

---

# Laajakaistaisten tietoliikennemuodulien tuotantotestaus

---

Janne Kuusivaara 16.10.2007

Valvoja: professori Timo Laakso

---

# Esityksen sisältö

- Tavoitteet ja vaatimukset
- Miksi testataan, miten testataan
- SDH
- Testiprosessi
- Mittaukset
- Testijärjestelmän kuvaus
- Testeriprojektin tuloksia
- Johtopäätökset

---

# Työn tavoitteet

- Työn tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa tuotannon testausjärjestelmä laajakaistaisten SDH-liitäntämoduulien funktionaalista tuotantotestausta varten

---

# Käytetyt menetelmät

- Kirjallisuustutkimus
  - Testausmenetelmät
  - SDH-teknologia
- Vaatimukset määriteltiin yhdessä tuotesuunnittelun kanssa
- Omakohtainen kokemus, sekä tiimin tuki
- Toteutusosa, monta roolia:
  - Pääkonseptien suunnittelu
  - Projektipäällikkö (aikataulut, raportointi, laite-evaluoinnit, ostot, alihankinta-aktiviteetit)
  - SW suunnittelu

---

# Vaatimukset

- Tuotteita kuusi kappaletta
- Testispesifikaatio tuotteen HW-suunnittelijalta
- Haasteet:
  - SDH-tekniikan erityispiirteiden huomioon ottaminen
    - korkeat siirtonopeudet ja taajuudet
      - ➔ komponenttien laatu + sähköiset sovitukset
  - Testiympäristöstä johtuvat epävarmuustekijät
  - Tuotannon vaatimukset
    - käyttöliittymä
    - ergonomia
    - nopeus
    - ylläpito
    - kustannukset (investointi + käyttö)

---

# Miksi testataan?

- Tuotantotestauksen tarkoituksena on varmistaa tuotantoprosessin laatu
  - Ei testata suunnitteluvikoja, vaan prosessissa tapahtuneita virheitä
- Vasta-argumentteja:
  - Merkki huonosta tuotantoprosessista, jos prosessi kunnossa testausta ei tarvita
  - Ei taloudellisia perusteita, ei lisä-arvoa tuotteelle
- Elektroniikkateollisuudessa toisin:
  - Piirilevyn valmistusprosessiin liittyy kymmeniä työvaiheita, satoja komponentteja → komponenttien yhdistetyt vikatodennäköisyydet kumuloituvat
  - Luotettavuusvaatimukset korkeat verkkoelementeissä
  - Mitä myöhemmin virhe havaitaan, korjaus tulee kalliimmaksi
  - Testauksen aikana tehdään tuotteelle myös tärkeitä säätöjä ja parametrisointeja

# Miten testataan?

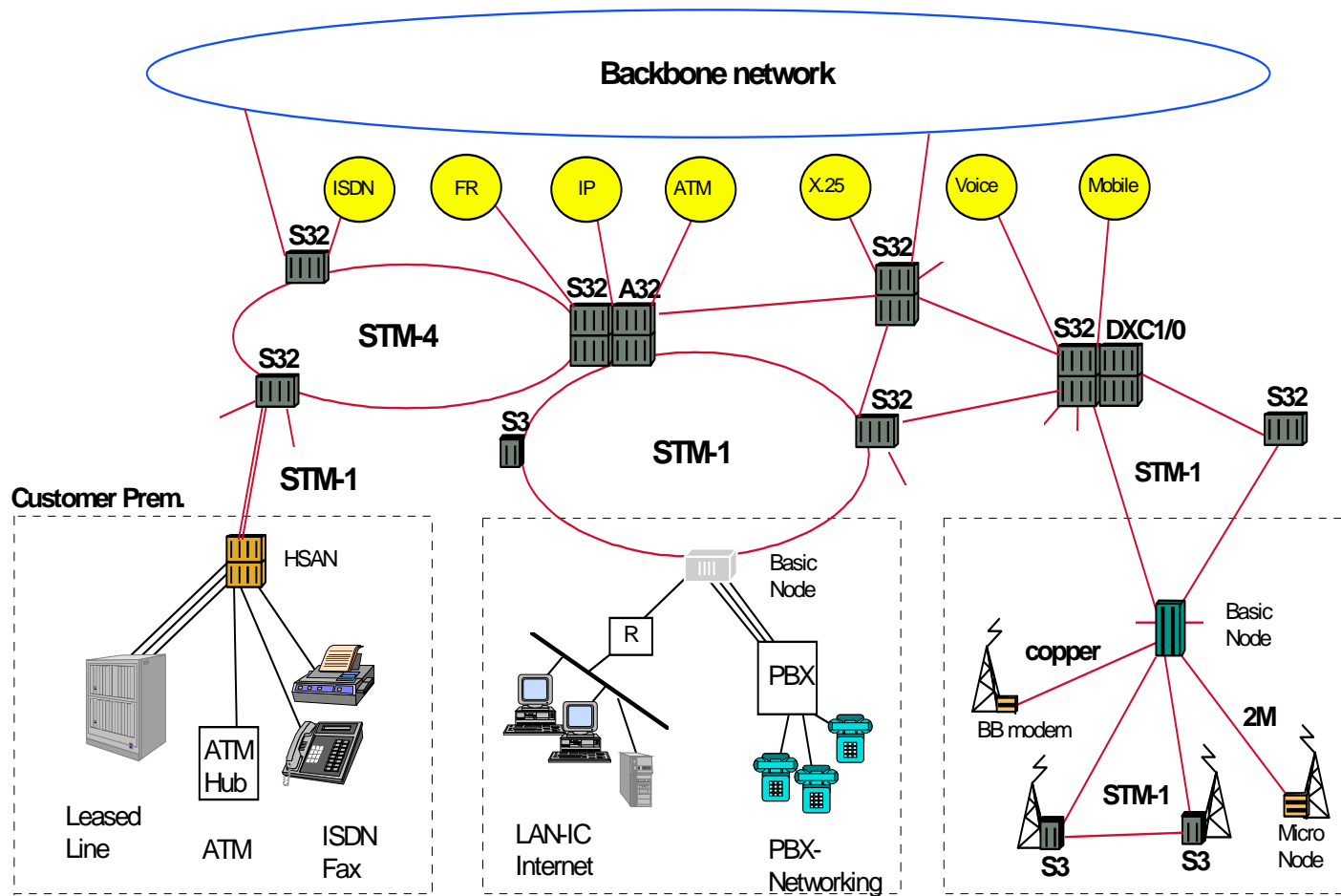
- ICT (In-Circuit Testing)
  - analogisten komponenttien sähköinen mittaus neulapedin avulla
  - myös toiminnallista testausta
- Flying probe
  - ei neulapetiä, liikkuvat mittapäät
  - prototyypitestaukseen, pienivolyymisille tuotteille
- Visuaalinen
  - kameralla tai ihmissilmin havaittavat poikkeamat
  - ei neulapetiä
- Boundary Scan IEEE 1149.1
  - IC piirien testaukseen
  - voidaan kattaa myös piirejä ja liittimiä joilla ei ole Boundary Scan tukea
- Röntgen (X-ray)
  - kuten visuaalinen, mutta röntgensäteet
- Laser
  - pintaliitospastan määrän mittaus
- Funktionaalinen
  - tuotteen toiminnallinen testaus
  - neulapeti + liittimet
  - vian paikallistaminen vaikeampaa, pitempi testiaika

# SDH

- Kuljetusjärjestelmä hitaampien siirtoverkkostandardien (PDH, ATM, Frame Relay...) signaaleille
- Käytössä maailmanlaajuisesti, SONET Pohjois-Amerikassa
- Verkko täysin synkronoitu atomikellojen (PRC) avulla
  - ➔ puskurointitarve minimoitu
- Hierarkiatasot STM-1, 4, 16, 64 ...
- Verkkoelementtien toiminnallisuus standardisoitu
  - ➔ mahdollistaa multivendor-verkot
- Pääkomponentit:
  - Synkroniset digitaaliset ristikytkentäjärjestelmät (SDXS)
  - Synkroniset multiplekserit (SM)
    - Tilaajamultiplekserit (AM)
    - SDH-multiplekserit (SDM)
  - Optiset toistimet (OR)

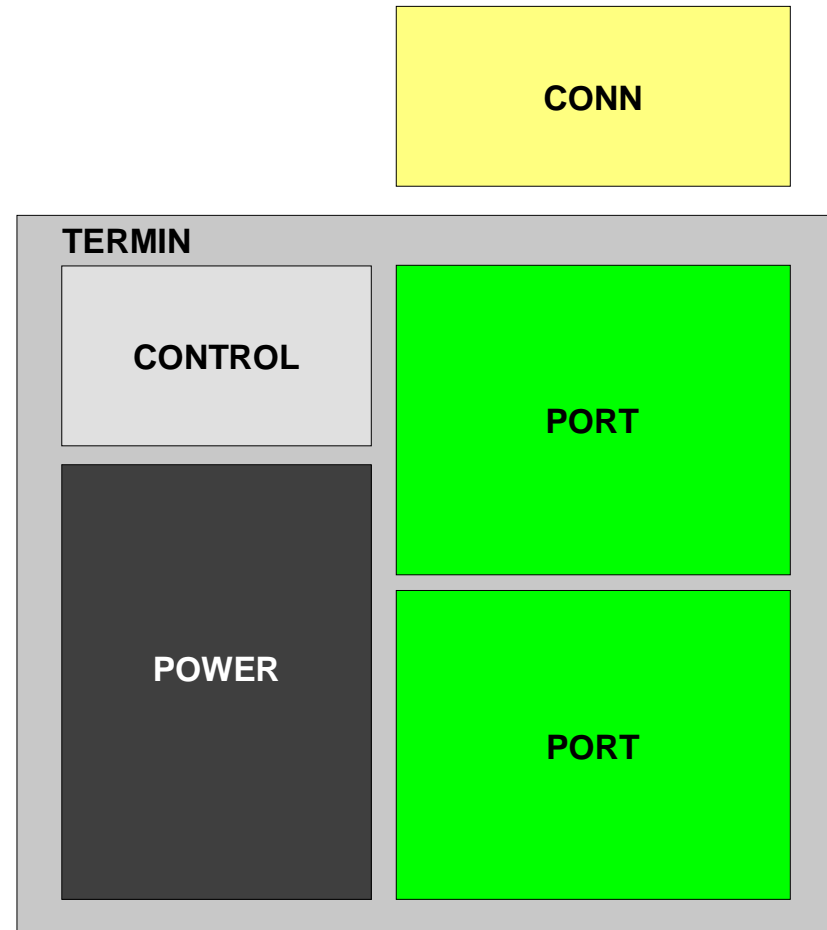


# SDH-monipalveluverkko



# Tuoterakenne

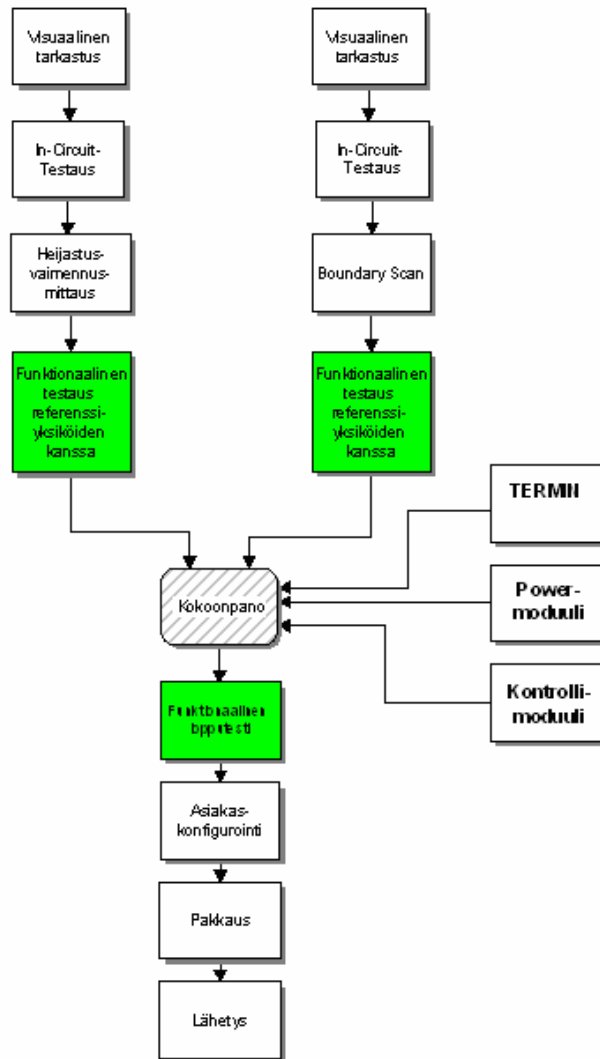
- Testattavat tuotteet STM-1- ja STM-4-tason sähköisiä ja optisia liitäntämoduuleita (CONN, PORT)
- CONN-moduulit ainoastaan sähköisiä liitäntöjä
- Optiset liitännät tulevat ulos suoraan PORT-moduuleilta
- Pohjakortti TERMIN-moduuli
- Ohjausmoduli CONTROL
- Lisäksi sähkönsyötöstä taustalevyllä vastaava POWER-moduuli



# Testattavat tuotteet

- STM-1 liitinmoduuli (CONN)
  - 75 ohm linjaimpedanssin sovitus G.703 tulossa ja lähdössä
  - G.703 porttien ylikuormituksen suojaus
  - Tulosignaalin havaitseminen
  - Erillinen OHA liitäntä TERMIN-kortille
- STM-1 sähköinen (PORT)
  - Kellon ja datan eheytyys
  - Lähtökellon generointi 19.44 MHz solmukellosta
  - STM-1 ja VC-4 terminointi
  - Otsikon terminointi
- STM-1 optinen (PORT)
  - O/E muunnokset
  - Kellon ja datan eheytyys
  - Tulosignaalin havaitseminen
  - Tulosignaalin tehon mittaus
  - Lähtösignaalin parametrien mittaus
  - Lähtökellon generointi 19.44 MHz solmukellosta
  - STM-1 ja VC-4 terminointi
  - Otsikon terminointi
- STM-4 optinen (PORT)
  - kuten STM-1
  - SOH ja 4 x VC-4 POH prosessointi

# Testiprosessi osana tuotantoprosessia



- Pintaliitosladonta
- Aksiaalikomponenttien ladonta
- Mekaniikan asennus
- Visuaalinen tarkastus
- In-Circuit-testaus
- Boundary Scan (vain PORT)
- Heijastusvaimennus (vain CONN)
- Funktionaalinen alkutestaus
- Lopullisen tuotteen kokoonpano
- Lopputestaus
- Asiakaskonfigurointi
- Pakkaus ja lähetys

---

# Optisten liitäntöjen mittaukset

- Lähtöliitäntä
  - Optinen teho
  - Optinen silmäkuvio
  - Sammutussuhde
  - Lähtöjitterin mittaust
  
- Tuloliitäntä
  - Tuloliitännän optinen heijastusvaimennus
  - Vastaanottimen herkkyys
  - Vastaanottimen ylikuormituksen sieto
  - Tulotason mittaustparametrien generointi
  - Tulosignaalin tunnistus
  - Tulojitterin sietotesti

---

# Sähköisen liitännän mittaukset

- Lähtöjitterin mittausta
- Tulojitterin sietotesti

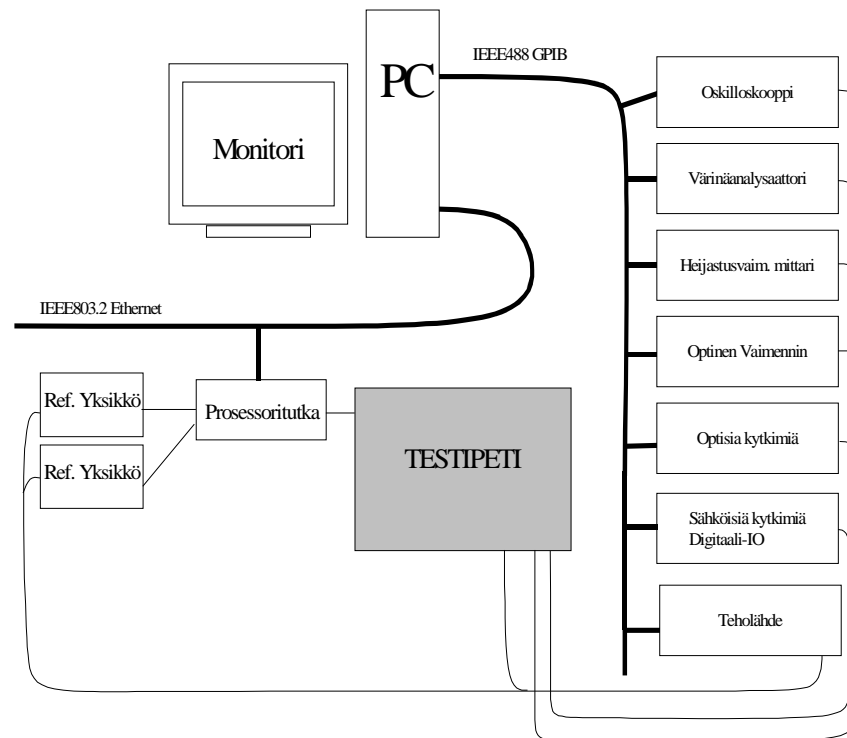
---

# Sähköisen liitinyksikön mittaukset

- Heijastusvaimennus
- Signal Loss ilmaisimen testaus
- Lähtösignaalin maskitesti
- Vaimennuskaapelitesti
- Tulojitterin sietotesti

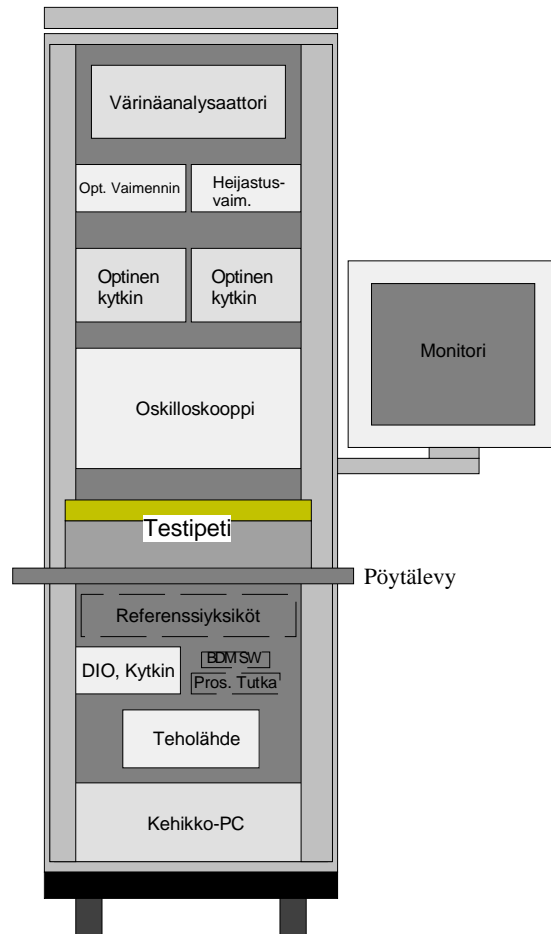
# Testijärjestelmän kuvaus

- Testijärjestelmä on suunniteltu optisten ja sähköisten PORT- ja CONN-moduulien testaukseen
- Tuotantomäärien kasvaessa testipaikka voidaan jakaa (esim. sähköiset ja optiset erikseen)
- Modulaarinen
- Luotettavat ja suorituskykyiset mittalaitteet
- Komponenttivalinnoissa suosittiin ns hyllykomponentteja
- Ei tarvetta varsinaiselle tietoliikennetesterille





# Mittalaittekehikko

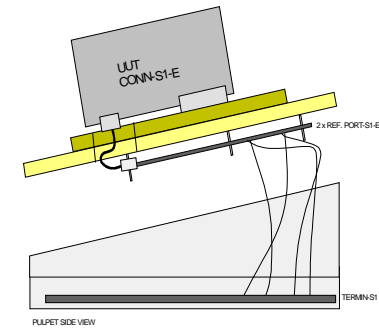
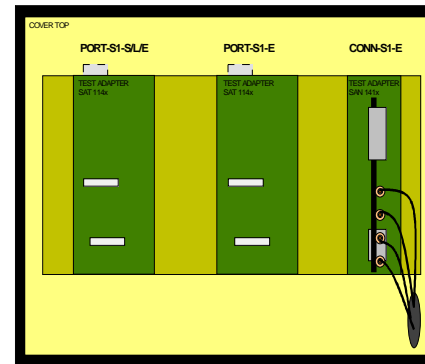


- Tilansäästö
- Laitteiden pölyyntymisen estäminen
- Laitteet tarvittaessa lukkojen takana
- Helppo siirtää tehtaassa
- Mittalaitteet sijoiteltu optimaalisesti
  - jäähdytys
  - kaapelien pituudet

# Testipedit

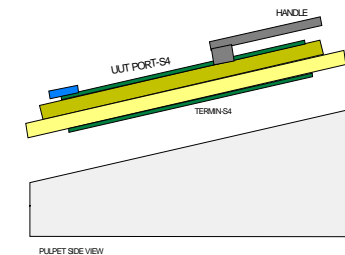
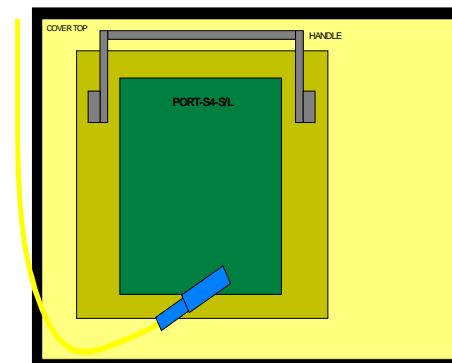
## ■ STM-1

- Yhtäaikainen testaus mahdollista
- 2 x PORT
- 1 x CONN
- Kytkeytyminen pohjaliittimen kautta
- Vaihdettava adapterikortti



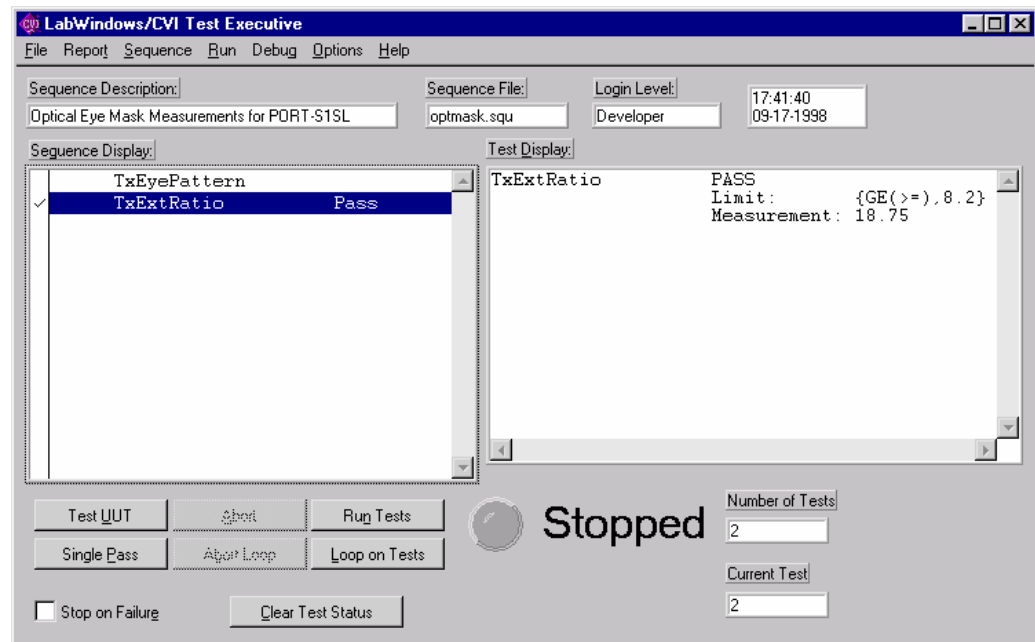
## ■ STM-4

- 1 kpl tuotteita kerrallaan
- Kytkeytyminen pohjaliittimen kautta
- Vaihdettava adapterikortti
- Mekaaninen kahva tuotteen irroitukseen



# Testausohjelmisto

- Testikehityskieli: NI LabWindows/CVI
- Käyttöliittymä: NI Test Executive
  - Vakiokäyttöliittymä
  - Ominaisuudet mm.
    - Testijonojen ajaminen
    - Testitulosten näyttäminen
    - Rajojen päivitys
    - Testiraportit
    - Vikakuitit
    - Raportointi vianhallinta-tietokantaan



# Testeriprojektin tuloksia

## ■ Nopeus

- Keskimääräiset testiajat oheisessa taulukossa
- Lisäksi käsittelyajat 10-30 sekuntia, riippuvainen testioperaattorista ja tuotteesta
- Moniajolla testerin kokonaiskapasiteettia voidaan kasvattaa STM-1 yksiköille
  - 1 kpl CONN, 2 kpl PORT
  - Mittalaitteiden hyötykäyttö
  - Käsittelyaikojen hyötykäyttö

Yksikkö	Testausaika
CONN-S1-E	1 min 20 s
PORT-S1-E	1 min 15 s
PORT-S1-SH-13	4 min 20 s
PORT-S1-LH-13	4 min 20 s
PORT-S4-SH-13	5 min 00 s
PORT-S4-LH-13	5 min 10 s

---

# Testeriprojektin tuloksia

- Kustannukset
  - Tietoliikennetestaus on aina arvokasta
  - Mittalaitteiden suorituskykyvystä ei lähdetty tinkimään
  - Evaluoinnissa keskityttiin kuitenkin edullisempiin laitevalintoihin (esim. täyden SDH-analysaattorin sijasta CSA + jitterianalysaattori)
  - Laitteiden suurempi käyttöaste pienentää kokonaiskustannuksia
- Joustavuus
  - Testerillä pystytään mittaamaan myös muita PDH- ja SDH-tuotteita
    - Riittää testipedin ja testiohjelmiston vaihto
  - Voidaan myöhemmin jakaa useammaksi testipaikaksi

---

# Johtopäätökset

- Testausmäärittelyjen perusteella luotiin tuotantotesteri, joka on suorituskykyinen ja joustava
- Tuotantotestauksen menetelmät kehittyvät koko ajan, perusideat ovat kuitenkin pysyneet samana vuosia
- Trendejä nyt:
  - PCI, PCIe, PXI standardi, modulaariset instrumentit
  - Mittalaitteiston halpeneminen
  - Kustannuspaineet, ”Kiina-ilmiö”
  - Laitteiston hallittu hyötykäyttö, jossa mittalaite jaetaan usean testipaikan kesken
  - Valmiit testerialustat

---

Kysymyksiä?

Kiitos!