



**MÄÄRÄYKSEN 65 E MUKAISET
YLEISKAPELOINTIJÄRJESTELMÄN
HYVÄKSYMISTESTAUKSET JA TARKASTUKSET**

2.11.2023

Sisältö

- ❑ Parikaapelointi - hyväksymistestaukset
 - Kategorian 6 pysyvät siirtotiet
 - Telekaapelointi (aluekaapeloinnissa)

- ❑ Optinen kaapelointi - hyväksymistestaukset

- ❑ Tarkastukset
 - Aistinvaraiset tarkastukset
 - Optisten liittimien liitinpäiden tarkastukset

Parikaapelointi - hyväksymistestaukset

Parikaapelointi - hyväksymistestaukset

Kategorian 6 pysyvät siirtotiet

- ❑ Jokainen kategorian 6 parikaapeloinnin pysyvä siirtotie (permanent link, PL) testataan jokaisesta osajärjestelmästä (kotikaapelointi, nousukaapelointi ja aluekaapelointi).
- ❑ Pysyvä siirtotie (permanent link) muodostuu kiinteästä kaapeloinnista ja liitoksista sen molemmissa päissä.
- ❑ Mittaus suoritetaan parikaapelitesterialla (vähintään tason III laitteella), ei sovellus- tai lähiverkkotesterillä.
- ❑ Mittausspesifikaatio (Cat 6 / luokka E): EN 50173-1 Class E Permanent Link



Parikaapelointi - hyväksymistestaukset





Parikaapelointi - hyväksymistestaukset

Kategorian 6 pysyvät siirtotiet

- Parikaapelitesterin tulee olla kalibroitu valmistajan ohjeiden mukaisesti ja kalibrointiväli ei saa olla ylittynyt (kalibrointitodistus liitteeksi mittauspöytäkirjaan).
- Suorituskyvyn hyväksymiskriteerinä on, että pysyvä siirtotie täyttää sille määritellyn suorituskykyluokan kaikki vaatimukset (poikkeuksena tilanteet, joissa on sovellettu lievennyssääntöjä – yli 90 m olevat rakennusten väliset kaapeloinnit).
- Rajatulosten PASS* ja FAIL* tulkinta tulee päättää etukäteen laatusuunnitelmalomakkeessa (ST 681.43)



Parikaapelointi - hyväksymistestaukset

Telekaapelointi (jos on käytetty aluekaapeloinnissa)

- Telekaapeleilla toteutetun aluekaapeloinnin osalta on tarkistettava seuraavat asiat:
 - Parien johtimien kytkentäjärjestys on telekaapelin värijärjestelmän mukainen.
 - Kaapeloinnissa ei esiinny johtimien katkoksia eikä johtimien välisiä tai johtimien ja kaapelin metallivaipan välisiä oikosulkuja.
- Tarkistus voidaan suorittaa esimerkiksi tähän tarkoitukseen sopivalla kenttäpuhelimella. Tarkistuksen tarkoituksena on varmistaa toimiva galvaaninen yhteys telekaapelilla toteutetun aluekaapeloinnin päätteiden välillä.

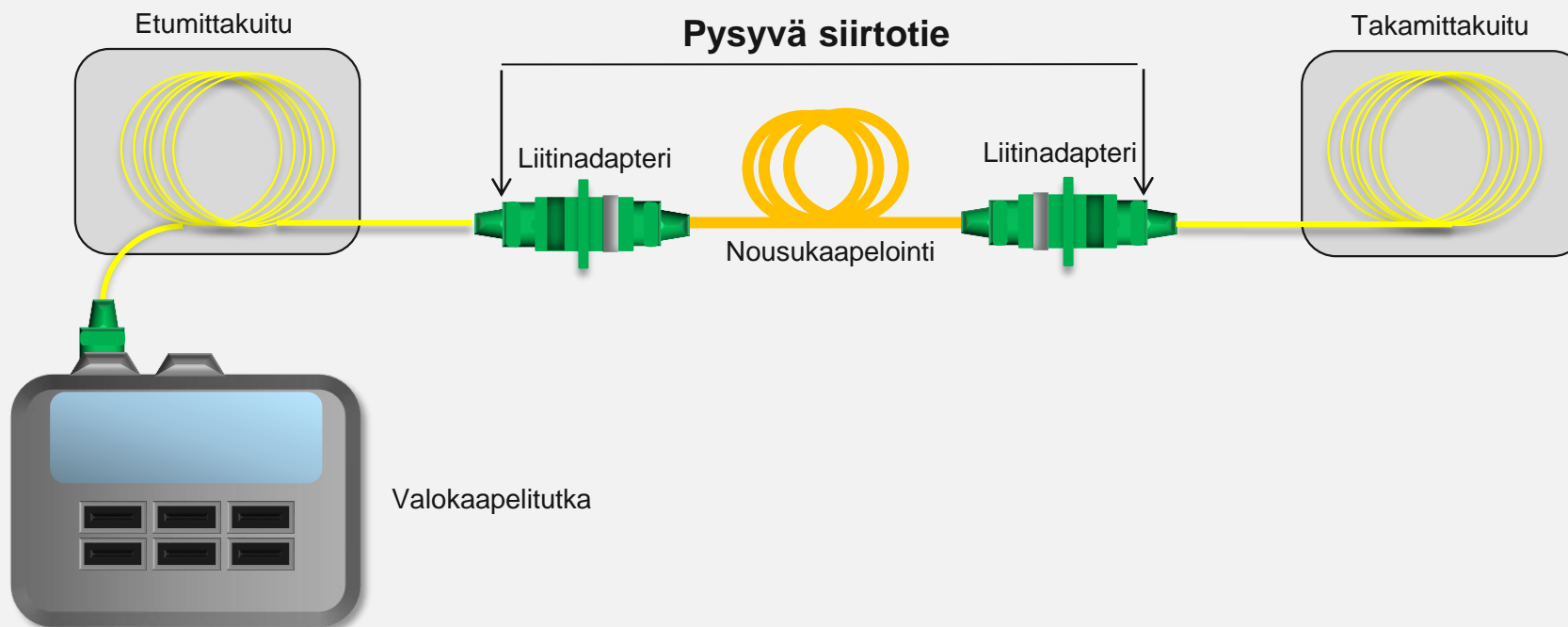
Optinen kaapelointi - hyväksymistestaukset

Optinen kaapelointi - hyväksymistestaukset

- Jokainen optinen pysyvä siirtotie (permanent link) testataan.
- Mittauslaitteena on joko optinen tehomittapari (LSPM) tai valokaapelitutka (OTDR).
- Vertailutehon mittauksessa käytetään **yhden kytkentäkaapelin menetelmää** (optinen tehomittapari).
- Valokaapelitutkamittauksissa tulee olla sekä **etumittakuitu** että **takamittakuitu**.
- APC-hiotut liittimet voivat olla haasteellisia nähdä tutkamittauksissa.
- Mittaukset suoritetaan aallonpituuksilla 1310 nm ja 1550 nm.



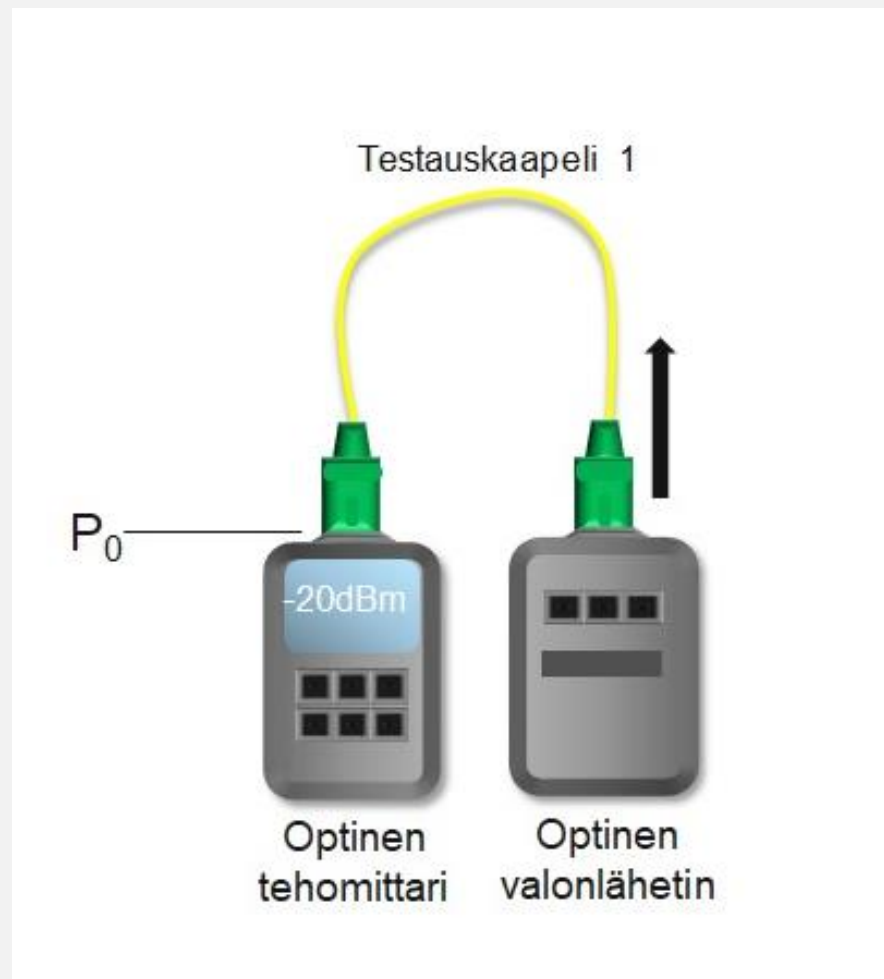
Optinen kaapelointi - hyväksymistestaukset



Optinen kaapelointi - hyväksymistestaukset

Optisen tehomittarin käyttö määräyksen 65 mukaisiin mittauksiin

- ❑ Laita optinen valonläheterin hyvässä ajoin päälle.
- ❑ Ota tehomittari ja testauskaapelit 1 ja 2 esiin ja kytke mittapari yhteen toisella testauskaapelilla.
- ❑ Puhdista testauskaapelin liittinpäät ennen kytkentää puhdistuskasetilla.
- ❑ Mittaa tehomittariin päätyvän valotehon määrä (P_0). Kirjaa lukema ylös, tai käytä mittarin nollaustoiminnetta.
- ❑ **Tätä toimenpidettä kutsutaan vertailutehon mittaukseksi 1-kytkentäkaapelin menetelmällä.**



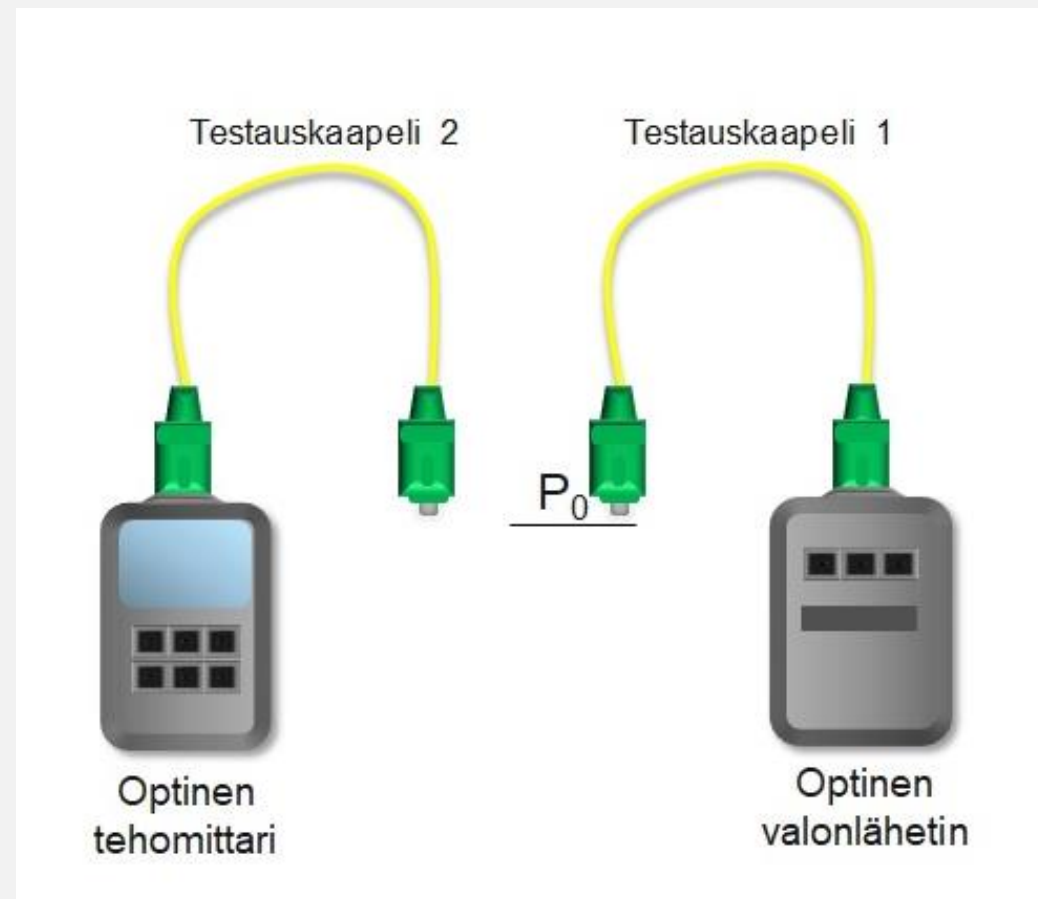
Optinen kaapelointi - hyväksymistestaukset

- Irrota testauskaapeli 1 tehomittarista.
- Ota testauskaapeli 2 ja kytke se tehomittariin.
- Muista puhdistaa testauskaapelin 2 liitinpäät ennen kytkentää.
- Testauskaapelia 1 ei saa enää irrottaa valonlähteestä ennen varsinaisia mittauksia!

Testauskaapelit:

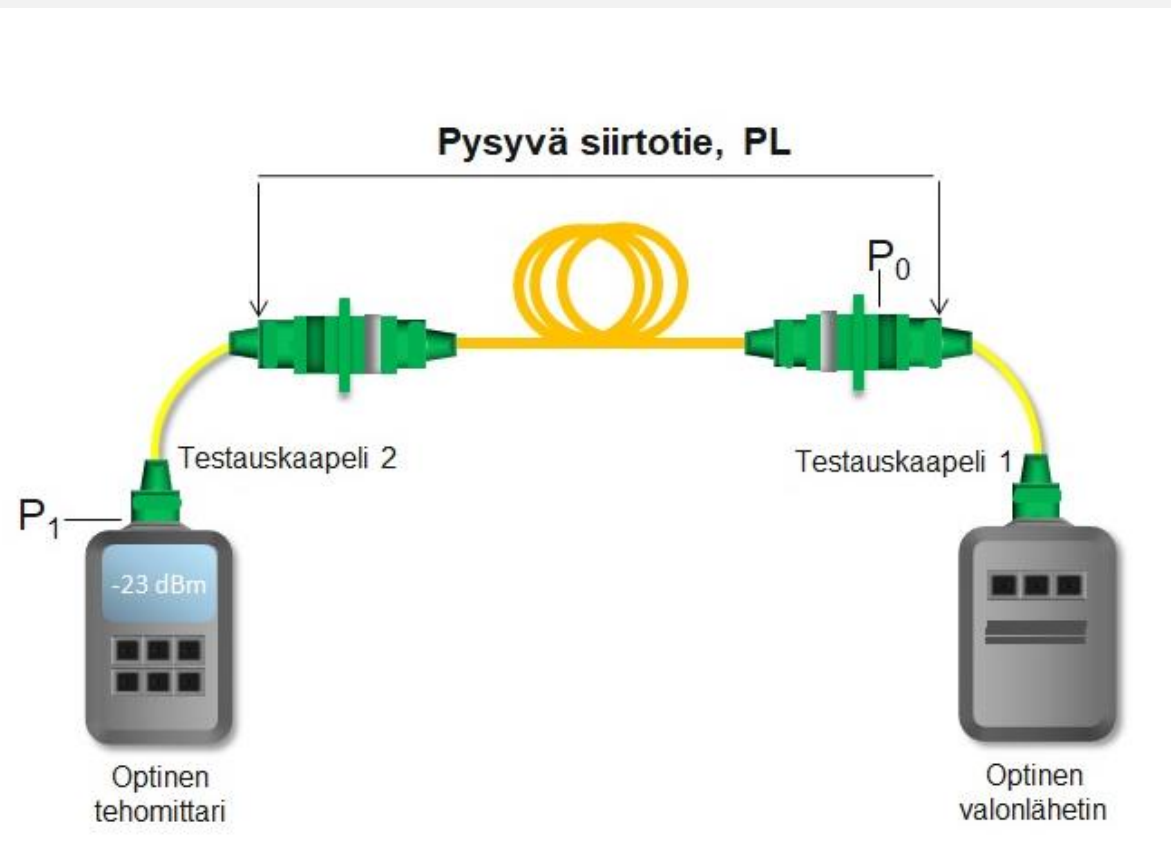
Kaksi hyväkuntoista ja standardinmukaista kytkentäkaapelia:

- Pituus (2-5 m)
- Testauskaapeleiden liitinpäät ovat puhtaat ja naarmuttomat
- Liitosvaimennusvaatimus $\leq 0,3$ dB yksimuotokuiduilla



Optinen kaapelointi - hyväksymistestaukset

- Kytkeydy mitattavaan pysyvään siirtotiehen testauskaapelein (1 ja 2).
- Varmista kuitumikroskoopilla ennen kytkeytymistä, että pysyvän siirtotien liittimet ovat puhtaat.
- Puhdista ne tarvittaessa puhdistuskynällä.
- Aloita mittaus syöttämällä valotehoa mitattavaan verkkoon valituilla aallonpituuksilla.
- Pysyvän siirtotien aiheuttama vaimennus on $P_0 - P_1$

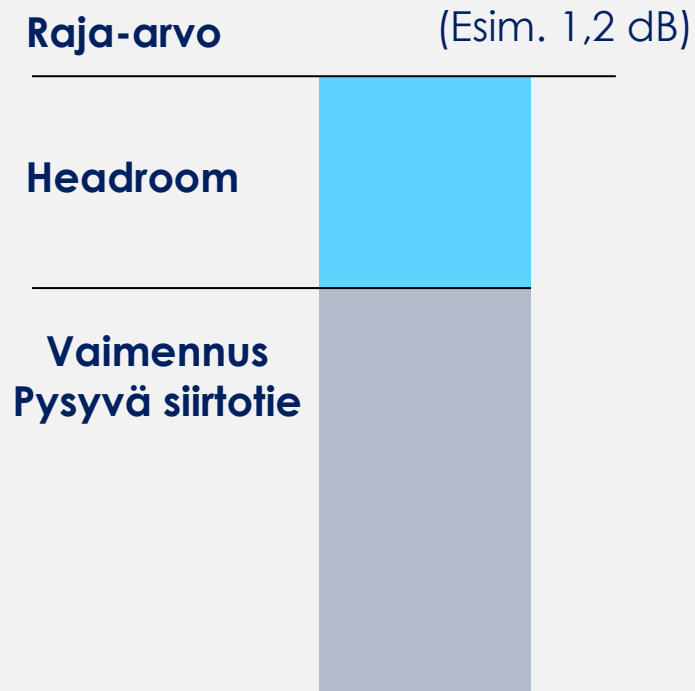


- Valotehon taso P_1 on tehomittarissa - 23 dBm.
- Lähtötaso P_0 on - 20 dBm
- Valoteho on vaimentunut mitattavassa verkossa $-20 \text{ dBm} - (-23 \text{ dBm}) = 3 \text{ dB}$ eli puolet.

Optinen kaapelointi - hyväksymistestaukset

Mittaustulosten raportointi

- Raportista (pöytäkirjasta) tulee selkeästi käydä ilmi sovellettu raja-arvo:
 - a. Määräyksen 65 mukainen raja-arvo(t)
 - b. ~~Tilaaajan määrittelemät raja-arvo~~
 - c. ~~Laskennallinen raja-arvo~~
 - d. ~~Jonkin sovelluksen raja-arvovaatimus~~
- Kaikki mittaustulokset esitetään yksikössä desibeli (dB), ei tehotasona (dBm).
- Mittaustulokset edustavat pysyvän siirtotien vaimennusta, ei headroom-arvoa.
- Jokainen mitattu pysyvä siirtotie on selkeästi identifioitu.
- Valokaapelitutkan vaimennusprofiilikuvat tulee olla oikein skaalattu.



Optinen kaapelointi - hyväksymistestaukset

Mittaustulosten realistisuuden arviointi

Arvioi aina myös oma mittaustuloksesi. Myös **liian pieniin vaimennusarvoihin** on syytä kiinnittää huomiota.

- Esimerkiksi 0,05 – 0,2 dB vaimennusarvot ovat yksimuotokuidulla toteutettujen pysyvien siirtoteiden tapauksissa jo sellaisella tasolla, että on syytä epäillä mittausrvirhettä.
- Tyypillinen syy: käytetty 2- tai 3-kytkentäkaapelin menetelmää vertailutehon mittauksessa tai raportoitu epähuomiossa ns. headroom-arvot



Optinen kaapelointi - hyväksymistestaukset

Mittaustulosten realistisuuden arviointi

Syitä liian suurille vaimennusarvoille:

- Jokin liitinpää on jäänyt likaiseksi.
- Kuitu on jossain kohtaa kaapelointia (esim. päätteissä) liian pienellä taivutussäteellä tai puristuksissa.
- Kuitu on fyysisesti vaurioitunut jossain kohtaa kaapelointia.
- Liitin tai liitinadapteri on vaurioitunut tai ne ovat heikkolaatuisia (mm. kohdistusongelmat).
- Väärän kuitutyypin testauskaapelit:
 - *Esimerkki: Monimuoto testauskaapelit käytössä, mitattava verkko on yksimuotoa.*
- Väärän liitintyyppin testauskaapelit:
 - *Esimerkki: Testauskaapelit ovat UPC-hiotuilla liitinpäillä, mitattava verkko on APC-hiotuilla liitinpäillä.*
- Vertailutehon mittauksesta kulunut liian pitkä aika.
- Väärin valittu aallonpituus (yksimuoto - monimuoto).
- Mittaparin akun varaustaso on liian alhainen - vaikuttaa syötettävään valotehon tasoon.



Tarkastukset

Tarkastukset

Tarkastetaan, että rakennettu sisäverkko vastaa määräyksen 65 E vaatimuksia rakenteen, laajuuden, asennustöiden ja loppudokumentoinnin osalta.

- Kaapeloinnin, kaapeliteiden ja laitetilojen asennukset. Käytännössä tarkastetaan mm. kaapeliteiden toteutus, kaapeleiden ja asennukset kaapeliteillä, kaapeleiden läpiviennit ja palokatkot, kaapeleiden asennukset ja hallinta laitetiloissa, kaapeleiden päättämiset ja laitetilojen toteutukset.
- Sähkön syötön, maadoitusten ja potentiaalintasausten toteutukset.
- Yleiskaapelointijärjestelmän rakenne ja mitoitus. Tutkitaan, että rakenne ja mitoitus on vaatimusten ja suunnitelmien mukainen.
- Tarkastetaan, että tietoliikennesasioiden, paneelien, kaapeleiden, telineiden ja jakamotilojen merkinnät on tehty ja dokumentoitu selkeästi - laatusuunnitelmassa sovitulla laajuudella
- Tarkastetaan asennustyön laatu paikanpäällä sekä valokuvista.

Tarkastukset

Tarkastetaan, että rakennettu sisäverkko vastaa määräyksen 65 E vaatimuksia rakenteen, laajuuden, asennustöiden ja loppudokumentoinnin osalta.

- Talo- ja alijakamot ja niihin sijoitetut päätepaneelit, päätekotelot, jatkokset ja jaottimet on valokuvattava. Valokuvista tulee käydä selkeästi ilmi:
 - kaapelointien asianmukainen asennustapa
 - päätepaneelien, -koteloiden ja laitteiden asennusmenetelmät ja sijoitukset
 - umpinaisten/kannellisten päätteiden ja jatkoksien sisäpuoliset asennusmenetelmät
 - valokuvien perusteella tulee olla mahdollista todeta asennustyön laatu ja määräyksenmukaisuus

- Erityisesti umpinaisten/kannellisten päätteiden ja paneelien osalta valokuvausvelvoite on syytä toteuttaa jo asennustyön aikana.

- Valokuvat liitetään osaksi loppudokumentointia - selkeästi identifioituna.



Tarkastukset

Tarkastetaan, että rakennettu sisäverkko vastaa määräyksen 65 E vaatimuksia rakenteen, laajuuden, asennustöiden ja loppudokumentoinnin osalta.

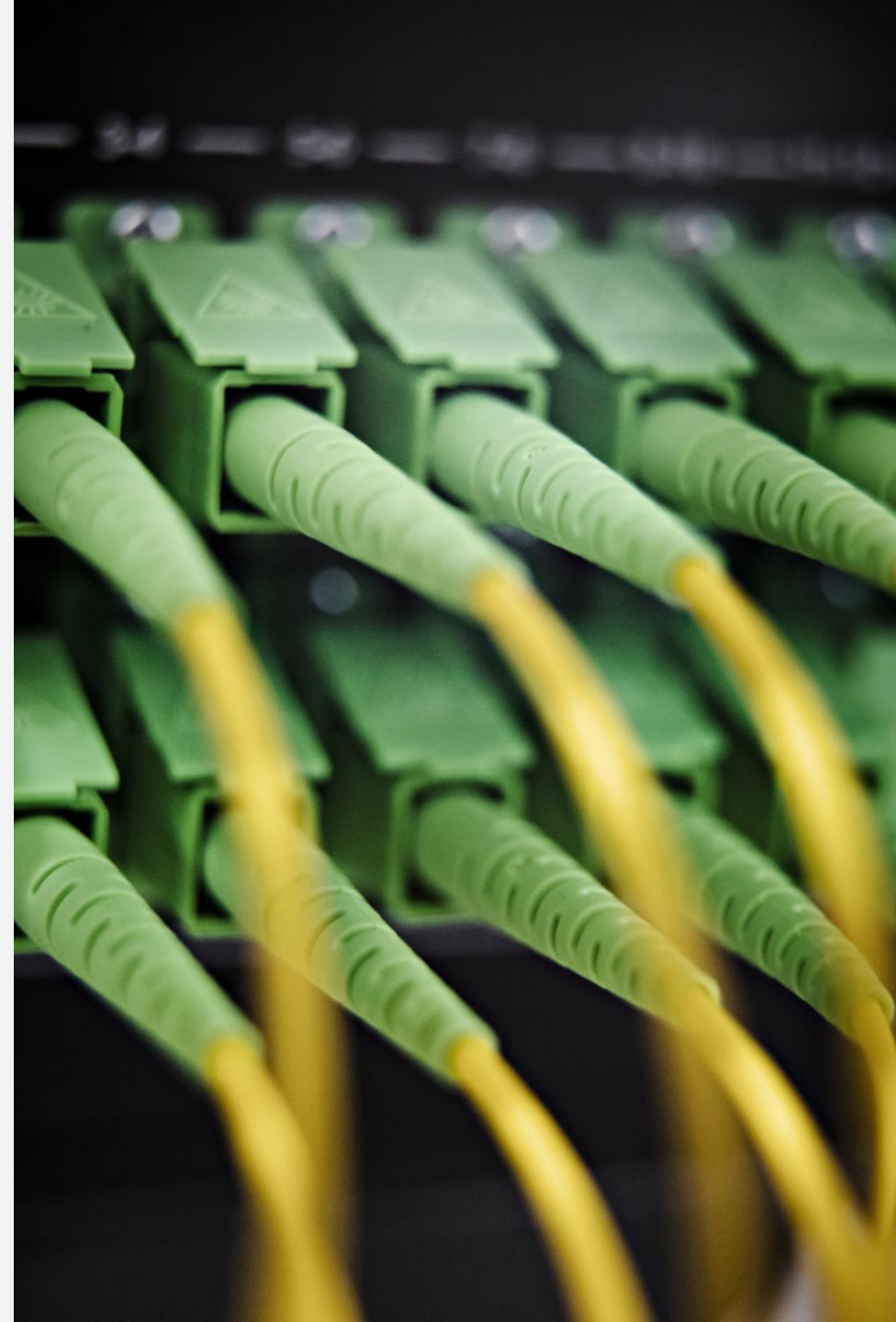
- Vähintään yksi kotijakamoasennus kohteessa tulee valokuvata niin, että kuvasta/kuvista käy selkeästi ilmi asennustyön laatu (myös umpinaisten päätteiden sisältä), koko, komponenttien sijoittelu sekä määräyksen 65 E muut vaatimukset. Valokuva/-kuvat liitetään osaksi loppudokumentointia.
- Erityisesti umpinaisten/kannellisten päätteiden ja paneelien osalta valokuvausvelvoite on syytä toteuttaa jo asennustyön aikana.
- Valokuvat liitetään osaksi loppudokumentointia - selkeästi identifioituna.



Tarkastukset

Optisten liittimien tarkastaminen kuitumikroskoopilla:

- Optisten liittimien tarkastus kuitumikroskoopilla on tehtävä vain tarvittaessa.
- Ei siis ole velvollista järjestelmällisesti tutkia optisten liittinpäiden kuntoa kuitumikroskoopilla, eikä velvoitetta raportoida tarkastustuloksista tilaajalle.
- Vahvasti suositeltavaa on kuitenkin, että liittimet (sekä testauskaapeleiden että pysyvän siirtotien) tarkastetaan ennen kuin suoritetaan hyväksymistestaus. Tällä varmistetaan, että testaustulokset pysyvät mahdollisimman realistisina.



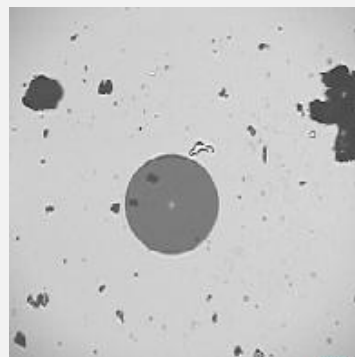
Tarkastukset



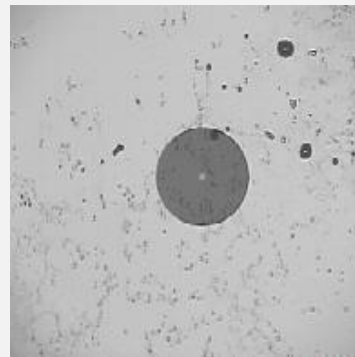
200-kertainen suurennos optisesta liitinpäätä



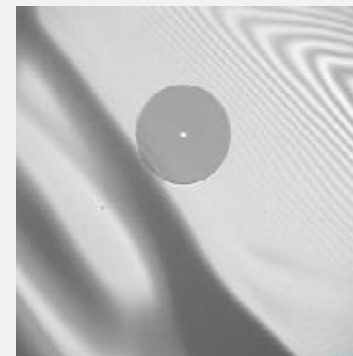
Puhdas liitinpää



Rakennuspölyä



Ihokosketus



Maakaapelin rasvaa



KIITOS

Ville Reinikainen

ville.reinikainen@sahkoinfo.fi

2023



SÄHKÖINFO panostaa sähköistysalalla tarvittavan tiedon digitaaliseen jakeluun. ST-kortisto, tietokansiot, Sähköala-lehden verkkoversio, ohjelmistot, lomakkeet, verkkokurssit ja mobiilisovellukset ovat esimerkkejä tuotteista, joilla voit ylläpitää ja kehittää ammattitaitoasi ajasta ja paikasta riippumatta.