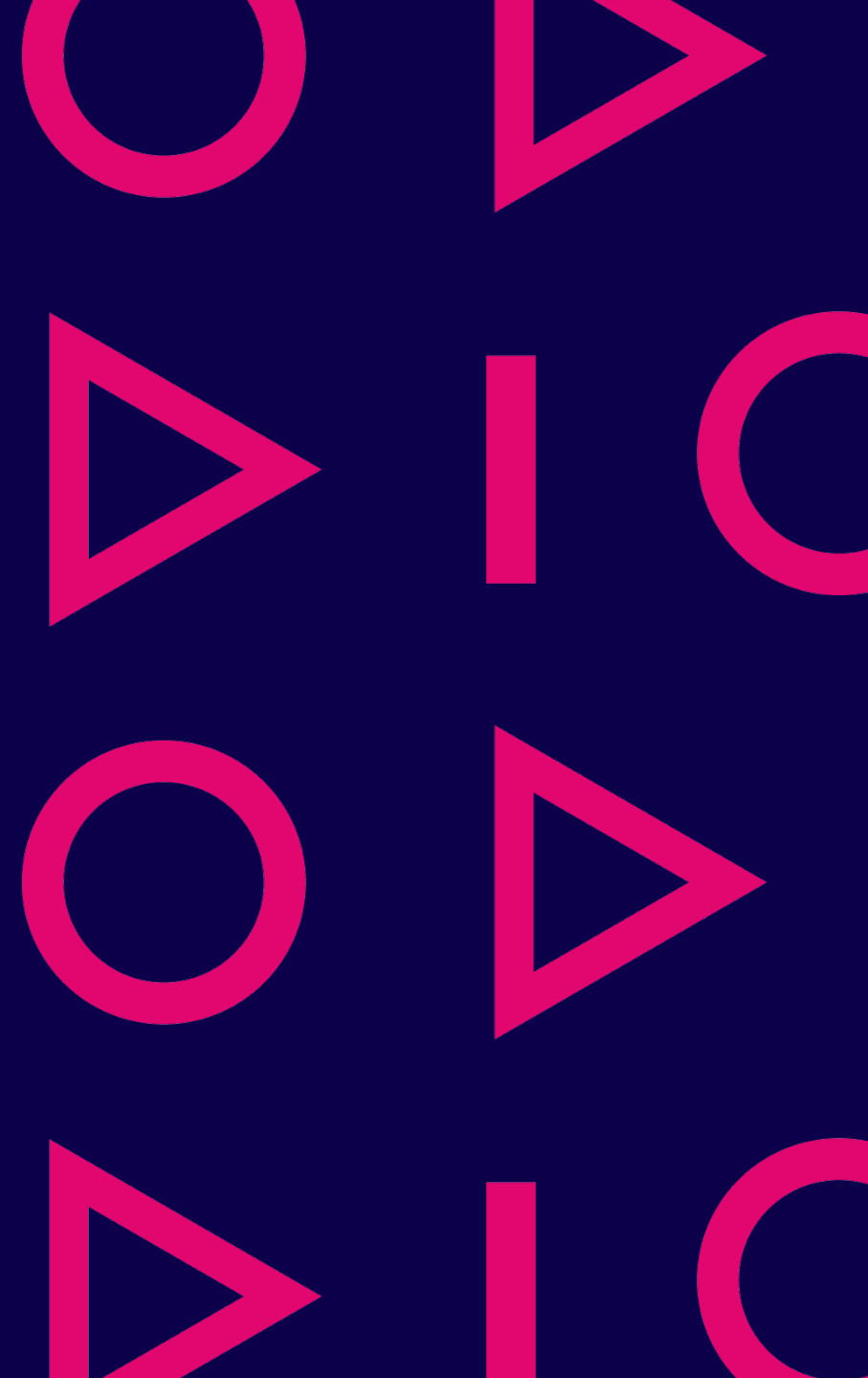


KOESTUS

Sähköverkon suojausten ja
koestuksen TKI-ympäristö

1.6.2021 – 31.8.2023

Teppo Flyktman, Pasi Puttonen, Ari Latvala, Olli Väänänen



Esityksen sisältö

Pasi Puttonen (pasi.puttonen@jamk.fi, 040 660 2496) ja Ari Latvala (ari.latvala@jamk.fi, 050 301 9771)

- KOESTUS-hankkeen lyhyt esittely
- TKI-ympäristö (fyysinen verkkomalli)

Olli Väänänen (olli.vaananen@jamk.fi, 040 716 7472)

- Häiriötallenteiden analysointi neuroverkon avulla

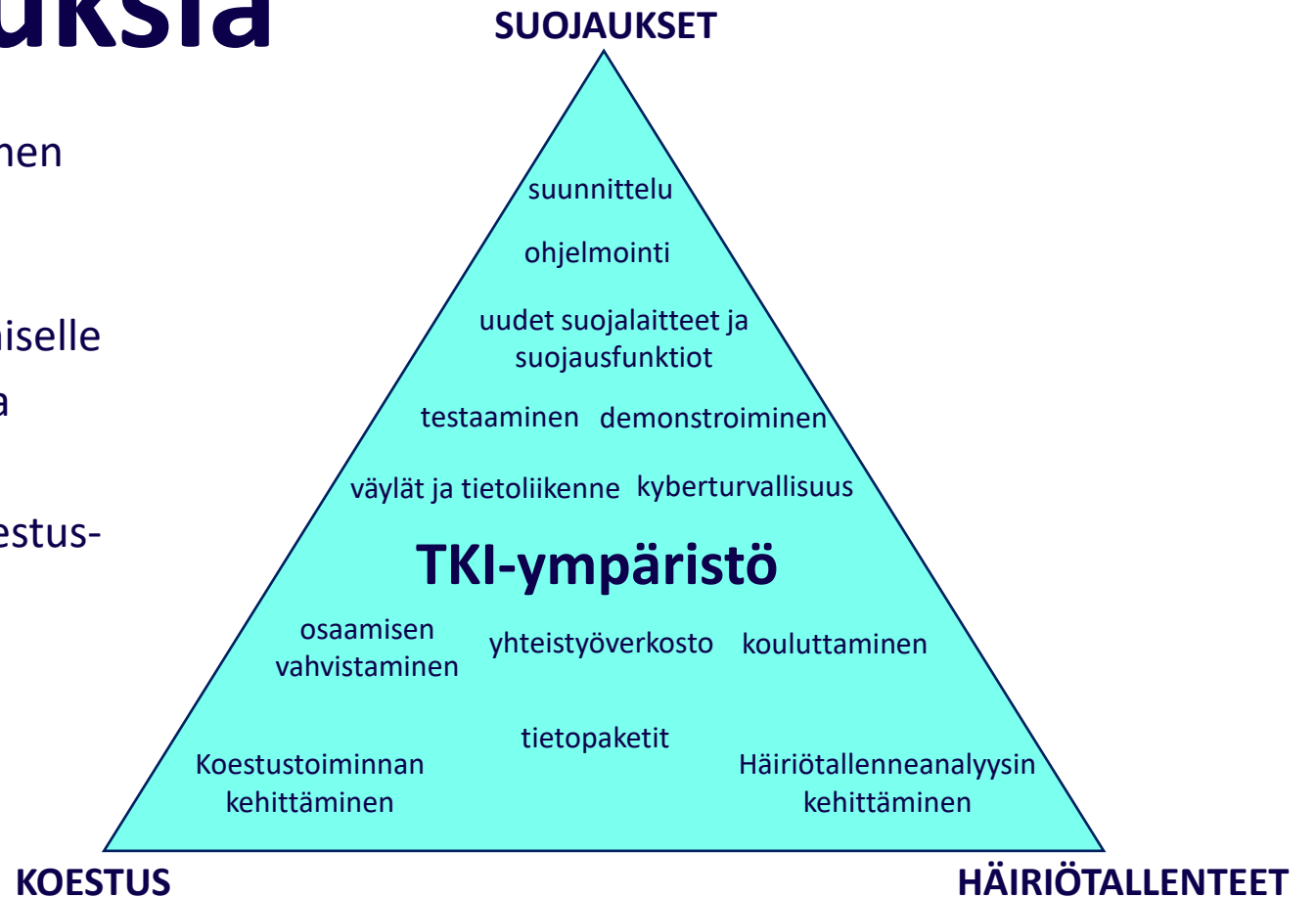
Teppo Flyktman (teppo.flyktman@jamk.fi, 040 716 7630)

- Menossa olevan jatkohankkeen (KEMAR) lyhyt esittely

Tarpeita ja ajatuksia

- Osaamistason ja -omavaraisuuden vahvistaminen koko aihepiiristä
- Edellytyksiä uusien suojausfunktioiden ja häiriötallenneanalyysin kehittämiseksi, testaamiselle, demonstroimiselle ja kouluttamiselle
- Häiriötallenteiden analysointi, data-analytiikka
- Kyberturvallisuusnäkökulmien huomioiminen
- Helposti yritysten saatavilla oleva testaus-, koestus- ja TKI-ympäristö
- Koulutus- ja TKI-yhteistyö
- Yritys- ja asiantuntijaverkosto
- Täydennyskoulutusmahdollisuus

Tarve: laitteistoja ja osaamista sisältävä TKI- ja koulutusympäristö



Osallistuneet yritykset

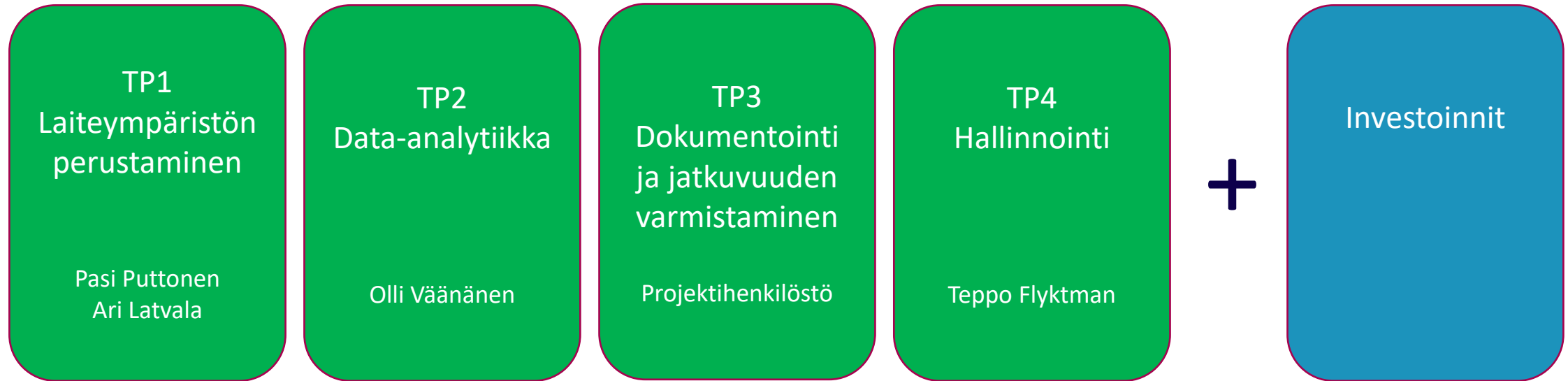
Ohjausryhmä

- Fingrid Oyj
- Alva Sähköverkko Oy
- Äänekosken Energia Oy
- Enerva Oy
- Rejlers Finland Oy
- Elektron E Oy

Muut

- ABB Oy
- Elenia Verkko Oyj
- Siemens Oy

Hankkeen organisointi



- Suojalaitteet, koestuslaite, verkkomalli
- Osaamisen vahvistaminen: suojareleet ja –funktiot, suunnittelu ja koestus
- Kyber / JYVSECTEC-yhteistyö

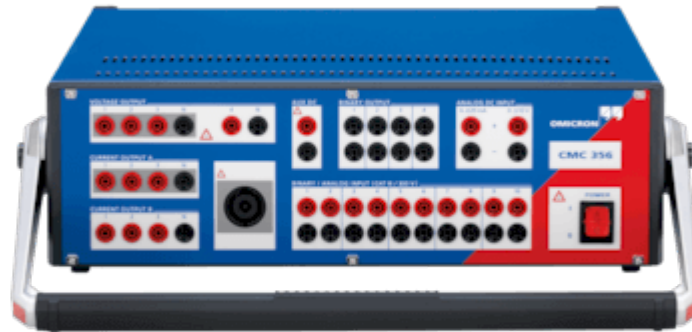
- Häiriötallenteiden analysointi
- Data-analyysin mahdollisuuksien selvittäminen → osaksi TKI-ympäristöä

- Tietopakettit TKI-ympäristöstä (laitteet + osaaminen)
- Koulutus ja osaamisen säilyminen
- Tiedotus ympäristöstä ja yhteistyöverkosto

Laiteympäristö

Keskeisimmät hankitut laitteet ja ohjelmistot:

- Koestuslaite (Omicron CMC 356)
- Uusia kennoterminaleja (mm. ABB REX 640)
- HMI/RTU ja SCADA
- Fyysinen verkkomalli



Fyysinen verkkomalli

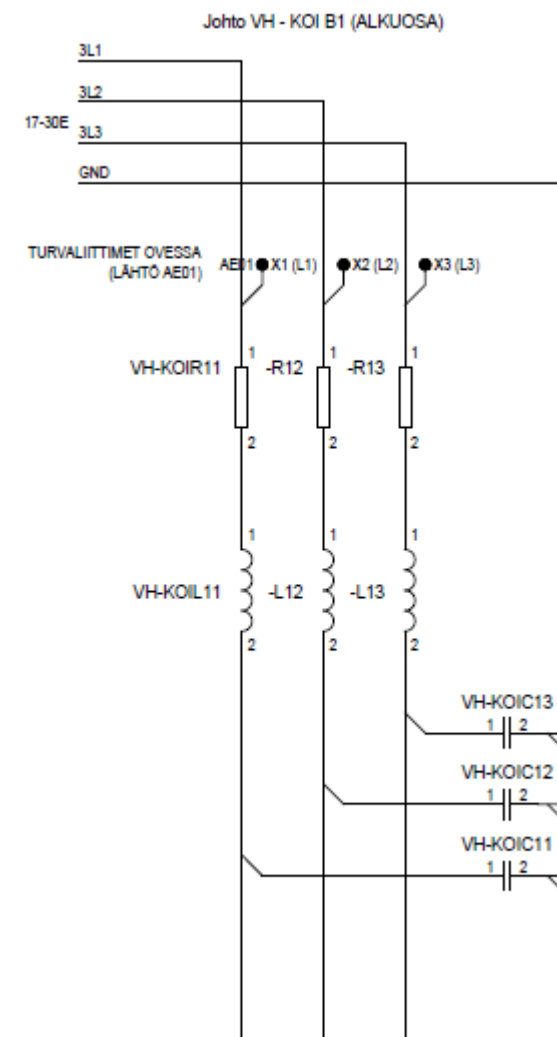
Ympäristöön on mallinnettu pienjännitteellä:

- Kantaverkon 110 kV:n johtoa
- Sähköasema (päämuuntaja 110/20 kV)
- 20 kV:n jakeluverkkoa maaseutu- ja kaupunkiolosuhteissa
- Katkaisijoiden, maadoituskytkimien ja erottimien ohjaukset ja lukitukset, asennonosoitukset, suojauslaukaisut jne. kuten todellisissa verkoissa
- Liitäntäpisteet hajautetulle tuotannolle, kulutukselle ja erilaisille verkon vioille, voidaan harjoitella sähköverkon operointia ja vikapaikan selvitystä erilaisissa vioissa
- Riviliitinkytkennät kuten todellisissa katkaisijälähdöissä => mahdollistaa myös sähköjärjestelmien käyttöönotossa tehtävien koestusten harjoittelun

Fyysinen verkkomalli

Fyysisen verkkomallin suunnittelu:

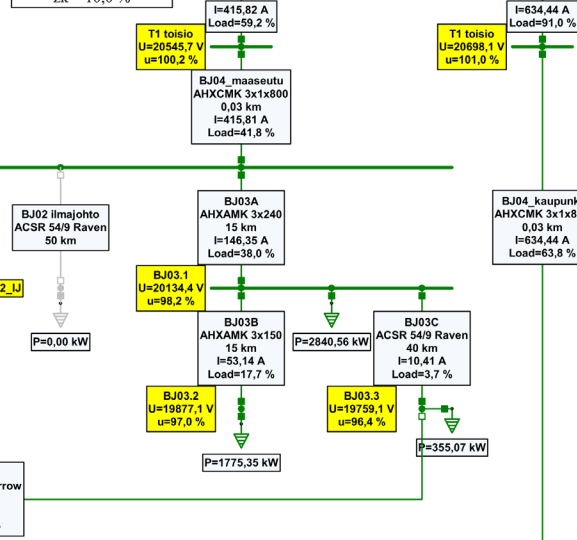
- 110 kV:n kantaverkon todellisen johto-osan johtotyyppi ja pituus
- Tyypilliset 20 kV:n maaseutu- ja kaupunkiverkkojen johtotyypit ja pituudet
- Johtotyyppien ja -pituuksien perusteella luotiin ensin ns. ”todellinen verkko”
- ”Todellisen verkon” simulointi (tehonjako, 3- ja 2-v oikosulku, 1-v maasulku) Neplan-, Excel-, Pspice- ja Matlab Simscape-ohjelmilla
- Todellinen verkko skaalattiin simulointiohjelmistoissa pienjännitteelle ”verkkomalliksi” niin, että sen virrat ovat n. 1/100 ”todellisen verkon” virroista
- => Hankittavien komponenttien arvot: muuntajat, johtomallit, jne.



Neplan simulointimalli, tehonjakolaskenta

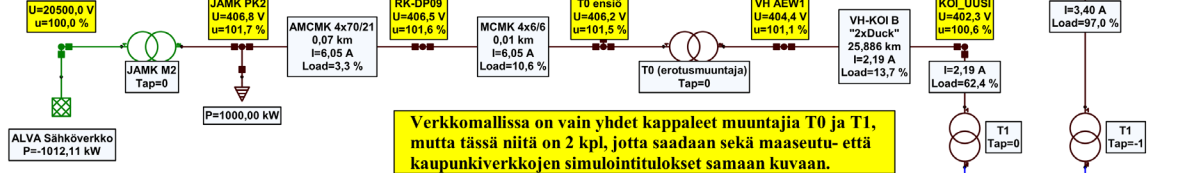
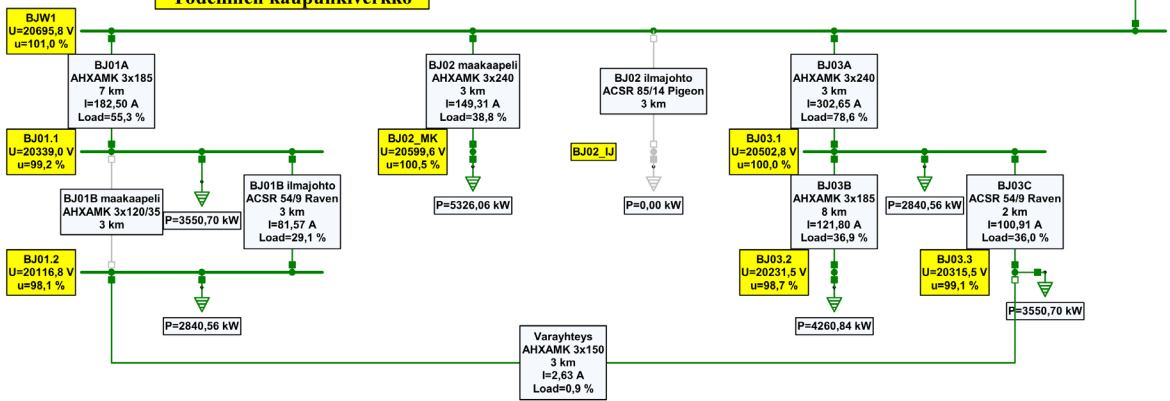
- Legend
- Unfedded Elements
 - 0,205 kV
 - 0,400 kV
 - 20,500 kV
 - 118,000 kV

Päämuuntaja T1:
YNyn0; 118/20,5 kV
KK: +/- 9x1,67 %
Sn = 25 MVA
rk = 0,4 %
zk = 10,0 %



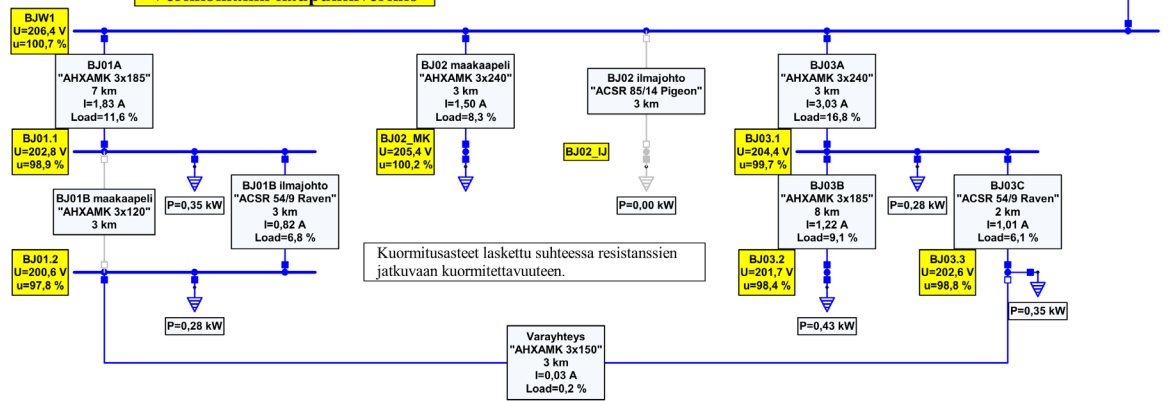
Todellinen maaseutuverkko

Todellinen kaupunkiverkko



Verkkomallin maaseutuverkko

Verkkomallin kaupunkiverkko



Verkkomallissa on vain yhdet kappaleet muuntajia T0 ja T1, mutta tässä niitä on 2 kpl, jotta saadaan sekä maaseutu- että kaupunkiverkkojen simulointitulokset samaan kuvaan.

Kuormitusasteet laskettu suhteessa resistanssien jatkuvaan kuormitettavuuteen.

Kuormitusasteet laskettu suhteessa resistanssien jatkuvaan kuormitettavuuteen.

Erotusmuuntaja T0:
Dyn1 1; 0,4/0,4 kV
Sn = 5,0 kVA
rk = 0,5 %
zk = 5,05 %

Päämuuntaja T1:
YNyn0; 0,4/0,205 kV
KK: +/- 4x1,67 %
Sn = 2,50 kVA
rk = 0,5 %
zk = 5,2 %

T1 toisio
U=205,6 V
u=100,3 %

T1 toisio
U=206,4 V
u=100,7 %

T1 toisio
U=201,7 V
u=98,4 %

T1 toisio
U=202,8 V
u=98,9 %

T1 toisio
U=203,1 V
u=98,7 %

T1 toisio
U=203,5 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

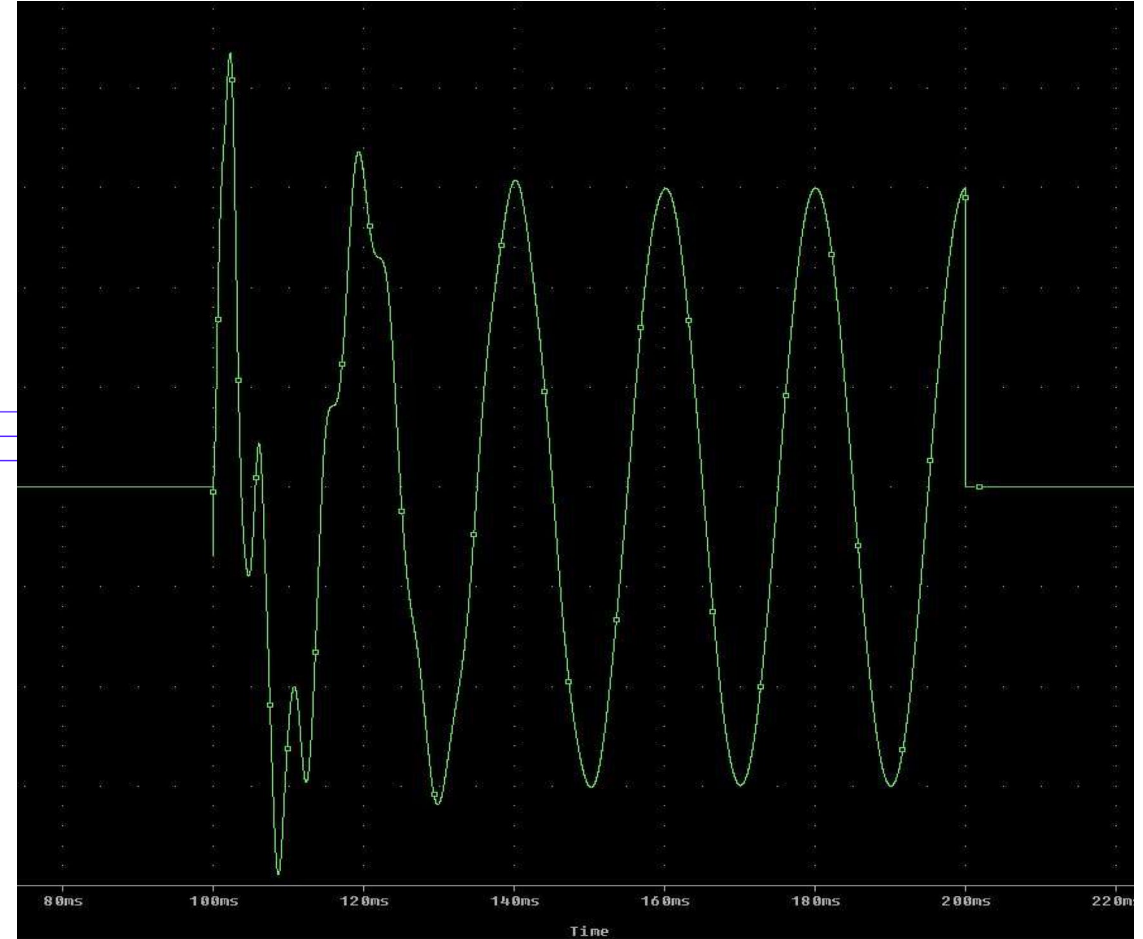
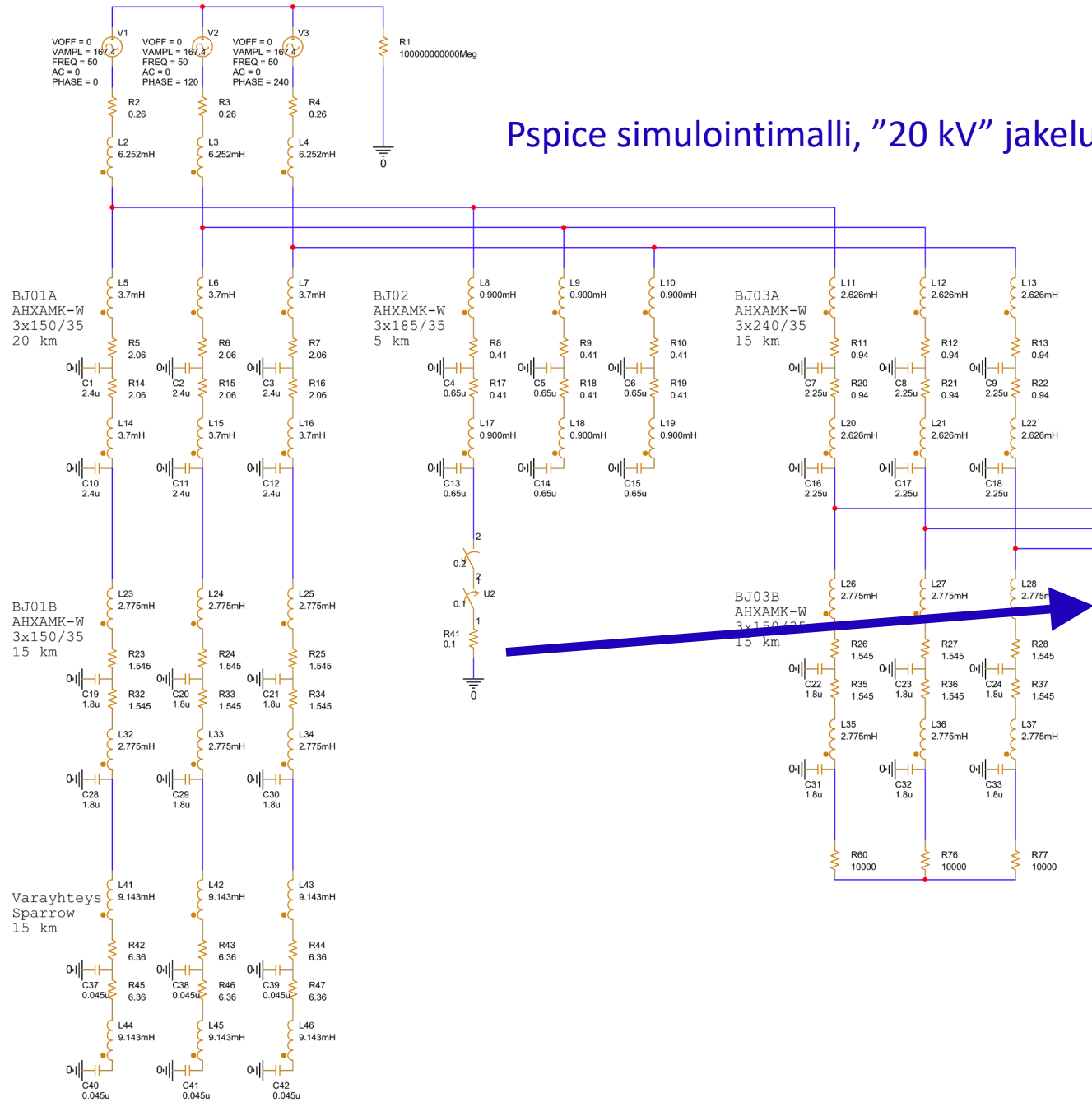
T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

T1 toisio
U=203,15 V
u=99,1 %

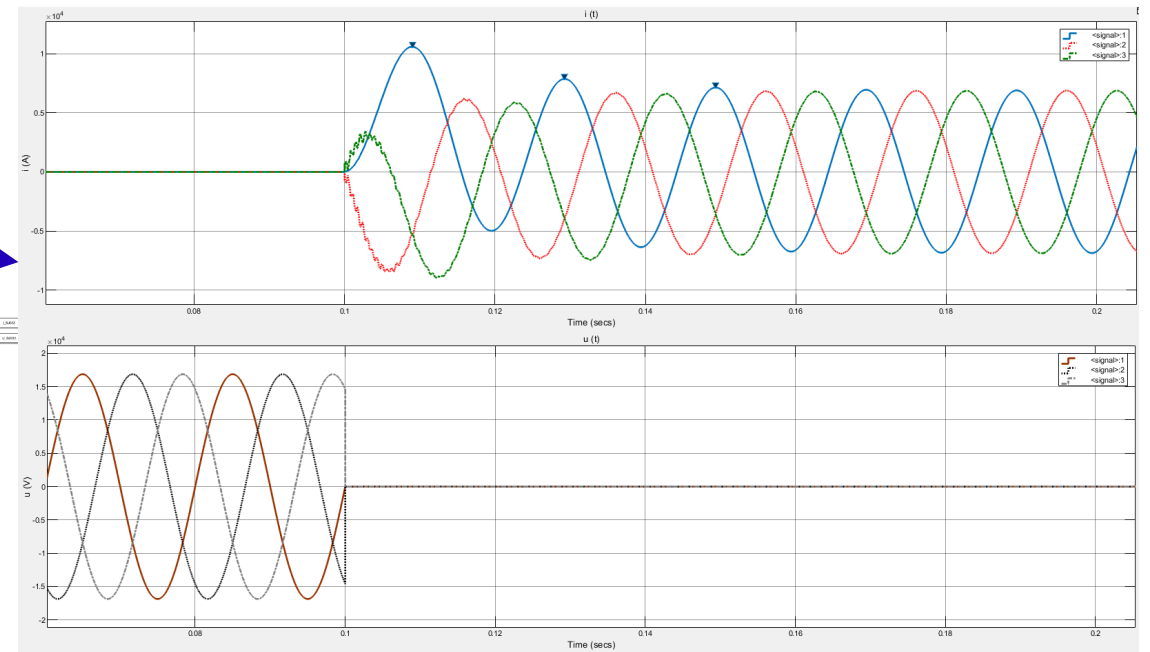
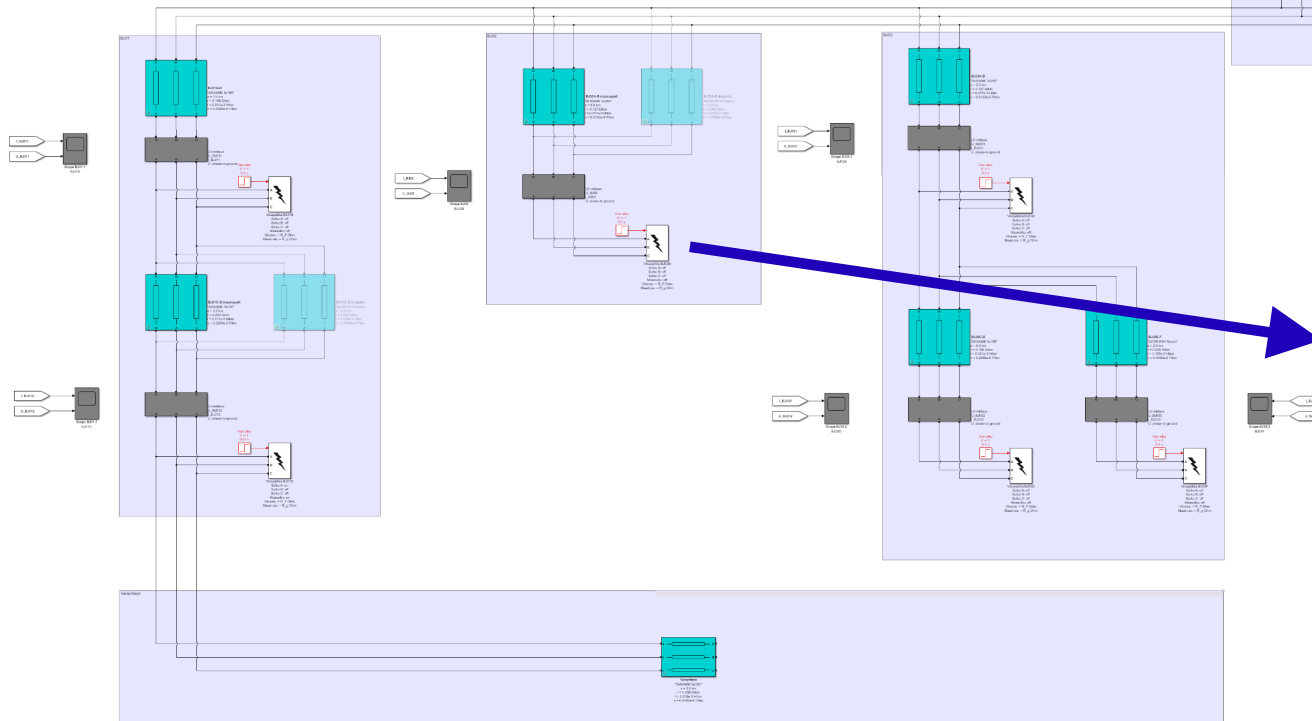
Pspice simulointimalli, "20 kV" jakeluverkon 1-v maasulku



Title	
<Title>	
Size	Document Number
A3	<Doc>



Simscape-simulointimalli (koko verkkomalli)
 Lähde: Pauli Hytölä, opinnäytetyö:
 Keskipännitesähköverkkomallin simulointi ja
 mittaukset vikatilanteiden mallintamisessa
 (julkaistaan Theseuksessa toukokuun aikana)



Fyysinen verkkomalli

Toimittaja Harju Elekter

- Pääkaappi
 - "110 kV" katkaisija, virta- ja jännitemuuntajat, maadoituskytkimet, erottimet, johtomallin vastukset, kelat ja kondensaattorit
 - Päämuuntaja sekä siihen liittyvät tähtipisteen kytkinlaitteet ja maadoituskuristin
 - Päävirtapiirin liitännäspisteet, ohjauskytkimet, mittaus-, suojaus- ja ohjauspiirien riviliittimet
 - Kennoterminaalit, suojauslehdet ja tiedonsiirtoväylät
- Apukaappi
 - "20 kV" katkaisijat, virta- ja jännitemuuntajat, maadoituskytkimet, erottimet, johtomallien vastukset, kelat ja kondensaattorit, mittaus-, suojaus- ja ohjauspiirien riviliittimet
- Päävirtapiirin ja ohjausvirtapiirien kaapelointi kaappien välillä

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



KESKI-SUOMEN LIITTO

jamk

"20 kV"
kennoterminaalit

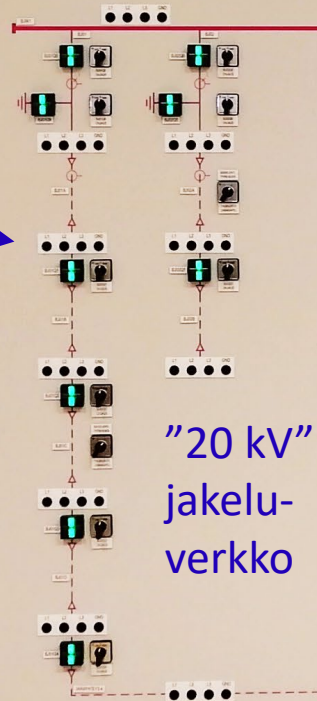
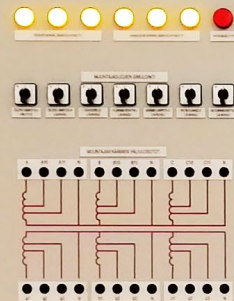


Liitännätpiste:

- tuotanto
- kulutus
- oiko-/maasulut

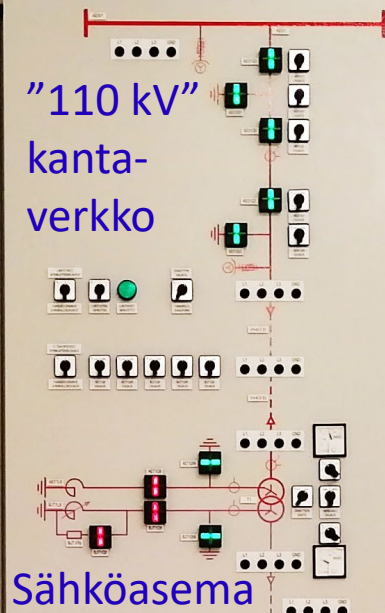


PÄÄKAAPPI



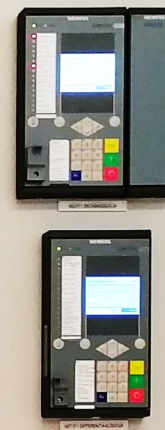
"20 kV"
jakelu-
verkko

"110 kV"
kanta-
verkko



Sähköasema

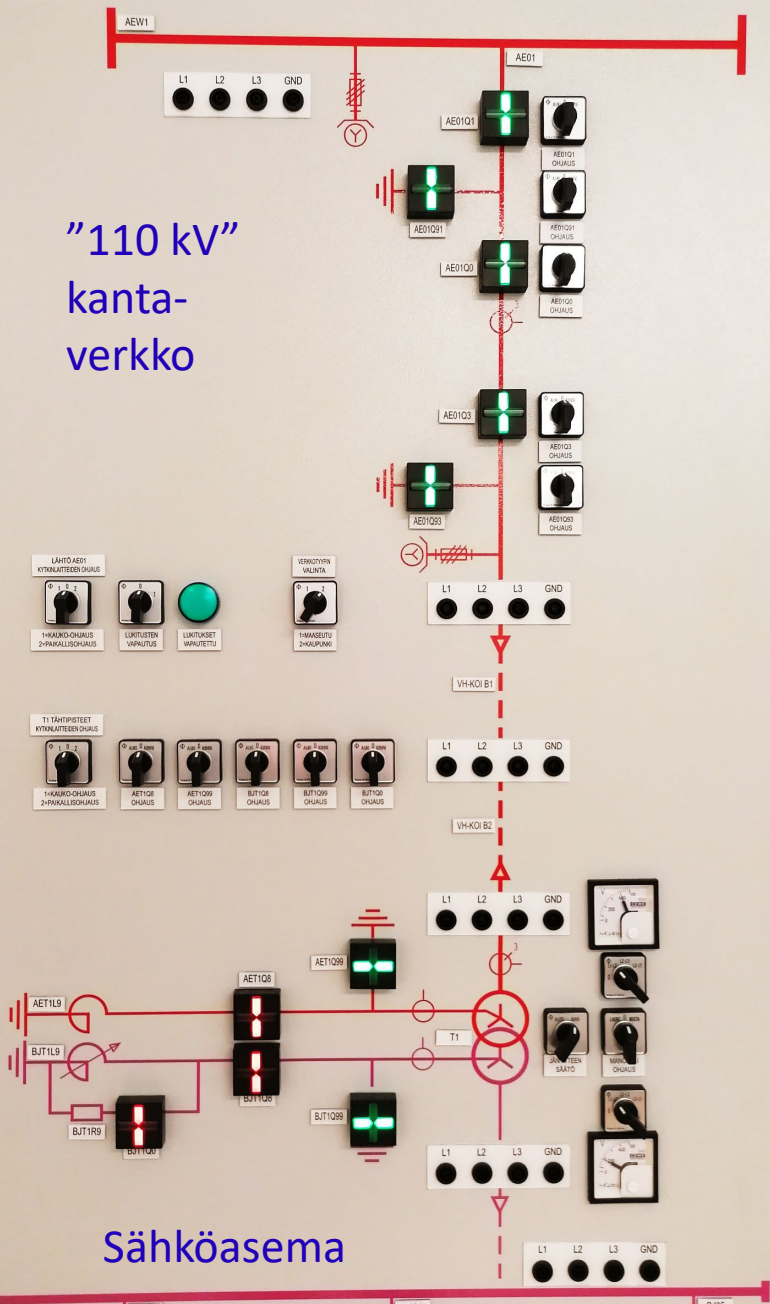
"110 kV"
distanssisuoja



"Päämuuntajan"
differentiaalisuoja

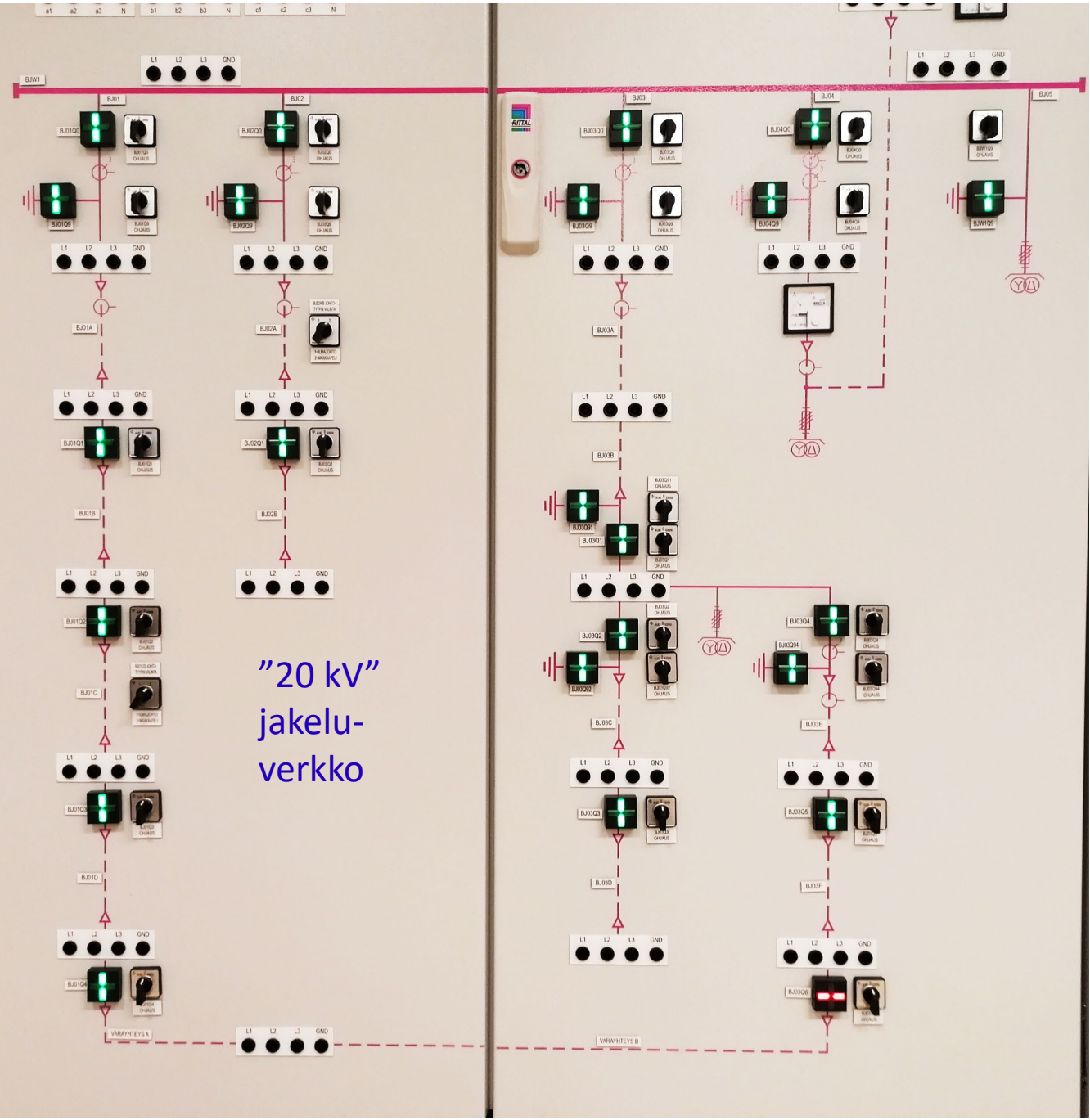


"110 kV"
kanta-
verkko



Sähköasema

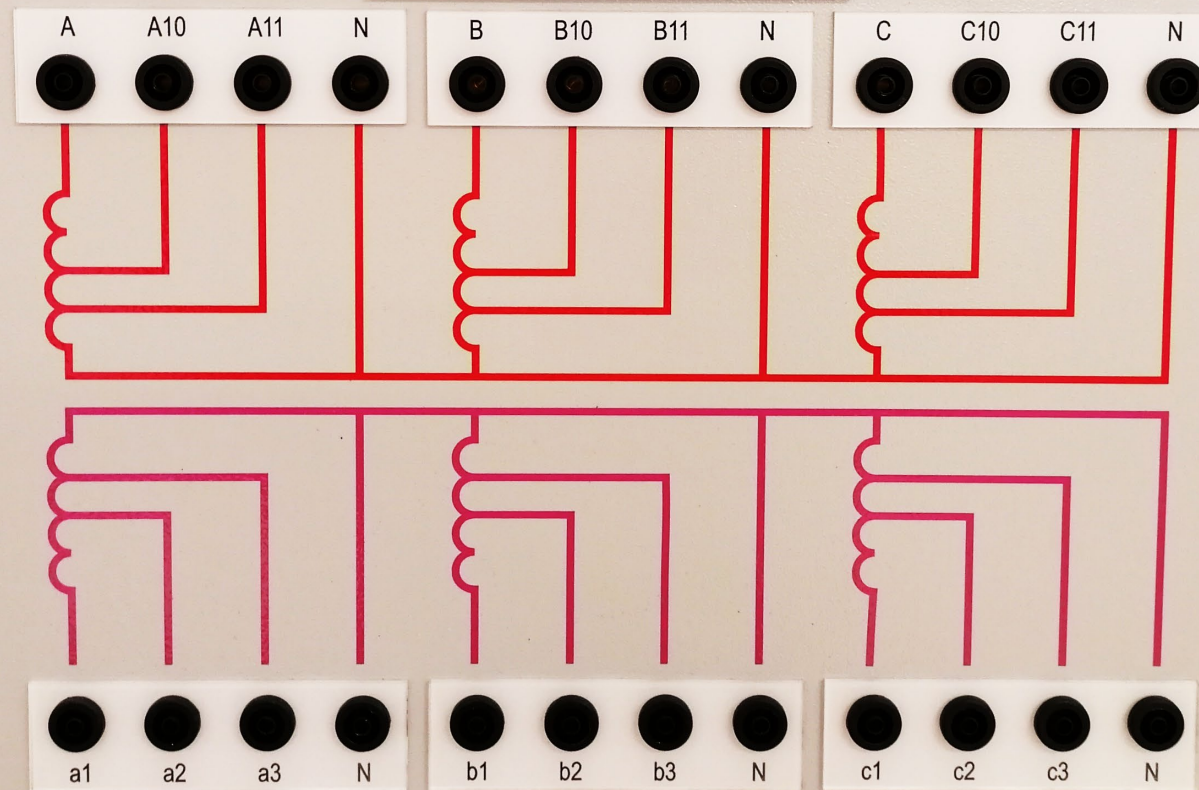
"20 kV"
jakelu-
verkko

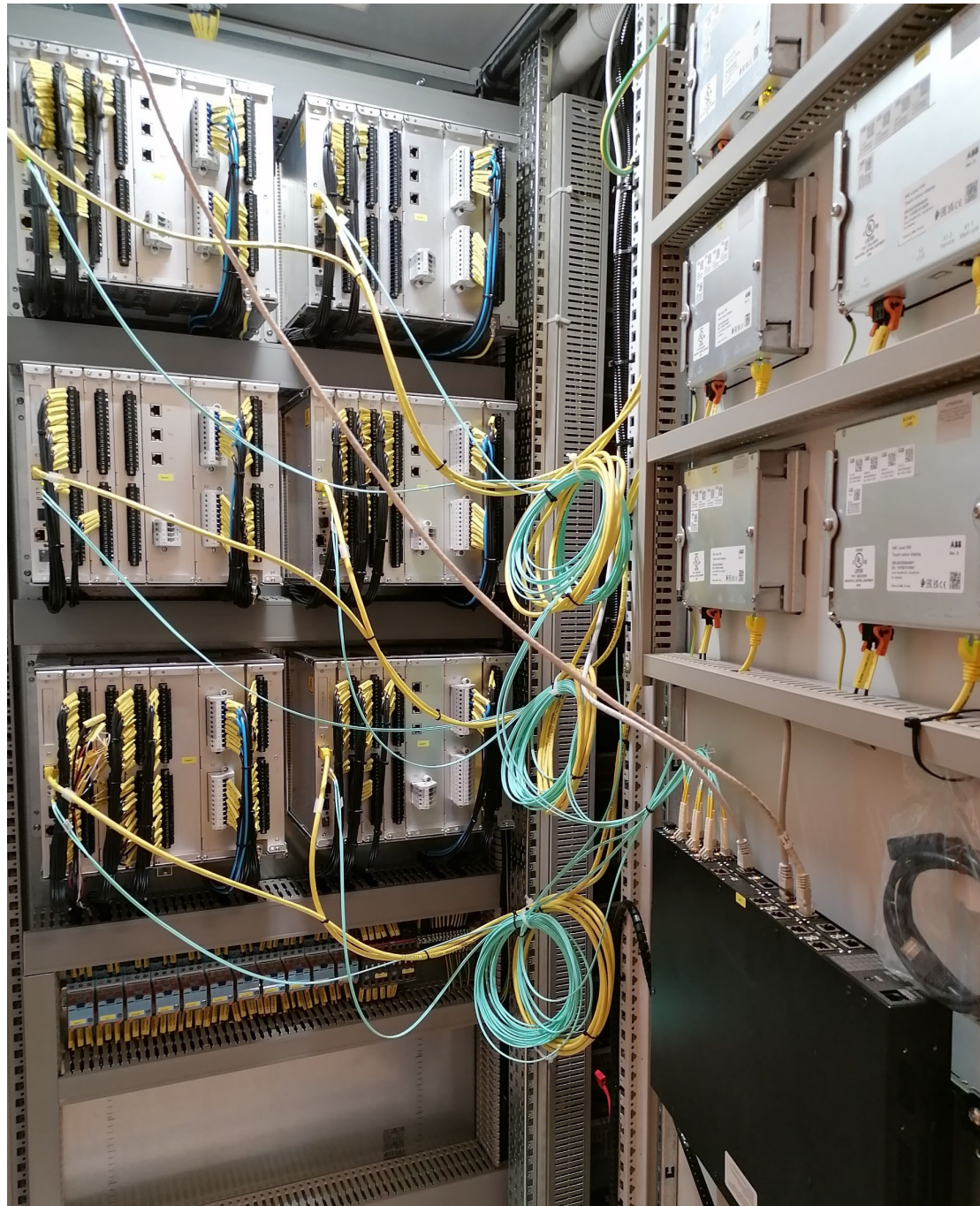
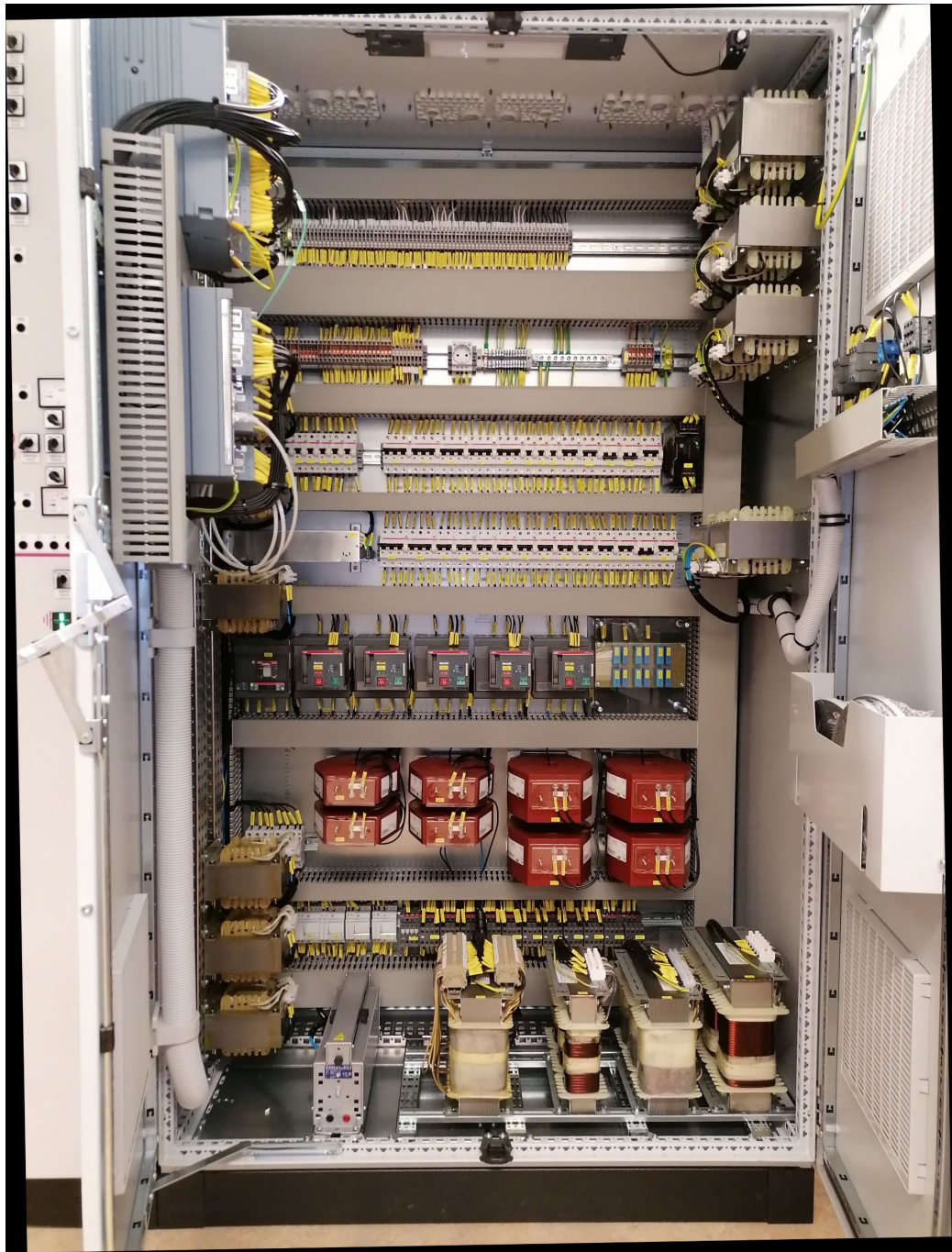


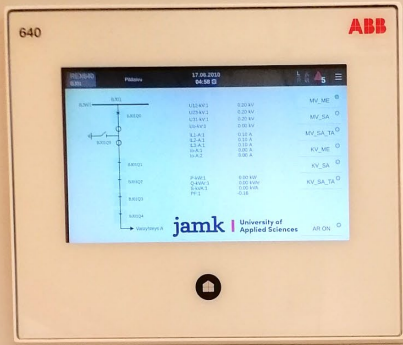
MUUNTAJASUOJIEN SIMULOINTI



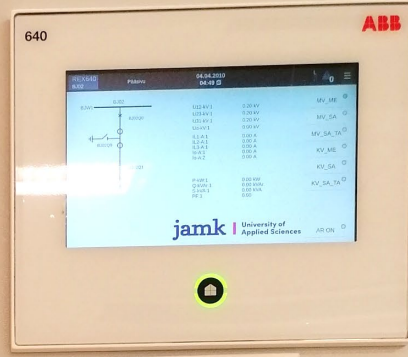
MUUNTAJAN KÄÄMIEN VÄLIULOSOTOT



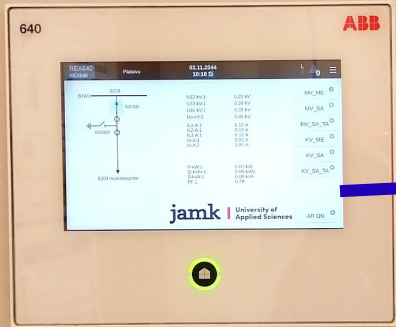




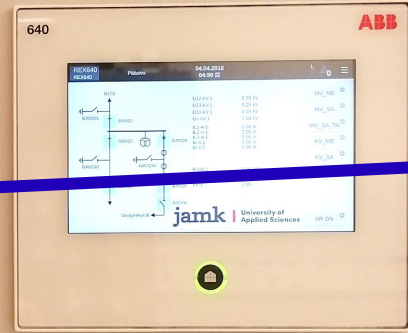
BJ01F1 KENNOTERMINAALI



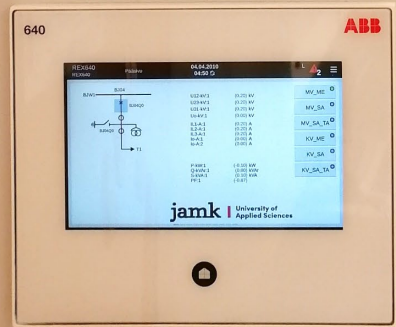
BJ02F1 KENNOTERMINAALI



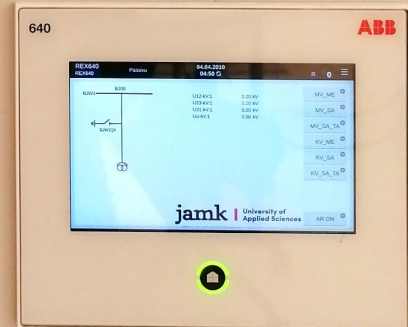
BJ03F1 KENNOTERMINAALI



BJ03F2 KENNOTERMINAALI

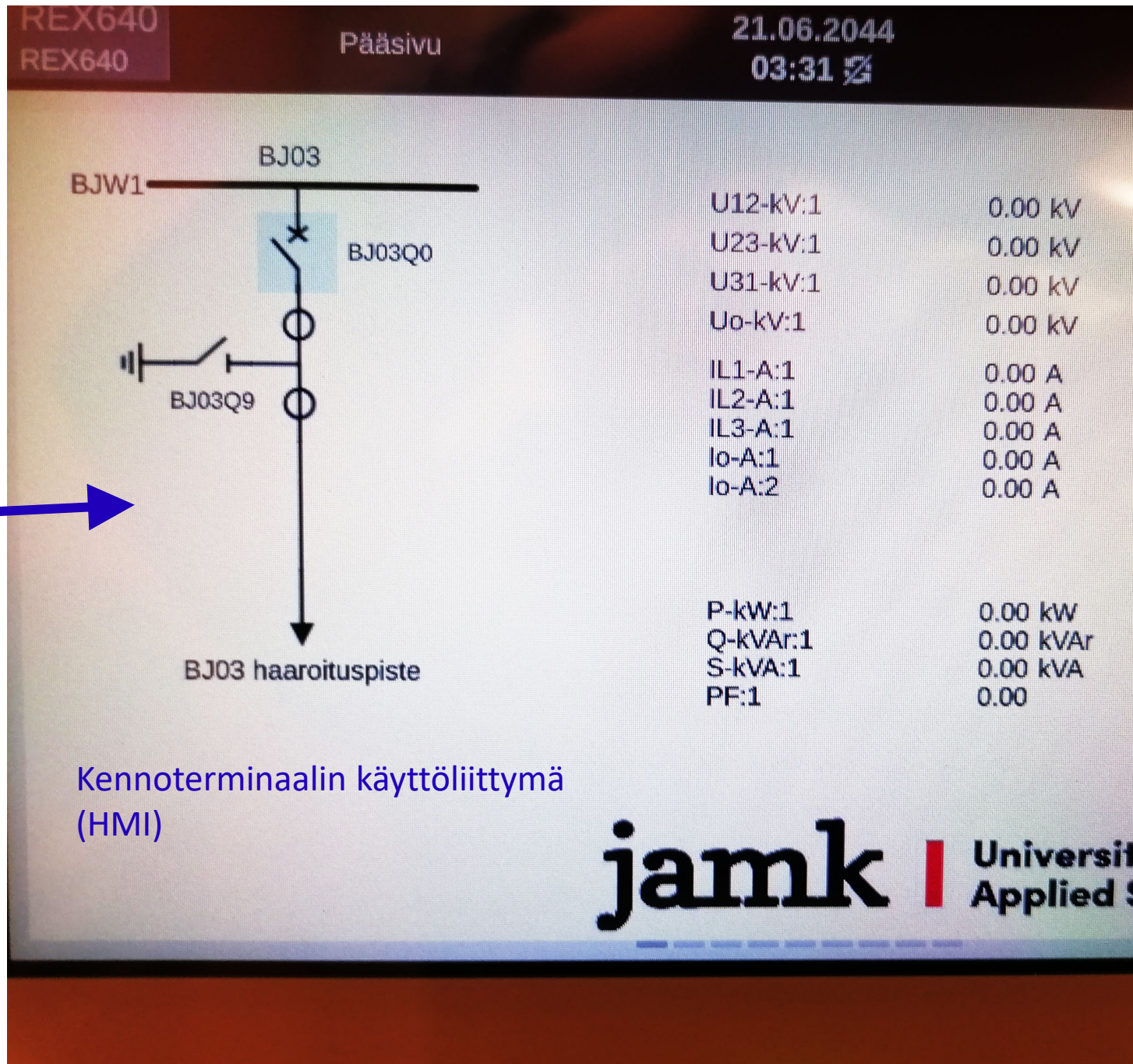


BJ04F1 KENNOTERMINAALI



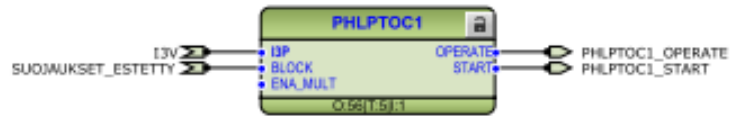
BJ05F1 KENNOTERMINAALI

"20 kV" kennoterminaalit



SUOJAUS (suluissa IEC 60617:n mukaiset pääkaavioissa käytettävät symbolit)

Ylivirtasuoja (3I>)



Suuntaamaton maasulkusuoja (I0>)



Suunnattu maasulkusuoja (I0> ->)



Ylivirtasuoja (3I>>)



Suuntaamaton maasulkusuoja (I0>>)



Suunnattu maasulkusuoja (I0>> ->)



Ylivirtasuoja (3I>>>), BJ04F1 I>> lukitus + AET1F1 20 kV I>> lukitus



Suuntaamaton maasulkusuoja (I0>>>), kaksoismaasulkusuoja

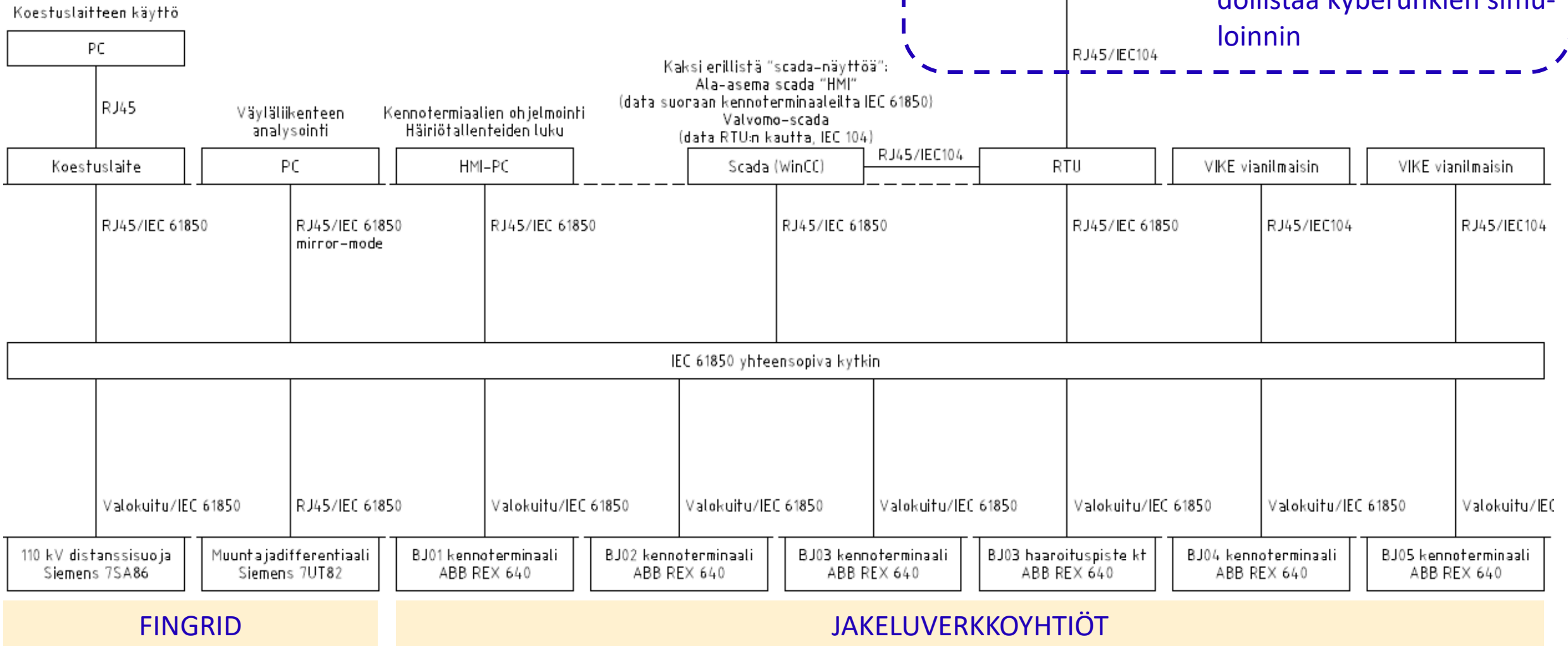


Koottu ylivirtalaukaisu

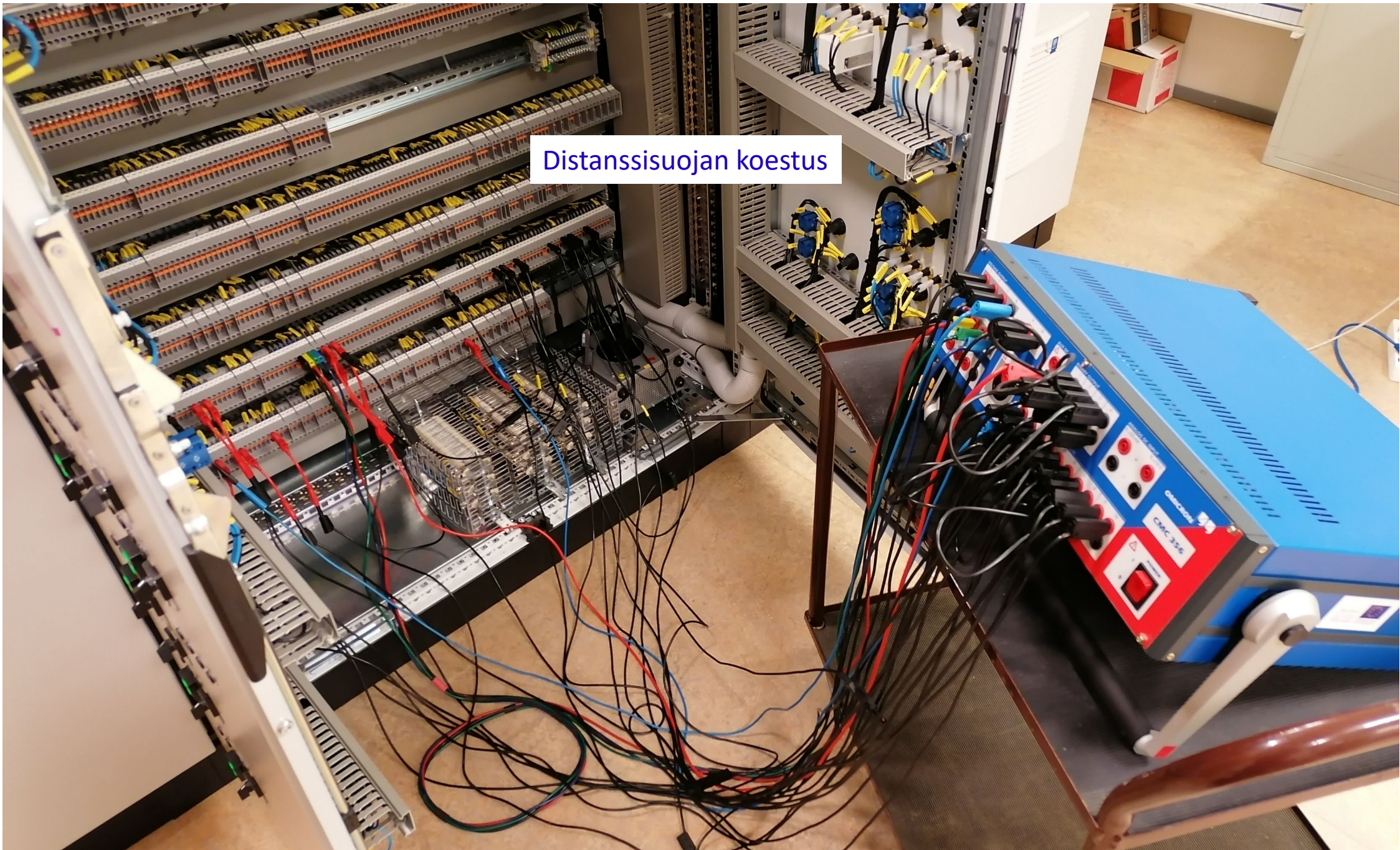


Kennotermiinalin konfiguraation osakopio

SÄHKÖASEMA

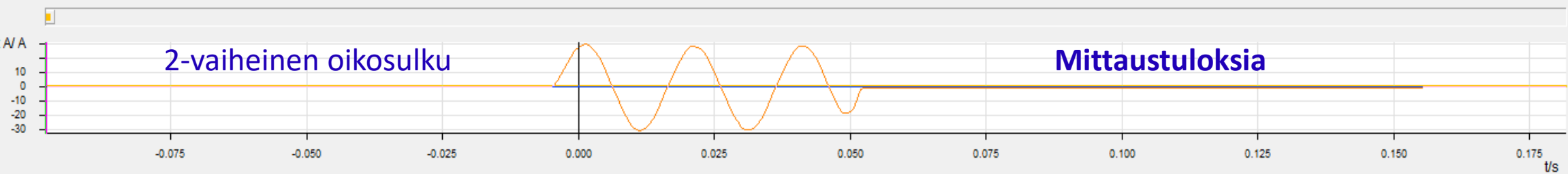


Distanssisuojan koestus



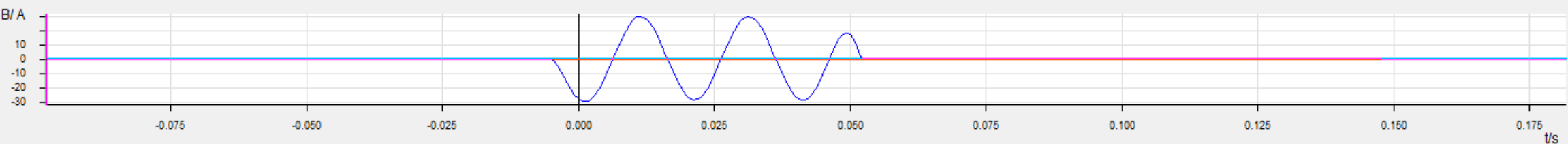
K1:Analog ch 1 input A/ A

Virra L1



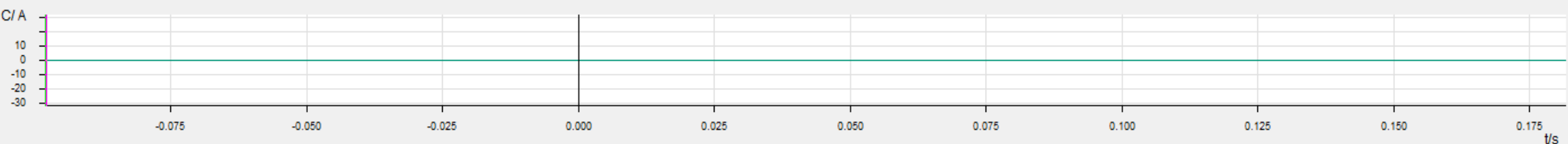
K1:Analog ch 2 input B/ A

Virra L2



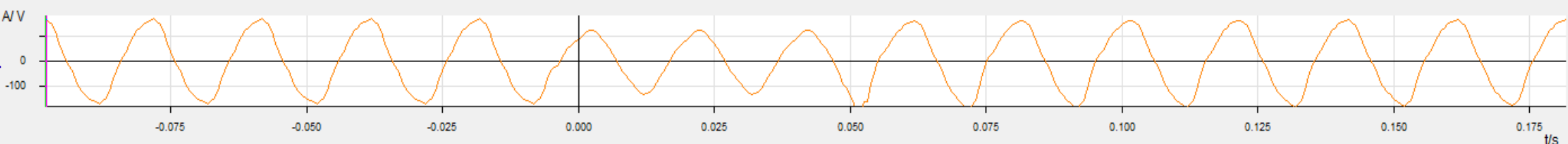
K1:Analog ch 3 input C/ A

Virra L3



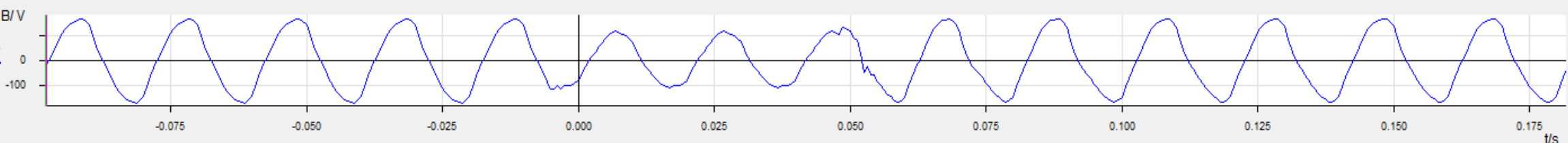
K1:Analog ch 13 input A/ V

Jännite L1



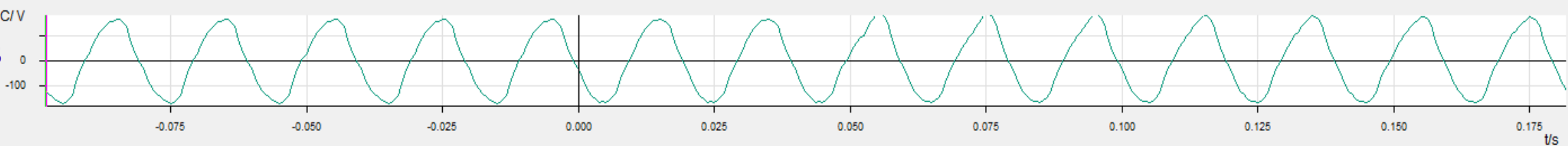
K1:Analog ch 14 input B/ V

Jännite L2



K1:Analog ch 15 input C/ V

Jännite L3

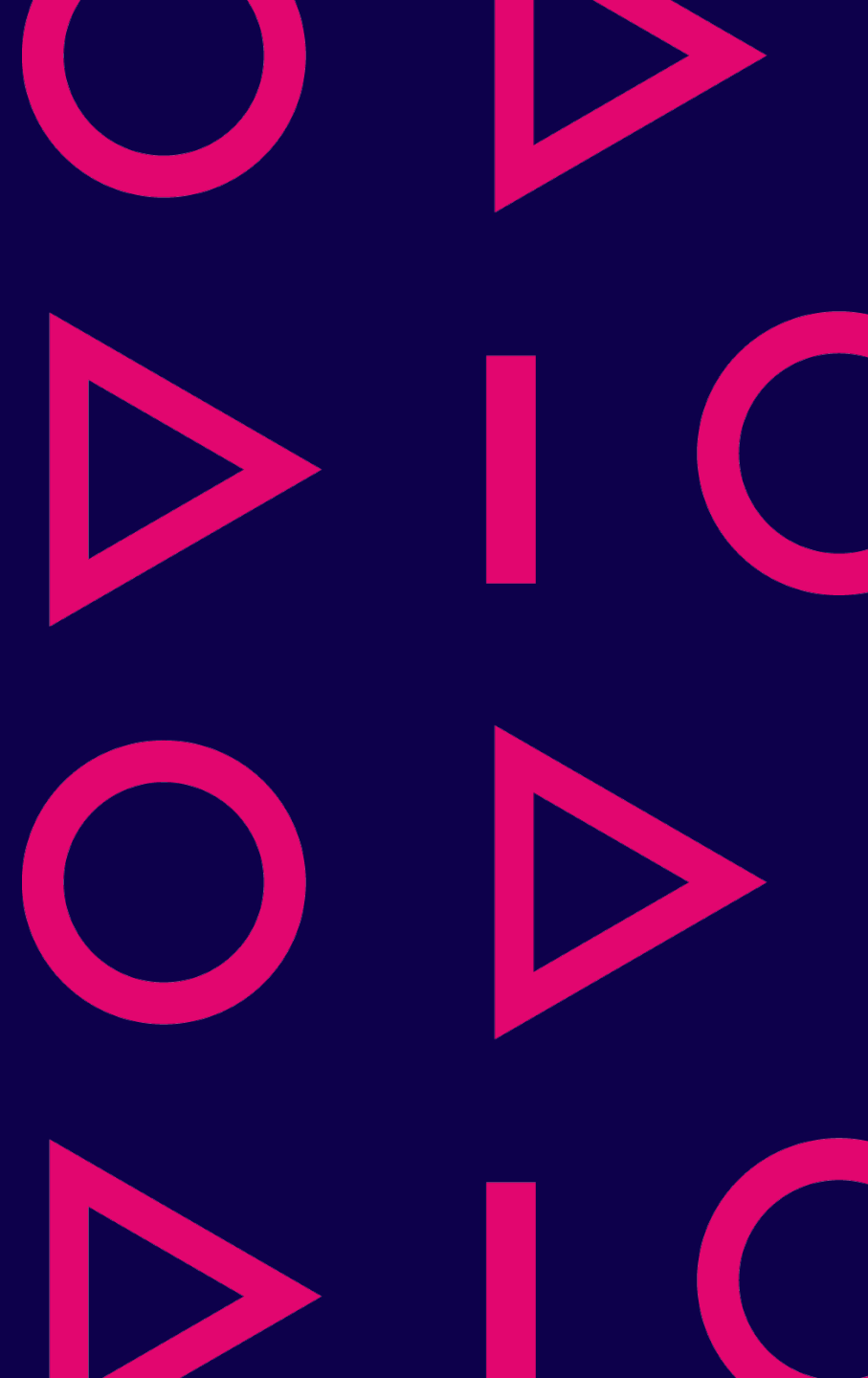


KOESTUS

Data-analytiikka

Olli Väänänen

26.4.2024



Yleistä

Tavoitteita

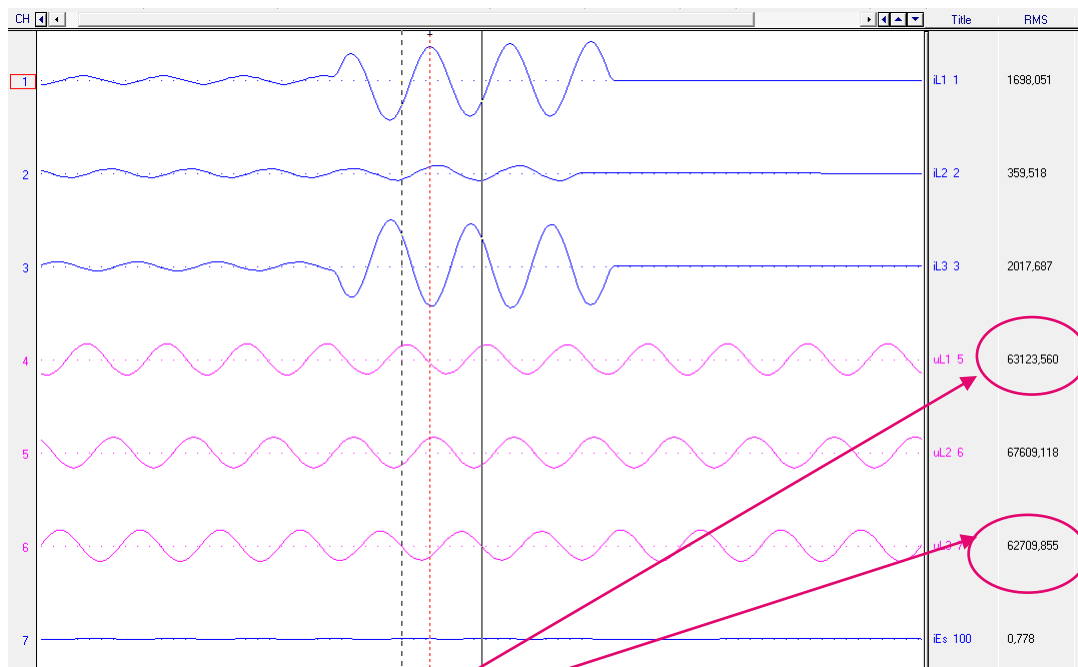
- **Hankkeessa kennoterminalien vikatalenteista pyritään identifioimaan erityyppisiä vikatilanteita, jolloin suojaustoiminnon aktivoitumisen aiheuttaja olisi jatkossa mahdollista tunnistaa automaattisesti kennoterminalin tallentamasta datasta.**
- **Kehitetään suojalaitteiden tallentaman datan hyödyntämistä data-analytiikan keinoin sähköverkon häiriöiden analysoinnissa ja tunnistamisessa.**

Häiriötallenteet

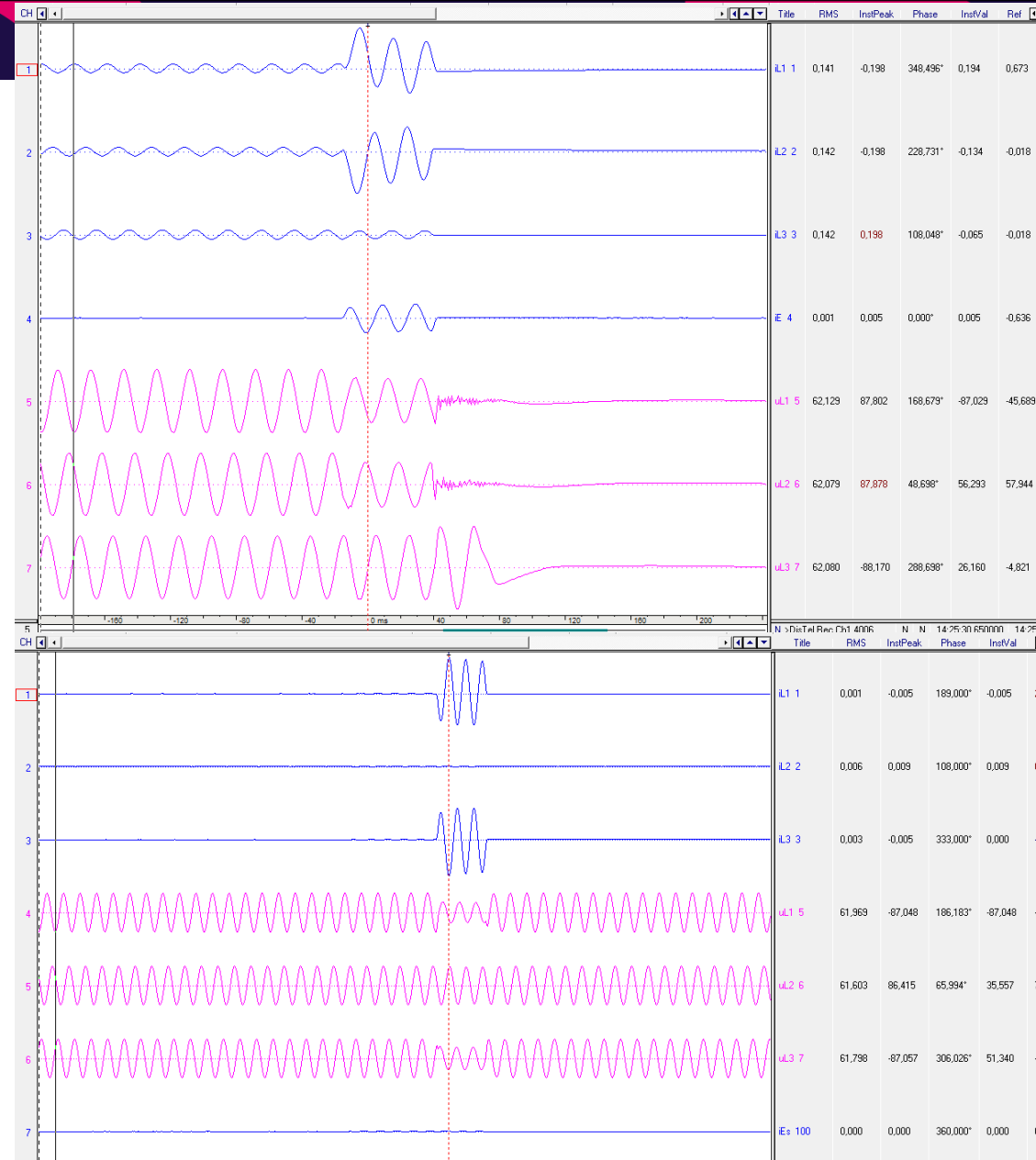
COMTRADE

- Numeeriset releet eli kennotermiinaalit sisältävät monipuolisia ominaisuuksia vikatilanteiden tallentamiseen myöhempää tarkastelua varten.
- COMTRADE (Common format for Transient Data Exchange for power systems) on käytetty tiedostomuoto.
- Vikatilanteessa kennotermiinaali tallentaa digitaalisessa muodossa olevaa informaatiota (virtoja, jännitteitä jne.). Tallenne alkaa ennen vian ilmaantumista ja jatkuu vian ilmenemishetken jälkeen. Tallenteen pituuden voi määrittää kennotermiinaalin asetteluista.
- COMTRADE tallennetta voi tarkastella erillisellä ohjelmalla

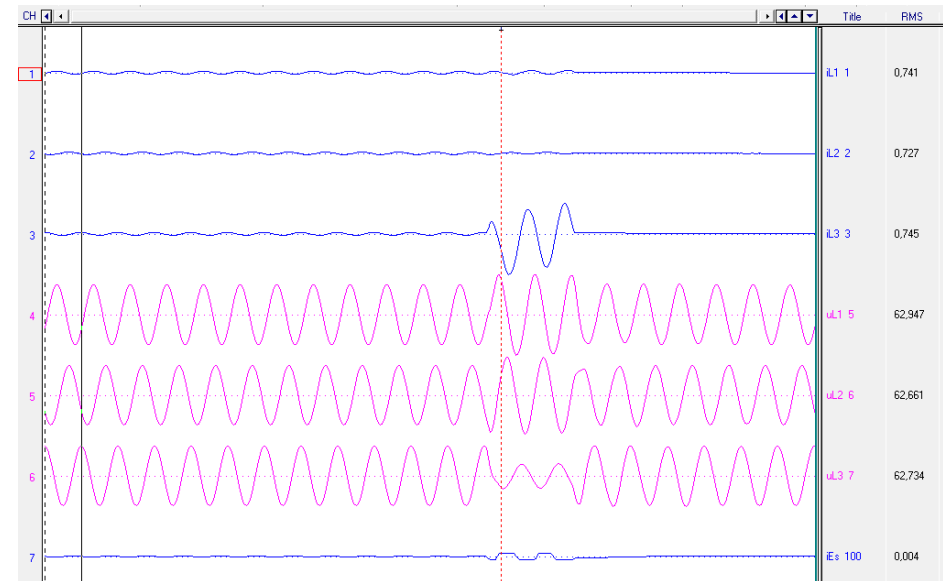
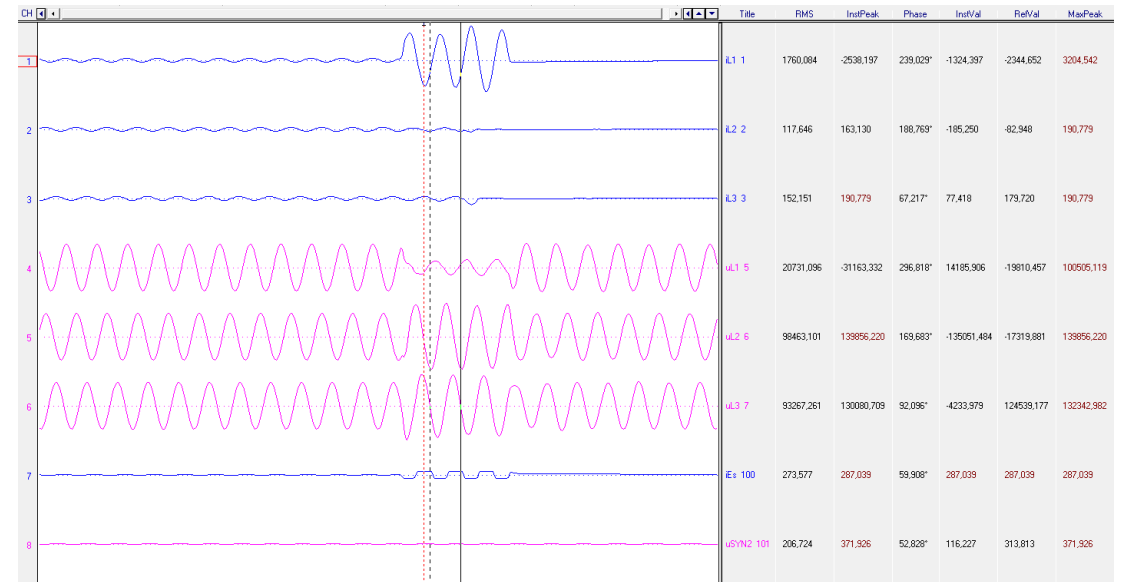
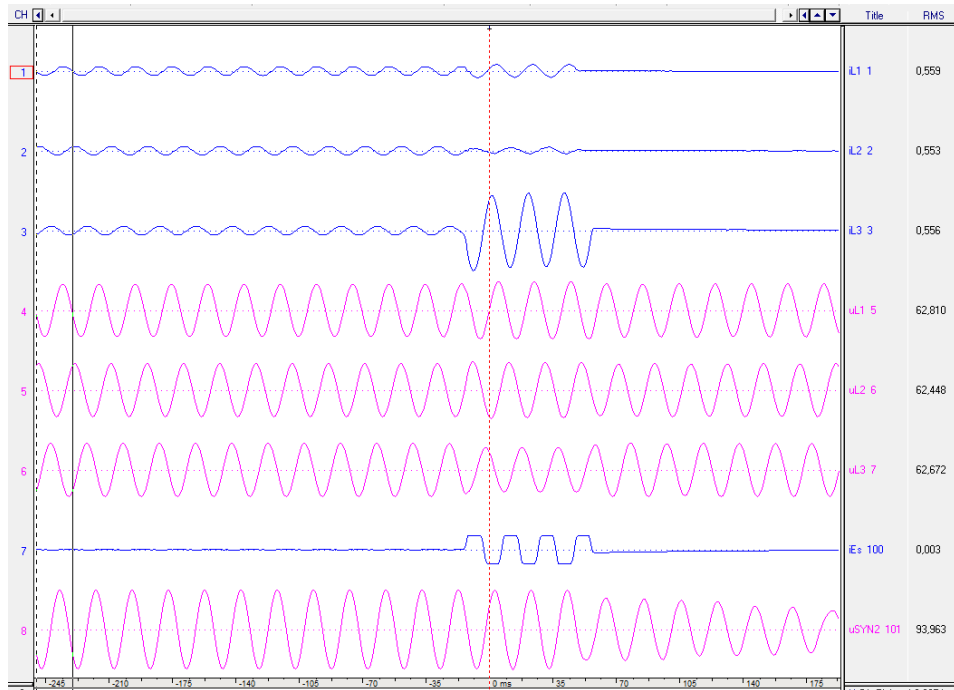
Oikosulkuja



Vaiheet 1 ja 3 oikosulussa, jolloin myös vaihejännitteet laskevat



Maasulkuja



Menetelmät

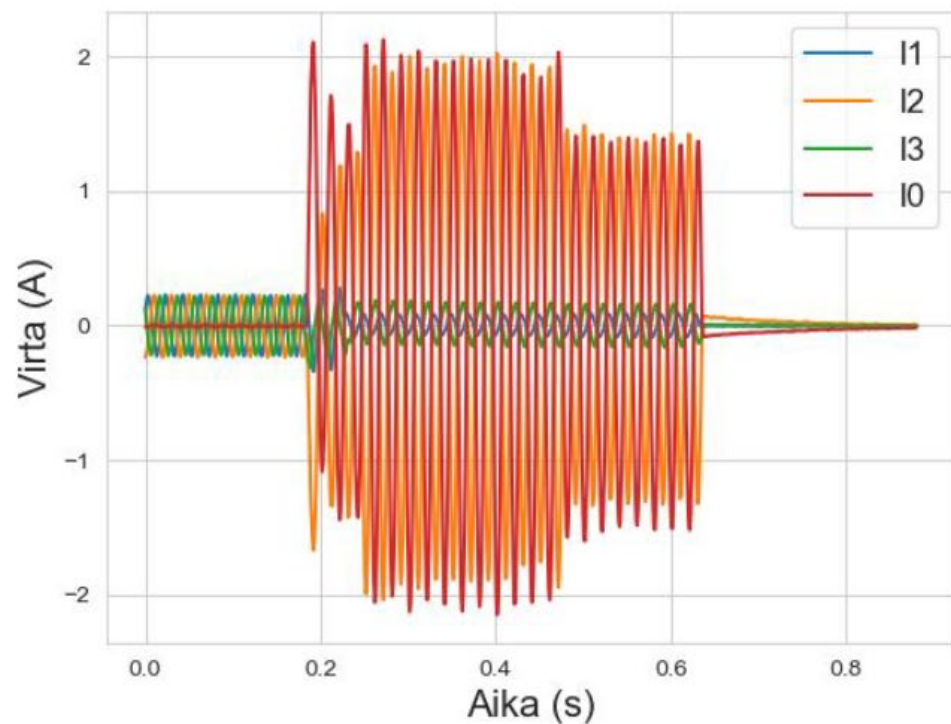
- **Syväoppivat neuroverkot**
- Tarvitaan luokiteltua dataa, vähintään kymmeniä tallenteita yksittäisistä vikatyypeistä. Mielellään jopa satoja.
- Datan tulee olla yhtenevää, eli muodoltaan samanlaista: sama näytteenottotaajuus, yhtä pitkiä tallenteita jne.
 - Lyhimmät tallenteet määräävät pituuden, johon pituuteen muut lyhennetään.
 - Jännite- ja virtatasot saa vaihdella → data normalisoidaan (skaalataan)
- Dataa tarvitaan myös tilanteista, jolloin verkossa ei ole minkäänlaista vikaa.
- Testattiin menetelmää muutamalla “selkeällä” vikatyypillä; oikosulku ja maasulku.

Häiriötallenteet ja data-analytiikka

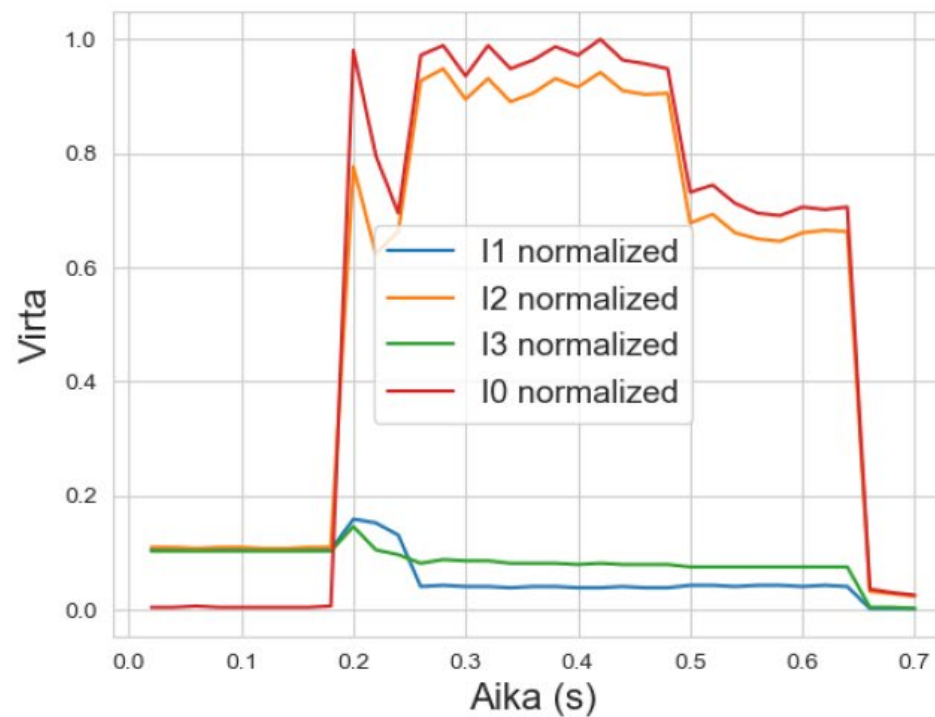
Automaattinen tunnistaminen syväoppivalla neuroverkolla

- Syväoppiva neuroverkko on opetettu todellisella häiriötallennedatalla. Data on luokiteltu kolmeen eri kategoriaan:
 - Maasulku
 - Oikosulku
 - Verkon normaali tila
- COMTRADE tiedostoa esikäsitellään lyhentämällä tallenne 0,7 sekunnin mittaiseksi ja jakamalla se 35:een 20 ms:n pituiseen ikkunaan (suodatus).
- Suodatetun signaalin arvoksi valittiin kunkin aikaikkunan maksimiarvo ja signaalit normalisoitiin välille 0-1.

Data-analytiikka



alkuperäinen tallenne



suodatettu ja normalisoitu tallenne

Data-analytiikka

Pilot-case

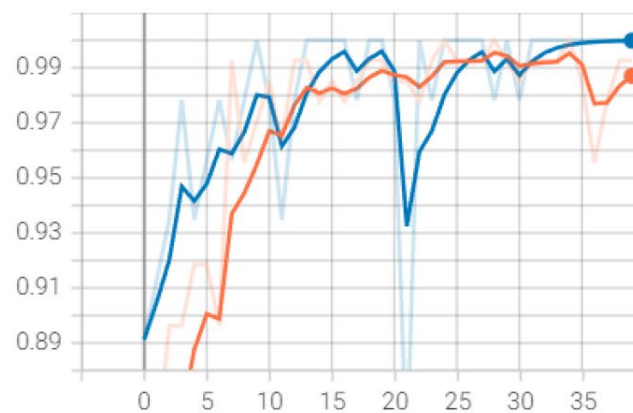
- Pilotti-casessa oli 181 häiriötallennetta, jotka jakautuivat luokkiin seuraavasti:
 - Normaalitila: 73 tallennetta
 - Maasulku: 89 tallennetta
 - Oikosulku: 19 tallennetta.
- Syötemuuttujiksi valittiin kaikkien tallenteiden yhteiset suureet I_1 , I_2 , I_3 ja I_0 .
- Aineisto jaettiin satunnaisesti kahteen ryhmään: opetusaineisto (135 tallennetta) ja validointiaineistoon (46 tallennetta). Opetusaineistolla sovitettiin eli opetettiin koneoppimismalli ja validointiaineistolla arvioitiin koulutetun koneoppimismallin tarkkuutta.

Data-analytiikka

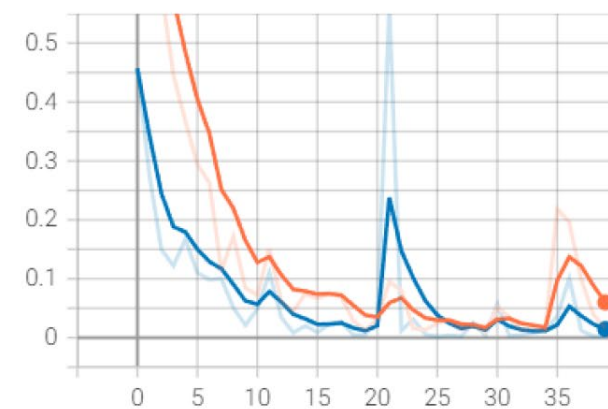
Pilot-case

- Koneoppimismalliksi on valittu konvoluutioneuroverkko. Malli on implementoitu Python-ohjelmointiympäristössä Tensorflow-kirjastoa hyödyntämällä.
- Opetusprosessin tarkkuus ja loss-funktion arvot opetusdatalle (oranssi) ja validointidatalle (sininen)
- Lopullisen mallin tarkkuus on 100 % validointiaineistossa ja 99 % opetusaineistossa.

epoch_accuracy
tag: epoch_accuracy



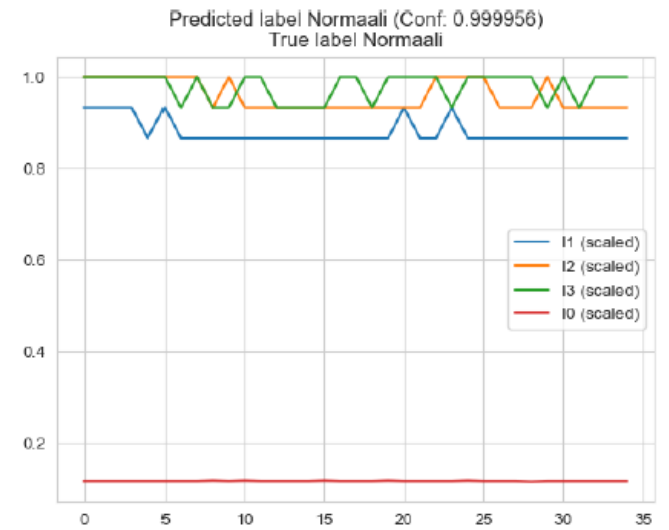
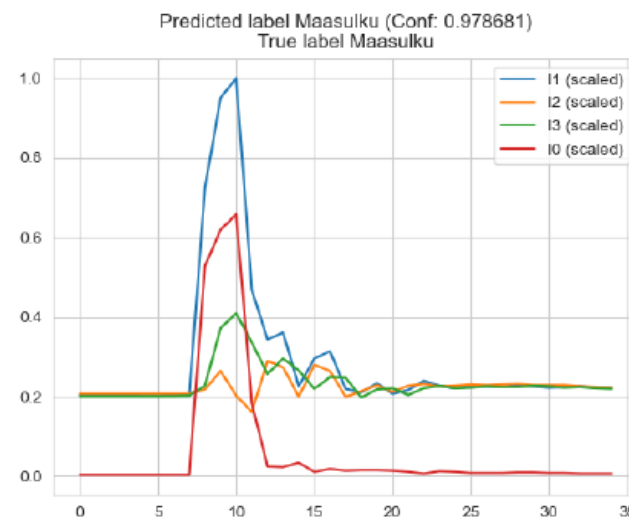
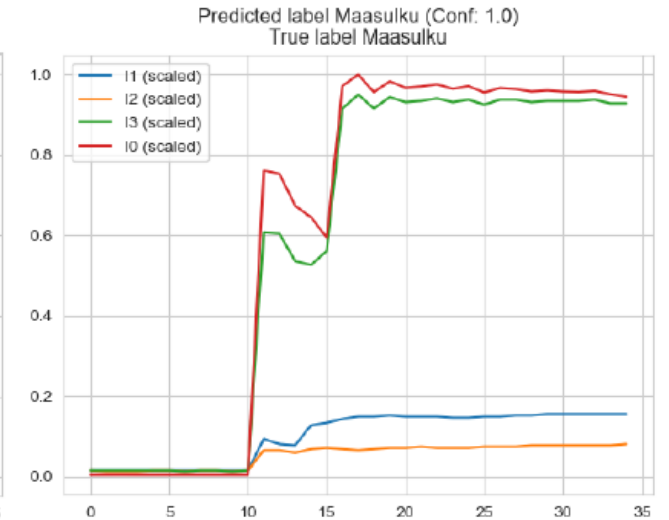
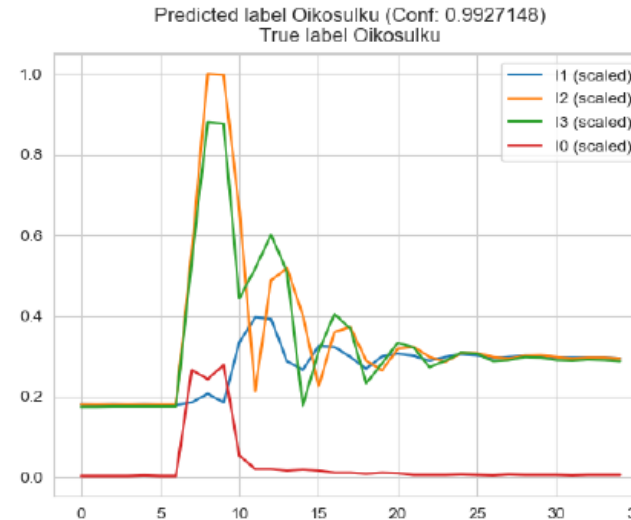
epoch_loss
tag: epoch_loss



Data-analytiikka

Pilot-case

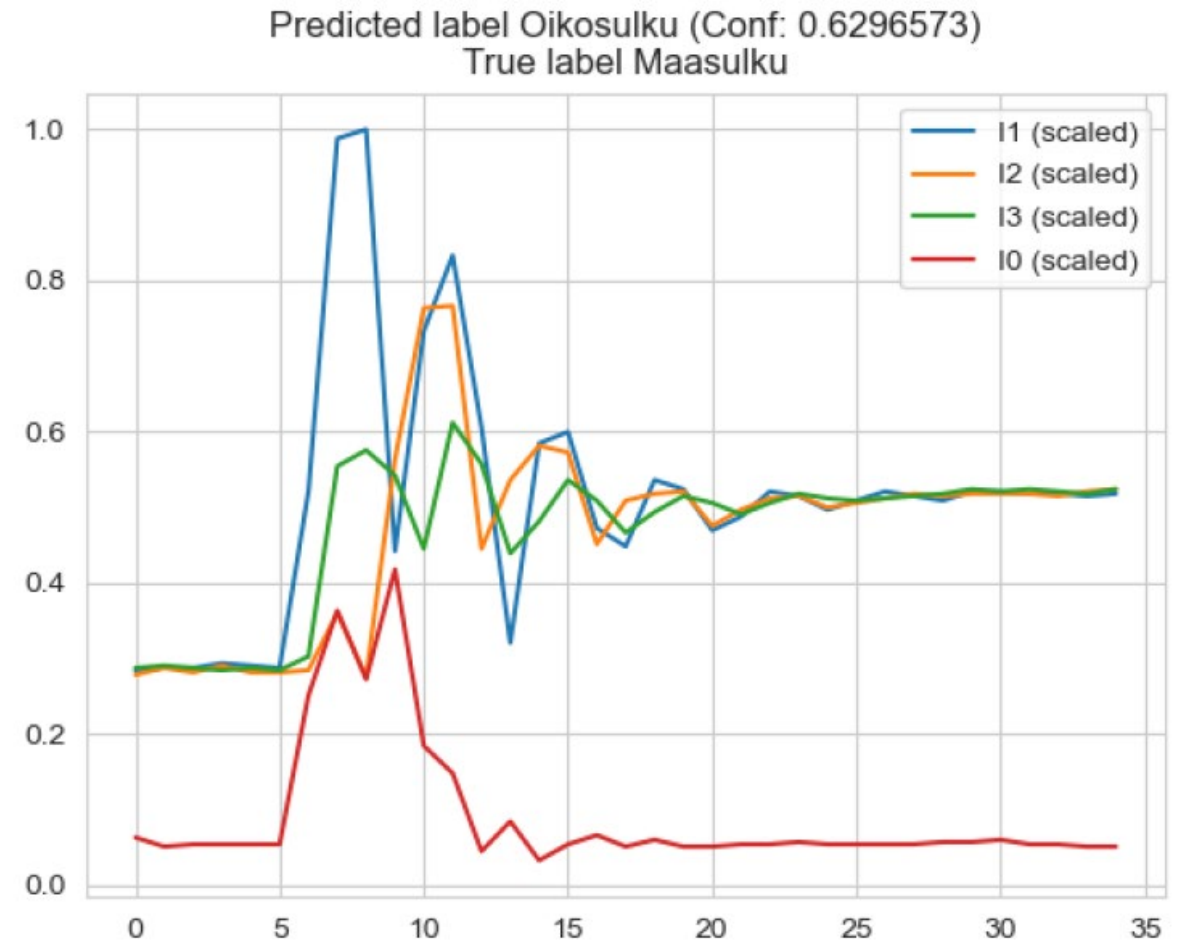
- Esimerkkiluokitteluja validointiaineistosta.



Data-analytiikka

Pilot-case

- Tekoälyn väärin luokittelema tallenne:



Johtopäätökset

- Proof of Concept osoittaa, että syväoppimisen menetelmät soveltuvat häiriötallenteiden luokitteluun ainakin yksinkertaisimpien häiriötyyppien osalta.
- Käytetty aineisto oli liian pieni lopullisen mallin rakentamiselle.
- Muiden mahdollisten häiriötyyppien luokittelua varten dataa ei ollut riittävästi.
- Jatkokehitetään menetelmää verkkomallista saatavien häiriötallenteiden avulla.

.... TKI-työ jatkuu:

Kestävän energia- järjestelmän modernien arvoketjujen resilienssi

KEMAR 9/2023 – 6/2026

26.4.2024 Teppo Flyktman



Co-funded by
the European Union

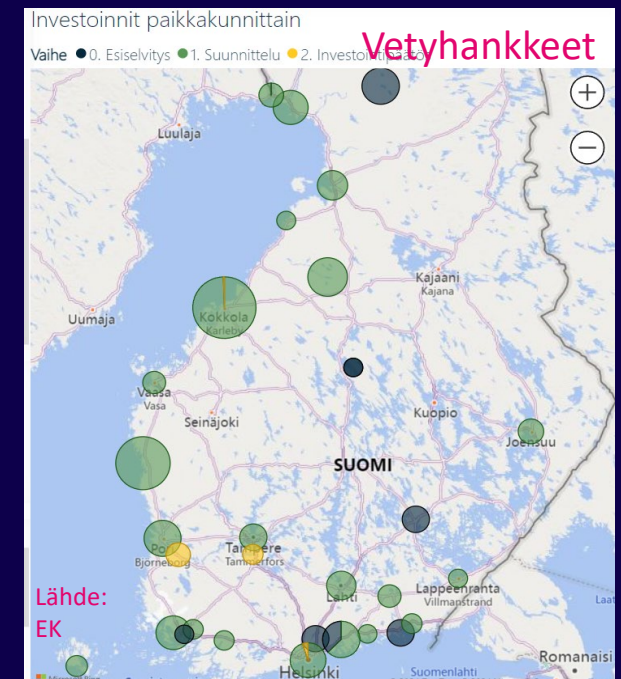
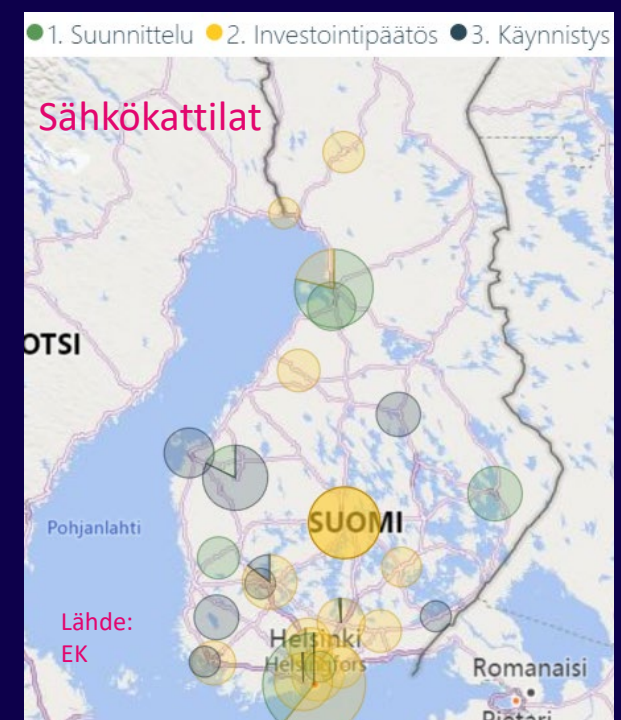
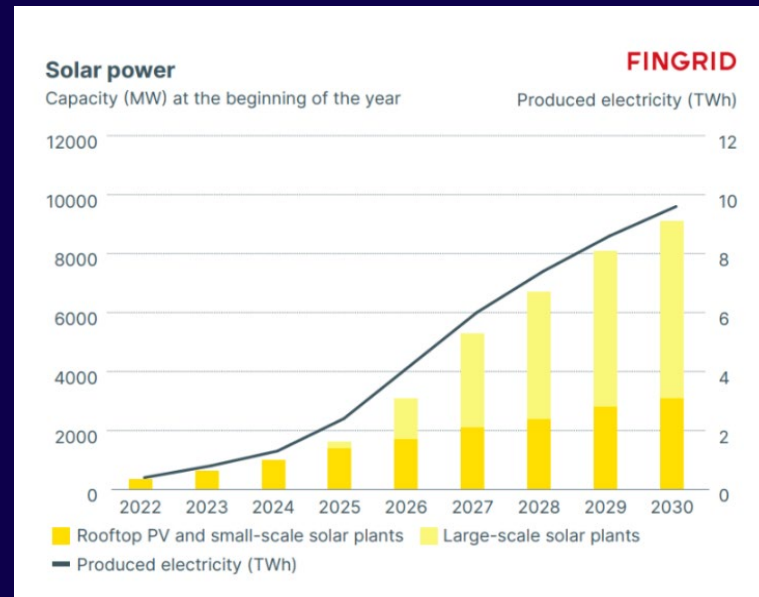
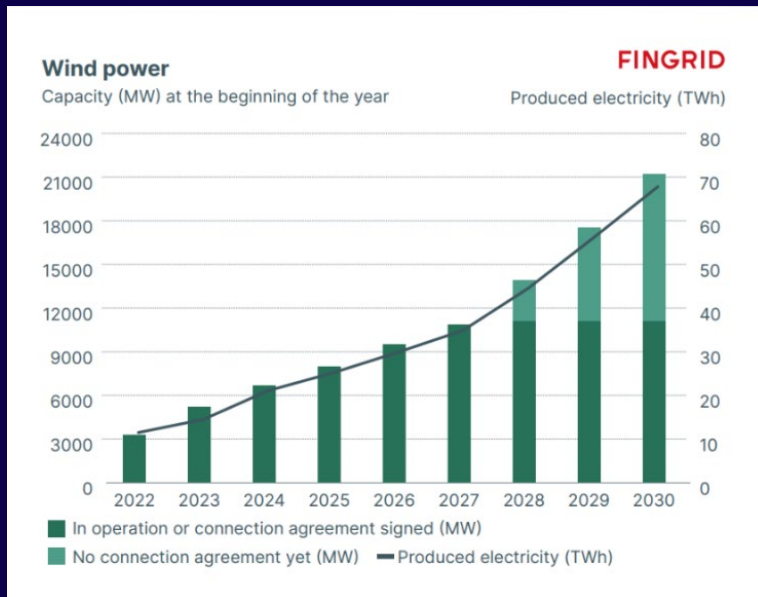


KESKI-SUOMEN LIITTO

JYVSECTEC
by jamk

Tausta ja tarve

- Vihreä siirtymä ja energiamurros
- Tuotannon vaihtelu, suuritehoiset kuormat, varastointi, joustot, sektori-integraatio, yms.
- Tietojärjestelmät kehittyvät ja tietoa tuotetaan yhä enemmän
- Datat hyödyntämisessä paljon mahdollisuuksia – ja uhkia



KEMAR-hankkeen tarkoitus

- Lisätä ja tehostaa datan hyödyntämistä kestäväen energiajärjestelmän arvoketjuissa:
 - energian säästäminen
 - hiilidioksidipäästöjen vähentäminen
 - toimitusvarmuuden parantaminen.
- Lisätä kestäväen energiajärjestelmän arvoketjujen häiriönsietokykyä:
 - kyky havaita oman toimintansa haavoittuvuuksia
 - kyky havaita ja torjua kyberuhkia
 - edellytykset henkilöstön osaamisen kehittämiseksi.

Hanke ja sen organisoituminen

Data-analytiikka



Sähkö ja automaatio

Kyberturvallisuus

TP1
Alustan
perustaminen
(virtuaalinen ja
fyysinen)

- Kestävän energijärjestelmän arvoketjujen mallintaminen RGCE – ympäristöön
 - **Verkkomallin laajentaminen tuotanto- ja kulutuspisteiden simulaattoreilla**
- 29.4.2024

TP2
Datan
hyödyntämisen
kehittäminen

- Data-allas arvoketjun tuottaman datan käsittelyyn
- Data-analytiikan, simulointi- ja optimointimallien kehittäminen ja pilotointi

TP3
Kyberturvallisuus
harjoitustoimen
kehittäminen

- Harjoitustarpeiden tunnistaminen ja harjoituskonseptien suunnittelu
- Harjoituksen kehittäminen ja pilotointi

TP4
Tietoisuuden,
osaamisen ja
yhteistyön
kehittäminen

- Viestintä ja tiedottaminen monikanavaisesti
- Työryhmiin osallistuminen (kansalliset ja kv)
- Oppaat, julkaisut, yms.

TP5
Hallinnointi

+

Investoinnit

Yksinkertaistettu aikataulu: 9/2023 – 6/2026

TALVI JA KEVÄT 2024
TOIMINTAYMPÄRISTÖÖN
TUTUSTUMINEN,
VAATIMUSMÄÄRITTELYT

SYKSY 2024 – 12/2025

- VIRTUAALISEN ALUSTAN TOTEUTUS
- FYYSISEN ALUSTAN TOTEUTUS
- DATA-ANALYYSIN, SIMULOINTI- JA OPTIMOINTIMALLIEN KEHITTÄMINEN
- HARJOITUSTEN KEHITTÄMINEN (KYBER + MUUT)

KESÄ 2024
KYBERAREENAN
KOKONAISARKKITEHTUURIN
JA OSAKOKONAISUUKSIEN
SUUNNITTELU

- KEVÄT 2026
KYBERTURVALLISUUDEN
PILOTTIHARJOITUS
- MUUT
PILOTTIHARJOITUKSET
- DATAN HYÖDYNTÄMISEN
PILOTTIEN KOONTI



Konkreettisia tuloksia ja tuotoksia:

TP1: Alusta/ympäristö koulutuksen, harjoitustoiminnan ja tulevien hankkeiden käyttöön

- energiasektorin sisällyttäminen kyberareenaan (RGCE-ympäristöön)
- tuotanto- ja kulutussimulaattorilaitteet verkkomalli ympäristöön

TP2: Data-analytiikan kehittyminen, simuloinnit- ja optimointimallit, joita pilotoidaan hankkeessa

TP3: Kyberturvallisuusharjoitus, jota pilotoidaan hankkeessa → jatkossa tarjolla eri toimijoille

TP4: Julkaisut ja oppaat em. aiheista → tulee tarjolle hankkeen edetessä

Yhteistyökumppanit

ALVA

SmartLight®

eSett

ELENIA

FINGRID

Huoltovarmuuskeskus
Försörjningsberedskapscentralen
National Emergency Supply Agency

Telia

TRAFICOM
Liikenne- ja viestintävirasto
Kyberturvallisuuskeskus

V A A S A .

Suomen
Tuulivoimayhdistys



Co-funded by
the European Union

JYVSECTEC
by jamk

Lisätietoja:

Teppo Flyktman

Projektipäällikkö

puh. +358 40 7617 630

teppo.flyktman@jamk.fi

Aimo Pellinen

Johtava asiantuntija

puh. +358 50 4080 189

aimo.pellinen@jamk.fi

Tero Kokkonen

Johtaja

puh. +358 50 4385 317

tero.kokkonen@jamk.fi

JYVSECTEC
by jamk

www.jyvsectec.fi