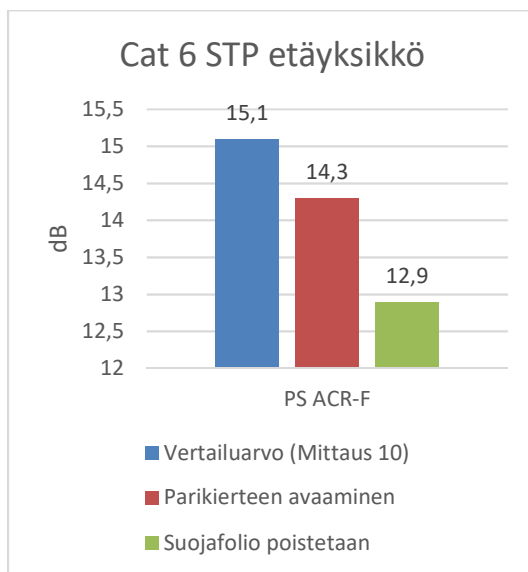
Suojafolion poistaminen huononsi myös molempien yksiköiden tulosta. Kaapelisiteiden käytöllä ei ollut huomattavia vaikutuksia kummankaan yksikön mittaustuloksiin, eikä A-tikkaiden asettamisella kaapelin päälle ollut huomattavaa vaikutusta kummankaan yksikön mittaustuloksiin (kuviot 62 ja 64). Kaukopään vaimennus-ylikuumissuhteessa parien välillä ei näy muutoksia kaapelia taitettaessa.



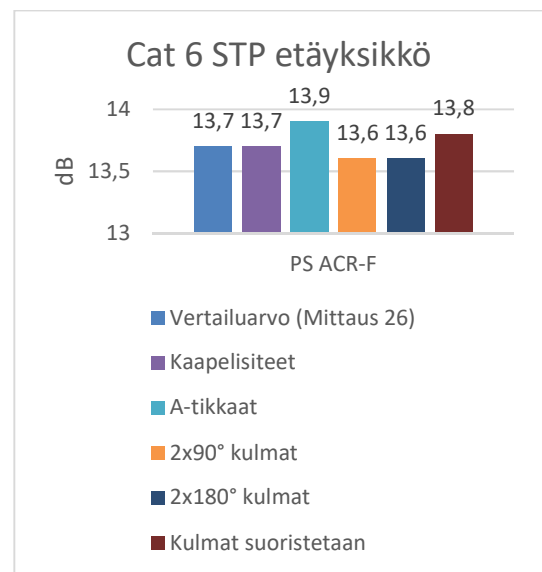
Kuvio 65. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, PS ACR-F: pääyksikkö.



Kuvio 66. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, PS ACR-F: pääyksikkö.

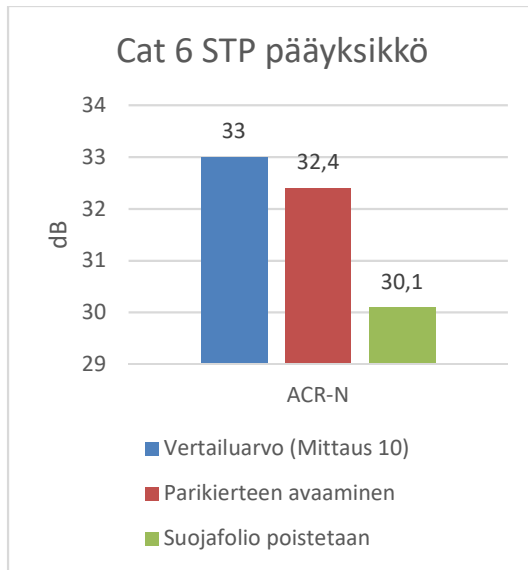


Kuvio 67. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, PS ACR-F: etäyksikkö.

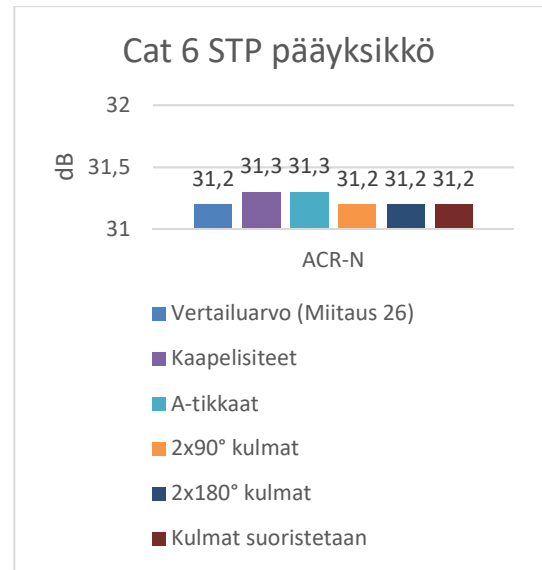


Kuvio 68. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, PS ACR-F: etäyksikkö.

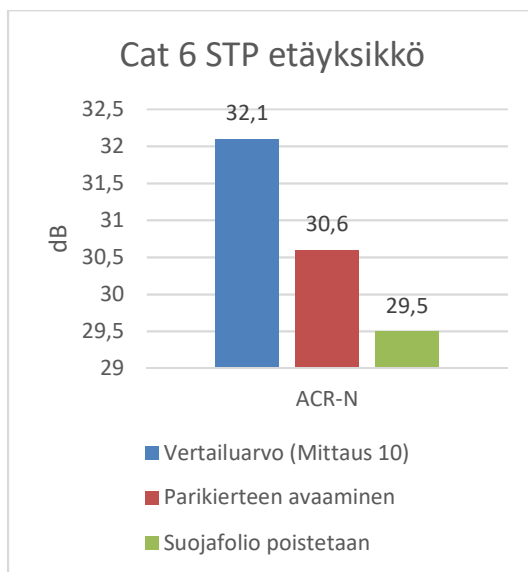
Kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehossuhteessa näkyy parikierteen avaamisen negatiivinen vaikutus molempien yksiköiden mittaustuloksiin (kuviot 65 ja 67). Myös suojafolion poistamisella näkyy olevan negatiivinen vaikutus molempien yksiköiden mittaustuloksiin. Kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehossuhteessa ei näy huomattavaa vaihtelua muissa mittaustuloksissa (kuviot 66 ja 68).



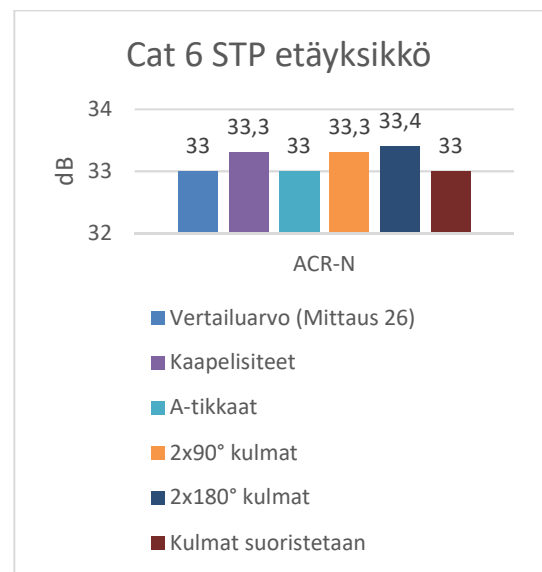
Kuvio 69. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, ACR-N: pääyksikkö.



Kuvio 70. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, ACR-N: pääyksikkö.

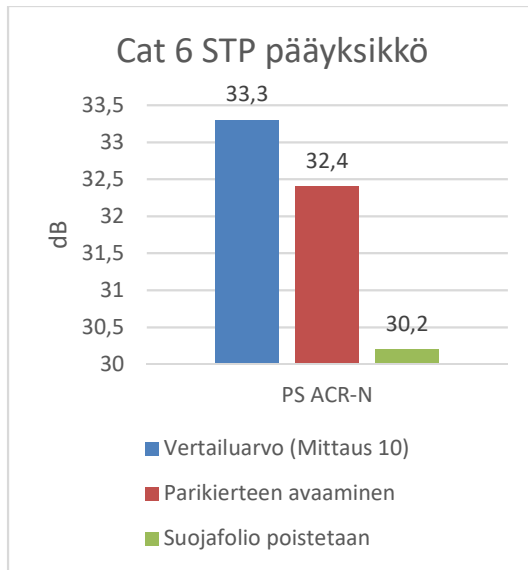


Kuvio 71. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, ACR-N: etäyksikkö.

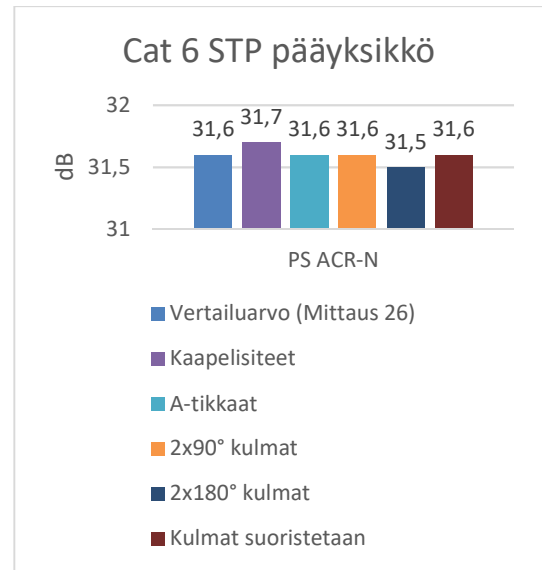


Kuvio 72. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, ACR-N: etäyksikkö.

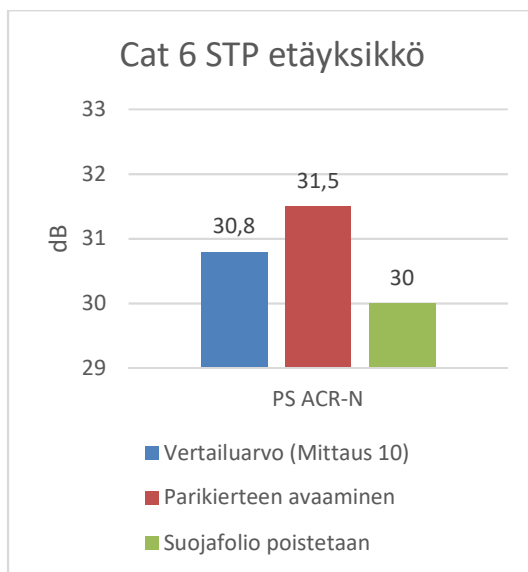
Lähipään vaimennus-ylikuulumissuhteen tulos parien välillä huononi parikierteen avaamisen ja suojafolion poistamisen myötä molempien yksiköiden mittaustuloksissa (kuviot 69 ja 71). Muissa tuloksissa ei näy merkittävää vaihtelua (kuviot 70 ja 72).



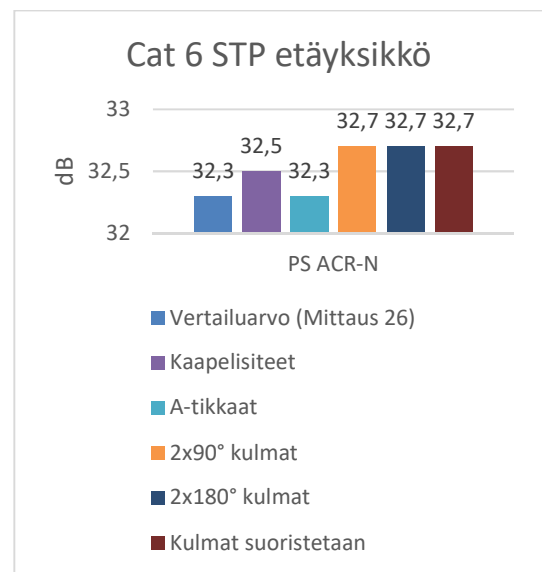
Kuvio 73. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, PS ACR-N: pääyksikkö.



Kuvio 74. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, PS ACR-N: pääyksikkö.



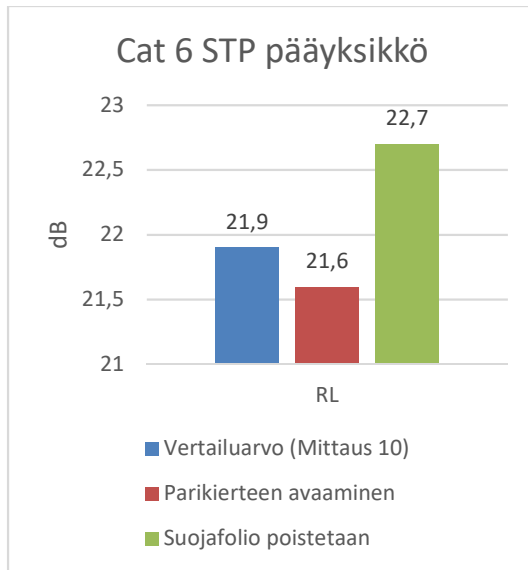
Kuvio 75. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, PS ACR-N: etäyksikkö.



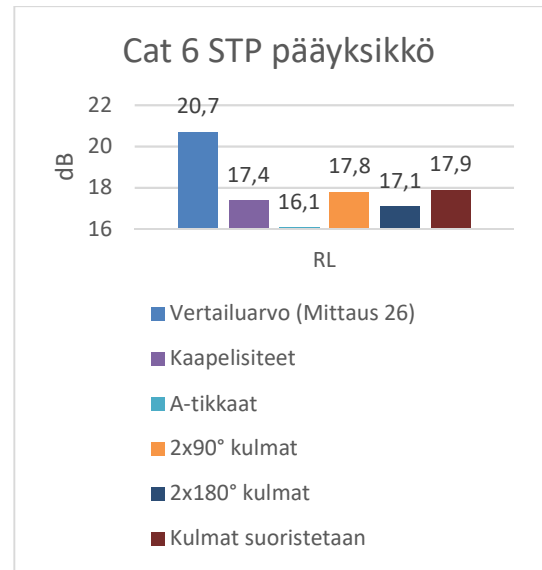
Kuvio 76. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, PS ACR-N: etäyksikkö.

Lähipään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehosumman mittaustulos huononi pääyksikön mittaustuloksessa, kun parikierrettä avattiin (kuvio 73), mutta etäyksikön tuloksessa se puolestaan parani hieman (kuvio 75). Suojafolion poistaminen huononsi molempien yksiköiden mittaustuloksia. Muissa mittauksissa ei näy huomattavaa vaihtelua (kuviot 74 ja 76).

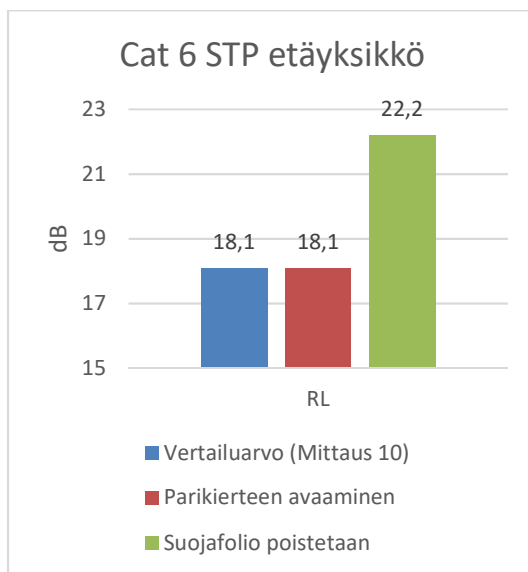




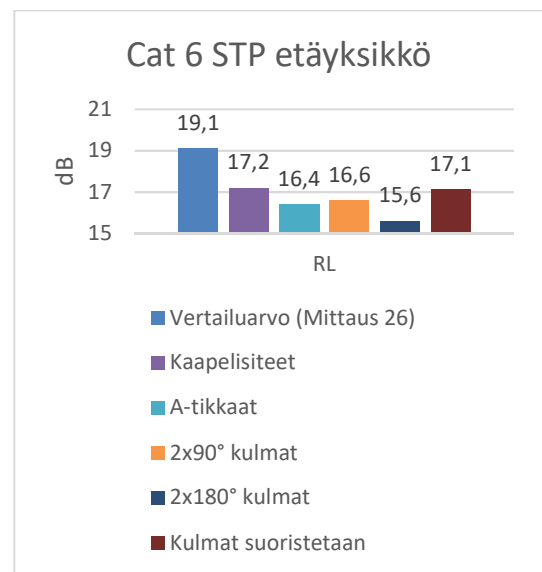
Kuvio 77. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, RL: pääyksikkö.



Kuvio 78. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, RL: pääyksikkö.



Kuvio 79. Cat 6, STP-kaapelin parikierteen avaaminen ja suojafolion poistaminen, RL: etäyksikkö.



Kuvio 80. Cat 6, STP-kaapelin rasittaminen, RL: etäyksikkö.

Heijastusvaimennuksen mittaustulos huononi hieman liittimien parikierteen avaamisen myötä pääyksikön mittaustuloksessa (kuviot 77 ja 79). Suojafolion poistamisella ei näkynyt olevan negatiivisia vaikutuksia heijastusvaimennukseen (kuviot 77 ja 79). A-tikkaiden käyttö kasvatti heijastusvaimennusta huomattavasti huonontaan näin molempien yksiköiden mittaustuloksia (kuviot 78 ja 80). Kaapelisiteiden käyttö näkyi

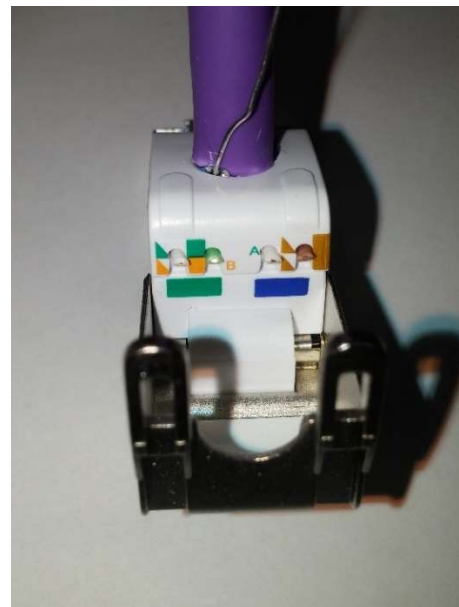
myös negatiivisena vaikutuksena mittaustuloksessa. 180° kulmien taittaminen kaapeliin kasvatti myös heijastusvaimennuksen mittaustulosta. Kaapelin suoristaminen taitosten jälkeen kuitenkin korjasi heijastusvaimennuksen arvon lähes ennalleen.

#### 4.5.4 Mittausten aikana ilmenneitä huomioita

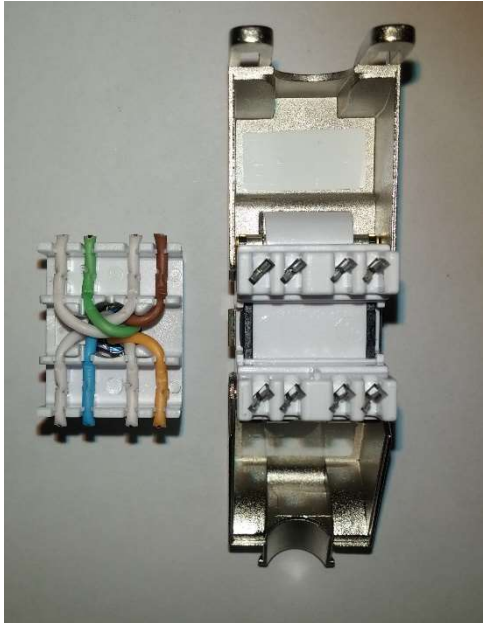
Mittausten aikana heräsi huomioita siitä, kuinka kytkennöissä voi tulla virheitä, joita asentaja ei välttämättä huomaa. Tämänkaltainen virhe on esimerkiksi Brand-Rexin STP-liitintä kytkettäessä liitinosan kiinnittäminen liitinhahloon väärin päin. Vaikka liittimessä on liitinosassa pieni väkänä, jonka pitäisi estää liitinhahlon kytkeminen väärinpäin, liitin kiinnittyy kuitenkin liitinhahloon samalla voimakkuudella puristettaessa kuin silloin, jos liitinosassa olisi oikein päin (kuva 19). Mittaustuloksessa vika on kuitenkin ilmeinen (kuva 20), mutta mikäli asentaja ei ole huomannut kytkennän tarkastuksen aikana liittintä avatessaan värikoodien olevan väärin (kuvat 17 ja 18), ei liitinosan irrottamisen jälkeen vikaa enää löydy. Tämä vie paljon asentajan aikaa, ja siksi olisikin hyvä kiinnittää erityistä huomiota siihen, että värit täsmäävät asennusohjeen kanssa.



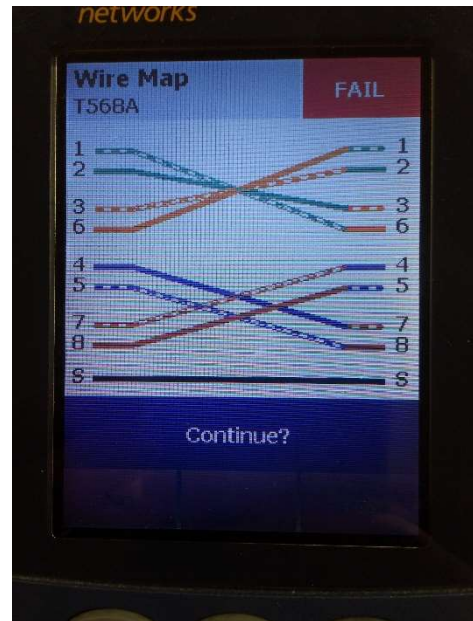
Kuva 17. Suojattu liitin kytkettynä liitinhahloon väärin päin.



Kuva 18. Suojattu liitin kytkettynä liitinhahloon väärin päin, kuva toiselta puolelta.



Kuva 19. Brand-Rexin STP-liittimen rakenne.



Kuva 20. Testauslaitteen Wire Map -kuva, mikäli liitin on asennettu väärin päin.



Kuva 21. Suojattu liitin suorassa tietoliikennesasiassa.

Myös komponenttivalintojen suhteen on aina kiinnitettävä huomiota komponenttien yhteensopivuuteen. Esimerkiksi suoraan kytkettävien tietoliikennesasioiden kanssa suojattujen liittimien käyttö tuo erityisiä haasteita varsinkin silloin kun käytetään liittimiä, joihin kaapeli tuodaan sen takaa. Kuvan 21 tilanteessa kaapelin taivutussäteen osalta ollaan jo asennusohjeen äärirajoilla.

## 5 YHTEENVETO TULOKSISTA

Suoraan ja vinoon kytkettävän tietoliikennesuojan välillä ei ollut nähtävissä eroa 6-kategorian suojaamattoman kaapelin käytön yhteydessä. Suojattua kaapelia käytettäessä kuitenkin suoraan kytkettävä tietoliikennesuoja suoriutui mittauksista paremmin muiden, paitsi heijastusvaimennuksen osalta. On kuitenkin huomattava, että suojatun liittimen kytkeminen suoraan-kytkettävään tietoliikennesuojaan ei noudata kaapelin taittamiseen annettua asennusohjetta. Tämän vuoksi kyseisen yhdistelmän käyttö ei ole tässä tapauksessa suositeltavaa.

Loistevalaisin aiheutti negatiivisia vaikutuksia mittaustuloksiin kaikkien kaapeleiden osalta, mutta suurimmat vaikutukset näkyivät kuitenkin 6-kategorian suojaamatonta kaapelia käytettäessä heijastusvaimennuksen ja lähipään ylikuulumisvaimennuksen tehosumman arvoissa pääyksikön mittaustuloksissa. Muilla kaapeleilla tuloksissa näkyy lähinnä kaapelin tuominen loistevalaisimen lähelle, mutta kaapelin siirtäminen suoraan valaisimen alle ei enää huonontanut tuloksia.

Suurimmat negatiiviset vaikutukset 6-kategorian suojaattuun kaapeliin teki parikierteen avaaminen liittimissä, sekä suojafolion poistaminen. Tällöin mittausravot heikkenivät kaikissa mittauksissa lukuun ottamatta lähipään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehosumman etäyksikön mittaustulosta ja NEXT- ja PS NEXT -mittaustuloksia. Kaapelin taittaminen ei aiheuttanut huomattavia negatiivisia vaikutuksia suojatulle kaapelille, paitsi heijastusvaimennuksen osalta. Kaapelisiteiden ja A-tikkaiden käytöllä ei myöskään näkynyt huomattavia negatiivisia vaikutuksia muissa mittauksissa, paitsi heijastusvaimennuksessa.

6-kategorian suojaamattoman kaapelin mittauksissa suurimmat negatiiviset vaikutukset teki parikierteen avaaminen liittimissä. Mittaustulokset huononivat parikierteen avaamisen myötä kaikkien muiden, paitsi kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehosumman ja heijastusvaimennuksen arvojen osalta. Kaapelin taittaminen huononsi suojaamattoman kaapelin ominaisuuksia heijastusvaimennuksen, kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhteen parien välillä, sekä sen tehosumman mittaustuloksissa. Myös lähipään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehosumman ja lähipään ylikuulumisvaimennuksen tehosumman tulokset huononivat molempien yk-

siköiden mittauksissa. A-tikkaiden ja kaapelisiteiden käytöllä ei ollut negatiivisia vaikutuksia mittaustuloksiin muutoin kuin heijastusvaimennuksen, lähipään vaimennus-ylikuulumissuhteen parien välillä, ja sen tehosumman osalta. Kaapelin kiertäminen vaikutti negatiivisesti vain lähipään ylikuulumisvaimennukseen parien välillä, sekä sen tehosummaan.

6A-kategorian mittauksissa suurimmat negatiiviset vaikutukset aiheutti parikierteen avaaminen, sekä kaapelin 180° taittaminen. Parikierteen avaaminen näkyi pääyksikön lähipään ylikuulumisvaimennuksen tehosummassa, sekä heijastusvaimennuksessa. Tulokseen vaikuttaa se, että vain pääyksikön puoleisen liittimen parikierrettä avattiin. Kaapelisiteiden käytöllä ei ollut vaikutusta 6A-kategorian mittaustuloksiin.

## 6 MITTAUSTULOSTEN TULKINTAOHJE

Caverionille tehtiin Fluke DTX-1800 -kaapelitesterin tuloksien tulkintaa varten ohje, joka sisältää tietoja, jotka jokaisen laitetta käyttävän asentajan on hyvä muistaa mittauksia suorittaessaan.

Ohjeesta tehtiin helposti ja nopeasti luettava, jotta sitä voitaisiin käyttää pienenä muistutuksena kaapelimittarin tulosten tulkintaa ja ongelmatilanteiden ratkaisua varten.

Ohjeessa käsiteltiin kaapelitesterin ilmoittamat mittausarvot ”Autotest”-toiminnolla. Käsittely on tehty taulukkomuodossa ongelmanratkaisutyylillä. Mittaustulosten tulkintaohje on nähtävissä liitteessä 2.

Mittalaitteen tulosten tulkintaa varten ohjeeseen kirjatut tiedot ovat seuraavat:

- Mittauksen kohde: NEXT. Mahdolliset syyt hylkäävään tulokseen: liitin on asennettu huonosti, liittimen kategoria on väärä tai liitin on viallinen (Fluke Corporation, [viitattu 19.2.2017]). Apuvälineenä hylkäämisen syyn selvittämisessä on käytettävissä HDTDX-analysaattori.
- Mittauksen kohde: PS NEXT. PS NEXT -arvo lasketaan NEXT-mittauksen arvoista, joten NEXT-arvojen tarkastamisella löytyy syy PS NEXT -arvon hylkäävään tulokseen.
- Mittauksen kohde: ACR-N. Kaapelitesteri laskee arvon käyttäen vaimennuksen ja NEXT-mittauksen tuloksia. Jos ACR-N-tulos on hylätty, niin käyttäjän on tarkastettava NEXT-arvo.
- Mittauksen kohde: PS ACR-N. Lasketaan ACR-N-mittauksen arvoista. Käyttäjän on tarkastettava ACR-N-arvo.
- Mittauksen kohde: ACR-F. Lukijan on tarkastettava vaimennus. Jos vaimennuksen mittaustulos on läpäisty, niin vika on lähes poikkeuksetta kaapelissa ja se on vaihdettava (Fluke Corporation, [viitattu 23.2.2017]).

- Mittauksen kohde: PS ACR-F. Lasketaan ACR-F-mittauksen arvoista. Käyttäjän on tarkastettava ACR-F-arvo.
- Mittauksen kohde: Wire Map. Mahdollinen syy hylkäävään tulokseen: liitin kytketty väärin tai kaapeli on vahingoittunut.
- Mittauksen kohde: Resistance. Mahdollinen syy hylkäävään tulokseen: kaapeli on vioittunut. Huonoimman johdinparin resistanssin ei saa ylittää 100  $\Omega$ .
- Mittauksen kohde: Prop delay. Mahdollinen syy hylkäävään tulokseen: kaapeli on liian pitkä (Fluke Corporation, [viitattu 22.2.2017]).
- Mittauksen kohde: Delay skew. Käyttäjän on tarkastettava kulku-aika (prop. delay).
- Mittauksen kohde: Insertion loss. Mahdolliset syyt hylkäävään tulokseen: kaapelin asennuslämpötila on liian suuri. Onko kaapelinvedossa käytetty kaapeliliukastetta? Jos on, niin käyttäjän on odotettava sen kuivumista. Muita mahdollisia syitä ovat huonosti asennetut liittimet tai liian pitkä kaapeli. (Fluke Corporation, [viitattu 18.2.2017].)
- Mittauksen kohde: Return loss. Mahdollinen syy hylkäävään tulokseen: kaapeli on vahingoittunut (Fluke Corporation, [viitattu 20.2.2017]). Hylkäämisen syy selvittämisessä voidaan käyttää HDTDR-analysaattoria.
- Mittauksen kohde: Length. Mahdollinen syy hylkäävään tulokseen: kaapeli on liian pitkä. Kaapelin pituus ei ole kuitenkaan hylkäysperuste, mikäli muut mittaukset on läpäisty hyväksytysti.

Lisäksi ohjeessa käsiteltiin myös kahden hyödyllisen analysointityökalun käyttöä. Analysointityökaluja Fluke DTX-1800-kaapelitestereissä ovat HDTDR- ja HDTDX-analysaattorit.

HDTDX-analysaattorin avulla pystytään selvittämään muun muassa yksittäisen johdinten suorituskykyyn liittyviä ongelmia. HDTDX-analysaattoria käyttäekseen käyttäjän on valittava mittausraportista alhaalta löytyvä ”HDTDX Analyzer”. Käyttäjän on tämän jälkeen valittava tarkasteltava johdinpari hylätyn mittaustuloksen ilmoittaman

huonoimman johdinparin mukaan. HDTDX-analysaattorin kuvaaja tarkentuu automaattisesti suurimpaan mittaustuloksen muutokseen, kun käyttäjä aloittaa tarkennuksen painamalla "Change To Zoom" -näppäintä kerran ja painaa sen jälkeen kohdistinnäppäintä oikealle. Painettaessa "Change to Cursor" -näppäintä kerran ja liikuttaessa kohdistinta tämän jälkeen pystytään näkemään mittauksen arvo kuvaajan kyseisessä kohdassa. Näytöllä on myös metrilukema, joka osoittaa kaapelin pituuden kyseisessä pisteessä. Analysaattori ilmoittaa tuloksen prosentteina. Mikäli tulos on yli 17,5 %, on siihen kiinnitettävä erityistä huomiota. (Fluke Corporation, [viitattu 26.2.2017].)

HDTDR-analysaattorin avulla pystytään selvittämään heijastusvaimennukseen liittyviä ongelmia. HDTDR-analysaattoria käytetään käyttäjän valittava mittauseroista alhaalta löytyvä "HDTDR Analyzer". HDTDR-analysaattorin valintatoiminnot ovat samanlaiset kuin HDTDX-analysaattorissa. Metrilukema osoittaa kaapelin pituuden kyseisessä pisteessä. Tarkkailemalla käyrän huipusta-huippuun amplitudia pystytään tarkkailemaan esimerkiksi kaapelin päätteissä tehtyjen liitosten toimivuutta. Käyttäjän on vähennettävä mahdollisessa kaksinapaisessa muutoksessa pienempi arvo suuremmasta, jolloin tulokseksi saadaan todellinen muutos heijastusvaimennuksessa. Analysaattori ilmoittaa tuloksen prosentteina. Mikäli muutokset ovat yli 3 %, on niihin kiinnitettävä huomiota. (Fluke Corporation, [viitattu 27.2.2017].)



## 7 POHDINTAA JA YHTEENVETO

Työn alussa esitettyihin tavoitteisiin päästiin sekä parikaapeloinnin asennushuolellisuuden tärkeyden todentamisen että mittaustulosten tulkintaohjeen osalta. Mittauksissa onnistuttiin löytämään selkeitä mittaustulosta huonontavia tekijöitä ja osoittamaan, miten yksittäiset asennusvirheet vaikuttavat mittaustulokseen.

Mittaustulosten tulkintaohjeessa pyrittiin tiivistämään mittarilla saatujen tulosten tulkitsemista varten tarvittavat tiedot siten, että ne olisivat helposti ja nopeasti luettavissa. Tulkintaohjeesta saatiin helppokäyttöinen ja toimiva kokonaisuus, joka on lyhyiden ja selkeyden vuoksi helposti kuljetettavissa ja käytettävissä kaapelitesterin mukana. Tulkintaohje on analysointityökaluja lukuun ottamatta tehty teoriaan pohjautuen, joten sitä voidaan käyttää myös muiden mittalaitteiden kanssa tulevaisuudessa mahdollisesti tehtävien mittalaitteiden hankintojen myötä.

Tässä työssä saatujen mittaustulosten perusteella voidaan todeta, että parikaapelien asennusohjeen noudattaminen on erittäin tärkeää yleiskaapelointia toteutettaessa. Vaikka mittauksissa ei saatu hylkääviä tuloksia, täytyy muistaa, että kaapelin pituus mittauksissa oli lyhyt verrattuna todellisiin asennuskohteisiin. Asennusvirheiden vaikutus kaapeliin kasvaa kaapelivedon pituuden, asennuskohteen ja asennusolosuhteiden myötä, sillä todennäköisesti kaapeliin saattaa vaikuttaa tällöin samanaikaisesti useita tässä työssä käsiteltyjä asennusvirheitä.

Opinnäytetyön toiminnallista osaa tehtäessä erilaisia vertailuarvomittauksia olisi voitu tehdä enemmän, mutta huomioiden mittauksista saatujen tulosten määrä, tiedon määrä olisi ollut suhteettoman suuri. Eniten aikaa toiminnallisessa osassa vei tulosten taulukoiminen ja analysointi.

Mahdollinen kehitysmahdollisuus tälle työlle olisi parikaapeleiden asentaminen todellisiin asennuskohteisiin, jolloin tuloksista saataisiin realistisemmat ja tulosten välille syntyisi huomattavampia eroavaisuuksia.

## LÄHTEET

- Allen, N. 2009. Installing and Testing Copper Cabling in LANs. [Verkkójulkaisu]. Pearson Education, Informit. [Viitattu 4.2.2017]. Saatavana: <http://www.informit.com/articles/article.aspx?p=1403240&seqNum=3>
- Caverion Corporation. 2016. Tietoa Caverionista: Caverion konserni. [Verkkosivu]. Caverion Corporation. [Viitattu 18.11.2016]. Saatavana: <http://www.caverion.fi/tietoa-caverionista/caverion-konserni>
- CommScope, Inc. Ei päiväystä. SYSTIMAX® Twisted Pair. [Verkkójulkaisu]. CommScope, Inc. [Viitattu 11.12.2016]. Saatavana: [http://www.commscope.com/catalog/enterprise/product\\_details.aspx?id=21029](http://www.commscope.com/catalog/enterprise/product_details.aspx?id=21029)
- European Patent Office. 2016. TELEPHONE-CIRCUIT. [Verkkosivu]. European Patent Office. [Viitattu 21.11.2016]. Saatavana: [https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=18810719&DB=&locale=en\\_EP&CC=US&NR=244426A&KC=A&ND=1#](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=18810719&DB=&locale=en_EP&CC=US&NR=244426A&KC=A&ND=1#)
- Firewall.cx. Ei päiväystä. UNSHIELDED TWISTED PAIR (UTP) - CAT 1 TO CAT5, 5E, CAT6 & CAT7. [Verkkójulkaisu]. Firewall.cx. [Viitattu 12.12.2016]. Saatavana: <http://www.firewall.cx/networking-topics/cabling-utp-fibre/112-network-cabling-utp.html>
- Fluke Corporation. Ei päiväystä. Worst Case Margin vs. Worst Case Value - DTX CableAnalyzer. [Verkkosivu]. Fluke Corporation. [Viitattu 10.1.2017]. Saatavana: <http://www.flukenetworks.com/content/worst-case-margin-vs-worst-case-value-dtx-cableanalyzer>
- Fluke Corporation. Ei päiväystä. Case Study 3 - Return Loss Fails on DTX CableAnalyzer due to water in cable. [Verkkosivu]. Fluke Corporation. [Viitattu 17.2.2017]. Saatavana: <http://www.flukenetworks.com/content/case-study-3-return-loss-fails-dtx-cableanalyzer-due-water-cable>
- Fluke Corporation. Ei päiväystä. Case Study 4 - Insertion Loss Fails on DTX CableAnalyzer due to lubricant. [Verkkosivu]. Fluke Corporation. [Viitattu 18.2.2017]. Saatavana: <http://www.flukenetworks.com/content/case-study-4-insertion-loss-fails-dtx-cableanalyzer-due-lubricant>
- Fluke Corporation. Ei päiväystä. Case Study 5 - NEXT Fails on DTX CableAnalyzer due to a termination issue. [Verkkosivu]. Fluke Corporation. [Viitattu 19.2.2017]. Saatavana: <http://www.flukenetworks.com/content/case-study-5-next-fails-dtx-cableanalyzer-due-termination-issue>
- Fluke Corporation. Ei päiväystä. Case Study 6 - Return Loss Fails on DTX CableAnalyzer due to cable. [Verkkosivu]. Fluke Corporation. [Viitattu 20.2.2017].

Saatavana: <http://www.flukenetworks.com/content/case-study-6-return-loss-fails-dtx-cableanalyzer-due-cable>

Fluke Corporation. Ei päivystä. Case Study 8 - Prop. Delay fails on DTX CableAnalyzer due to cable length. [Verkkosivu]. Fluke Corporation. [Viitattu 22.2.2017]. Saatavana: <http://www.flukenetworks.com/content/case-study-8-prop-delay-fails-dtx-cableanalyzer-due-cable-length>

Fluke Corporation. Ei päivystä. Case Study 9 - ACR-F fail on DTX CableAnalyzer. [Verkkosivu]. Fluke Corporation. [Viitattu 23.2.2017]. Saatavana: <http://www.flukenetworks.com/content/case-study-9-acr-f-fail-dtx-cableanalyzer>

Fluke Corporation. Ei päivystä. HDTDX - DTX CableAnalyzer. [Verkkosivu]. Fluke Corporation. [Viitattu 26.2.2017]. Saatavana: <http://www.flukenetworks.com/content/hdtdx-dtx-cableanalyzer>

Fluke Corporation. Ei päivystä. HDTDR - DTX CableAnalyzer. [Verkkosivu]. Fluke Corporation. [Viitattu 27.2.2017]. Saatavana: <http://www.flukenetworks.com/content/hdtdr-dtx-cableanalyzer>

Hakala, M. & Vainio, M. 2005. Tietoverkon rakentaminen. 1. p. Jyväskylä: Docendo.

Koivisto, P. 2016a. Asuinkiinteistöjen yleiskaapelointijärjestelmät: Suunnitteluohje. Espoo: Sähköinfo Oy. ST 681.11

Koivisto, P. 2016b. Toimitilakiinteistöjen yleiskaapelointijärjestelmät: Suunnitteluohje. Espoo: Sähköinfo Oy. ST 681.10

Koivisto, P. 2016c. Yleiskaapelointijärjestelmät: Asennusohje. Espoo: Sähköinfo Oy. ST 681.30

Koivisto, P. 2016d. Yleiskaapeloinnin dokumentointi. Espoo: Sähköinfo Oy. ST 681.41

Koivisto, P. 2016e. Yleiskaapelointijärjestelmät: Testaukset ja tarkastukset. Espoo: Sähköinfo Oy. ST 681.42

Koivisto, P. & Annanpalo, J. 2014. ST-Käsikirja 16. 4. uud. p. Espoo: Sähköinfo Oy

Koivisto, P. 2008. Parikaapeloinnit. Espoo: Sähköinfo Oy

Network Cabling Help. Ei päivystä. The History of Network Cabling. [Verkkosivu]. Network Cabling Help [Viitattu 21.11.2016]. Saatavana: <http://www.datacot-tage.com/nch/cablinghist.htm#.WDLJBfmLRaQ>

Smirnov, I. 2011. NVP's role in field-testing twisted-pair cabling insertion loss. [Verkkosivu]. PennWell Corporation. [Viitattu 26.1.2017]. Saatavana: <http://www.cablinginstall.com/articles/print/volume-19/issue-7/features/nvps-role-in-field-testing-twisted-pair-cabling-insertion-loss.html>

The Telecommunications History Group. Ei päivystä. How Phones Work. [Verkkosivu]. The Telecommunications History Group, Inc. [Viitattu 21.11.2016]. Saatavana: <http://www.telcomhistory.org/vm/sciencePhonesWork.shtml>

## **LIITTEET**

Liite 1. Mittausraportti

Liite 2. Mittaustulosten tulkintaohje

## Liite 1. Mittausraportti



Cable ID: MITTAUS7 CAT6A EA

Test Summary: PASS

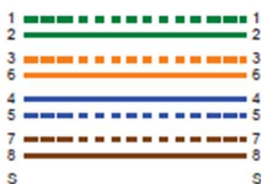
Date / Time: 09/28/2016 01:26:03pm  
 Headroom: 5.3 dB (NEXT 36-45)  
 Test Limit: EN50173 PL2 Class Ea  
 Cable Type: Cat 6A UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 68.2%

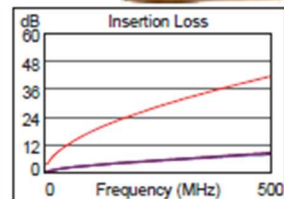
Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654028  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

Wire Map (T568A)

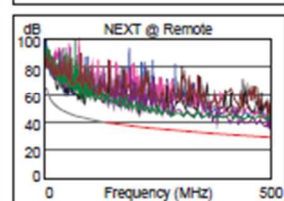
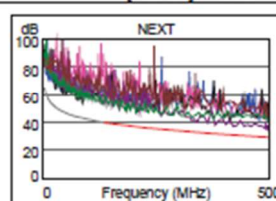
PASS



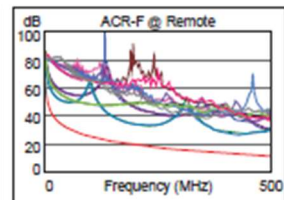
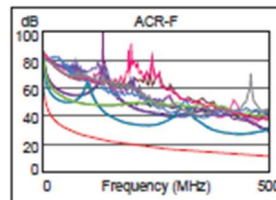
Length (m)	[Pair 36]	17.2
Prop. Delay (ns), Limit 496		89
Delay Skew (ns), Limit 43		5
Resistance (ohms), Limit 20.6		2.7
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	32.6
Frequency (MHz)	[Pair 36]	499.0
Limit (dB)	[Pair 36]	41.6



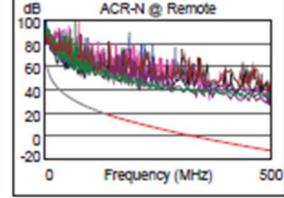
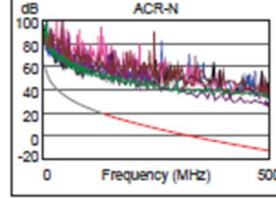
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-45	36-45	36-45	36-45
NEXT (dB)	5.3	6.5	5.3	6.7
Freq. (MHz)	382.0	434.0	496.0	490.0
Limit (dB)	31.8	30.6	29.3	29.4
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	6.8	7.7	6.8	7.7
Freq. (MHz)	496.0	382.0	496.0	496.0
Limit (dB)	26.5	29.0	26.5	26.5



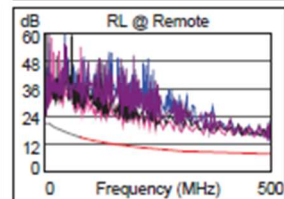
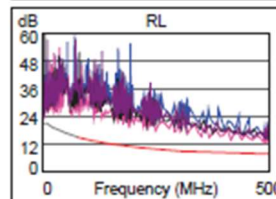
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45-36	45-36	45-36	45-36
ACR-F (dB)	13.8	13.6	13.8	13.6
Freq. (MHz)	423.0	434.0	434.0	434.0
Limit (dB)	12.7	12.5	12.5	12.5
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR-F (dB)	16.4	16.5	16.4	16.5
Freq. (MHz)	434.0	423.0	434.0	434.0
Limit (dB)	9.5	9.7	9.5	9.5



PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-45	12-78	36-45	36-45
ACR-N (dB)	29.2	30.1	38.1	39.3
Freq. (MHz)	139.5	208.5	496.0	490.0
Limit (dB)	18.5	10.7	-12.1	-11.7
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR-N (dB)	29.1	29.8	39.5	40.4
Freq. (MHz)	151.5	151.5	496.0	496.0
Limit (dB)	14.4	14.4	-15.0	-15.0



PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36	12	36	12
RL (dB)	4.8	6.0	4.8	6.0
Freq. (MHz)	482.0	494.0	482.0	494.0
Limit (dB)	8.0	8.0	8.0	8.0



Compliant Network Standards:

10BASE-T  
 100BASE-T  
 ATM-S1  
 TR-4

100BASE-TX  
 10GBASE-T  
 ATM-155  
 TR-16 Active

100BASE-T4  
 ATM-25  
 100VG-AnyLan  
 TR-16 Passive

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw

LinkWare Version 6.2

**FLUKE**  
 networks

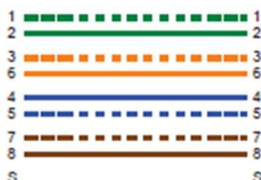

**Cable ID: MITTAUS8 UTP**
**Test Summary: PASS**

 Date / Time: 09/28/2016 01:44:29pm  
 Headroom: 3.5 dB (NEXT 45-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 UTP

 Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 69.0%

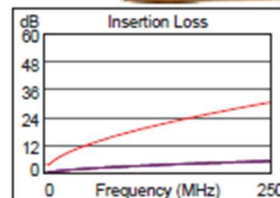
 Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

## Wire Map (T568A)

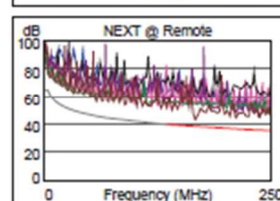
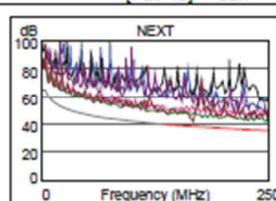
**PASS**


15.9 m

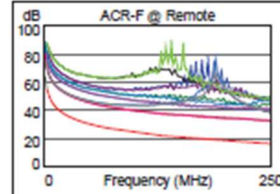
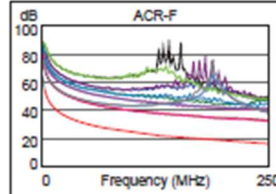

 Length (m) [Pair 78] 15.9  
 Prop. Delay (ns), Limit 498 81  
 Delay Skew (ns), Limit 44 4  
 Resistance (ohms), Limit 21.0 2.8

 Insertion Loss Margin (dB) [Pair 45] 25.1  
 Frequency (MHz) [Pair 45] 250.0  
 Limit (dB) [Pair 45] 30.7


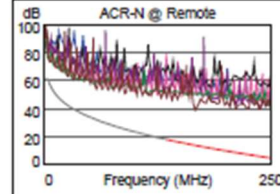
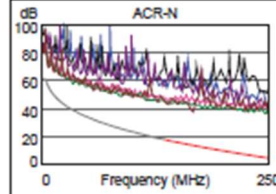
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	36-78	45-78
NEXT (dB)	3.5	4.8	6.2	4.8
Freq. (MHz)	166.0	167.0	247.0	167.0
Limit (dB)	38.3	38.2	35.4	38.2
Worst Pair	78	45	36	45
PS NEXT (dB)	5.1	7.2	7.5	8.3
Freq. (MHz)	166.0	167.0	247.5	238.0
Limit (dB)	35.7	35.6	32.8	33.1



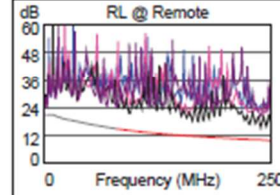
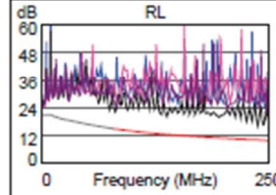
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	78-36	36-78
ACR-F (dB)	14.4	14.4	16.1	16.3
Freq. (MHz)	2.9	2.9	246.5	248.0
Limit (dB)	55.0	55.0	16.4	16.3
Worst Pair	78	78	78	78
PS ACR-F (dB)	14.2	14.2	18.4	18.1
Freq. (MHz)	2.0	2.0	250.0	248.5
Limit (dB)	55.2	55.2	13.2	13.3



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	36-78	45-78
ACR-N (dB)	23.7	25.0	31.3	25.0
Freq. (MHz)	166.5	167.0	247.0	167.0
Limit (dB)	13.8	13.7	5.0	13.7
Worst Pair	78	45	36	45
PS ACR-N (dB)	25.3	27.2	32.5	32.7
Freq. (MHz)	165.5	167.5	247.5	238.0
Limit (dB)	11.3	11.1	2.3	3.2



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45	45	45	45
RL (dB)	6.1	4.9	6.1	4.9
Freq. (MHz)	238.5	238.5	238.5	238.5
Limit (dB)	10.2	10.2	10.2	10.2



## Compliant Network Standards:

 10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4  
 100BASE-T      ATM-25      ATM-51  
 ATM-155      100VG-AnyLan      TR-4  
 TR-16 Active      TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

 Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.fw



## Cable ID: MITTAUS10 F/FTP

Test Summary: PASS

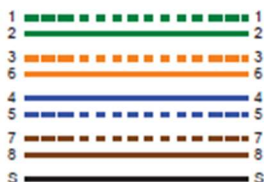
Date / Time: 09/28/2016 02:08:06pm  
 Headroom: 8.7 dB (NEXT 36-45)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 FTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 80.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

## Wire Map (T568A)

PASS

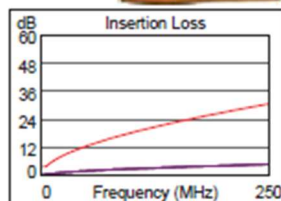


14.9 m

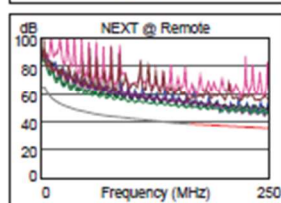
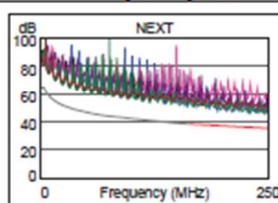


Length (m) [Pair 12] 14.9  
 Prop. Delay (ns), Limit 498 63  
 Delay Skew (ns), Limit 44 1  
 Resistance (ohms), Limit 21.0 2.3

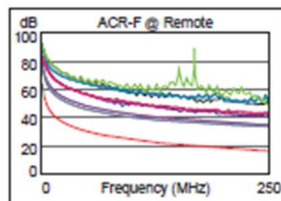
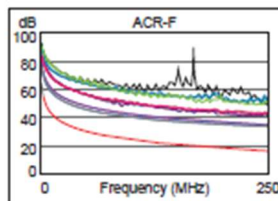
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 12] 25.8  
 Frequency (MHz) [Pair 12] 250.0  
 Limit (dB) [Pair 12] 30.7



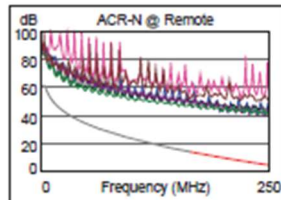
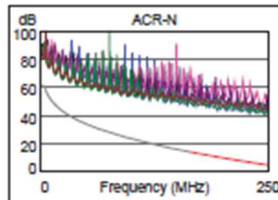
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-78	36-45	36-78	36-45
NEXT (dB)	10.1	8.7	10.2	8.7
Freq. (MHz)	238.5	245.0	246.5	245.0
Limit (dB)	35.7	35.5	35.4	35.5
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	9.3	7.8	9.3	7.9
Freq. (MHz)	245.0	237.5	245.0	245.5
Limit (dB)	32.9	33.1	32.9	32.8



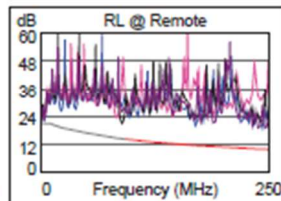
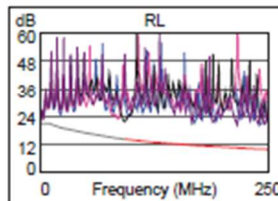
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45-78	45-78	78-45	45-78
ACR-F (dB)	14.5	14.5	17.4	17.3
Freq. (MHz)	2.9	2.9	248.0	245.5
Limit (dB)	55.0	55.0	16.3	16.4
Worst Pair	45	45	45	45
PS ACR-F (dB)	15.1	15.1	17.9	18.0
Freq. (MHz)	2.3	2.4	248.0	245.0
Limit (dB)	54.1	53.7	13.3	13.4



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	36-78	36-78	36-45
ACR-N (dB)	33.0	32.1	35.7	34.2
Freq. (MHz)	194.5	174.0	246.5	245.0
Limit (dB)	10.5	12.9	5.0	5.2
Worst Pair	12	36	36	36
PS ACR-N (dB)	33.3	30.8	34.8	33.3
Freq. (MHz)	170.0	197.0	245.0	245.5
Limit (dB)	10.8	7.6	2.5	2.5



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45	78	12	78
RL (dB)	7.6	7.9	9.5	7.9
Freq. (MHz)	92.5	239.5	242.0	239.5
Limit (dB)	14.3	10.2	10.2	10.2



Compliant Network Standards:  
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 1000BASE-T ATM-25 ATM-51  
 ATM-155 100VG-AnyLAN TR-4  
 TR-16 Active TR-16 Passive

LinkWare Version: 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.fw





## Cable ID: MITTAUS11 FTP KIERRE

Test Summary: PASS

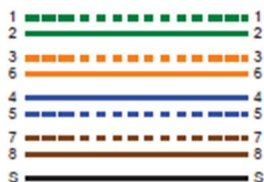
Date / Time: 09/28/2016 02:23:38pm  
 Headroom: 8.2 dB (NEXT 12-36)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 FTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 80.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654028  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

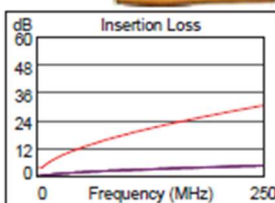
Wire Map (T568A)

PASS

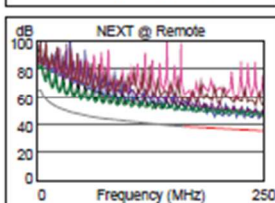
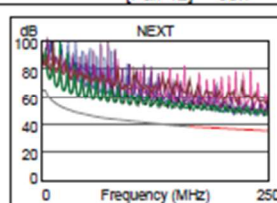


Length (m) [Pair 12] 14.9  
 Prop. Delay (ns), Limit 498 63  
 Delay Skew (ns), Limit 44 1  
 Resistance (ohms), Limit 21.0 2.4

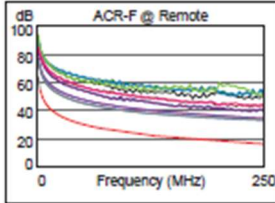
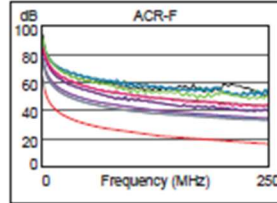
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 12] 25.8  
 Frequency (MHz) [Pair 12] 250.0  
 Limit (dB) [Pair 12] 30.7



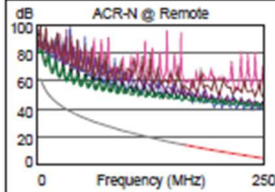
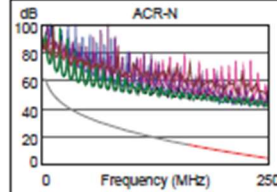
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-36	12-36	12-36	12-36
NEXT (dB)	10.5	8.2	10.5	8.4
Freq. (MHz)	236.5	195.5	236.5	236.5
Limit (dB)	35.7	37.1	35.7	35.7
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	9.6	8.1	9.6	8.2
Freq. (MHz)	237.0	237.0	245.5	245.5
Limit (dB)	33.1	33.1	32.8	32.8



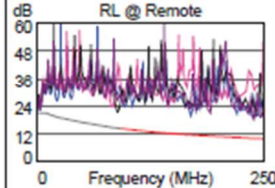
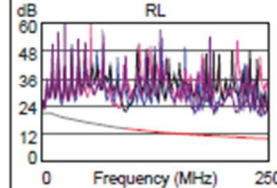
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	78-45	45-78
ACR-F (dB)	14.2	14.2	16.9	16.6
Freq. (MHz)	2.9	3.0	248.0	238.5
Limit (dB)	55.0	54.6	16.3	16.6
Worst Pair	45	45	45	45
PS ACR-F (dB)	14.3	14.3	17.5	17.5
Freq. (MHz)	2.0	2.0	248.0	245.5
Limit (dB)	55.2	55.2	13.3	13.4



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-78	12-36	12-36	12-36
ACR-N (dB)	32.4	30.6	35.4	33.3
Freq. (MHz)	167.5	195.5	236.5	236.5
Limit (dB)	13.6	10.4	6.0	6.0
Worst Pair	12	12	36	36
PS ACR-N (dB)	32.4	31.5	35.0	33.6
Freq. (MHz)	170.5	171.0	245.5	245.5
Limit (dB)	10.7	10.6	2.5	2.5



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45	78	12	78
RL (dB)	7.2	7.9	9.3	7.9
Freq. (MHz)	92.3	239.5	242.5	239.5
Limit (dB)	14.4	10.2	10.2	10.2



Compliant Network Standards:

10BASE-T  
 100BASE-T  
 100VG-AnyLan  
 TR-16 Active

100BASE-T4  
 ATM-51  
 TR-4

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS12 UTP KIERRE

Test Summary: PASS

Date / Time: 09/28/2016 02:50:11 pm  
 Headroom: 2.6 dB (NEXT 12-45)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 69.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654028  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

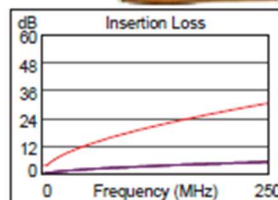
## Wire Map (T568A)

PASS



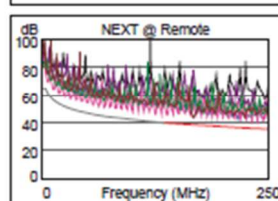
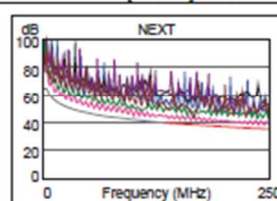
Length (m) [Pair 78] 15.9  
 Prop. Delay (ns), Limit 498 81  
 Delay Skew (ns), Limit 44 4  
 Resistance (ohms), Limit 21.0 2.8

Insertion Loss Margin (dB) [Pair 45] 25.1  
 Frequency (MHz) [Pair 45] 250.0  
 Limit (dB) [Pair 45] 30.7

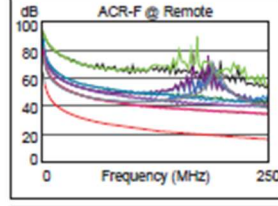
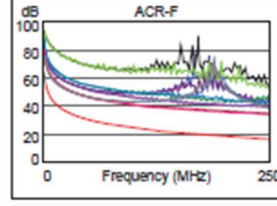


## Worst Case Margin Worst Case Value

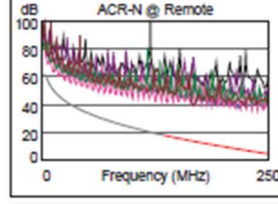
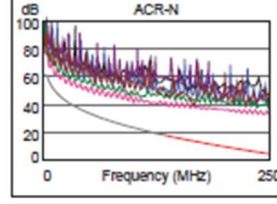
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	45-78	12-45	12-45
NEXT (dB)	2.6	5.4	2.7	5.9
Freq. (MHz)	225.5	187.0	244.5	244.5
Limit (dB)	36.1	38.2	35.5	35.5
Worst Pair	45	12	12	12
PS NEXT (dB)	4.1	8.1	4.5	8.1
Freq. (MHz)	225.0	244.5	250.0	244.5
Limit (dB)	33.5	32.9	32.7	32.9



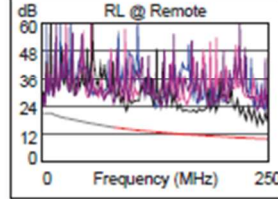
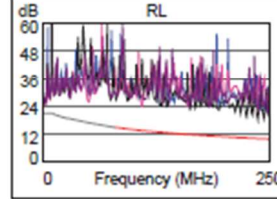
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45-78	78-45	78-36	78-36
ACR-F (dB)	14.3	14.3	17.6	17.9
Freq. (MHz)	3.1	3.1	244.0	250.0
Limit (dB)	54.3	54.3	16.4	16.2
Worst Pair	78	78	78	78
PS ACR-F (dB)	14.8	14.8	19.6	19.5
Freq. (MHz)	2.1	2.1	249.5	244.0
Limit (dB)	54.6	54.6	13.2	13.4



PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	12-45	12-45	12-45
ACR-N (dB)	20.9	23.8	27.5	30.7
Freq. (MHz)	138.0	138.0	244.5	244.5
Limit (dB)	17.5	17.5	5.2	5.2
Worst Pair	45	12	12	12
PS ACR-N (dB)	22.7	25.8	29.7	31.0
Freq. (MHz)	138.0	138.0	250.0	244.5
Limit (dB)	14.9	14.9	2.0	2.6



PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45	45	45	45
RL (dB)	8.0	5.9	8.0	5.9
Freq. (MHz)	237.5	237.5	237.5	237.5
Limit (dB)	10.2	10.2	10.2	10.2



## Compliant Network Standards:

10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 100BASE-T ATM-25 ATM-51  
 ATM-155 100VG-AnyLan TR-4  
 TR-16 Active TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUSMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS13 FTP

Test Summary: PASS

Date / Time: 09/29/2016 08:36:31am  
 Headroom: 9.1 dB (NEXT 36-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 FTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 80.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654028  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

## Wire Map (T568A)

PASS

1	1
2	2
3	3
6	6
4	4
5	5
7	7
8	8
9	9

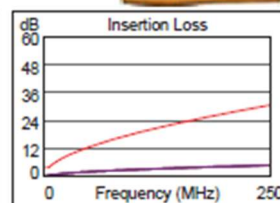


14.6 m

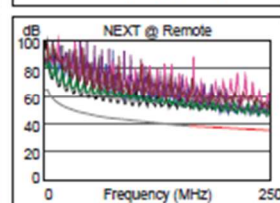
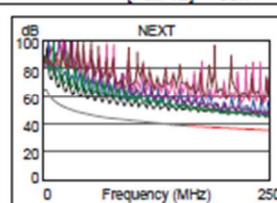


Length (m)	[Pair 12]	14.6
Prop. Delay (ns), Limit 498		63
Delay Skew (ns), Limit 44		2
Resistance (ohms), Limit 21.0		2.4

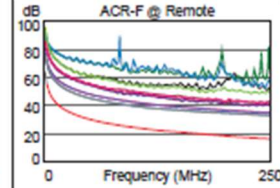
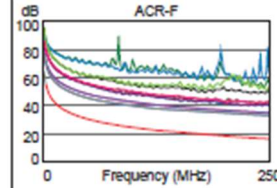
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 12]	25.8
Frequency (MHz)	[Pair 12]	250.0
Limit (dB)	[Pair 12]	30.7



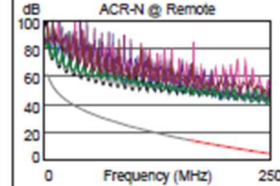
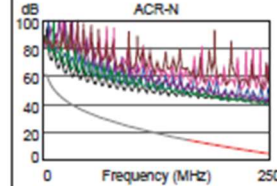
PASS	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-78	36-78	36-78	36-78
NEXT (dB)	9.1	10.0	9.1	10.0
Freq. (MHz)	247.0	246.0	247.0	246.5
Limit (dB)	35.4	35.5	35.4	35.4
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	8.1	9.1	8.1	9.1
Freq. (MHz)	246.0	245.0	246.0	245.0
Limit (dB)	32.8	32.9	32.8	32.9



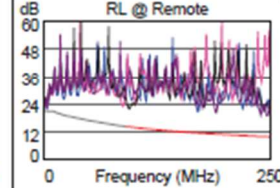
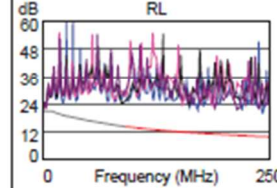
PASS	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45-78	45-78	45-78	78-45
ACR-F (dB)	14.2	14.2	16.5	16.7
Freq. (MHz)	2.8	2.8	246.0	250.0
Limit (dB)	55.4	55.4	16.4	16.2
Worst Pair	45	45	45	45
PS ACR-F (dB)	14.4	14.6	17.5	17.4
Freq. (MHz)	2.0	2.1	245.5	246.0
Limit (dB)	55.2	54.6	13.4	13.4



PASS	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-78	12-36	36-78	36-78
ACR-N (dB)	31.5	32.8	34.6	35.5
Freq. (MHz)	171.0	194.5	247.0	246.5
Limit (dB)	13.2	10.5	5.0	5.0
Worst Pair	12	12	36	36
PS ACR-N (dB)	31.7	32.1	33.6	34.6
Freq. (MHz)	163.0	162.5	246.0	245.0
Limit (dB)	11.6	11.7	2.4	2.5



PASS	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12	45	12	78
RL (dB)	9.5	7.8	10.1	9.0
Freq. (MHz)	170.0	93.8	242.5	247.0
Limit (dB)	11.7	14.3	10.2	10.1



## Compliant Network Standards:

10BASE-T	100BASE-TX	100BASE-T4
100BASE-T	ATM-25	ATM-51
ATM-155	100VG-AnyLan	TR-4
TR-16 Active	TR-16 Passive	

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS14 UTP

Test Summary: PASS

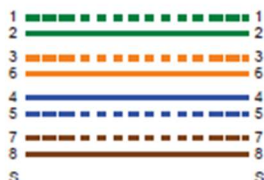
Date / Time: 09/29/2018 08:40:17 am  
 Headroom: 3.7 dB (NEXT 45-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 69.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

## Wire Map (T568A)

PASS

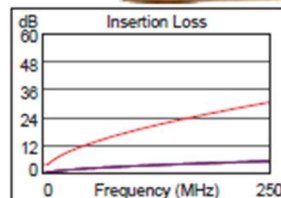


15.9 m



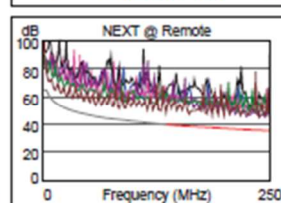
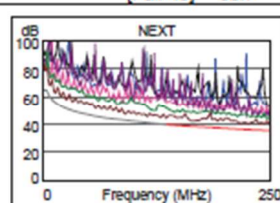
Length (m) [Pair 78] 15.9  
 Prop. Delay (ns), Limit 498 81  
 Delay Skew (ns), Limit 44 4  
 Resistance (ohms), Limit 21.0 2.8

Insertion Loss Margin (dB) [Pair 45] 25.2  
 Frequency (MHz) [Pair 45] 250.0  
 Limit (dB) [Pair 45] 30.7

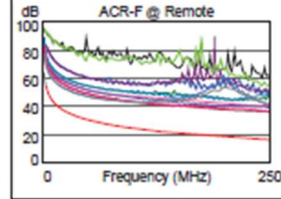
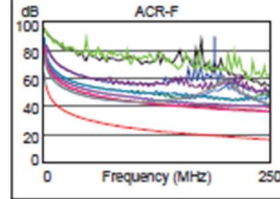


## Worst Case Margin Worst Case Value

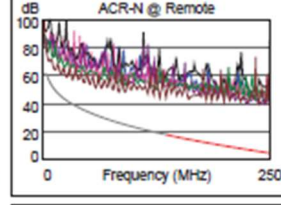
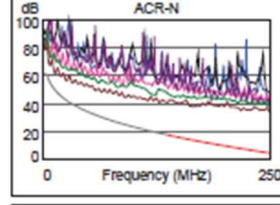
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45-78	36-45	45-78	36-45
NEXT (dB)	3.7	8.3	3.9	8.3
Freq. (MHz)	218.0	237.5	250.0	237.5
Limit (dB)	36.3	35.7	35.3	35.7
Worst Pair	45	45	45	45
PS NEXT (dB)	5.3	8.2	5.3	8.2
Freq. (MHz)	218.0	237.5	250.0	237.5
Limit (dB)	33.7	33.1	32.7	33.1



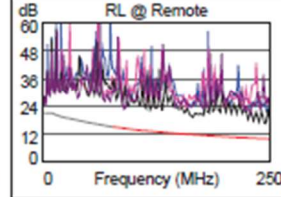
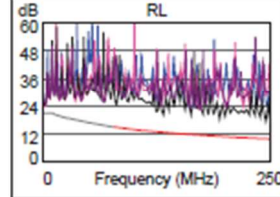
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45-78	78-45	78-36	36-78
ACR-F (dB)	15.0	15.0	19.8	19.9
Freq. (MHz)	3.1	3.1	247.0	247.0
Limit (dB)	54.3	54.3	16.3	16.3
Worst Pair	45	45	78	78
PS ACR-F (dB)	15.8	15.8	22.0	21.6
Freq. (MHz)	2.4	2.4	250.0	249.0
Limit (dB)	53.7	53.7	13.2	13.3



PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45-78	45-78	45-78	36-45
ACR-N (dB)	23.9	28.5	29.1	32.7
Freq. (MHz)	161.0	161.0	250.0	237.5
Limit (dB)	14.5	14.5	4.7	5.9
Worst Pair	45	45	45	45
PS ACR-N (dB)	24.9	28.5	30.5	32.6
Freq. (MHz)	136.0	136.0	250.0	237.5
Limit (dB)	15.2	15.2	2.0	3.3



PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	45	45	45	45
RL (dB)	6.9	6.1	6.9	6.1
Freq. (MHz)	131.5	245.0	245.0	245.0
Limit (dB)	12.8	10.1	10.1	10.1



Compliant Network Standards:  
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 100BASE-T ATM-25 ATM-51  
 ATM-155 100VG-AnyLan TR-4  
 TR-16 Active TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS15 CAT6A

Test Summary: PASS

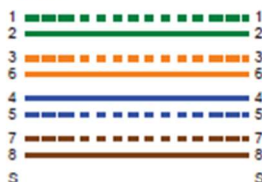
Date / Time: 09/29/2018 08:45:47am  
 Headroom: 5.2 dB (NEXT 36-45)  
 Test Limit: EN50173 PL2 Class Ea  
 Cable Type: Cat 6A UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 66.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

## Wire Map (T568A)

PASS

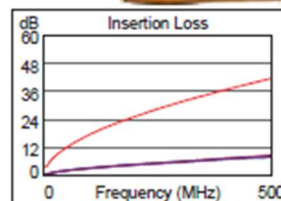


16.6 m

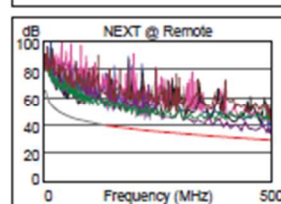
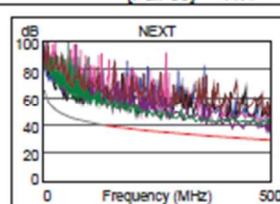


Length (m) [Pair 36] 16.6  
 Prop. Delay (ns), Limit 496 89  
 Delay Skew (ns), Limit 43 5  
 Resistance (ohms), Limit 20.6 2.7

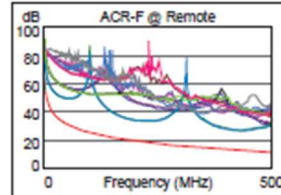
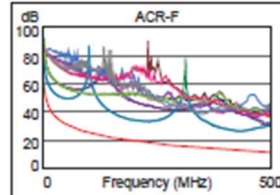
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 36] 32.1  
 Frequency (MHz) [Pair 36] 488.0  
 Limit (dB) [Pair 36] 41.1



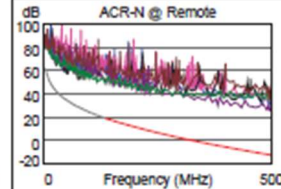
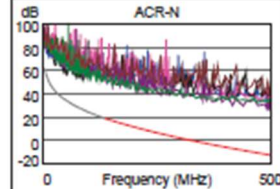
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	36-45	36-45	36-45
NEXT (dB)	5.7	5.2	5.7	5.3
Freq. (MHz)	490.0	422.0	490.0	496.0
Limit (dB)	29.4	30.8	29.4	29.3
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	7.1	6.7	7.1	6.7
Freq. (MHz)	490.0	496.0	496.0	496.0
Limit (dB)	26.6	26.5	26.5	26.5



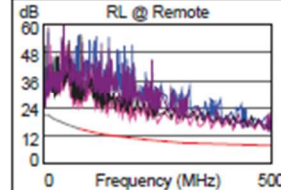
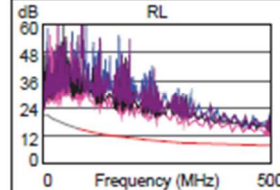
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	45-36	36-45	45-36
ACR-F (dB)	13.6	13.4	13.6	13.4
Freq. (MHz)	428.0	428.0	435.0	434.0
Limit (dB)	12.6	12.6	12.5	12.5
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR-F (dB)	16.4	16.3	16.4	16.3
Freq. (MHz)	434.0	428.0	434.0	435.0
Limit (dB)	9.5	9.6	9.5	9.5



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	36-45	36-45	36-45
ACR-N (dB)	29.9	29.6	38.4	38.2
Freq. (MHz)	151.5	139.0	490.0	496.0
Limit (dB)	17.0	18.6	-11.7	-12.1
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR-N (dB)	29.2	29.6	39.9	39.5
Freq. (MHz)	151.5	151.5	496.0	496.0
Limit (dB)	14.4	14.4	-15.0	-15.0



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36	36	36	36
RL (dB)	4.6	6.3	4.6	6.3
Freq. (MHz)	482.0	482.0	482.0	482.0
Limit (dB)	8.0	8.0	8.0	8.0



## Compliant Network Standards:

10BASE-T  
 100BASE-T  
 ATM-51  
 TR-4

100BASE-TX  
 10GBASE-T  
 ATM-155  
 TR-16 Active

100BASE-T4  
 ATM-25  
 100VG-AnyLan  
 TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS16 CAT6A

Test Summary: PASS

Date / Time: 09/29/2016 08:47:52am  
 Headroom: 5.1 dB (NEXT 36-45)  
 Test Limit: EN50173 PL2 Class Ea  
 Cable Type: Cat 6A UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 66.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9854025  
 Remote S/N: 9854026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

## Wire Map (T568A)

PASS

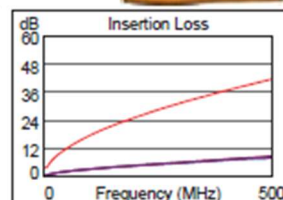


16.6 m

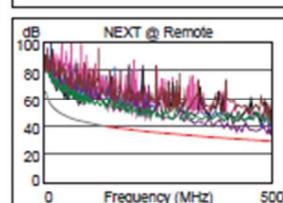
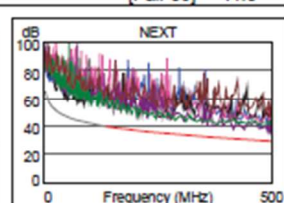


Length (m) [Pair 36] 16.6  
 Prop. Delay (ns), Limit 496 89  
 Delay Skew (ns), Limit 43 5  
 Resistance (ohms), Limit 20.6 2.6

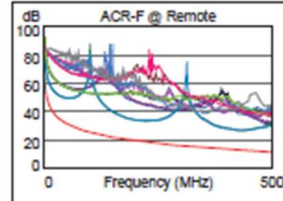
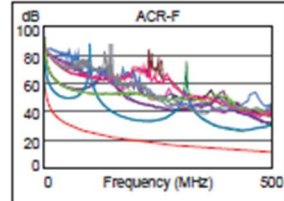
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 36] 32.3  
 Frequency (MHz) [Pair 36] 493.0  
 Limit (dB) [Pair 36] 41.3



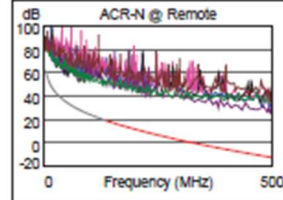
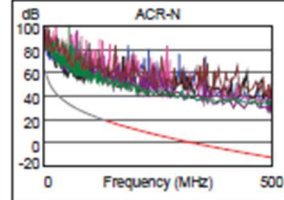
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	36-45	36-45	36-45
NEXT (dB)	5.6	5.1	5.6	5.2
Freq. (MHz)	490.0	422.0	490.0	496.0
Limit (dB)	29.4	30.8	29.4	29.3
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	7.0	6.6	7.0	6.6
Freq. (MHz)	490.0	496.0	490.0	496.0
Limit (dB)	26.6	26.5	26.6	26.5



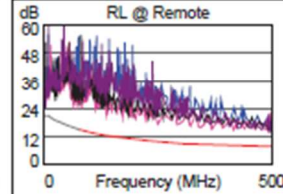
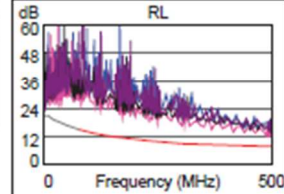
	MAIN		SR	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	45-36	36-45	45-36
ACR-F (dB)	13.6	13.4	13.6	13.4
Freq. (MHz)	428.0	428.0	435.0	434.0
Limit (dB)	12.6	12.6	12.5	12.5
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR-F (dB)	16.4	16.3	16.4	16.3
Freq. (MHz)	434.0	428.0	434.0	435.0
Limit (dB)	9.5	9.6	9.5	9.5



	MAIN		SR	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	36-45	36-45	36-45
ACR-N (dB)	29.9	29.7	38.3	38.0
Freq. (MHz)	152.0	139.0	490.0	496.0
Limit (dB)	18.9	18.6	-11.7	-12.1
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR-N (dB)	29.2	29.6	39.5	39.4
Freq. (MHz)	152.0	151.5	490.0	496.0
Limit (dB)	14.3	14.4	-14.6	-15.0



	MAIN		SR	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36	36	36	36
RL (dB)	4.3	6.4	4.3	6.4
Freq. (MHz)	493.0	481.0	493.0	481.0
Limit (dB)	8.0	8.0	8.0	8.0



## Compliant Network Standards:

10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 100BASE-T 10GBASE-T ATM-25  
 ATM-51 ATM-155 100VG-AnyLan  
 TR-4 TR-16 Active TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS17 UTP

Test Summary: PASS

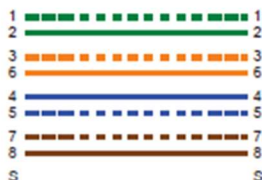
Date / Time: 09/29/2016 08:49:32am  
 Headroom: 3.7 dB (NEXT 45-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 69.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

## Wire Map (T568A)

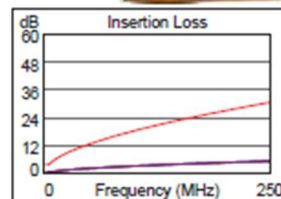
PASS



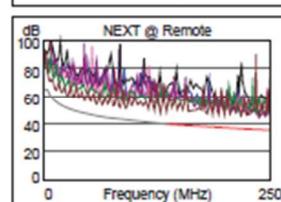
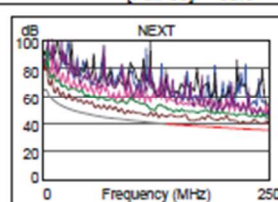
15.9 m



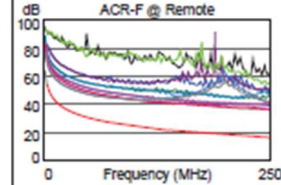
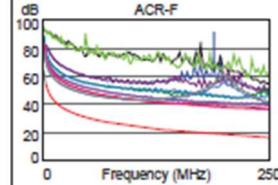
Length (m)	[Pair 78]	15.9
Prop. Delay (ns), Limit 498		81
Delay Skew (ns), Limit 44		4
Resistance (ohms), Limit 21.0		2.8
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	25.1
Frequency (MHz)	[Pair 36]	249.5
Limit (dB)	[Pair 36]	30.6



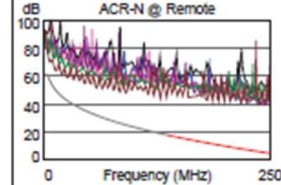
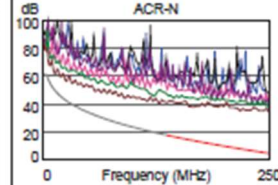
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	36-45	45-78	36-45
NEXT (dB)	3.7	8.6	4.2	8.6
Freq. (MHz)	165.5	237.5	250.0	237.5
Limit (dB)	38.3	35.7	35.3	35.7
Worst Pair	45	45	45	45
PS NEXT (dB)	5.3	8.3	5.3	8.3
Freq. (MHz)	244.0	237.5	244.0	237.5
Limit (dB)	32.9	33.1	32.9	33.1



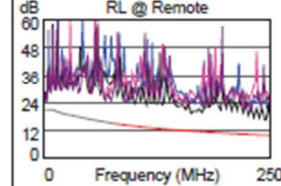
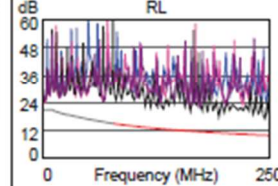
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	78-36	36-78
ACR-F (dB)	15.4	15.4	19.8	19.8
Freq. (MHz)	3.3	3.3	241.0	242.0
Limit (dB)	54.0	54.0	16.5	16.5
Worst Pair	45	45	78	78
PS ACR-F (dB)	16.1	16.0	22.0	21.9
Freq. (MHz)	2.5	2.5	250.0	249.5
Limit (dB)	53.2	53.2	13.2	13.2



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	45-78	36-45
ACR-N (dB)	23.7	28.6	29.4	33.0
Freq. (MHz)	162.0	160.5	250.0	237.5
Limit (dB)	14.3	14.5	4.7	5.9
Worst Pair	45	45	45	45
PS ACR-N (dB)	25.2	29.7	30.1	32.7
Freq. (MHz)	136.5	136.5	244.0	237.5
Limit (dB)	15.1	15.1	2.6	3.3



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45	45	45	45
RL (dB)	6.8	6.1	6.8	6.1
Freq. (MHz)	245.0	245.0	245.0	245.0
Limit (dB)	10.1	10.1	10.1	10.1



Compliant Network Standards:  
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 100BASE-T ATM-25 ATM-51  
 ATM-155 100VG-AnyLan TR-4  
 TR-16 Active TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.fw



## Cable ID: MITTAUS18 FTP

Test Summary: PASS

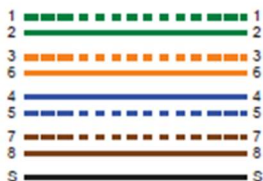
Date / Time: 09/29/2016 08:51:08am  
 Headroom: 9.3 dB (NEXT 36-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 FTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 80.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

## Wire Map (T568A)

PASS

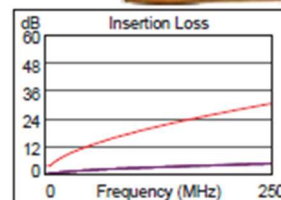


14.9 m

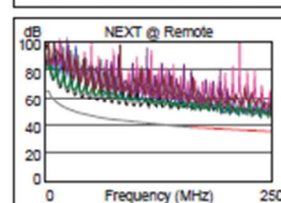
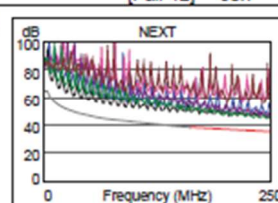


Length (m) [Pair 12] 14.9  
 Prop. Delay (ns, Limit 498) 63  
 Delay Skew (ns, Limit 44) 1  
 Resistance (ohms, Limit 21.0) 2.3

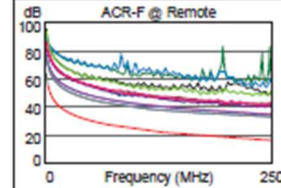
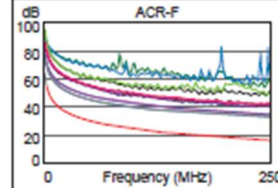
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 12] 25.8  
 Frequency (MHz) [Pair 12] 250.0  
 Limit (dB) [Pair 12] 30.7



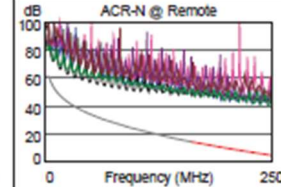
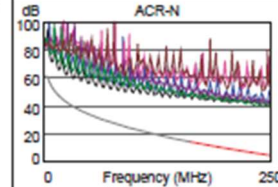
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-78	36-78	36-78	36-78
NEXT (dB)	9.3	10.1	9.3	10.1
Freq. (MHz)	246.5	238.0	246.5	246.5
Limit (dB)	35.4	35.7	35.4	35.4
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	8.3	9.4	8.3	9.4
Freq. (MHz)	246.0	237.0	246.0	245.0
Limit (dB)	32.8	33.1	32.8	32.9



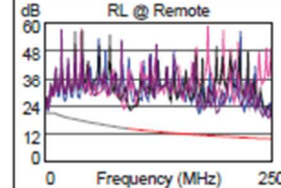
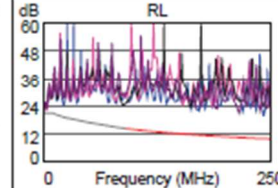
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	45-78	78-45
ACR-F (dB)	14.3	14.3	16.6	16.7
Freq. (MHz)	2.9	2.9	247.0	249.5
Limit (dB)	55.0	55.0	16.3	16.2
Worst Pair	45	45	45	45
PS ACR-F (dB)	14.5	14.5	17.5	17.4
Freq. (MHz)	2.1	2.4	245.5	245.5
Limit (dB)	54.6	53.7	13.4	13.4



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-78	12-36	36-78	36-78
ACR-N (dB)	31.2	33.4	34.8	35.6
Freq. (MHz)	171.5	194.5	246.5	246.5
Limit (dB)	13.2	10.5	5.0	5.0
Worst Pair	12	12	36	36
PS ACR-N (dB)	31.6	32.7	33.8	34.9
Freq. (MHz)	163.5	163.0	246.0	245.0
Limit (dB)	11.6	11.6	2.4	2.5



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12	45	12	78
RL (dB)	9.5	7.8	9.9	8.8
Freq. (MHz)	170.0	94.0	242.5	246.5
Limit (dB)	11.7	14.3	10.2	10.1



## Compliant Network Standards:

10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4  
 100BASE-T      ATM-25      ATM-51  
 ATM-155      100VG-AnyLan      TR-4  
 TR-16 Active      TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.fw





## Cable ID: MITTAUS19 UTP

Test Summary: PASS

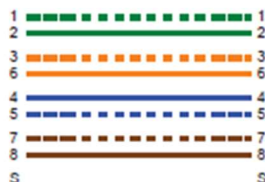
Date / Time: 09/29/2018 10:27:29am  
 Headroom: 3.2 dB (NEXT 45-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 69.0%

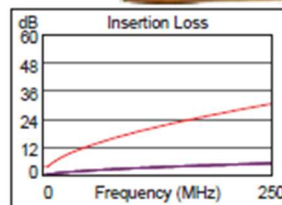
Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

## Wire Map (T568A)

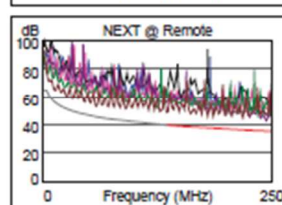
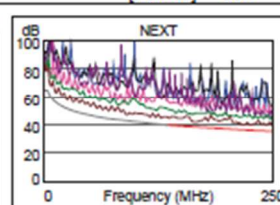
PASS



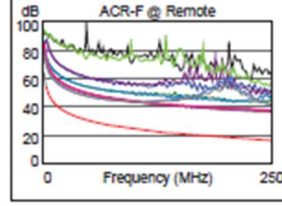
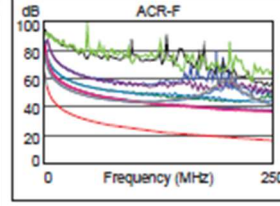
Length (m)	[Pair 78]	15.9
Prop. Delay (ns), Limit 498		81
Delay Skew (ns), Limit 44		4
Resistance (ohms), Limit 21.0		2.8
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 45]	25.2
Frequency (MHz)	[Pair 45]	250.0
Limit (dB)	[Pair 45]	30.7



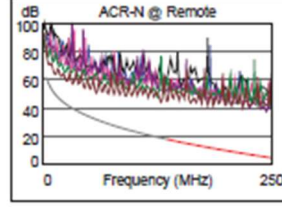
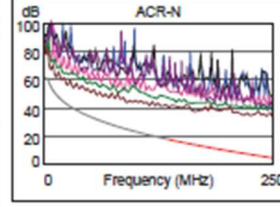
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	36-45	45-78	36-45
NEXT (dB)	3.2	7.4	3.7	7.4
Freq. (MHz)	218.5	244.0	250.0	244.0
Limit (dB)	36.3	35.5	35.3	35.5
Worst Pair	45	45	45	45
PS NEXT (dB)	4.9	7.7	5.0	7.7
Freq. (MHz)	218.0	244.0	244.0	244.0
Limit (dB)	33.7	32.9	32.9	32.9



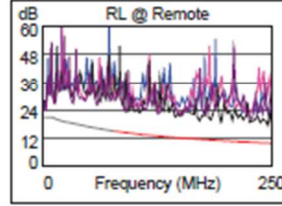
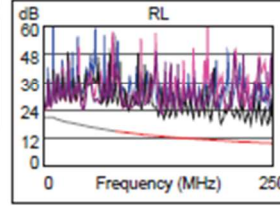
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	78-45	78-45	78-36	36-78
ACR-F (dB)	15.4	15.4	19.9	20.0
Freq. (MHz)	3.3	3.3	243.0	243.0
Limit (dB)	54.0	54.0	16.5	16.5
Worst Pair	45	45	45	78
PS ACR-F (dB)	15.3	15.4	22.1	21.8
Freq. (MHz)	2.3	2.3	248.5	249.0
Limit (dB)	54.1	54.1	13.3	13.3



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	45-78	36-45
ACR-N (dB)	23.5	29.1	29.0	32.2
Freq. (MHz)	165.0	161.0	250.0	244.5
Limit (dB)	14.0	14.5	4.7	5.2
Worst Pair	45	45	45	45
PS ACR-N (dB)	24.7	28.3	30.4	32.5
Freq. (MHz)	136.0	136.0	250.0	244.5
Limit (dB)	15.2	15.2	2.0	2.6



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45	45	45	45
RL (dB)	6.6	7.0	6.6	7.1
Freq. (MHz)	194.5	227.0	194.5	238.5
Limit (dB)	11.1	10.4	11.1	10.2



Compliant Network Standards:  
 10BASE-T 100BASE-TX  
 100BASE-T ATM-25  
 ATM-155 100VG-AnyLan  
 TR-16 Active TR-16 Passive

100BASE-T4  
 ATM-51  
 TR-4

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw

LinkWare Version 6.2



## Cable ID: MITTAUS20 CAT6A

Test Summary: PASS

Date / Time: 09/29/2016 10:39:43am  
 Headroom: 5.1 dB (NEXT 36-45)  
 Test Limit: EN50173 PL2 Class Ea  
 Cable Type: Cat 6A UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 69.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

## Wire Map (T568A)

PASS

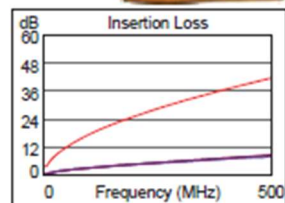


17.4 m

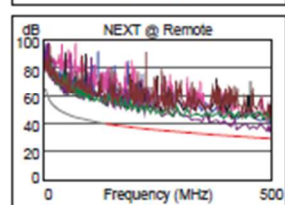
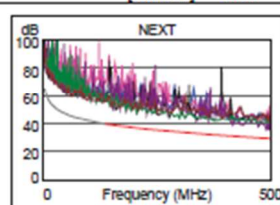


Length (m) [Pair 36] 17.4  
 Prop. Delay (ns), Limit 496 89  
 Delay Skew (ns), Limit 43 5  
 Resistance (ohms), Limit 20.6 2.7

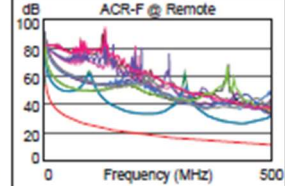
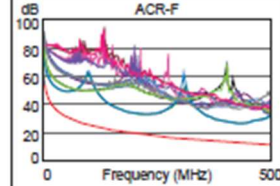
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 36] 32.5  
 Frequency (MHz) [Pair 36] 494.0  
 Limit (dB) [Pair 36] 41.4



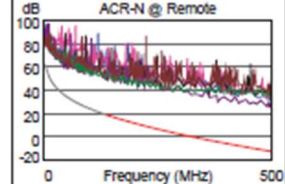
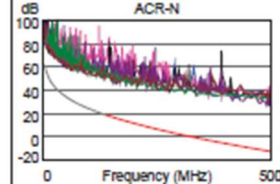
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	36-45	36-45	36-45
NEXT (dB)	6.0	5.1	6.0	5.1
Freq. (MHz)	491.0	423.0	491.0	497.0
Limit (dB)	29.4	30.8	29.4	29.3
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	7.2	6.8	7.2	6.8
Freq. (MHz)	490.0	496.0	490.0	496.0
Limit (dB)	26.6	26.5	26.6	26.5



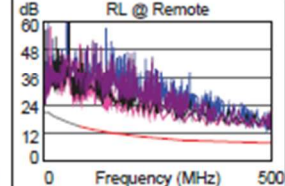
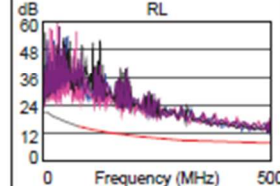
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	45-36	45-36	45-36
ACR-F (dB)	13.4	13.3	13.4	13.3
Freq. (MHz)	423.0	423.0	435.0	429.0
Limit (dB)	12.7	12.7	12.5	12.6
Worst Pair	36	45	36	45
PS ACR-F (dB)	16.0	16.1	16.1	16.2
Freq. (MHz)	424.0	424.0	435.0	435.0
Limit (dB)	9.7	9.7	9.5	9.5



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-78	36-45	36-45	36-45
ACR-N (dB)	29.2	30.1	38.7	38.0
Freq. (MHz)	160.0	151.5	491.0	497.0
Limit (dB)	16.0	17.0	-11.8	-12.2
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR-N (dB)	29.7	30.1	39.7	39.6
Freq. (MHz)	152.5	151.5	490.0	496.0
Limit (dB)	14.3	14.4	-14.6	-15.0



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12	12	12	12
RL (dB)	3.6	5.7	3.6	5.7
Freq. (MHz)	500.0	494.0	500.0	494.0
Limit (dB)	8.0	8.0	8.0	8.0



## Compliant Network Standards:

10BASE-T	100BASE-TX	100BASE-T4
100BASE-T	10GBASE-T	ATM-25
ATM-S1	ATM-155	100VG-AnyLan
TR-4	TR-16 Active	TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS21 CAT6A

Test Summary: PASS

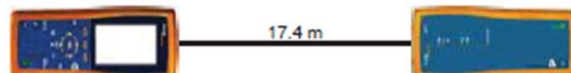
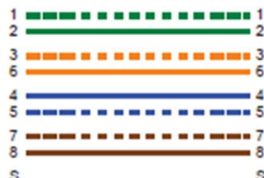
Date / Time: 09/29/2016 10:48:49am  
 Headroom: 5.0 dB (NEXT 36-45)  
 Test Limit: EN50173 PL2 Class Ea  
 Cable Type: Cat 6A UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 69.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

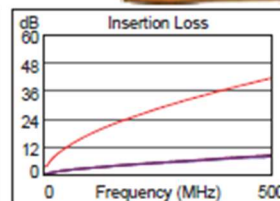
## Wire Map (T568A)

PASS

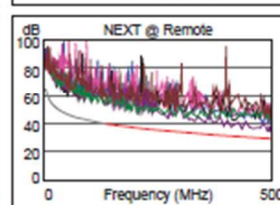
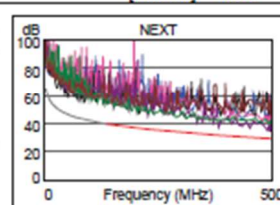


Length (m) [Pair 36] 17.4  
 Prop. Delay (ns), Limit 496 89  
 Delay Skew (ns), Limit 43 5  
 Resistance (ohms), Limit 20.6 2.7

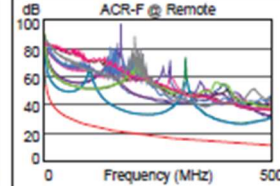
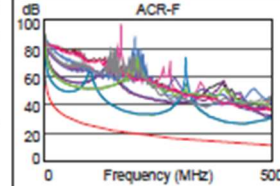
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 36] 32.7  
 Frequency (MHz) [Pair 36] 500.0  
 Limit (dB) [Pair 36] 41.6



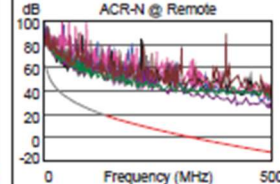
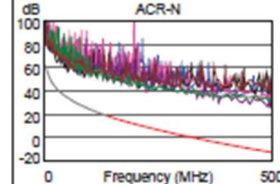
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	36-45	36-45	36-45
<b>NEXT (dB)</b>	5.5	5.0	5.5	5.1
Freq. (MHz)	491.0	423.0	497.0	497.0
Limit (dB)	29.4	30.8	29.3	29.3
Worst Pair	36	36	36	36
<b>PS NEXT (dB)</b>	6.9	6.8	7.2	6.8
Freq. (MHz)	383.0	497.0	497.0	497.0
Limit (dB)	29.0	26.4	26.4	26.4



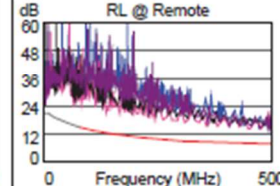
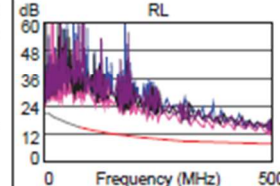
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	45-36	36-45	45-36
<b>ACR-F (dB)</b>	13.4	13.2	13.4	13.2
Freq. (MHz)	430.0	430.0	430.0	430.0
Limit (dB)	12.6	12.6	12.6	12.6
Worst Pair	36	36	36	36
<b>PS ACR-F (dB)</b>	16.1	16.0	16.1	16.0
Freq. (MHz)	424.0	430.0	435.0	430.0
Limit (dB)	9.7	9.6	9.5	9.6



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	36-45	36-45	36-45
<b>ACR-N (dB)</b>	29.9	29.7	38.5	38.1
Freq. (MHz)	152.0	151.5	497.0	498.0
Limit (dB)	16.9	17.0	-12.2	-12.3
Worst Pair	36	36	36	36
<b>PS ACR-N (dB)</b>	29.6	29.9	40.0	39.6
Freq. (MHz)	152.0	151.5	497.0	497.0
Limit (dB)	14.3	14.4	-15.1	-15.1



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36	12	36	12
<b>RL (dB)</b>	4.2	5.8	4.2	5.8
Freq. (MHz)	495.0	495.0	495.0	495.0
Limit (dB)	8.0	8.0	8.0	8.0



## Compliant Network Standards:

10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 100BASE-T 10GBASE-T ATM-25  
 ATM-S1 ATM-155 100VG-AnyLan  
 TR-4 TR-16 Active TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUSMITTAUKSET

UNTITLED.fw



## Cable ID: MITTAUS22 CAT6A

Test Summary: PASS

Date / Time: 09/29/2016 10:52:56am  
 Headroom: 5.0 dB (NEXT 36-45)  
 Test Limit: EN50173 PL2 Class Ea  
 Cable Type: Cat 6A UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 69.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9854025  
 Remote S/N: 9854028  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

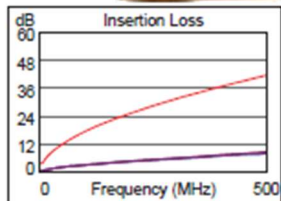
## Wire Map (T568A)

PASS

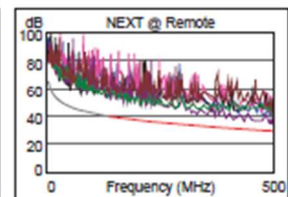
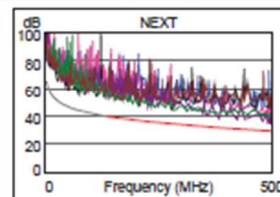


Length (m) [Pair 36] 17.4  
 Prop. Delay (ns), Limit 496 89  
 Delay Skew (ns), Limit 43 5  
 Resistance (ohms), Limit 20.6 2.8

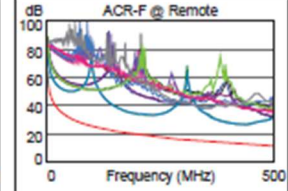
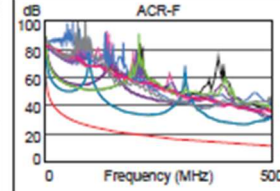
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 36] 32.7  
 Frequency (MHz) [Pair 36] 500.0  
 Limit (dB) [Pair 36] 41.6



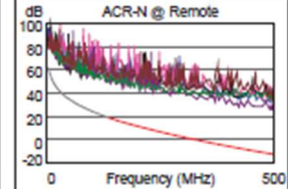
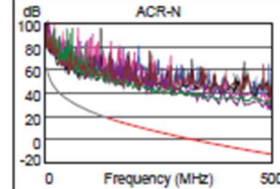
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	36-45	36-45	36-45
<b>NEXT (dB)</b>	5.5	5.0	5.5	5.0
Freq. (MHz)	491.0	423.0	497.0	498.0
Limit (dB)	29.4	30.8	29.3	29.3
Worst Pair	36	36	36	36
<b>PS NEXT (dB)</b>	7.1	6.9	7.2	6.9
Freq. (MHz)	383.0	497.0	497.0	497.0
Limit (dB)	29.0	26.4	26.4	26.4



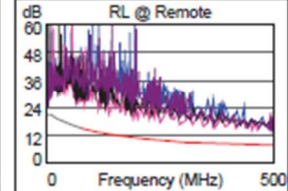
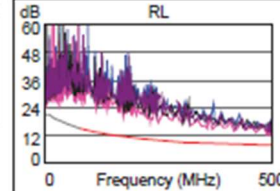
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	45-36	36-45	45-36
<b>ACR-F (dB)</b>	13.5	13.3	13.5	13.3
Freq. (MHz)	424.0	424.0	430.0	430.0
Limit (dB)	12.7	12.7	12.6	12.6
Worst Pair	36	36	36	36
<b>PS ACR-F (dB)</b>	16.1	16.1	16.1	16.1
Freq. (MHz)	425.0	430.0	430.0	430.0
Limit (dB)	9.7	9.6	9.6	9.6



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-78	36-45	36-45	36-45
<b>ACR-N (dB)</b>	30.4	30.2	38.5	38.0
Freq. (MHz)	152.0	151.5	497.0	498.0
Limit (dB)	16.9	17.0	-12.2	-12.3
Worst Pair	36	36	36	36
<b>PS ACR-N (dB)</b>	29.9	30.1	40.0	39.7
Freq. (MHz)	152.0	151.5	497.0	497.0
Limit (dB)	14.3	14.4	-15.1	-15.1



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36	12	36	12
<b>RL (dB)</b>	4.3	5.7	4.3	5.7
Freq. (MHz)	495.0	495.0	495.0	495.0
Limit (dB)	8.0	8.0	8.0	8.0



## Compliant Network Standards:

10BASE-T	100BASE-TX	100BASE-T4
100BASE-T	10GBASE-T	ATM-25
ATM-S1	ATM-155	100VG-AnyLan
TR-4	TR-16 Active	TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.fw



## Cable ID: MITTAUS23 CAT6A

Test Summary: PASS

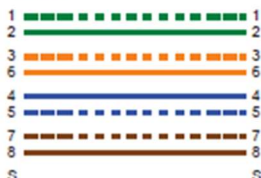
Date / Time: 09/29/2016 10:59:32am  
 Headroom: 5.0 dB (NEXT 36-45)  
 Test Limit: EN50173 PL2 Class Ea  
 Cable Type: Cat 6A UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 69.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

## Wire Map (T568A)

PASS

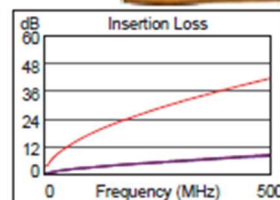


17.4 m

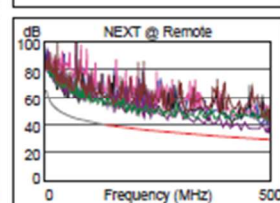
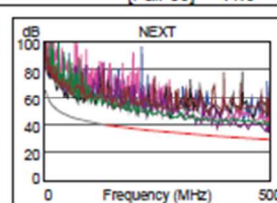


Length (m) [Pair 36] 17.4  
 Prop. Delay (ns), Limit 496 89  
 Delay Skew (ns), Limit 43 5  
 Resistance (ohms), Limit 20.6 2.7

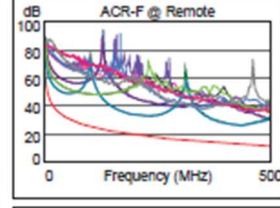
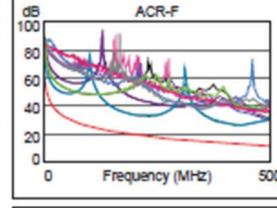
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 36] 32.7  
 Frequency (MHz) [Pair 36] 500.0  
 Limit (dB) [Pair 36] 41.6



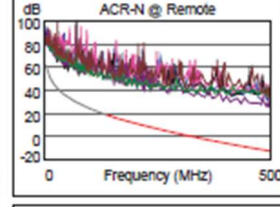
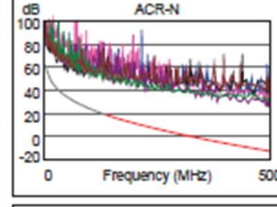
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	36-45	36-45	36-45
NEXT (dB)	5.5	5.0	5.5	5.0
Freq. (MHz)	492.0	497.0	497.0	497.0
Limit (dB)	29.4	29.3	29.3	29.3
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	7.0	6.5	7.1	6.5
Freq. (MHz)	383.0	497.0	497.0	497.0
Limit (dB)	29.0	26.4	26.4	26.4



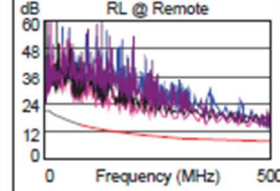
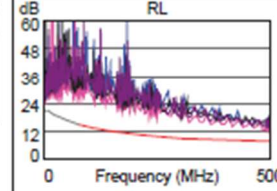
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	45-36	36-45	45-36
ACR-F (dB)	13.3	13.1	13.3	13.1
Freq. (MHz)	430.0	430.0	430.0	430.0
Limit (dB)	12.6	12.6	12.6	12.6
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR-F (dB)	15.9	15.9	15.9	15.9
Freq. (MHz)	423.0	430.0	436.0	430.0
Limit (dB)	9.7	9.6	9.4	9.6



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	36-45	36-45	36-45
ACR-N (dB)	30.0	29.5	38.5	38.0
Freq. (MHz)	152.5	139.5	498.0	498.0
Limit (dB)	16.9	18.5	-12.3	-12.3
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR-N (dB)	29.9	30.1	39.9	39.3
Freq. (MHz)	152.0	152.0	497.0	497.0
Limit (dB)	14.3	14.3	-15.1	-15.1



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36	12	36	12
RL (dB)	4.2	5.8	4.2	5.8
Freq. (MHz)	495.0	495.0	495.0	495.0
Limit (dB)	8.0	8.0	8.0	8.0



## Compliant Network Standards:

10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 100BASE-T ATM-25  
 ATM-S1 ATM-155 100VG-AnyLan  
 TR-4 TR-16 Active TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUSMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS24 CAT6A

Test Summary: PASS

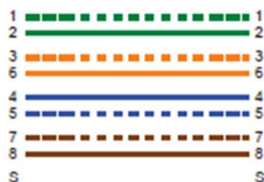
Date / Time: 09/29/2016 11:02:12am  
 Headroom: 5.0 dB (NEXT 36-45)  
 Test Limit: EN50173 PL2 Class Ea  
 Cable Type: Cat 6A UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 69.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

## Wire Map (T568A)

PASS

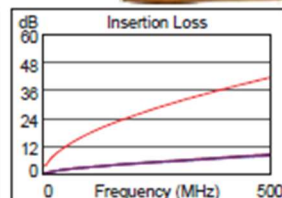


17.4 m

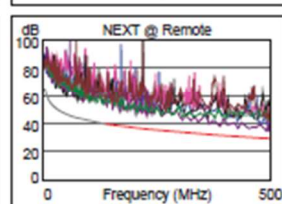
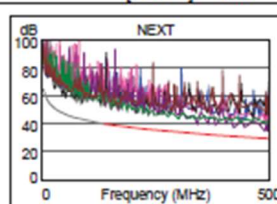


Length (m) [Pair 36] 17.4  
 Prop. Delay (ns), Limit 498 89  
 Delay Skew (ns), Limit 43 5  
 Resistance (ohms), Limit 20.6 2.6

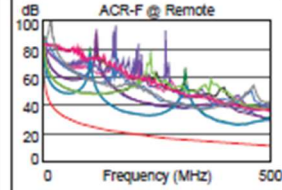
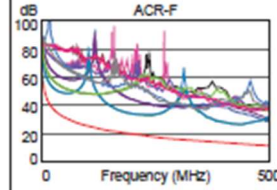
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 36] 32.5  
 Frequency (MHz) [Pair 36] 495.0  
 Limit (dB) [Pair 36] 41.4



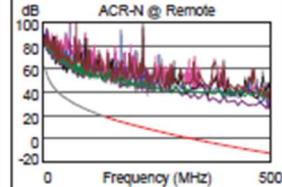
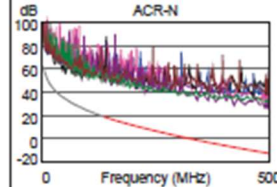
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	36-45	36-45	36-45
NEXT (dB)	5.3	5.0	5.3	5.2
Freq. (MHz)	491.0	423.0	491.0	491.0
Limit (dB)	29.4	30.8	29.4	29.4
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	7.1	6.7	7.1	6.7
Freq. (MHz)	383.0	497.0	492.0	497.0
Limit (dB)	29.0	26.4	26.5	26.4



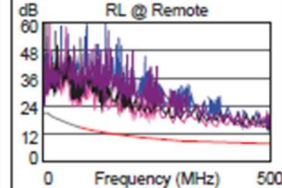
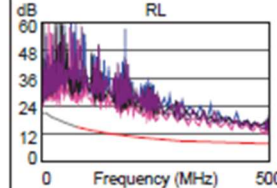
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	45-36	36-45	45-36
ACR-F (dB)	13.4	13.2	13.4	13.2
Freq. (MHz)	424.0	430.0	430.0	430.0
Limit (dB)	12.7	12.6	12.6	12.6
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR-F (dB)	15.8	16.0	15.8	16.0
Freq. (MHz)	424.0	424.0	435.0	430.0
Limit (dB)	9.7	9.7	9.5	9.6



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	36-45	36-45	36-45
ACR-N (dB)	29.2	28.7	38.0	37.9
Freq. (MHz)	152.0	151.5	491.0	491.0
Limit (dB)	16.9	17.0	-11.8	-11.8
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR-N (dB)	29.2	29.2	39.6	39.5
Freq. (MHz)	152.0	151.5	492.0	497.0
Limit (dB)	14.3	14.4	-14.7	-15.1



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36	12	36	12
RL (dB)	4.4	5.6	4.4	5.6
Freq. (MHz)	495.0	495.0	495.0	495.0
Limit (dB)	8.0	8.0	8.0	8.0



## Compliant Network Standards:

10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 1000BASE-T 10GBASE-T ATM-25  
 ATM-51 ATM-155 100VG-AnyLan  
 TR-4 TR-16 Active TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS25 CAT6A

Test Summary: PASS

Date / Time: 09/29/2016 11:06:44am  
 Headroom: 5.1 dB (NEXT 36-45)  
 Test Limit: EN50173 PL2 Class Ea  
 Cable Type: Cat 6A UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 69.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654028  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

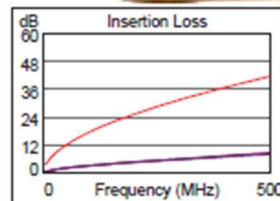
Wire Map (T568A)

PASS

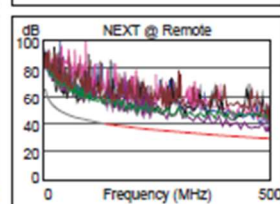
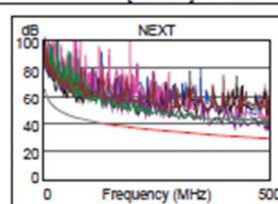


Length (m) [Pair 36] 17.4  
 Prop. Delay (ns), Limit 496 89  
 Delay Skew (ns), Limit 43 5  
 Resistance (ohms), Limit 20.6 2.7

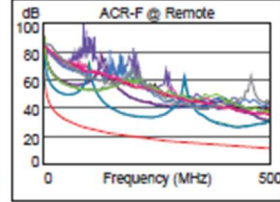
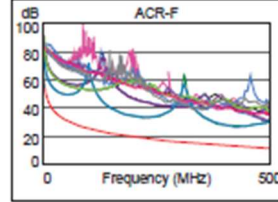
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 36] 32.7  
 Frequency (MHz) [Pair 36] 500.0  
 Limit (dB) [Pair 36] 41.6



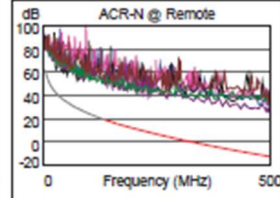
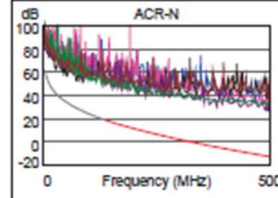
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	36-45	36-45	36-45
<b>NEXT (dB)</b>	5.9	5.1	6.1	5.1
Freq. (MHz)	383.0	423.0	492.0	498.0
Limit (dB)	31.7	30.8	29.4	29.3
Worst Pair	36	36	36	36
<b>PS NEXT (dB)</b>	7.1	6.7	7.5	6.7
Freq. (MHz)	383.0	497.0	492.0	497.0
Limit (dB)	29.0	26.4	26.5	26.4



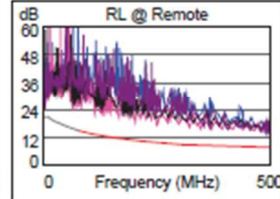
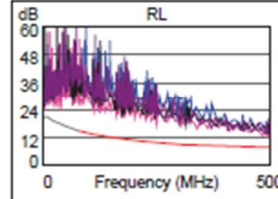
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-36	45-36	36-45	45-36
<b>ACR-F (dB)</b>	13.5	13.4	13.6	13.4
Freq. (MHz)	424.0	430.0	430.0	430.0
Limit (dB)	12.7	12.6	12.6	12.6
Worst Pair	36	36	36	36
<b>PS ACR-F (dB)</b>	16.0	16.2	16.0	16.2
Freq. (MHz)	424.0	430.0	424.0	430.0
Limit (dB)	9.7	9.6	9.7	9.6



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-45	36-45	36-45	36-45
<b>ACR-N (dB)</b>	29.0	28.9	38.9	38.1
Freq. (MHz)	152.0	139.5	492.0	498.0
Limit (dB)	16.9	18.5	-11.9	-12.3
Worst Pair	36	36	36	36
<b>PS ACR-N (dB)</b>	29.0	29.4	40.0	39.5
Freq. (MHz)	152.0	151.5	492.0	497.0
Limit (dB)	14.3	14.4	-14.7	-15.1



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36	36	36	36
<b>RL (dB)</b>	4.7	5.8	4.7	5.8
Freq. (MHz)	495.0	483.0	495.0	483.0
Limit (dB)	8.0	8.0	8.0	8.0



Compliant Network Standards:  
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 100BASE-T 10GBASE-T ATM-25  
 ATM-51 ATM-155 100VG-AnyLan  
 TR-4 TR-16 Active TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS26 FTP

Test Summary: PASS

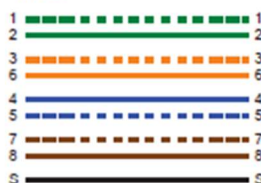
Date / Time: 09/29/2016 11:15:07am  
 Headroom: 9.1 dB (NEXT 36-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 FTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 80.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

## Wire Map (T568A)

PASS

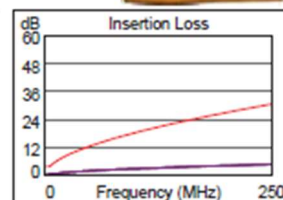


14.9 m

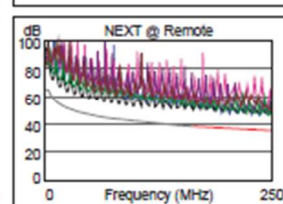
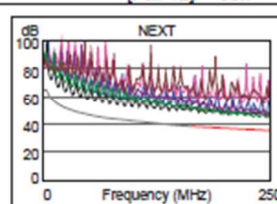


Length (m) [Pair 12] 14.9  
 Prop. Delay (ns), Limit 498 63  
 Delay Skew (ns), Limit 44 1  
 Resistance (ohms), Limit 21.0 2.3

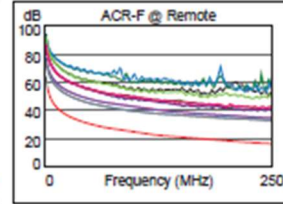
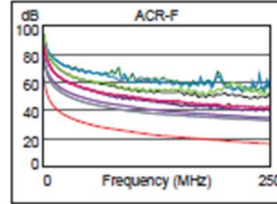
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 12] 25.8  
 Frequency (MHz) [Pair 12] 250.0  
 Limit (dB) [Pair 12] 30.7



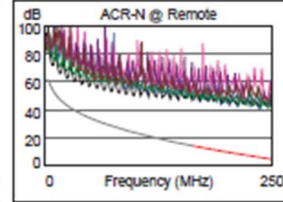
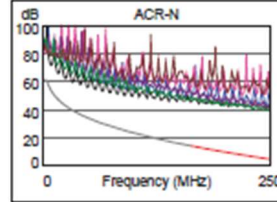
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-78	12-36	36-78	12-36
NEXT (dB)	9.1	10.2	9.1	10.2
Freq. (MHz)	247.5	235.5	247.5	235.5
Limit (dB)	35.4	35.8	35.4	35.8
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	8.3	9.9	8.3	9.9
Freq. (MHz)	248.0	237.5	248.0	245.5
Limit (dB)	32.8	33.1	32.8	32.8



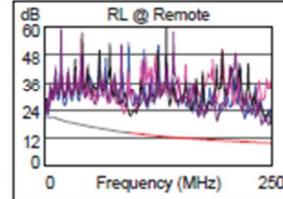
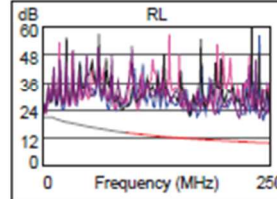
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	78-45	45-78	45-78	45-78
ACR-F (dB)	13.4	13.4	16.6	16.2
Freq. (MHz)	2.6	2.6	248.5	237.5
Limit (dB)	55.8	55.8	16.4	16.7
Worst Pair	45	45	45	45
PS ACR-F (dB)	13.8	13.7	17.3	17.3
Freq. (MHz)	1.9	1.9	247.0	246.5
Limit (dB)	55.7	55.7	13.3	13.4



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-78	12-36	36-78	12-36
ACR-N (dB)	31.2	33.0	34.7	35.1
Freq. (MHz)	171.5	194.5	247.5	236.0
Limit (dB)	13.2	10.5	4.9	6.1
Worst Pair	12	12	36	36
PS ACR-N (dB)	31.6	32.3	33.8	35.3
Freq. (MHz)	171.5	170.5	246.0	245.5
Limit (dB)	10.6	10.7	2.4	2.5



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12	45	12	78
RL (dB)	9.0	7.4	9.7	7.6
Freq. (MHz)	170.5	93.8	243.0	239.5
Limit (dB)	11.7	14.3	10.1	10.2



## Compliant Network Standards:

10BASE-T  
 100BASE-T  
 ATM-155  
 TR-16 Active

100BASE-T4  
 ATM-51  
 TR-4

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw





## Cable ID: MITTAUS27 FTP

Test Summary: PASS

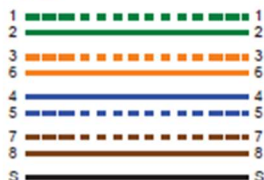
Date / Time: 09/29/2016 11:24:10am  
 Headroom: 8.6 dB (NEXT 36-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 FTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 80.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

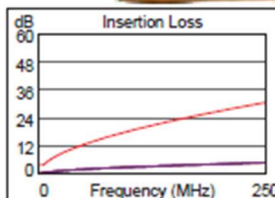
## Wire Map (T568A)

PASS

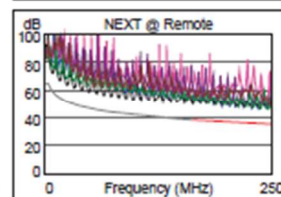
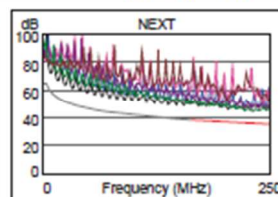


Length (m) [Pair 12] 14.9  
 Prop. Delay (ns), Limit 498 63  
 Delay Skew (ns), Limit 44 1  
 Resistance (ohms), Limit 21.0 2.3

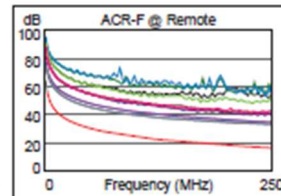
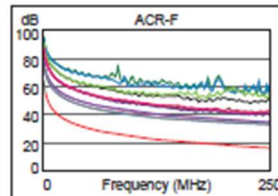
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 12] 25.7  
 Frequency (MHz) [Pair 12] 250.0  
 Limit (dB) [Pair 12] 30.7



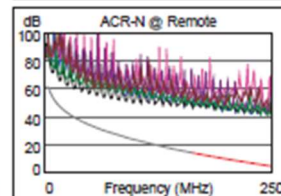
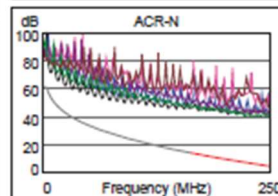
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-78	12-36	36-78	12-36
<b>NEXT (dB)</b>	8.6	10.2	8.6	10.2
Freq. (MHz)	231.5	235.5	231.5	236.0
Limit (dB)	35.9	35.8	35.9	35.7
Worst Pair	36	36	36	36
<b>PS NEXT (dB)</b>	8.2	9.7	8.2	9.8
Freq. (MHz)	230.0	237.0	230.0	245.5
Limit (dB)	33.3	33.1	33.3	32.8



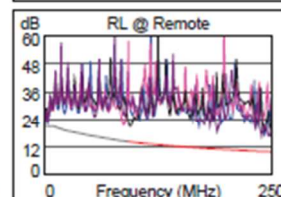
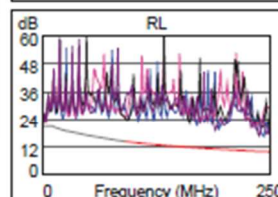
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	78-45	45-78	78-45
<b>ACR-F (dB)</b>	13.5	13.5	16.7	16.8
Freq. (MHz)	2.6	2.6	247.0	247.0
Limit (dB)	55.8	55.8	16.3	16.3
Worst Pair	45	45	45	45
<b>PS ACR-F (dB)</b>	14.0	13.9	17.5	17.4
Freq. (MHz)	2.0	2.0	247.0	247.0
Limit (dB)	55.2	55.2	13.3	13.3



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-78	12-78	36-78	36-78
<b>ACR-N (dB)</b>	31.3	33.0	33.3	35.9
Freq. (MHz)	171.5	170.5	231.5	246.0
Limit (dB)	13.2	13.3	6.5	5.1
Worst Pair	12	12	36	36
<b>PS ACR-N (dB)</b>	31.6	32.3	32.8	35.2
Freq. (MHz)	171.5	170.0	230.0	245.5
Limit (dB)	10.6	10.8	4.0	2.5



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12	78	12	78
<b>RL (dB)</b>	5.9	6.2	5.9	6.2
Freq. (MHz)	242.5	239.5	242.5	239.5
Limit (dB)	10.2	10.2	10.2	10.2



Compliant Network Standards:  
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 100BASE-T ATM-25 ATM-51  
 ATM-155 100VG-AnyLan TR-4  
 TR-16 Active TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS28 FTP

Test Summary: PASS

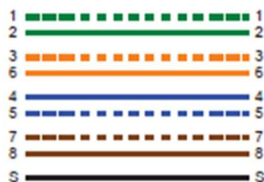
Date / Time: 09/29/2016 11:29:14am  
 Headroom: 9.0 dB (NEXT 36-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 FTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 80.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

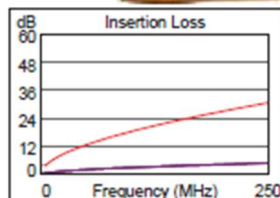
## Wire Map (T568A)

PASS

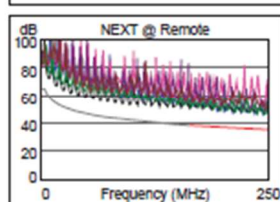
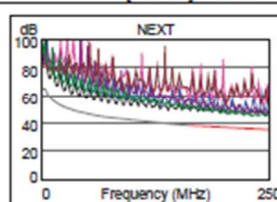


Length (m) [Pair 12] 14.9  
 Prop. Delay (ns), Limit 498 63  
 Delay Skew (ns), Limit 44 1  
 Resistance (ohms), Limit 21.0 2.4

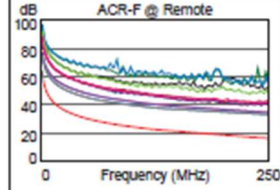
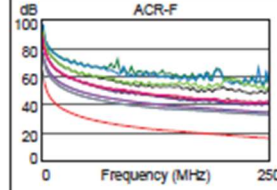
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 12] 25.2  
 Frequency (MHz) [Pair 12] 243.5  
 Limit (dB) [Pair 12] 30.2



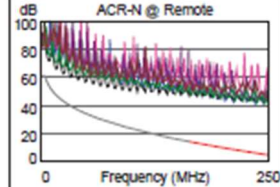
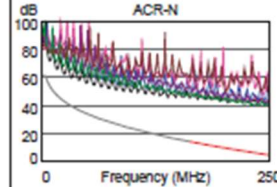
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-78	12-36	36-78	12-36
NEXT (dB)	9.0	10.2	9.0	10.2
Freq. (MHz)	231.0	235.5	231.0	235.5
Limit (dB)	35.9	35.8	35.9	35.8
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	8.5	9.9	8.6	9.9
Freq. (MHz)	230.0	237.0	246.0	245.5
Limit (dB)	33.3	33.1	32.8	32.8



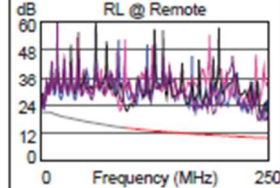
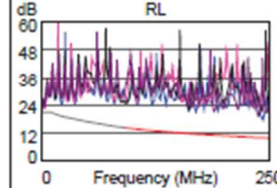
	MAIN		SR	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	45-78	78-45
ACR-F (dB)	13.3	13.3	16.7	16.7
Freq. (MHz)	2.5	2.5	247.5	248.5
Limit (dB)	56.2	56.2	16.3	16.3
Worst Pair	45	45	45	45
PS ACR-F (dB)	13.7	13.7	17.4	17.4
Freq. (MHz)	1.9	1.9	246.5	246.0
Limit (dB)	55.7	55.7	13.4	13.4



	MAIN		SR	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-78	12-36	36-78	12-36
ACR-N (dB)	31.3	33.3	35.0	35.1
Freq. (MHz)	171.0	194.5	246.0	235.5
Limit (dB)	13.2	10.5	5.1	6.1
Worst Pair	12	12	36	36
PS ACR-N (dB)	31.7	32.5	34.1	35.3
Freq. (MHz)	163.0	170.5	246.0	245.5
Limit (dB)	11.6	10.7	2.4	2.5



	MAIN		SR	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12	78	12	78
RL (dB)	7.2	7.0	7.2	7.0
Freq. (MHz)	242.5	239.5	242.5	239.5
Limit (dB)	10.2	10.2	10.2	10.2



Compliant Network Standards:  
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 100BASE-T ATM-25 ATM-S1  
 ATM-155 100VG-AnyLan TR-4  
 TR-16 Active TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS29 FTP

Test Summary: PASS

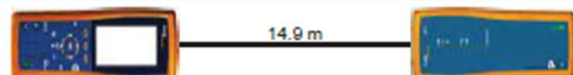
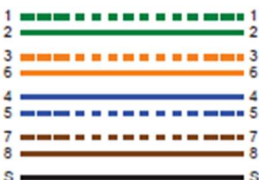
Date / Time: 09/29/2016 11:35:06am  
 Headroom: 9.1 dB (NEXT 36-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 FTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 80.0%

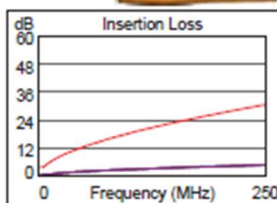
Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654028  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

## Wire Map (T568A)

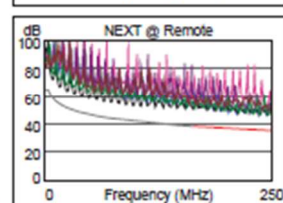
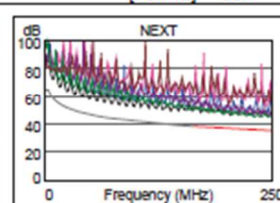
PASS



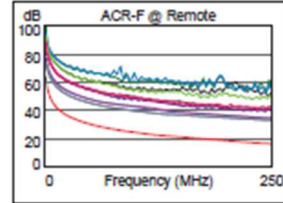
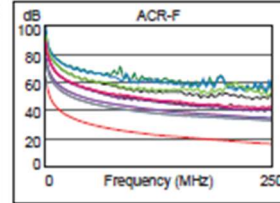
Length (m)	[Pair 12]	14.9
Prop. Delay (ns), Limit 498		63
Delay Skew (ns), Limit 44		1
Resistance (ohms), Limit 21.0		2.4
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 12]	25.7
Frequency (MHz)	[Pair 12]	250.0
Limit (dB)	[Pair 12]	30.7



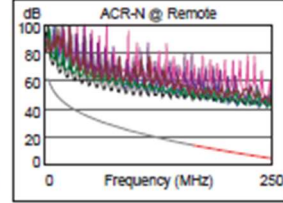
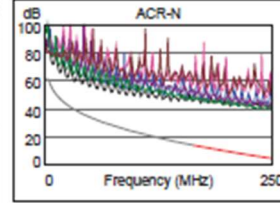
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-78	12-36	36-78	12-36
NEXT (dB)	9.1	10.4	9.5	10.4
Freq. (MHz)	231.0	235.5	246.5	235.5
Limit (dB)	35.9	35.8	35.4	35.8
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	8.6	9.9	8.6	9.9
Freq. (MHz)	229.5	245.0	246.0	245.5
Limit (dB)	33.3	32.9	32.8	32.8



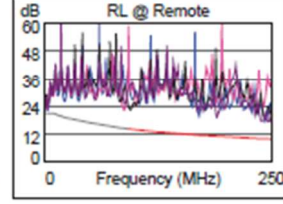
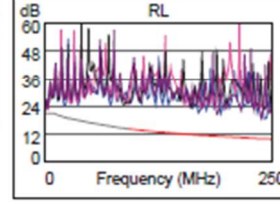
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	45-78	78-45
ACR-F (dB)	13.2	13.2	16.6	16.7
Freq. (MHz)	2.5	2.5	246.5	248.5
Limit (dB)	56.2	56.2	16.4	16.3
Worst Pair	45	45	45	45
PS ACR-F (dB)	13.7	13.6	17.4	17.3
Freq. (MHz)	1.9	1.9	248.5	246.5
Limit (dB)	55.7	55.7	13.3	13.4



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-78	12-78	36-78	12-36
ACR-N (dB)	31.2	33.3	35.0	36.0
Freq. (MHz)	171.0	170.5	246.5	244.0
Limit (dB)	13.2	13.3	5.0	5.3
Worst Pair	12	12	36	36
PS ACR-N (dB)	31.6	32.7	34.1	35.3
Freq. (MHz)	171.5	170.5	246.0	245.5
Limit (dB)	10.6	10.7	2.4	2.5



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12	78	12	78
RL (dB)	7.6	6.4	7.6	6.4
Freq. (MHz)	242.5	239.5	242.5	239.5
Limit (dB)	10.2	10.2	10.2	10.2



Compliant Network Standards:  
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 100BASE-T ATM-25 ATM-51  
 ATM-155 100VG-AnyLan TR-4  
 TR-16 Active TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS30 FTP

Test Summary: PASS

Date / Time: 09/29/2016 11:39:06am  
 Headroom: 9.1 dB (NEXT 36-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 FTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 80.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

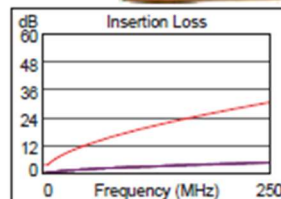
## Wire Map (T568A)

PASS

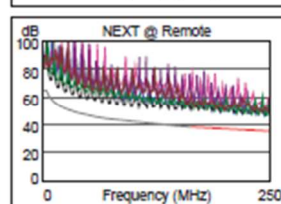
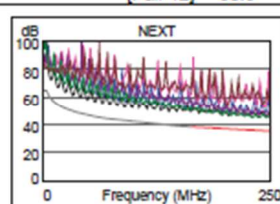
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9



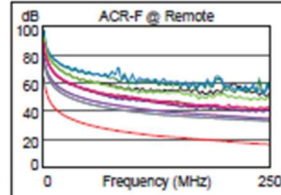
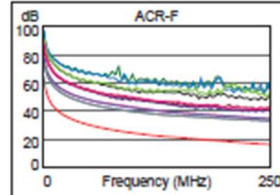
Length (m)	[Pair 12]	14.9
Prop. Delay (ns), Limit 498		63
Delay Skew (ns), Limit 44		1
Resistance (ohms), Limit 21.0		2.3
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 12]	25.3
Frequency (MHz)	[Pair 12]	245.0
Limit (dB)	[Pair 12]	30.3



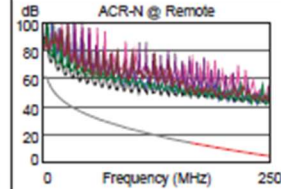
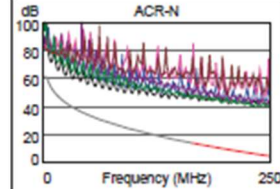
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	36-78	12-36	36-78	12-36
NEXT (dB)	9.1	10.7	9.4	10.9
Freq. (MHz)	230.5	235.5	246.5	243.5
Limit (dB)	35.9	35.8	35.4	35.5
Worst Pair	36	12	36	12
PS NEXT (dB)	8.4	10.0	8.7	10.0
Freq. (MHz)	230.0	244.0	245.5	244.0
Limit (dB)	33.3	32.9	32.8	32.9



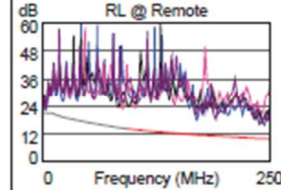
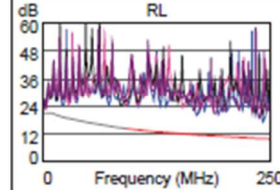
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	78-45	45-78	45-78	78-45
ACR-F (dB)	13.2	13.2	16.6	16.7
Freq. (MHz)	2.5	2.5	246.5	248.5
Limit (dB)	58.2	58.2	16.4	16.3
Worst Pair	45	45	45	45
PS ACR-F (dB)	13.6	13.6	17.4	17.3
Freq. (MHz)	1.9	1.9	248.5	246.5
Limit (dB)	55.7	55.7	13.3	13.4



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-78	12-78	36-78	12-36
ACR-N (dB)	31.2	33.4	34.9	36.2
Freq. (MHz)	171.5	170.5	246.5	243.5
Limit (dB)	13.2	13.3	5.0	5.3
Worst Pair	36	12	36	12
PS ACR-N (dB)	31.5	32.7	34.1	35.3
Freq. (MHz)	197.0	170.5	245.5	244.0
Limit (dB)	7.6	10.7	2.5	2.6



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12	78	12	78
RL (dB)	7.0	5.4	7.0	5.4
Freq. (MHz)	243.0	239.5	243.0	239.5
Limit (dB)	10.1	10.2	10.1	10.2



Compliant Network Standards:  
 10BASE-T      100BASE-TX      100BASE-T4  
 100BASE-T    ATM-25            ATM-S1  
 ATM-155      100VG-AnyLan    TR-4  
 TR-16 Active    TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS31 FTP

Test Summary: PASS

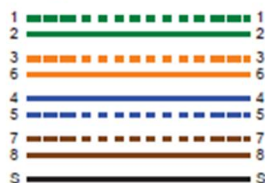
Date / Time: 09/29/2018 11:40:39am  
 Headroom: 9.1 dB (NEXT 36-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 FTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 80.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

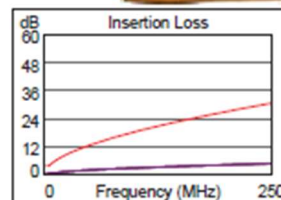
## Wire Map (T568A)

PASS

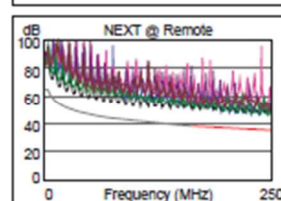
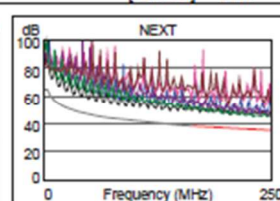


Length (m) [Pair 12] 14.9  
 Prop. Delay (ns), Limit 498 63  
 Delay Skew (ns), Limit 44 1  
 Resistance (ohms), Limit 21.0 2.3

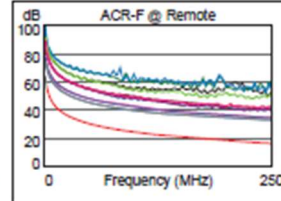
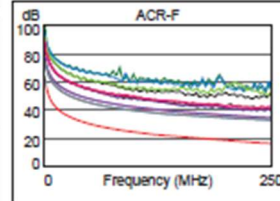
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 12] 25.7  
 Frequency (MHz) [Pair 12] 250.0  
 Limit (dB) [Pair 12] 30.7



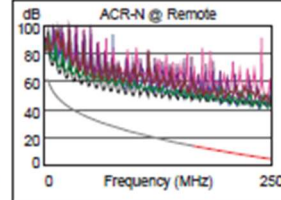
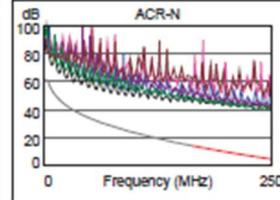
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-78	12-36	36-78	12-36
NEXT (dB)	9.1	10.2	9.4	10.2
Freq. (MHz)	231.5	235.5	246.5	235.5
Limit (dB)	35.9	35.8	35.4	35.8
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	8.6	9.7	8.6	9.7
Freq. (MHz)	222.0	245.0	246.0	245.0
Limit (dB)	33.6	32.9	32.8	32.9



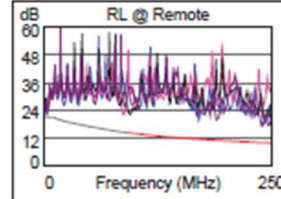
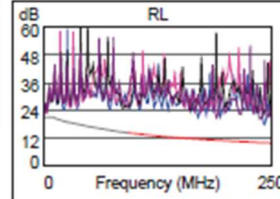
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	78-45	45-78	78-45
ACR-F (dB)	13.3	13.3	16.6	16.7
Freq. (MHz)	2.5	2.5	246.5	248.5
Limit (dB)	56.2	56.2	16.4	16.3
Worst Pair	45	45	45	45
PS ACR-F (dB)	13.8	13.8	17.4	17.3
Freq. (MHz)	1.9	1.9	245.5	246.5
Limit (dB)	55.7	55.7	13.4	13.4



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-78	12-78	36-78	36-78
ACR-N (dB)	31.2	33.0	34.9	36.0
Freq. (MHz)	171.5	171.0	246.5	246.0
Limit (dB)	13.2	13.2	5.0	5.1
Worst Pair	12	12	36	36
PS ACR-N (dB)	31.6	32.7	34.1	35.2
Freq. (MHz)	171.5	170.5	246.0	245.0
Limit (dB)	10.6	10.7	2.4	2.5



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12	78	12	78
RL (dB)	7.7	6.9	7.7	6.9
Freq. (MHz)	242.5	239.5	242.5	239.5
Limit (dB)	10.2	10.2	10.2	10.2



## Compliant Network Standards:

10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 100BASE-T ATM-25 ATM-51  
 ATM-155 100VG-AnyLan TR-4  
 TR-16 Active TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS32 FTP

## Test Summary: PASS

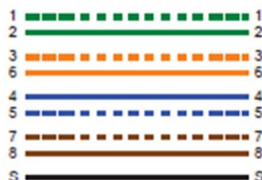
Date / Time: 09/29/2016 11:52:46am  
 Headroom: 7.0 dB (NEXT 12-36)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 FTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 80.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9854025  
 Remote S/N: 9854026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

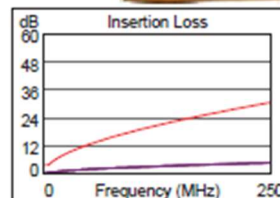
## Wire Map (T568A)

PASS

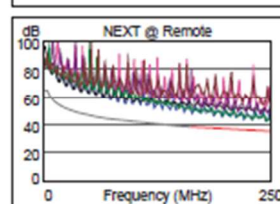
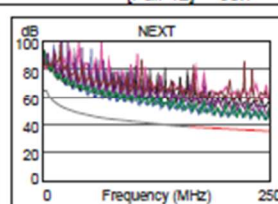


Length (m) [Pair 12] 14.6  
 Prop. Delay (ns), Limit 498 62  
 Delay Skew (ns), Limit 44 1  
 Resistance (ohms), Limit 21.0 2.4

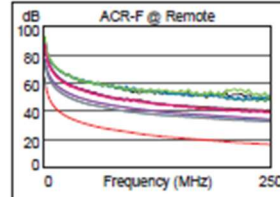
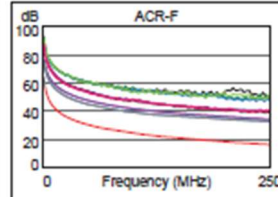
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 12] 25.8  
 Frequency (MHz) [Pair 12] 250.0  
 Limit (dB) [Pair 12] 30.7



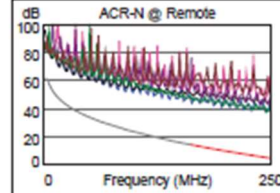
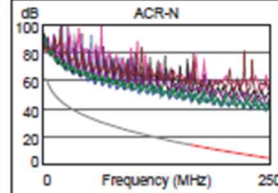
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-78	12-36	36-78	12-36
NEXT (dB)	8.0	7.0	8.0	7.0
Freq. (MHz)	246.0	245.0	246.0	245.0
Limit (dB)	35.5	35.5	35.5	35.5
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	7.2	6.5	7.2	6.5
Freq. (MHz)	245.5	245.5	245.5	245.5
Limit (dB)	32.8	32.8	32.8	32.8



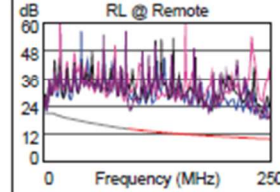
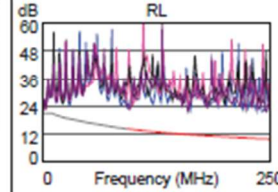
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	45-78	45-78
ACR-F (dB)	12.8	12.8	16.1	16.3
Freq. (MHz)	2.4	2.4	238.5	246.0
Limit (dB)	56.7	56.7	16.6	16.4
Worst Pair	45	45	45	45
PS ACR-F (dB)	13.1	13.0	17.1	16.9
Freq. (MHz)	1.8	1.8	250.0	245.0
Limit (dB)	56.3	56.3	13.2	13.4



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-36	12-36	36-78	12-36
ACR-N (dB)	30.3	29.8	33.5	32.4
Freq. (MHz)	171.0	163.0	246.0	245.0
Limit (dB)	13.2	14.2	5.1	5.2
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR-N (dB)	30.7	30.5	32.6	31.9
Freq. (MHz)	172.0	163.5	245.5	245.5
Limit (dB)	10.5	11.6	2.5	2.5



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	78	78	12	78
RL (dB)	8.4	7.9	10.5	8.2
Freq. (MHz)	95.0	95.0	242.5	239.5
Limit (dB)	14.2	14.2	10.2	10.2



Compliant Network Standards:  
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 100BASE-T ATM-25 ATM-51  
 ATM-155 100VG-AnyLan TR-4  
 TR-16 Active TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.fw



## Cable ID: MITTAUS33 FTP

Test Summary: PASS

Date / Time: 09/29/2016 11:55:16am  
 Headroom: 6.8 dB (NEXT 12-36)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 FTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 80.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

## Wire Map (T568A)

PASS

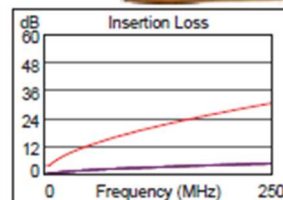


14.6 m

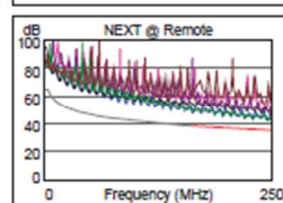
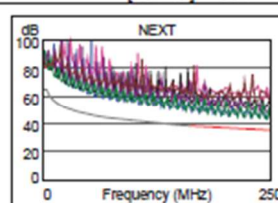


Length (m) [Pair 12] 14.6  
 Prop. Delay (ns), Limit 498 62  
 Delay Skew (ns), Limit 44 1  
 Resistance (ohms), Limit 21.0 2.4

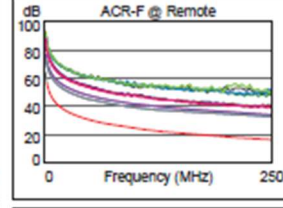
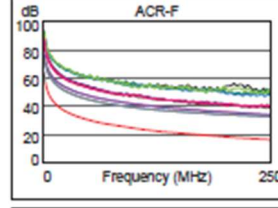
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 12] 25.8  
 Frequency (MHz) [Pair 12] 250.0  
 Limit (dB) [Pair 12] 30.7



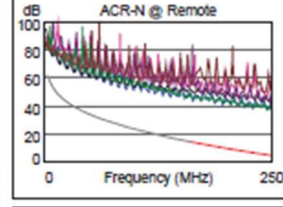
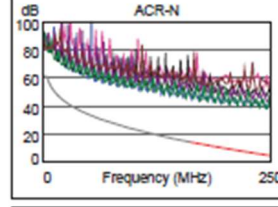
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-78	12-36	36-78	12-36
<b>NEXT (dB)</b>	7.5	6.8	7.5	6.8
Freq. (MHz)	246.0	245.0	246.0	245.0
Limit (dB)	35.5	35.5	35.5	35.5
Worst Pair	36	36	36	36
<b>PS NEXT (dB)</b>	7.0	6.2	7.0	6.2
Freq. (MHz)	245.5	245.0	245.5	245.5
Limit (dB)	32.8	32.9	32.8	32.8



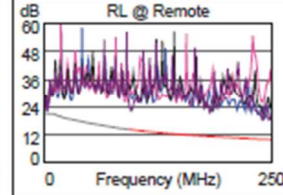
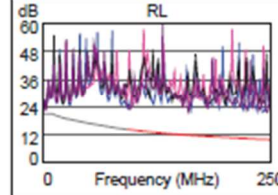
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	78-45	45-78	45-78	78-45
<b>ACR-F (dB)</b>	12.6	12.6	16.0	16.4
Freq. (MHz)	2.4	2.4	238.0	248.0
Limit (dB)	56.7	56.7	16.7	16.3
Worst Pair	45	45	45	45
<b>PS ACR-F (dB)</b>	13.0	12.9	17.0	16.9
Freq. (MHz)	1.8	1.8	248.0	247.5
Limit (dB)	56.3	56.3	13.3	13.3



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	12-36	12-36	36-78	12-36
<b>ACR-N (dB)</b>	30.1	29.5	33.0	32.2
Freq. (MHz)	171.0	163.0	246.0	245.0
Limit (dB)	13.2	14.2	5.1	5.2
Worst Pair	36	36	36	36
<b>PS ACR-N (dB)</b>	30.2	30.0	32.4	31.6
Freq. (MHz)	172.5	163.5	245.5	245.5
Limit (dB)	10.4	11.6	2.5	2.5



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	78	78	12	78
<b>RL (dB)</b>	8.5	8.0	10.6	8.2
Freq. (MHz)	94.8	94.8	243.0	239.5
Limit (dB)	14.2	14.2	10.1	10.2



Compliant Network Standards:  
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 1000BASE-T ATM-25 ATM-S1  
 ATM-155 100VG-AnyLan TR-4  
 TR-16 Active TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS34 UTP

Test Summary: PASS

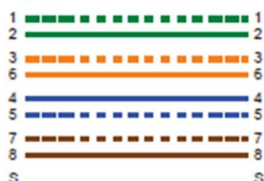
Date / Time: 09/29/2016 12:00:29pm  
 Headroom: 3.6 dB (NEXT 45-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 69.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

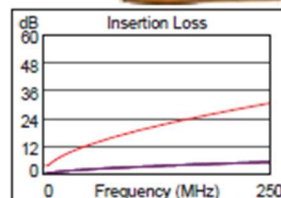
## Wire Map (T568A)

PASS

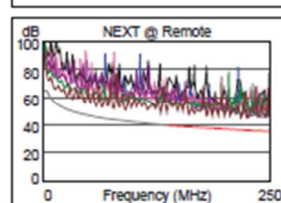
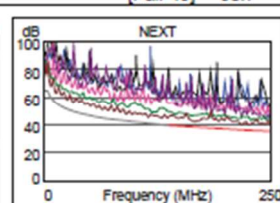


Length (m) [Pair 78] 15.9  
 Prop. Delay (ns), Limit 498 81  
 Delay Skew (ns), Limit 44 4  
 Resistance (ohms), Limit 21.0 2.8

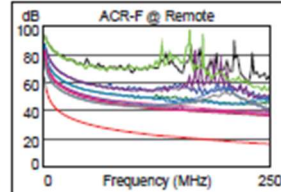
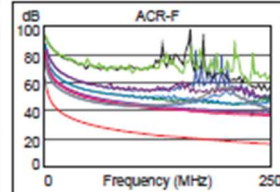
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 45] 25.2  
 Frequency (MHz) [Pair 45] 250.0  
 Limit (dB) [Pair 45] 30.7



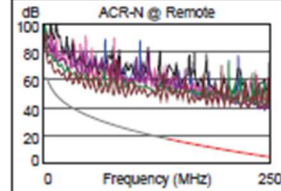
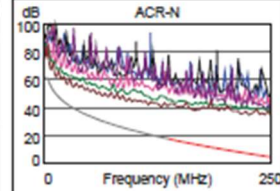
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	36-45	45-78	36-45
<b>NEXT (dB)</b>	3.6	8.3	3.6	8.3
Freq. (MHz)	218.5	237.5	218.5	244.0
Limit (dB)	36.3	35.7	36.3	35.5
Worst Pair	45	45	45	45
<b>PS NEXT (dB)</b>	4.9	8.0	5.2	8.0
Freq. (MHz)	218.5	238.0	244.0	238.0
Limit (dB)	33.7	33.1	32.9	33.1



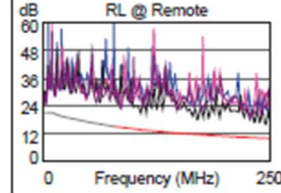
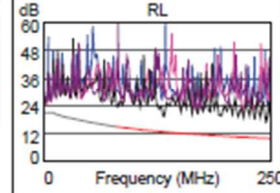
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	78-45	45-78	78-36	36-78
<b>ACR-F (dB)</b>	13.9	13.9	19.2	19.3
Freq. (MHz)	2.8	2.8	229.5	229.5
Limit (dB)	55.4	55.4	17.0	17.0
Worst Pair	45	45	78	78
<b>PS ACR-F (dB)</b>	14.2	14.2	22.1	21.7
Freq. (MHz)	2.0	2.0	250.0	249.5
Limit (dB)	55.2	55.2	13.2	13.2



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	45-78	36-45
<b>ACR-N (dB)</b>	24.1	28.4	29.8	33.0
Freq. (MHz)	166.0	161.0	250.0	244.0
Limit (dB)	13.8	14.5	4.7	5.3
Worst Pair	78	45	45	45
<b>PS ACR-N (dB)</b>	25.2	30.0	30.0	32.5
Freq. (MHz)	148.5	161.0	244.0	238.0
Limit (dB)	13.8	11.9	2.6	3.2



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45	45	45	45
<b>RL (dB)</b>	6.2	5.7	6.8	5.7
Freq. (MHz)	132.0	245.0	245.0	245.0
Limit (dB)	12.8	10.1	10.1	10.1



## Compliant Network Standards:

10BASE-T	100BASE-TX	100BASE-T4
100BASE-T	ATM-25	ATM-51
ATM-155	100VG-AnyLan	TR-4
TR-16 Active	TR-16 Passive	

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw





## Cable ID: MITTAUS35 UTP

Test Summary: PASS

Date / Time: 09/29/2018 12:05:04pm  
 Headroom: 3.7 dB (NEXT 45-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 69.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

## Wire Map (T568A)

PASS

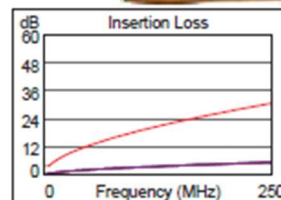


15.9 m

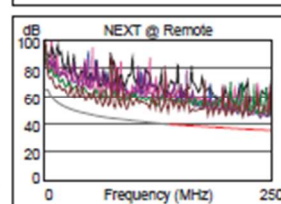
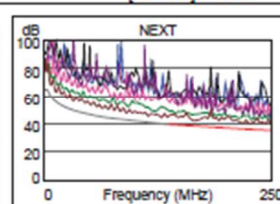


Length (m) [Pair 78] 15.9  
 Prop. Delay (ns), Limit 498 81  
 Delay Skew (ns), Limit 44 4  
 Resistance (ohms), Limit 21.0 2.8

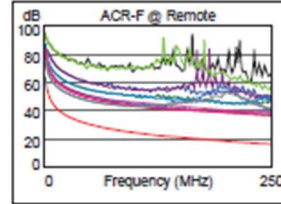
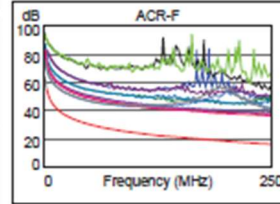
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 36] 25.2  
 Frequency (MHz) [Pair 36] 250.0  
 Limit (dB) [Pair 36] 30.7



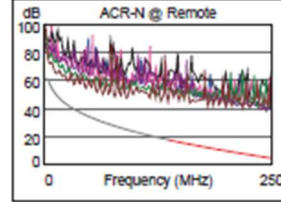
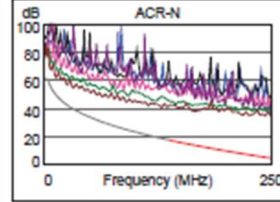
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	36-45	45-78	36-45
NEXT (dB)	3.7	8.3	4.5	8.3
Freq. (MHz)	218.0	244.5	250.0	244.5
Limit (dB)	36.3	35.5	35.3	35.5
Worst Pair	45	45	45	45
PS NEXT (dB)	4.9	8.4	5.2	8.5
Freq. (MHz)	218.0	238.0	244.0	244.5
Limit (dB)	33.7	33.1	32.9	32.9



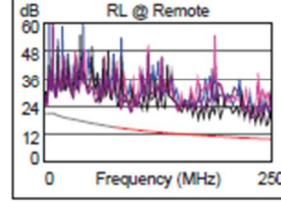
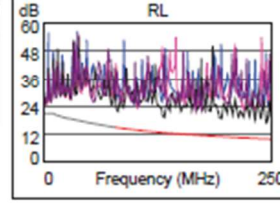
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	78-45	45-78	78-36	36-78
ACR-F (dB)	13.9	13.9	19.3	19.4
Freq. (MHz)	2.8	2.8	230.0	230.0
Limit (dB)	55.4	55.4	17.0	17.0
Worst Pair	45	45	78	78
PS ACR-F (dB)	14.3	14.6	22.3	21.7
Freq. (MHz)	2.0	2.3	250.0	250.0
Limit (dB)	55.2	54.1	13.2	13.2



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	45-78	36-45
ACR-N (dB)	24.1	28.5	29.7	33.1
Freq. (MHz)	165.0	161.0	250.0	244.5
Limit (dB)	14.0	14.5	4.7	5.2
Worst Pair	78	45	45	45
PS ACR-N (dB)	25.1	30.3	30.0	33.3
Freq. (MHz)	145.0	161.0	244.0	244.5
Limit (dB)	14.0	11.9	2.6	2.6



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45	45	45	45
RL (dB)	6.0	5.7	6.8	5.7
Freq. (MHz)	131.5	245.0	245.0	245.0
Limit (dB)	12.8	10.1	10.1	10.1



## Compliant Network Standards:

10BASE-T  
 100BASE-T  
 ATM-155  
 TR-16 Active

100BASE-T4  
 ATM-51  
 TR-4

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS36 UTP

Test Summary: PASS

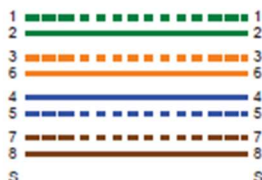
Date / Time: 09/29/2016 12:15:37pm  
 Headroom: 4.1 dB (NEXT 45-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 69.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

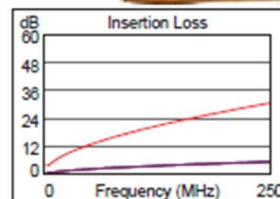
## Wire Map (T568A)

PASS

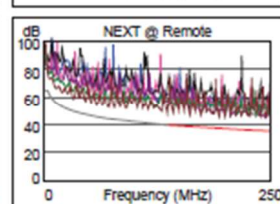
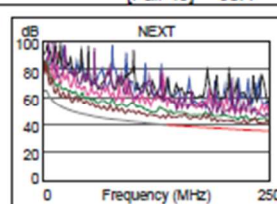


Length (m) [Pair 78] 15.9  
 Prop. Delay (ns), Limit 498 81  
 Delay Skew (ns), Limit 44 4  
 Resistance (ohms), Limit 21.0 2.8

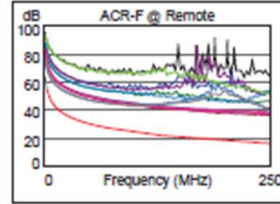
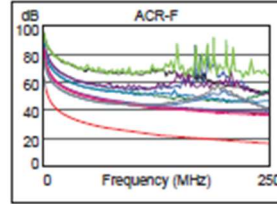
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 45] 24.8  
 Frequency (MHz) [Pair 45] 245.5  
 Limit (dB) [Pair 45] 30.4



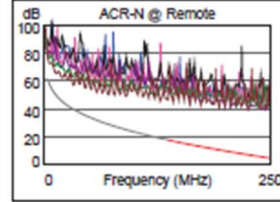
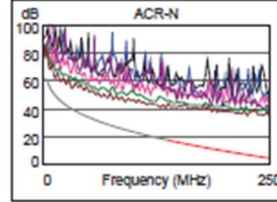
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	45-78	36-45
<b>NEXT (dB)</b>	4.1	8.3	4.1	8.8
Freq. (MHz)	225.5	225.5	225.5	244.0
Limit (dB)	36.1	36.1	36.1	35.5
Worst Pair	78	45	78	45
<b>PS NEXT (dB)</b>	5.6	8.1	6.0	8.6
Freq. (MHz)	228.0	186.5	250.0	238.0
Limit (dB)	33.4	34.8	32.7	33.1



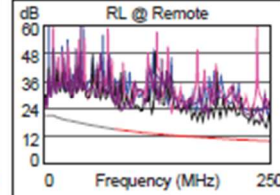
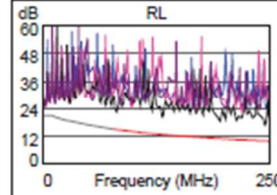
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	78-36	36-78
<b>ACR-F (dB)</b>	14.4	14.4	19.9	20.0
Freq. (MHz)	2.9	2.9	246.0	247.5
Limit (dB)	55.0	55.0	16.4	16.3
Worst Pair	45	45	45	78
<b>PS ACR-F (dB)</b>	14.7	14.7	22.2	21.9
Freq. (MHz)	2.1	2.1	250.0	250.0
Limit (dB)	54.6	54.6	13.2	13.2



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	45-78	36-45
<b>ACR-N (dB)</b>	23.9	27.8	30.2	33.5
Freq. (MHz)	142.5	142.0	250.0	244.0
Limit (dB)	16.9	16.9	4.7	5.3
Worst Pair	78	78	45	45
<b>PS ACR-N (dB)</b>	24.9	29.2	30.7	33.6
Freq. (MHz)	142.5	142.5	244.0	244.5
Limit (dB)	14.3	14.3	2.6	2.6



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45	45	45	45
<b>RL (dB)</b>	6.6	5.6	6.7	5.6
Freq. (MHz)	194.5	245.0	245.0	245.0
Limit (dB)	11.1	10.1	10.1	10.1



## Compliant Network Standards:

10BASE-T  
 100BASE-T  
 ATM-155  
 TR-16 Active

100BASE-T4  
 ATM-51  
 TR-4

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS37 UTP

Test Summary: PASS

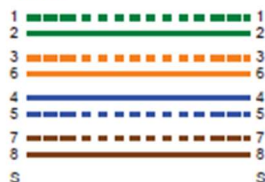
Date / Time: 09/29/2016 12:18:45pm  
 Headroom: 3.7 dB (NEXT 45-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 69.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

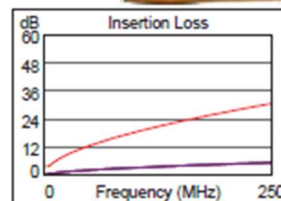
## Wire Map (T568A)

PASS

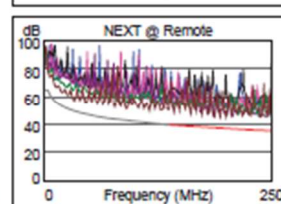
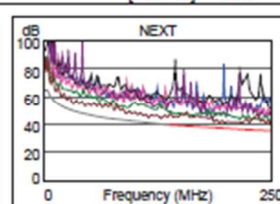


Length (m) [Pair 78] 15.9  
 Prop. Delay (ns), Limit 498 81  
 Delay Skew (ns), Limit 44 4  
 Resistance (ohms), Limit 21.0 2.9

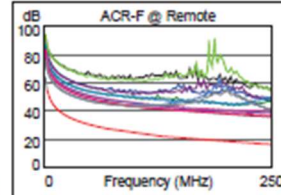
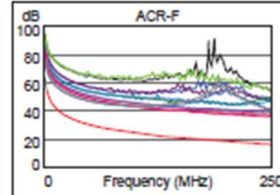
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 45] 25.2  
 Frequency (MHz) [Pair 45] 250.0  
 Limit (dB) [Pair 45] 30.7



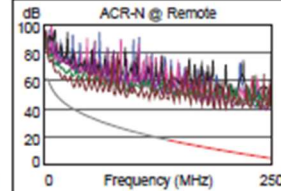
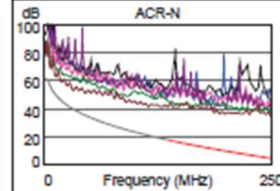
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	45-78	36-45
NEXT (dB)	3.7	7.6	4.3	9.2
Freq. (MHz)	193.5	186.5	250.0	244.0
Limit (dB)	37.2	37.4	35.3	35.5
Worst Pair	45	45	45	45
PS NEXT (dB)	4.6	7.1	5.4	8.7
Freq. (MHz)	186.5	186.5	250.0	238.0
Limit (dB)	34.8	34.8	32.7	33.1



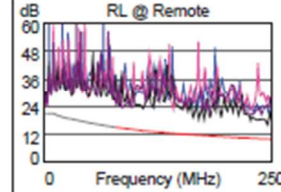
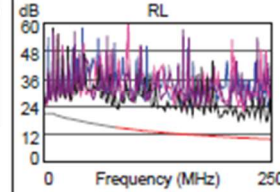
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	78-45	45-78	78-36	36-78
ACR-F (dB)	14.3	14.3	19.3	19.4
Freq. (MHz)	2.9	2.9	246.5	246.5
Limit (dB)	55.0	55.0	16.4	16.4
Worst Pair	45	45	36	78
PS ACR-F (dB)	14.9	14.9	21.8	21.3
Freq. (MHz)	2.1	2.1	246.5	246.5
Limit (dB)	54.6	54.6	13.4	13.4



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	45-78	36-45
ACR-N (dB)	23.9	27.9	29.5	33.9
Freq. (MHz)	142.5	142.5	250.0	244.0
Limit (dB)	16.9	16.9	4.7	5.3
Worst Pair	78	45	45	45
PS ACR-N (dB)	24.8	28.4	30.6	33.2
Freq. (MHz)	142.5	186.5	250.0	238.0
Limit (dB)	14.3	8.8	2.0	3.2



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45	45	45	45
RL (dB)	6.7	5.9	7.4	5.9
Freq. (MHz)	194.5	245.0	245.0	245.0
Limit (dB)	11.1	10.1	10.1	10.1



Compliant Network Standards:  
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 100BASE-T ATM-25 ATM-51  
 ATM-155 100VG-AnyLan TR-4  
 TR-16 Active TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS38 UTP

Test Summary: PASS

Date / Time: 09/29/2016 12:24:33pm  
 Headroom: 6.1 dB (NEXT 45-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 69.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

Wire Map (T568A)

PASS

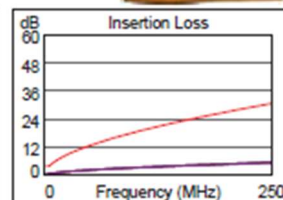


15.9 m

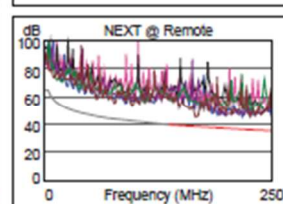
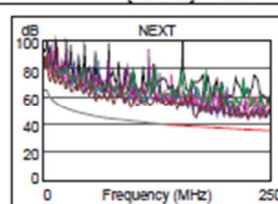


Length (m) [Pair 36] 15.9  
 Prop. Delay (ns), Limit 498 80  
 Delay Skew (ns), Limit 44 3  
 Resistance (ohms), Limit 21.0 2.8

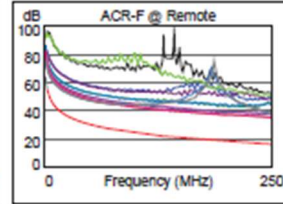
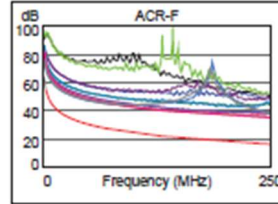
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 45] 24.8  
 Frequency (MHz) [Pair 45] 246.5  
 Limit (dB) [Pair 45] 30.4



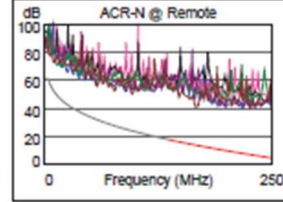
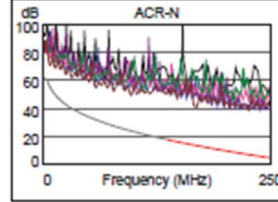
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	45-78	45-78
NEXT (dB)	6.1	6.1	7.2	6.1
Freq. (MHz)	167.5	167.0	225.5	167.0
Limit (dB)	38.2	38.2	36.1	38.2
Worst Pair	45	38	45	45
PS NEXT (dB)	7.0	8.3	7.0	9.2
Freq. (MHz)	225.5	199.0	226.0	226.0
Limit (dB)	33.5	34.4	33.4	33.4



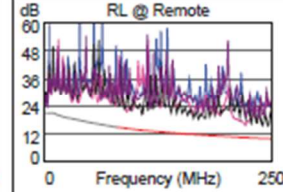
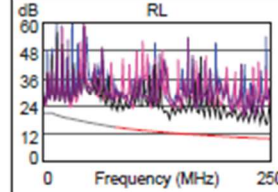
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	78-45	78-36	78-36
ACR-F (dB)	14.3	14.3	18.5	18.7
Freq. (MHz)	2.9	2.9	239.5	248.0
Limit (dB)	55.0	55.0	16.6	16.3
Worst Pair	45	45	78	78
PS ACR-F (dB)	14.1	14.2	20.1	20.1
Freq. (MHz)	2.0	2.0	249.0	250.0
Limit (dB)	55.2	55.2	13.3	13.2



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	45-78	12-36
ACR-N (dB)	26.4	26.4	31.2	35.1
Freq. (MHz)	167.5	167.0	225.5	250.0
Limit (dB)	13.6	13.7	7.1	4.7
Worst Pair	45	45	45	45
PS ACR-N (dB)	28.0	28.4	30.6	32.8
Freq. (MHz)	167.5	167.0	226.0	226.0
Limit (dB)	11.1	11.1	4.5	4.5



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45	38	45	45
RL (dB)	5.8	5.2	6.0	5.4
Freq. (MHz)	138.5	221.0	246.0	245.5
Limit (dB)	12.6	10.6	10.1	10.1



Compliant Network Standards:  
 10BASE-T 100BASE-TX  
 100BASE-T ATM-25  
 ATM-155 100VG-AnyLan  
 TR-16 Active TR-16 Passive

100BASE-T4  
 ATM-51  
 TR-4

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw



## Cable ID: MITTAUS39 UTP

Test Summary: PASS

Date / Time: 09/29/2016 12:27:30pm  
 Headroom: 6.3 dB (NEXT 45-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 69.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

## Wire Map (T568A)

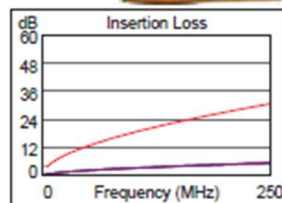
PASS

1	1
2	2
3	3
6	6
4	4
5	5
7	7
8	8
S	S

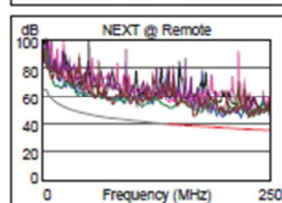
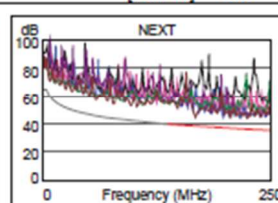


Length (m)	[Pair 36]	15.9
Prop. Delay (ns), Limit 498		80
Delay Skew (ns), Limit 44		3
Resistance (ohms), Limit 21.0		2.8

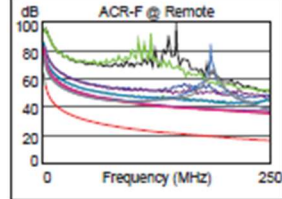
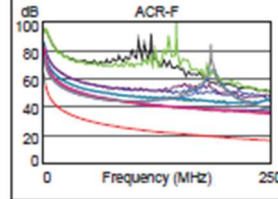
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	25.1
Frequency (MHz)	[Pair 36]	250.0
Limit (dB)	[Pair 36]	30.7



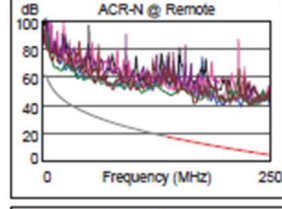
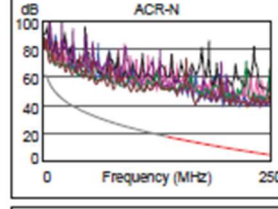
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	45-78	12-36
<b>NEXT (dB)</b>	6.3	6.5	7.1	7.4
Freq. (MHz)	168.0	167.0	225.5	198.0
Limit (dB)	38.2	38.2	36.1	37.0
Worst Pair	45	36	45	36
<b>PS NEXT (dB)</b>	7.0	7.3	7.0	7.3
Freq. (MHz)	225.5	199.0	225.5	199.0
Limit (dB)	33.5	34.4	33.5	34.4



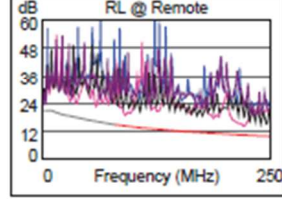
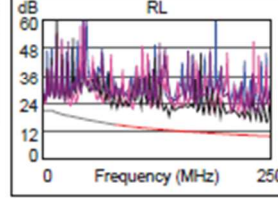
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	78-45	78-36	78-36
<b>ACR-F (dB)</b>	14.0	14.0	18.5	18.8
Freq. (MHz)	2.8	2.8	239.0	248.0
Limit (dB)	55.4	55.4	16.6	16.3
Worst Pair	45	45	78	78
<b>PS ACR-F (dB)</b>	13.9	13.8	20.3	20.2
Freq. (MHz)	2.0	1.9	248.0	249.5
Limit (dB)	55.2	55.7	13.3	13.2



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	45-78	12-36
<b>ACR-N (dB)</b>	26.6	26.8	31.1	31.2
Freq. (MHz)	168.0	167.0	225.5	217.5
Limit (dB)	13.6	13.7	7.1	8.0
Worst Pair	45	78	45	36
<b>PS ACR-N (dB)</b>	28.3	28.1	30.7	29.5
Freq. (MHz)	167.0	167.0	225.5	199.0
Limit (dB)	11.1	11.1	4.5	7.4



	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45	36	45	36
<b>RL (dB)</b>	5.8	3.7	5.8	3.7
Freq. (MHz)	248.0	221.0	248.0	221.0
Limit (dB)	10.1	10.6	10.1	10.6



## Compliant Network Standards:

10BASE-T	100BASE-TX	100BASE-T4
100BASE-T	ATM-25	ATM-51
ATM-155	100VG-AnyLan	TR-4
TR-16 Active	TR-16 Passive	

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.fw



## Cable ID: MITTAUS40 UTP

Test Summary: PASS

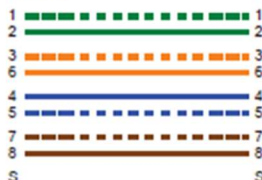
Date / Time: 09/29/2016 12:30:03pm  
 Headroom: 5.8 dB (NEXT 45-78)  
 Test Limit: EN50173 PL Class E  
 Cable Type: Cat 6 UTP

Operator: NIEMINEN  
 Software Version: 2.7400  
 Limits Version: 1.9300  
 NVP: 69.0%

Model: DTX-1800  
 Main S/N: 9654025  
 Remote S/N: 9654026  
 Main Adapter: DTX-PLA002  
 Remote Adapter: DTX-PLA002

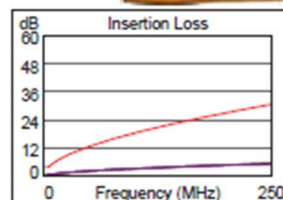
## Wire Map (T568A)

PASS

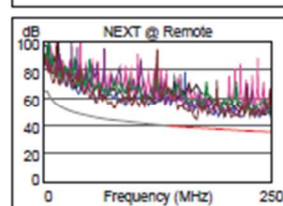
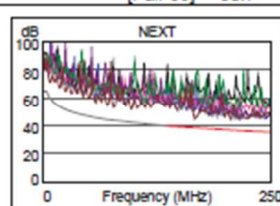


Length (m) [Pair 36] 15.9  
 Prop. Delay (ns), Limit 498 80  
 Delay Skew (ns), Limit 44 3  
 Resistance (ohms), Limit 21.0 2.8

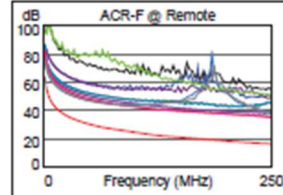
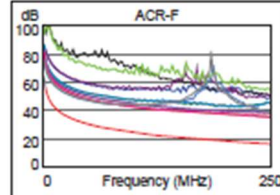
Insertion Loss Margin (dB) [Pair 36] 25.2  
 Frequency (MHz) [Pair 36] 250.0  
 Limit (dB) [Pair 36] 30.7



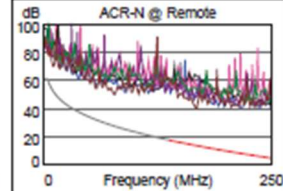
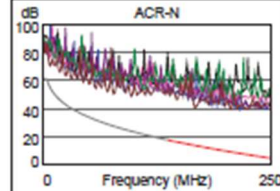
	Worst Case Margin		Worst Case Value	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	12-36	45-78
NEXT (dB)	6.0	5.8	7.4	5.8
Freq. (MHz)	167.5	167.0	217.5	167.0
Limit (dB)	38.2	38.2	36.3	38.2
Worst Pair	45	45	45	45
PS NEXT (dB)	7.6	7.6	8.1	9.0
Freq. (MHz)	167.5	167.0	226.0	206.5
Limit (dB)	35.6	35.6	33.4	34.1



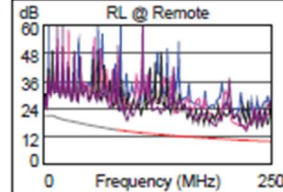
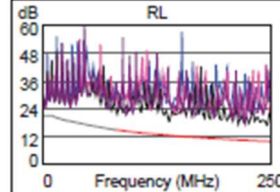
	MAIN		SR	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	78-45	36-78	78-36
ACR-F (dB)	13.7	13.7	19.0	18.8
Freq. (MHz)	2.6	2.6	248.0	248.0
Limit (dB)	55.8	55.8	16.3	16.3
Worst Pair	45	45	78	78
PS ACR-F (dB)	14.1	14.1	20.2	20.4
Freq. (MHz)	2.0	2.0	249.0	250.0
Limit (dB)	55.2	55.2	13.3	13.2



	MAIN		SR	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45-78	45-78	12-36	12-36
ACR-N (dB)	26.3	26.0	30.6	34.9
Freq. (MHz)	167.0	167.0	217.5	250.0
Limit (dB)	13.7	13.7	8.0	4.7
Worst Pair	45	45	45	36
PS ACR-N (dB)	27.7	27.7	31.7	35.7
Freq. (MHz)	167.5	167.0	226.0	250.0
Limit (dB)	11.1	11.1	4.5	2.0



	MAIN		SR	
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	45	78	45	78
RL (dB)	5.9	4.0	6.6	4.0
Freq. (MHz)	138.5	222.5	239.5	222.5
Limit (dB)	12.6	10.5	10.2	10.5



Compliant Network Standards:  
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4  
 100BASE-T ATM-25 ATM-51  
 ATM-155 100VG-AnyLan TR-4  
 TR-16 Active TR-16 Passive

LinkWare Version 6.2

Project: ONT  
 Site: TODENNUMITTAUKSET

UNTITLED.flw

## Liite 2. Mittaustulosten tulkintaohje

# Caverion

## Ohje Fluke DTX-1800-kaapelitesterin mittaustulosten tulkintaa ja ongelmien selvittämistä varten



# Caverion

- Johdanto** Tämän ohjeen tarkoitus on auttaa kaapelitesterin käyttäjää löytämään oikea tapa toimia silloin kun mittausraportissa esiintyy hylättyjä tuloksia. Ohjeen tavoitteena on, että ohjeen sisäistettyään mittaaja pystyy toimimaan mittaustilanteissa entistä tehokkaammin. Lähtökohdana tälle ohjeelle on, että mittaaja pystyy suorittamaan Fluke DTX-1800 -kaapelitesterillä automaattisen mittauksen käyttäen "Autotest" toimintoa ja hän tuntee laitteen käyttöliittymän. Tässä ohjeessa esitetään mittausten kohteet, siten kuin ne esiintyvät kaapelitesterin mittausraportissa. Lopuksi ohjeessa esitetään, kuinka kaapelitesterin HDTD- ja HDTDR-analysointitoimintoja voidaan käyttää hylätyn mittaustuloksen syyn selvittämisessä.
- Sisällys** Sivulla 2–3 on esitetty taulukkona ongelmanratkaisuohteet hylkääville tuloksille. Sivulla 4 on esitetty kaapelimittarin HDTD- ja HDTDR-analysointityökalut.



# Caverion

Mittauksen kohde	Mittauskohteen selite	Mahdollinen syy hylättyyn tulokseen	Toimintoja hylkäyksen syyn selvittämiseen
Wire Map	Johtimien jatkuvuuden ja kytkentäjärjestyksen testaus.	Johtimet kytketty liittimeen väärin tai johtimet ovat irti liittimestä. Kaapeli voi olla vaurioitunut. Tarkasta, että mahdollisen kaksiosaisen liittimen osat on kytketty oikein päin ennen liittimen kytkennän tarkastamista.	
Resistance	Resistanssi	Kaapeli on vioittunut.	
Length	Kaapelin pituus. Lasketaan kulkuajan avulla. Mittariin syötetty NVP-arvo vaikuttaa kaapelin mitattuun pituuteen.	Kaapeli on liian pitkä. Ei hylkäysperuste, mikäli muut arvot läpäisty.	
Prop. Delay	Kulkuaika.	Kaapeli on liian pitkä (Fluke Corporation, [viitattu 22.2.2017]).	
Delay Skew	Kulkuaikaero.	Tarkasta kulkuaika.	
Insertion Loss	Vaimennus.	Kaapelin asennuslämpötila on liian suuri. Kaapelia vedettäessä käytetty kaapeliliukaste ei ole vielä kuivunut (Fluke Corporation, [viitattu 18.2.2017]). Kaapeli on liian pitkä. Liittimet on asennettu huonosti.	Avaa raportista vaimennuksen kuvaaja painamalla ENTER.
Return Loss	Heijastusvaimennus. Suurempi tulos tarkoittaa pienempää heijastusvaimennusta.	Kaapeli on vahingoittunut (Fluke Corporation, [viitattu 20.2.2017]).	HDTDR-analysaattori.

# Caverion

Mittauksen kohde	Mittauskohteen selite	Mahdollinen syy hylättyyn tulokseen	Toimintoja hylkäyksen syyn selvittämiseen
NEXT	Lähipään ylikuulumisvaimennus parien välillä. Suurempi tulos tarkoittaa pienempää heijastusta.	Liitin on asennettu huonosti, liittimen kategoria on väärä tai liitin on viallinen (Fluke Corporation, [viitattu 19.2.2017]).	HDTDX-analysaattori
PS NEXT	Lähipään ylikuulumisvaimennuksen tehosumma. Suurempi tulos tarkoittaa pienempää heijastusta.	Tarkista NEXT.	
ACR-N	Lähipään vaimennus-ylikuulumissuhde parien välillä. Suurempi tulos tarkoittaa pienempää vaimennusta.	Tarkista NEXT ja vaimennus.	
PS ACR-N	Lähipään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehosumma. Suurempi tulos tarkoittaa pienempää vaimennusta.	Tarkista ACR-N.	
ACR-F	Kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhde parien välillä. Suurempi tulos tarkoittaa pienempää vaimennusta.	Tarkista vaimennus. Jos vaimennusmittaus on läpäisty, niin kaapeli on viallinen (Fluke Corporation, [viitattu 23.2.2017]).	
PS ACR-F	Kaukopään vaimennus-ylikuulumissuhteen tehosumma. Suurempi tulos tarkoittaa pienempää vaimennusta.	Tarkista ACR-F.	

# Caverion

## HDTDX-analysointilaitteen käyttö

HDTDX-analysointilaitteen avulla pystyt selvittämään yksittäisen johtimen suorituskykyyn liittyviä ongelmia.

1. Ennen HDTDX-analysointilaitteen käytön, selvitä mikä johdinpari aiheuttaa huonoimman tuloksen.
2. HDTDX-analysointilaitteen käyttöä varten, valitse mittausraportin lopusta löytyvä "HDTDX Analyzer".
3. Valitse tarkasteltava pari hylätyn tuloksen huonoimman parin mukaan.
4. Työkalu tarkentaa automaattisesti suurimpaan mittaus tuloksen muutokseen, kun aloitat tarkennuksen painamalla "Change To Zoom" -näppäintä kerran ja painamalla sen jälkeen kohdistinnäppäintä oikealle.
5. Paina sitten "Change to Cursor" -näppäintä kerran ja liikuta kohdistinta tämän jälkeen nähdäksesi arvon kuvaajan kyseisessä kohdassa. Metrilukema osoittaa kaapelin pituuden kyseisessä pisteessä. Analysointilaitte ilmoittaa tuloksen prosentteina. Mikäli kuvaajassa näkyvän poikkeaman tulos on yli 17,5 % on sen syyhyn kiinnitettävä erityistä huomiota. (Fluke Corporation, [viitattu 26.2.2017].)

## HDTDR-analysointilaitteen käyttö

HDTDR-analysointilaitteen avulla pystyt selvittämään heijastusvaimennukseen liittyviä ongelmia

1. Ennen HDTDR-analysointilaitteen käytön, selvitä mikä johdinpari aiheuttaa huonoimman tuloksen.
2. HDTDR-analysointilaitteen käyttöä varten valitse mittausraportin lopusta löytyvä "HDTDR Analyzer".
3. Valitse tarkasteltava pari hylätyn tuloksen huonoimman parin mukaan.
4. Työkalu tarkentaa automaattisesti suurimpaan mittaus tuloksen muutokseen, kun aloitat tarkennuksen painamalla "Change To Zoom" -näppäintä kerran ja painamalla sen jälkeen kohdistinnäppäintä oikealle.
5. Paina sitten "Change to Cursor" -näppäintä kerran ja liikuta kohdistinta tämän jälkeen nähdäksesi arvon kuvaajan kyseisessä kohdassa. Metrilukema osoittaa kaapelin pituuden kyseisessä pisteessä. Tarkkailemalla kuvaajan huipusta-huippuun amplitudia pystyt tarkkailemaan esimerkiksi kaapelin päätteissä tehtyjen liitosten toimivuutta. Jos kuvaajassa näkyy kaksinaisia muutoksia, on sinun vähennettävä pienempi arvo suuremmasta, jolloin tulokseksi saadaan todellinen muutos heijastusvaimennuksessa. Analysointilaitte ilmoittaa tuloksen prosentteina. Mikäli muutos on yli 3 % on sen syyhyn kiinnitettävä huomiota. (Fluke Corporation, [viitattu 27.2.2017].)

# Caverion

## LÄHTEET

- Fluke Corporation. Ei päiväystä. Case Study 4 - Insertion Loss Fails on DTX CableAnalyzer due to lubricant. [Verkkosivu]. Fluke Corporation. [Viitattu 18.2.2017]. Saatavana: <http://www.flukenetworks.com/content/case-study-4-insertion-loss-fails-dtx-cableanalyzer-due-lubricant>
- Fluke Corporation. Ei päiväystä. Case Study 5 - NEXT Fails on DTX CableAnalyzer due to a termination issue. [Verkkosivu]. Fluke Corporation. [Viitattu 19.2.2017]. Saatavana: <http://www.flukenetworks.com/content/case-study-5-next-fails-dtx-cableanalyzer-due-termination-issue>
- Fluke Corporation. Ei päiväystä. Case Study 6 - Return Loss Fails on DTX CableAnalyzer due to cable. [Verkkosivu]. Fluke Corporation. [Viitattu 20.2.2017]. Saatavana: <http://www.flukenetworks.com/content/case-study-6-return-loss-fails-dtx-cableanalyzer-due-cable>
- Fluke Corporation. Ei päiväystä. Case Study 8 - Prop. Delay fails on DTX CableAnalyzer due to cable length. [Verkkosivu]. Fluke Corporation. [Viitattu 22.2.2017]. Saatavana: <http://www.flukenetworks.com/content/case-study-8-prop-delay-fails-dtx-cableanalyzer-due-cable-length>
- Fluke Corporation. Ei päiväystä. Case Study 9 - ACR-F fail on DTX CableAnalyzer. [Verkkosivu]. Fluke Corporation. [Viitattu 23.2.2017]. Saatavana: <http://www.flukenetworks.com/content/case-study-9-acr-f-fail-dtx-cableanalyzer>
- Fluke Corporation. Ei päiväystä. HDTDX - DTX CableAnalyzer. [Verkkosivu]. Fluke Corporation. [Viitattu 26.2.2017]. Saatavana: <http://www.flukenetworks.com/content/hdtdx-dtx-cableanalyzer>
- Fluke Corporation. Ei päiväystä. HDTDR - DTX CableAnalyzer. [Verkkosivu]. Fluke Corporation. [Viitattu 27.2.2017]. Saatavana: <http://www.flukenetworks.com/content/hdtdr-dtx-cableanalyzer>