



Valtteri Kauko

Inhimillisten virheiden kartoittaminen ja ehkäisy EPLAN- suunnittelussa

Metropolia Ammattikorkeakoulua

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

27.10.2024

Tiivistelmä

Tekijä:	Valtteri Kauko
Otsikko:	Inhimillisten virheiden kartoittaminen ja ehkäisy EPLAN-suunnittelussa
Sivumäärä:	32 sivua
Aika:	27.10.2024
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Automaatiotekniikka
Ohjaajat:	Projekti-insinööri Janne Nyrhinen Lehtori Kristian Junno

Tämä opinnäytetyö käsittelee inhimillisten virheiden kartoittamista ja ehkäisyä EPLAN-suunnittelussa. Tutkimuksen tavoitteena oli tunnistaa yleisimmät inhimilliset virheet EPLAN-suunnitteluprosessissa ja kehittää menetelmiä niiden ehkäisemiseksi. Työ toteutettiin Omexom Infratek Finland Oy:n sähköasemaprojektityöyksikölle.

Tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallisuuskatsausta sekä käytännön perehtymistä. Kirjallisuuskatsaus keskittyi aiempiin tutkimuksiin inhimillisistä virheistä suunnitteluprosesseissa ja EPLAN-ohjelmiston käytöstä. Käytännön perehtyminen tapahtui suunnittelun ohella mahdollisten virheiden havainnointina.

Tutkimus tarjosi sekä laajan katselman inhimillisiin virheisiin ja niiden mahdollisuuksiin että myös niiden ehkäisykeinoihin. Tärkeässä osassa olivat EPLANin omat työkalut kuten projektin tarkistus, navigaattorit ja filterit, joita muokattiin virheiden tarkastukseen sopivaksi. Näiden työkalujen avulla pystyttiin kohdentamaan virheiden etsintä tehokkaasti eri komponentteihin. Merkittävänä havaintona oli EPLANin muokattavuus, joka mahdollisti tehokkaiden ehkäisykeinojen kehittämisen.

Koska työ toteutettiin Omexomin käyttöön, kaikkia ratkaisuita sisältöineen ei näytetä. Opinnäytetyön materiaalia voidaan käyttää uusien suunnittelijoiden koulutukseen sekä varmistamaan nykyisen suunnitteluprosessin pysyminen sujuvana ja inhimillisiä virheitä välttämällä. Tuloksena sain kartoitettua mahdollisia inhimillisiä virheitä, niiden ehkäisyyn käytettäviä työkaluja sekä kehitin omaa osaamistani EPLAN suunnittelussa.

Avainsanat: EPLAN Pro Panel, sähkösuunnittelu, piirikaaviot

Abstract

Author: Valtteri Kauko
Title: Identifying and Preventing Human Errors in EPLAN Design
Number of Pages: 32 pages
Date: 27 October 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering
Professional Major: Automation Engineering
Supervisors: Janne Nyrhinen, Project Engineer
Kristian Junno, Senior Lecturer

This thesis is about the identification and prevention of human errors in EPLAN design. The aim of the study was to identify the most common human errors in the EPLAN design process and develop methods to prevent them. The thesis study was carried out for Omexom Infratek Finland Oy's substation projects unit.

The research methods included a literature review and practical process. The literature review focused on previous studies on human errors in design processes and the use of EPLAN software. Practical process involved observing potential errors during the design process.

The study provided an extensive overview of human errors and their probability, as well as methods for preventing them. Key tools included EPLAN's own features such as project check, navigators, and filters, which were customized for error detection. These tools allowed for targeted error searches across different components. A significant finding was EPLAN's flexibility in customizing almost everything, which enabled the development of effective error prevention methods.

Since the work was conducted for Omexom's use, not all solutions and content are disclosed. The thesis material can be used for training new designers and ensuring the current design process remains smooth and avoiding human errors. As end result of the thesis study, potential human errors and the tools used to prevent them were identified.

Keywords: EPLAN Pro Panel, electrical design, circuit diagrams

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	EPLAN	3
2.1	EPLANin ohjelmistoratkaisut	5
2.2	EPLAN-suunnittelu	7
3	Inhimilliset virheet ja niiden vaikutukset	8
3.1	Inhimillisen virheen määritelmä	8
3.2	Virheiden vaikutukset suunnitteluprosessissa	8
3.3	Virheiden kartoittaminen	9
4	Esimerkkejä virheistä EPLAN-suunnittelussa	10
5	Virheiden ehkäisy	19
5.1	Teknologiset ratkaisut	19
5.1.1	Navigaattorit	19
5.1.2	Filtterit	21
5.1.3	Project check -työkalu	22
5.1.4	Excel	23
5.2	Main function	24
5.3	Device tag	25
5.4	Kaapelointi	25
5.5	Viittaukset	27
5.5	3D layout	28
5.6	Raportit	28
5.7	Muut ratkaisut	29
6	Työn lopputulos	29
7	Yhteenveto	30
	Lähteet	32

Lyhenteet

BCU: *Bay control unit*. Kenttäohjausyksikkö.

FAT: *Factory acceptance test*. Tehdashyväksyntätesti.

HMI: *Human-machine interface*. Ihmisen ja koneen välinen käyttöliittymä.

NDP: *Net definition point*. Ketjutuksen määrittelypiste.

PDP: *Potential definition point*. Potentiaalimäärittelypiste.

PLC: *Programmable logic controller*. Ohjelmoitava logiikka.

RTU: *Remote terminal unit*. Etäterminaaliyksikkö.

SAT: *Site acceptance test*. Laitoshyväksyntätesti.

SCHEME: Joukko asetuksia, jotka voidaan asettaa EPLAN filttäreille.

1 Johdanto

Opinnäytetyö toteutetaan Omexom Infratek Finland Oy:lle. Omexom on ranskalaisen Vinci Energiesin energiasektorilla toimiva tuotemerkki. Omexom perustettiin vuonna 2000, kun noin kaksikymmentä ranskalaista siirto- ja muutosyksikköä yhdistettiin toimimaan Omexom-tuotemerkin alla.

Pohjoismaiden Omexom syntyi, kun VINCI Energies hankki Infratek-konsernin vuonna 2017 ja ruotsalaisen Eitech AB Engineering -yksikön vuonna 2018. Näiden yritysostojen seurauksena Omexom-brändi lanseerattiin yhteisesti vuonna 2019. Suomen Omexomin juridisena nimenä toimii edelleen Infratek Finland Oy. [1.]

Omexomilla on kuusi eri liiketoiminta-aluetta Suomessa. Kuvassa 1 nähdään yrityksen osastojako.

Liiketoiminta-alueet:



JAKELUVERKKOPALVELUT



TEOLLISUUSPALVELUT



SÄHKÖASEMAPROJEKTIT



VOIMAJOHTOPROJEKTIT



SÄHKÖASEMAPALVELUT



SUURJÄNNITEPROJEKTIT

Kuva 1. Omexomin osastojako.

Opinnäytetyö toteutetaan Omexomin sähköasemaprojektit -yksikölle. Yksikkö työllisti kesällä 2024 yhteensä 48 henkilöä, joista suurin osa työskentelee Pakkalan toimipisteellä Vantaalla, joka on yrityksen keskeisin toimipiste. Yksikkö koostuu useista osastoista.

Suunnitteluosasto jakautuu ensiö- ja toisiosuunnitteluun sekä automaatiosuunnitteluun. Ensiösuunnitteluun kuuluu rakennesuunnittelun lisäksi muun muassa aluepiirustusten hahmottelu, sijoituspiirustukset, leikkauspiirustukset ja maadoitussuunnittelu. Toisiosuunnittelu kattaa muun muassa yleis- ja pääkaavioiden suunnittelun, suojaus- ja piirikaaviot, johdotuspiirustukset sekä kaapeliluettelon tekemisen. Automaatiosuunnitteluun kuuluu muun muassa väyläkaavioiden ja signaalilistojen tekeminen, BCU (Bay control unit), HMI (Human machine interface) ja RTU (Remote terminal unit)

konfiguroinnit sekä FAT (Factory acceptance test), SAT (Site acceptance test).
[2.]

Opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä inhimillisiin virheisiin suunnittelussa ja kehittää toimintatapoja niiden ehkäisyyn. Lisäksi työssä tutkitaan EPLANissa olevien työkalujen, filterien ja schemejen mahdollisuuksia tunnistaa ja ehkäistä inhimillisiä virheitä aivan suunnitteluprosessin alkuvaiheesta loppudokumentointiin. Tavoitteena on myös kehittää omaa osaamistani EPLAN-suunnittelussa.

Tutkimus toteutetaan monivaiheisena prosessina, joka sisältää kirjallisuuskatsauksen, omakohtaista perehtymistä sähköasemien toisiosuunnitteluun käyttäen EPLANia ja hyödyntäen suunnittelussa havaittuja virheitä. Kirjallisuuskatsaus tarjoaa teoreettisen perustan inhimillisten virheiden ymmärtämiseksi ja ehkäisystrategioiden kehittämiseksi. Omakohtainen suunnittelutyö tuottaa käytännönläheistä tietoa Omexomin EPLAN-projekteissa esiintyvistä virheistä ja mahdollisista parannuskeinoista. Inhimillisten virheiden vähentäminen edellyttää teknisten työkalujen kehittämisen lisäksi myös suunnitteluprosessien standardointia ja jatkuvaa henkilöstön koulutusta. Opinnäytetyö pyrkii tarjoamaan Omexomille konkreettisia ratkaisuja, joiden avulla voidaan parantaa suunnitteluprosessien luotettavuutta ja tehokkuutta, vähentää virheiden riskiä ja varmistaa korkealaatuisten projektien toteutuminen.

Tässä työssä esitetyt menetelmät ja työkalut ovat sovellettavissa Omexomin käyttöön, tarjoten hyödyllistä tietoa ja käytännön ratkaisuja inhimillisten virheiden ehkäisyyn ja hallintaan.

2 EPLAN

Vuonna 1984 perustettu EPLAN on osa saksalaista Friedhelm Loh Groupia, joka toimii yli 12 tuotantolaitoksen ja 95 kansainvälisen tytäryhtiön voimin, työllistäen yli 12 100 henkilöä. Vuonna 2023 konsernin liikevaihto oli noin 3

miljardia euroa. EPLANin ohjelmistot auttavat yli 68 000 asiakasta maailmanlaajuisesti. [3.]

EPLAN tarjoaa monipuolisia ohjelmistoratkaisuja, jotka kattavat sähkösuunnittelun, automaattisuunnittelun ja mekatronisen suunnittelun tarpeet. Yritys tarjoaa laajan valikoiman ohjelmistoratkaisuja, kuten EPLAN Electric P8 sähkösuunnitteluun, EPLAN Fluid hydraulisten ja pneumaattisten piirikaavioiden suunnitteluun, EPLAN Preplanning alustavaan suunnitteluun, ja EPLAN Pro Panel 3D-kaappirakenteiden ja johdotuksen suunnitteluun. Näiden ohjelmistojen toiminnoista ja mahdollisuuksista kerrotaan seuraavissa luvuissa tarkemmin.

Äsken mainittujen ohjelmistoratkaisujen lisäksi EPLAN tarjoaa pilvipohjaisen tietokannan nimeltä EPLAN Data Portal, joka tarjoaa käyttäjilleen pääsyn laajaan valikoimaan laitevalmistajien tuotekirjastoja. Portaali sisältää yli 1,2 miljoonaa komponenttia yli 400 johtavalta valmistajalta, mukaan lukien sähkökomponentit, hydrauliiikka- ja pneumatiikkakomponentit. Käyttäjät voivat helposti etsiä ja valita komponentteja suoraan suunnitteluprojekteihinsa, mikä nopeuttaa suunnitteluprosessia ja vähentää virheitä. Portaali päivitetään säännöllisesti, jotta käyttäjillä on aina pääsy uusimpiin tuotteisiin ja tietoihin. [4.]

EPLANin ohjelmistot mahdollistavat integraation ERP- ja PLM/PDM-järjestelmiin, tarkoittaen, että EPLANin ratkaisut voivat yhdistyä yrityksen muihin hallintaohjelmistoihin. ERP-järjestelmät (Enterprise Resource Planning, Toiminnanohjausjärjestelmä) hallinnoivat liiketoiminnan keskeisiä prosesseja, kuten tuotantoa, varastonhallintaa ja taloushallintoa. PLM/PDM-järjestelmät (Product Lifecycle Management/Product Data Management, Tuotetietojen/tiedon-hallinta) hallinnoivat tuotteen elinkaaren eri vaiheita ja siihen liittyvää dataa. Integraation ansiosta eri järjestelmien tiedot ovat johdonmukaisia ja helposti saatavilla, mikä parantaa tehokkuutta ja vähentää virheitä suunnitteluprosesseissa. [5.]

EPLANin ohjelmistot ovat erityisesti suunniteltu parantamaan eri teollisuudenalojen, kuten koneenrakennuksen, autoteollisuuden, prosessiteollisuuden ja energiateollisuuden, suunnitteluprosesseja. Näiden

ratkaisujen avulla asiakkaat voivat automatisoida ja optimoida suunnitteluprosessejaan, mikä johtaa parempaan tuottavuuteen ja vähentää virheitä. EPLANin asiantuntijat tarjoavat tukea ja koulutusta, jotta asiakkaat voivat hyödyntää ohjelmistojen täyden potentiaalin.

2.1 EPLANin ohjelmistoratkaisut

EPLAN tarjoaa laajan valikoiman ohjelmistoratkaisuja, jotka tukevat eri teollisuudenalojen suunnittelutarpeita, kuten sähkö-, automaatio-, hydraulikka- ja pneumatiikkasuunnittelua sekä johdinsarjojen suunnittelua. Ohjelmistot integroivat saumattomasti eri suunnitteluprosessit ja tiedonhallinnan, mikä parantaa suunnittelun tehokkuutta ja vähentää virheitä. Tässä osiossa käydään läpi EPLANin keskeiset ohjelmistot ja niiden ominaisuudet.

EPLAN Pro Panel

Tässä opinnäytetyössäkin käytössä oleva EPLAN Pro Panel 2023 on suunnitteluohjelmisto, joka keskittyy kytkentäkaappien ja ohjauskeskusten suunnitteluun. Se mahdollistaa komponenttien sijoittelun, johdotuksen ja kaapeloinnin tarkassa 2D- ja 3D-ympäristössä. Ohjelmisto tukee automaattista valmistusdokumentaatiota, mikä tehostaa tuotantoa ja vähentää kustannuksia. Integrointi automaatioprosesseihin varmistaa tiedon johdonmukaisuuden ja tuotannon sujuvuuden. [6.] Kuvassa 2 näkyy EPLAN Pro Panelin aloitusnäyttö, jossa käytössä on moderni ribbon -tyylinen valikko.

EPLAN Preplanning

EPLAN Preplanning mahdollistaa projektin alustavan suunnittelun ja määrittelyn. Sen avulla voidaan luoda alustavia kaavioita ja tietokokonaisuuksia, jotka toimivat pohjana tarkemmalle suunnittelulle myöhemmin projektin aikana. Ohjelmisto tukee projektin hallintaa ja organisointia alusta alkaen parantaen suunnittelun tehokkuutta ja johdonmukaisuutta. [9.]

2.2 EPLAN-suunnittelu

EPLAN Pro Panel 2023:lla toteutettava sähköasemaprojektien toisiosuunnittelu on laaja kokonaisuus. Siihen sisältyvät mm. piirikaaviot, yleiskaaviot, johdotuspiirustukset sekä layoutit. Projekti alkaa piirikaavioista, joissa suunnitellaan jokaisen kaapin sähkönjakelu, releiden ja laitteiden kytkennät, riviliittimet sekä kaapelointi ja signaalit. Kun kaikki tarvittavat komponentit on sijoitettu ja kytketty toisiinsa, EPLANilla pystyy generoimaan erilaisia raportteja, kuten sisällysluettelon, osaluettelon, johdotuspiirustuksen sekä ketjutusluettelon.

Jokaisessa sähköasemaprojektissa on lukuisia eri kaappeja, kuten relekaappi, jakokaappi, viestilaitekaappi tai kaukokäyttökaappi. Suunnittelija voi luoda 3D-layoutin haluamastaan kaapista, johon pystyy sijoittamaan piirikaavioissa esiintyvät laitteet ja riviliittimet.

Suurimpana hyötynä EPLANista voidaan sanoa sen monipuolisuus ja ohjelman mahdollistama automatisointi, joka vähentää inhimillisten virheiden määrää ja nopeuttaa suunnitteluprosessia. Raporttien teko tapahtuu EPLANin toimesta nopeasti ja tarkasti. Riittää, että piirikaaviot on valmiina. Toisin kuin perinteisissä CAD-ohjelmissa, EPLAN luo komponenttien välille johtimet automaattisesti, mikä säästää aikaa ja auttaa hahmottamaan piirikaavion lukemista. Ohjelma on myös todella paljon käyttäjän itse muokattavissa niin ylävalikon kuin sivunavigaattoreiden näkymän osalta.

Vaikka EPLANin monipuolisuus on suuri etu, aloittelijoille se voi olla haastavaa. Aluksi kaikkien toimintojen hahmottaminen ja hyödyntäminen voi olla vaikeaa, mikä saattaa estää ohjelmiston täyden potentiaalin hyödyntämisen. Kuitenkin niille, jotka ovat valmiita oppimaan, EPLAN tarjoaa runsaan määrän mahdollisuuksia sähkösuunnitteluun.

3 Inhimilliset virheet ja niiden vaikutukset

3.1 Inhimillisen virheen määritelmä

Inhimillinen virhe on toiminto tai toimimattomuus, joka poikkeaa suunnitellusta tai odotetusta tuloksesta ja johtaa ei-toivottuihin seurauksiin. Näitä virheitä voi esiintyä kaikilla suunnittelun ja toteutuksen tasoilla.

Inhimillisten virheiden taustalla on usein monimutkainen yhdistelmä tekijöitä. Kognitiiviset rajoitteet, kuten ihmisen muistin ja tarkkaavaisuuden rajallisuus, voivat tehdä monimutkaisten ja pitkäkestoisten tehtävien suorittamisesta haastavaa. Lisäksi riittämätön koulutus ja perehdytys voivat johtaa siihen, että käyttäjät eivät tunne ohjelmiston kaikkia ominaisuuksia tai parhaita käytäntöjä, mikä lisää virheiden todennäköisyyttä. [10.]

3.2 Virheiden vaikutukset suunnitteluprosessissa

Inhimilliset virheet voivat vaikuttaa merkittävästi suunnitteluprosessin laatuun ja tehokkuuteen. Näiden virheiden vaikutukset voivat olla moninaisia ja ulottua suunnittelun eri vaiheisiin aiheuttaen viivästyksiä, ylimääräisiä kustannuksia ja jopa turvallisuusriskejä.

Virheet suunnittelussa voivat johtaa lopputuotteen laadun heikkenemiseen. Esimerkiksi virheelliset kaaviot tai komponenttien väärä sijoittelu voivat aiheuttaa toimintahäiriöitä tai laitteistovaurioita. Tämä voi johtaa siihen, että tuotteet eivät täytä vaadittuja standardeja tai asiakasodotuksia, mikä voi heikentää yrityksen mainetta ja asiakastytyvyyttä.

Virheiden korjaaminen vie aikaa ja resursseja, mikä voi hidastaa koko suunnitteluprosessia. Kun virheitä havaitaan myöhäisessä vaiheessa, niiden korjaaminen voi olla erityisen kallista ja aikaa vievää. Tämä voi johtaa projektien viivästymiseen ja budjetin ylityksiin, mikä vaikuttaa negatiivisesti yrityksen taloudelliseen tulokseen. Virheiden aiheuttamat viivästyksset ja laadun heikkeneminen voivat vaikuttaa myös asiakassuhteisiin.

Joissakin tapauksissa inhimilliset virheet voivat aiheuttaa vakavia turvallisuusriskejä. Esimerkiksi virheelliset sähkökaaviot voivat johtaa oikosulkuihin tai ylikuormitukseen, jotka voivat aiheuttaa tulipaloja tai muita vaaratilanteita. Tällaiset riskit korostavat virheiden ehkäisyn ja havaitsemisen tärkeyttä suunnitteluprosessissa.

Edellä mainituiden vaikutusten vuoksi on tärkeää, että inhimilliset virheet tunnistetaan ja analysoidaan huolellisesti, jotta voidaan kehittää tehokkaita ehkäisystrategioita sekä parantaa suunnitteluprosessin laatua ja tehokkuutta.

3.3 Virheiden kartoittaminen

Inhimillisten virheiden kartoittaminen on keskeinen osa suunnitteluprosessin laadunvarmistusta. Menetelmiä, joita voidaan käyttää virheiden kartoittamiseen, ovat muun muassa havainnointi, kyselyt ja haastattelut sekä dokumenttianalyysi. Havainnointi tarkoittaa suunnitteluprosessin tarkkailua ja dokumentointia, jotta voidaan tunnistaa yleisimmät ja todennäköisimmät inhimilliset virheet suunnittelussa. Kyselyt ja haastattelut puolestaan keräävät suunnittelijoiden ja käyttäjien kokemuksia virheiden yleisyydestä ja luonteesta tarjoten arvokasta tietoa siitä, miten virheet koetaan ja miten niitä voitaisiin ehkäistä. Dokumenttianalyysi puolestaan sisältää aiemmin tehtyjen suunnitelmien ja dokumenttien tarkastelun virheiden tunnistamiseksi, mikä auttaa löytämään toistuvia virheitä ja kehittämään parannuksia tuleviin projekteihin.

Virheiden tunnistaminen ja analysointi on tärkeää, jotta voidaan ymmärtää niiden syyt ja vaikutukset. Tämä prosessi sisältää virheiden luokittelun, juurisyyanalyysin ja tilastollisen analyysin. Virheiden luokittelu jakaa virheet eri kategorioihin, kuten tahattomiin ja tarkoituksellisiin virheisiin, mikä auttaa kohdentamaan ehkäisytöimenpiteet oikein. Juurisyyanalyysi selvittää virheiden perimmäiset syyt, jotta voidaan kehittää tehokkaita ehkäisytöimenpiteitä, kuten prosessien uudelleenarviointia tai koulutuksen parantamista. Tilastollinen analyysi puolestaan auttaa tunnistamaan yleisimmät virheet ja niiden toistuvuuden.

Case-tutkimukset tarjoavat konkreettisia esimerkkejä siitä, miten inhimilliset virheet ovat vaikuttaneet suunnitteluprosessiin ja miten ne on tunnistettu ja korjattu. Projektikohtaiset analyysit tarkastelevat yksittäisiä projekteja, joissa on esiintynyt merkittäviä virheitä, ja näiden analyysien avulla voidaan oppia virheistä ja parantaa tulevia projekteja. Parhaiden käytäntöjen esimerkit puolestaan esittelevät tapauksia, joissa virheiden ehkäisy on onnistunut erityisen hyvin, ja näiden esimerkkien avulla voidaan levittää tehokkaita käytäntöjä laajemmin. [11.]

Teknologiset työkalut voivat auttaa virheiden kartoittamisessa ja analysoinnissa. Ohjelmistojen tarjoamat työkalut, kuten automaattiset tarkistukset ja virheiden raportointi, voivat vähentää inhimillisten virheiden määrää. Näiden työkalujen avulla voidaan periaatteessa tunnistaa virheitä jo suunnitteluvaiheessa ja korjata ne ennen toteutusta.

4 Esimerkkejä virheistä EPLAN-suunnittelussa

Tässä kappaleessa on koottu yleisimmät ja todennäköisimmät virheet EPLAN-suunnittelussa omien havaintojeni ja käyttämäni virheiden kartoitustapojen pohjalta. Se on auttanut tunnistamaan ne virheet, jotka toistuvat usein ja jotka tyypillisesti saattavat jäädä huomaamatta. Koska EPLAN-suunnittelussa olevat virheet on aiheena todella laaja, aihetta on rajattu keskittyen erityisesti näihin virheisiin.

EPLAN-suunnittelussa virheiden kartoittamiseen käytin useita menetelmiä. Ensimmäkin havainnoin omaa suunnitteluani ja sen työnjälkeä, mikä auttoi tunnistamaan mahdollisia virheitä ja kehityskohteita. Keskustelut kollegoideni kanssa olivat myös hyödyllisiä, sillä heidän näkemyksensä ja kokemuksensa toivat esiin uusia näkökulmia ja ratkaisuja.

Lisäksi kokeilin testiprojektillani erilaisia toimintoja ja ominaisuuksia EPLANissa, mikä auttoi ymmärtämään ohjelmiston toiminnallisuuksia. Tämä kokeilupohjainen lähestymistapa auttoi löytämään virheitä, joita en välttämättä olisi muuten huomannut.

Dokumenttianalyysi oli myös tärkeä osa virheiden kartoittamista. Tutkimalla koulutusohjeita ja muita dokumentteja, joissa mainitaan mahdollisista virheistä, sain arvokasta tietoa siitä, mitä virheitä kannattaa erityisesti varoa ja miten niitä voidaan ennaltaehkäistä.

Näiden menetelmien yhdistäminen auttoi luomaan kattavan kuvan virheiden kartoittamisesta EPLAN-suunnittelussa ja parantamaan suunnitteluprosessin laatua ja tehokkuutta.

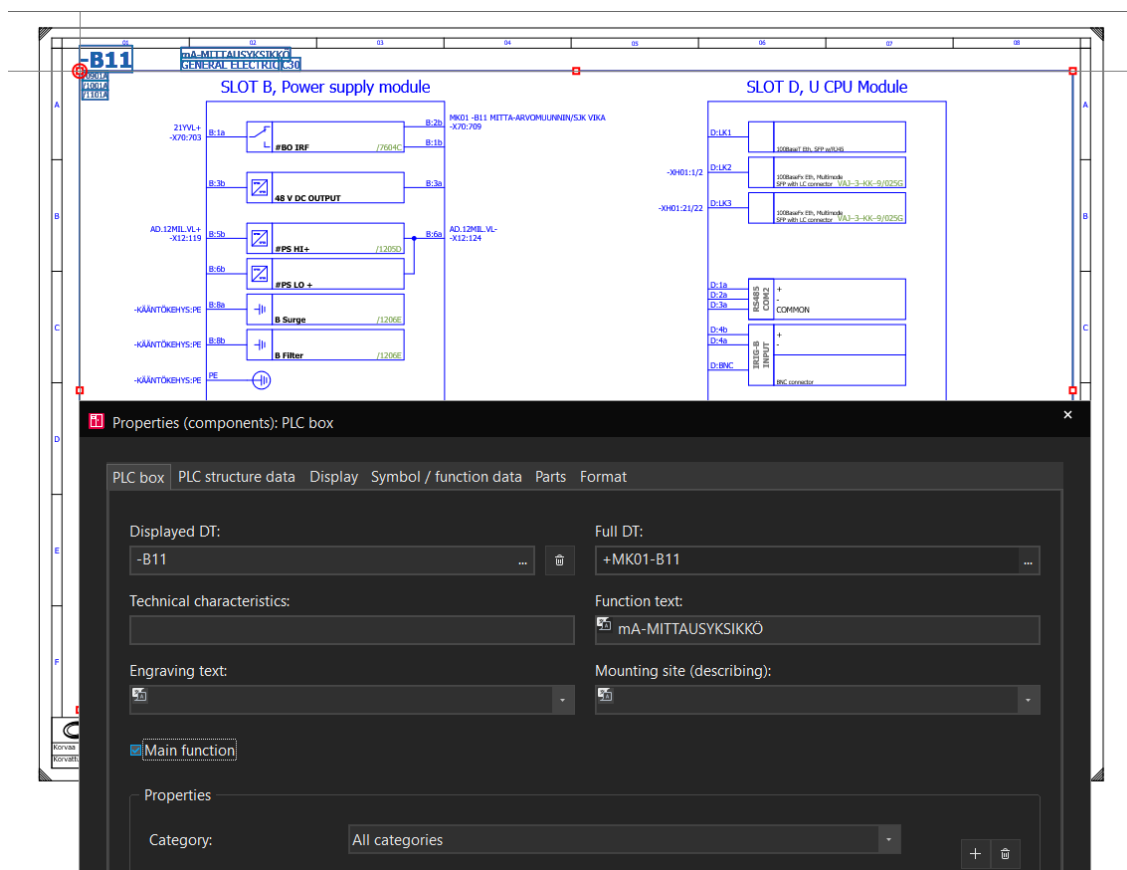
Main function

Main function eli päätoiminto-valintaruutu osoittaa, että kyseinen komponentti tai symboli on laitteen tai järjestelmän päätoiminto. Sen oikeaoppinen käyttö ja sen toiminnan ymmärtäminen on tärkeää piirikaavion ja raporttien sujuvan lukemisen kannalta.

On tärkeää, että jokaisella laitteella tai kaapelilla on yksi päätoiminto valittuna. Jos esimerkiksi johdonsuojakatkaisijalla ei ole päätoimintoa, toisilla sivuilla olevat apukoskettimet eivät ole yhteydessä katkaisijaan.

Päätoiminnon voi valita komponentille tai laitteelle avaamalla ominaisuudet välilehden (kuva 3). Kun tämä valintaruutu on rastitettu, EPLAN tulkitsee, että se komponentti tai laite on kyseisen kohteen päätoiminto. Jos laite koostuu useista osista tai jakautuu monelle sivulle, vain yksi symboli tai komponentti voi

olla päätoiminto ja muut ovat toissijaisia toimintoja, esim. piirikaaviossa näkyvät liitännät tai I/O moduulit.



Kuva 3. Main function -valintaruutu.

Jos samalla laitteella on useampi main function, se aiheuttaa ristiriitoja suunnittelussa ja dokumentoinnissa. Tämä johtuu siitä, että EPLAN tulkitsee jokaisen main function -merkinnän uutena itsenäisenä laitteena, joka johtaa siihen että sama laite on määritelty useita kertoja projektissa, vaikka todellisuudessa kyse on vain yhdestä laitteesta. Jos esimerkiksi PLC-komponentilla on useita main functioneita, tämä johtaa siihen, että samoille osille annetaan useita osoitteita, mikä voi aiheuttaa virheitä PLC-ohjelmoinnissa ja piirikaavioissa. Tämän takia on tärkeää välttää virheen tekemistä esim. makroja tai kaapeleita sijoittaessa ja olla laittamatta useaa main functionin omaavaa komponenttia piirikaavioon.

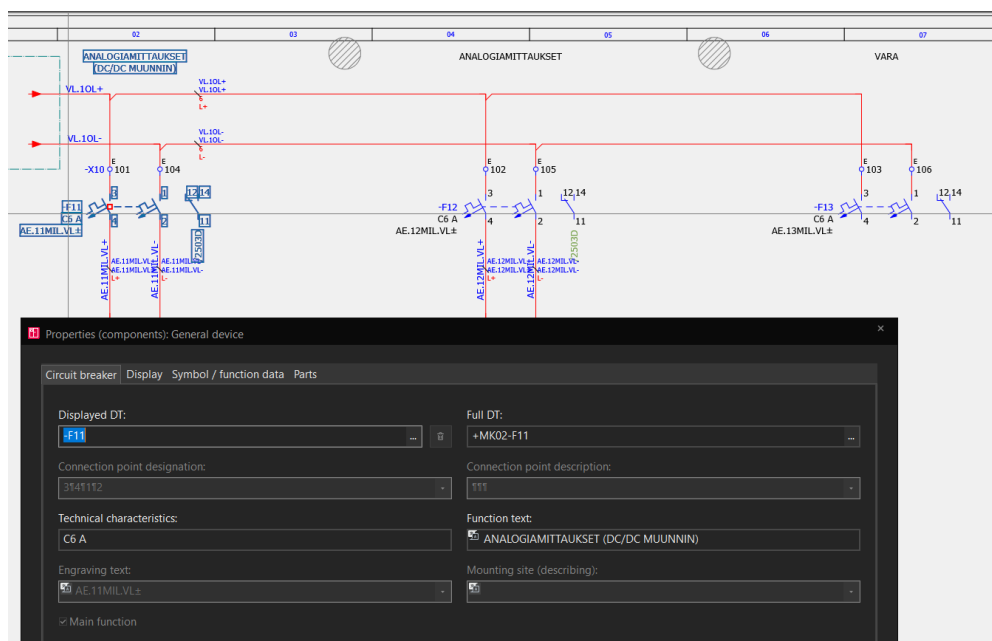
Device tag

EPLAN -ohjelmistossa DT eli device tag (laitetunnus) on yksilöllinen tunnistus, joka määrittää laitteen sijainnin ja toiminnallisuuden projektissa. Se koostuu useista osista, kuten:

- User-defined: vapaa hierarkia, käyttäjän itse määrittelemä
- ==: Toiminnallinen osoitus
- =: Toiminnon määrittely
- ++: Asennuspaikka
- +: Sijaintimerkintä
- -: Laitetunnus (etuliitenumeroilla, tunnisteella, laskurilla, erottimella, tai alilaskimella)

Esimerkiksi laitetunnus =AP+ST1-M1 tarkoittaa, että moottori -M1 sijaitsee sijaintimerkinnällä +ST1 ja kuuluu asennukseen =AP.

Kuvassa 4 näkyy esimerkki siitä, kuinka johdonsuojakatkaisijalle muodostuu laitetunnus. Johdonsuojakatkaisijan laitetunnus on +MK02-F11, mikä tarkoittaa, että se sijaitsee MK02-kaapissa ja sen tunniste on F11.



Kuva 4. Johdonsuojakatkaisijan Device Tag.

Laitetunnuksen käyttöön sisältyy kuitenkin mahdollisuus inhimillisiin virheisiin. Jos laitetunnus jää puuttumaan unohduksen tai huolimattomuusvirheen vuoksi, se hankaloittaa suunnittelua. Ilman Device Tagia komponenttia ei käytännössä ole olemassa järjestelmässä, eikä se ole sidottuna mihinkään sijaintiin. Tämä tarkoittaa, että komponentti puuttuu raporteista ja dokumentaatioista, mikä vaikeuttaa suunnitelmien ymmärtämistä ja toteutusta. Lisäksi puuttuva device tag voi aiheuttaa ongelmia komponenttien jäljitettävyydessä ja kunnossapidossa, sillä ilman tunnistetta komponenttia ei voida paikantaa tai yhdistää muihin järjestelmän osiin.

Kaapelointi

Kaapelointi on keskeinen osa sähkösuunnittelua, ja sen avulla varmistetaan sähkön ja signaalien asianmukainen siirto sähköpiirustuksissa. Tästä syystä on tärkeää, että kaapelointi sujuu moitteettomasti ja vältetään inhimillisiä virheitä.

Kaapelointivaiheessa voi tapahtua useita virheitä, kuten puuttuva kaapeli, väärä kaapelityyppi tai haarautuva kaapeli, jossa kaapeli lähtee yhdestä sijainnista ja päättyy useampaan sijaintiin. On myös mahdollista tilanne, jossa saman kytkentäkaapin kaapeleiden lähtö- ja määränpäättävät ovat satunnaisessa järjestyksessä. Tämä ei itsessään ole virhe, mutta saattaa sekoittaa johdotusraporttia ja kaapelit ovat sekavassa järjestyksessä.

Kaapelin puuttuessa kahden eri sijainnin välissä oleva kytkentä sisältää vain EPLANin tekemän johtimen, joka näkyy johdotuspiirustuksessa ilman kaapelinumeroa.

Väärä kaapelityyppi tarkoittaa, että valitussa kaapelissa on joko liian vähän tai liian monta johdinta verrattuna kytkennän vaatimuksiin. Jos kaapelissa on liian vähän johtimia, se ei pysty suorittamaan tarvittavia kytkentöjä. Toisaalta, ei ole myöskään hyödyllistä jos kaapelissa on tarpeettoman monta johdinta.

Viittaukset

Viittauksilla voidaan kuvata johtimien jatkumista toisille sivuille piirikaaviossa. Niitä käytetään, kun tiettyjä potentiaaleja tai signaaleja on levitettävä useammalle sivulle. Kuvassa 5 on havainnollistettu piirikaaviossa sijaitseva viittausnuoli, joka tulee sivulta 18 laitteelta -B118, ja on nimetty signaalin 7YVL-mukaan.



Kuva 5. Viittausnuoli.

Viittausten kanssa on tärkeää että jokaiselle viittausnuolelle on vastapää. Viittaus ilman paria ei johda mihinkään, jolloin piirikaaviossa on ylimääräisiä viittausnuolia, jotka sotkevat piirikaaviota ja vaikeuttavat sen lukemista.

Myös viittauksen variantin valitsemisessa täytyy olla tarkkana. EPLAN tarjoaa viittausnuolille kahdeksaa eri varianttia, joissa nuoli osoittaa neljään eri suuntaan ja viittauksen tekstimuodossa olevien tietojen sijainti vaihtelee variantista riippuen. On lähinnä kosmeettinen virhe, mutta useiden

viittausnuolten tekstikenttien ollessa satunnaisessa järjestyksessä, piirustusten hahmottaminen voi vaikeutua eikä piirikaavio ole siistissä järjestyksessä.

3D-layout

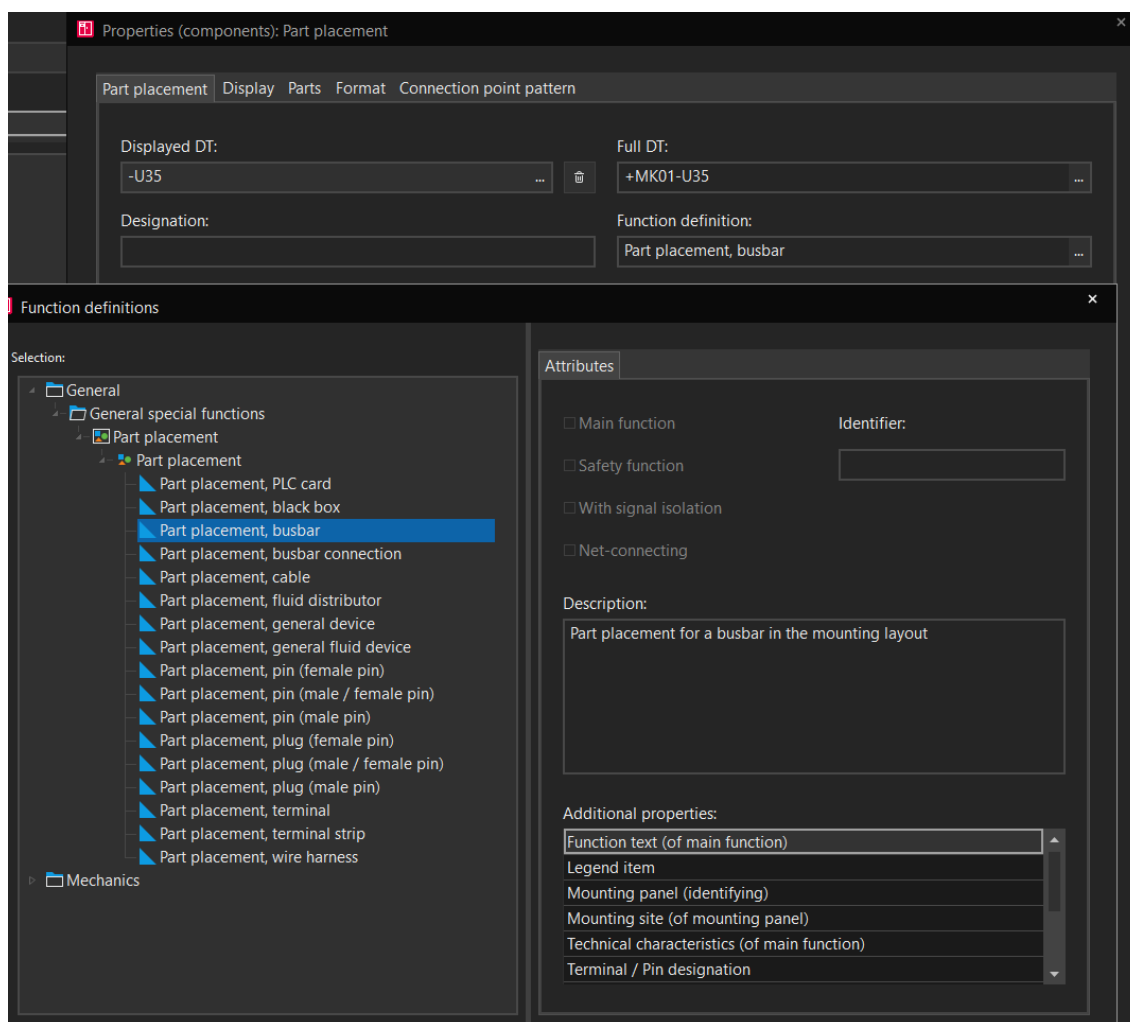
3D-layout -työkalu mahdollistaa kytkentäkaappien komponenttien sijoittelun ja kaapeloinnin suunnittelun kolmiulotteisessa ympäristössä, mikä parantaa suunnittelun tarkkuutta ja auttaa hahmottamaan tilan paremmin. Kuvaa pystyy selkeyttämään layout-näkymässä piilottamalla kaapin seinät. Kuvassa 6 näkyy 3D komponenttisijoittelut kaapista, josta on piilotettu seinät.



Kuva 6. KytKentäkaapin 3D-layout.

Layoutin suunnittelussa on tärkeää huomioida virheiden mahdollisuus, erityisesti sijoittamattomien komponenttien osalta. Jokainen piirikaavioon sijoitettu komponentti on sisällytettävä myös kaapin layout-piirustukseen. On toisaalta myös tärkeää varmistaa, ettei samaa komponenttia sijoiteta kahteen kertaan layoutiin.

Komponentteja sijoittaessa voi myös sattua virheitä. Sijoittaessani riviliittimen päätypuristinta ilmeni, että se on määritelty riviliittimeksi sen ominaisuuksissa olevalla function definition -sarakkeella. Kuva 7 havainnollistaa kuinka laitteen funktion pystyy määrittelemään esim. kaapeliksi tai riviliittimeksi.



Kuva 7. Riviliittimen päätypuristimen muokkaus -välilehti.

Layout-näkymässä pitää myös toteuttaa yksinkertaisin tapa sijoittaa komponentit. Jos piirikaavioissa toisiinsa kytketyt komponentit on sijoitettu kauas toisistaan layoutissa, se voi tuottaa ongelmia asennuksen kannalta.

Raportit

Raporttien teko pitää sisällään niin johdotustaulukon, ketjutustaulukon. osaluettelon ja layoutin tekemisen. EPLAN kykenee generoimaan kaikki taulukot ja luettelot piirikaavioiden perusteella. Layout-raportti generoidaan 3D-layoutin mallinnuksen jälkeen. Kuvassa 8 näkyy tyypillinen EPLAN-osaluetteloraportti, josta selviää mm. komponentin laitetunnus, tekniset tiedot ja valmistaja.

Osaluettelo +MK02							
Laitetunnus	Määrä	Kuvaus	Tekniset tiedot	Pituus	Tyyppi	Valmistaja	Tilausnumero
-U54	1	Kääntökehys, suuri			VX.8619024	Rittal	8619024
-U54	1	VX-asennussarja kääntökehyselle, suuri, L: 800 mm			VX.8619041	Rittal	8619041
-U54	1	Saranat 180°			VX.8619051	Rittal	8619051
-U54	1	Kääntökehysen ovikalpa			SR.1980200	Rittal	1980200
-U54	1	19" Pöytälevy 2U					
-U54	4	19" Pöytälevy 8U					
-U54	1	19" Pöytälevy 3U					
-U54	1	19" Pöytälevy 6U					
-U55	1	Johdokouru	L30 x K30	1620 mm	CD 30X30	PHOENIX CONTACT	3240282
-U56	1	Johdokouru	L60 x K100	500 mm	CD 60X100	PHOENIX CONTACT	3240263
-U57	1	Johdokouru	L60 x K100	500 mm	CD 60X100	PHOENIX CONTACT	3240263
-U58	1	Johdokouru	L60 x K100	500 mm	CD 60X100	PHOENIX CONTACT	3240263
-U59	1	Johdokouru	L60 x K100	500 mm	CD 60X100	PHOENIX CONTACT	3240263
-W2	1	Kisko		1000 mm	NLS-CU 3/10 SN 10009M	PHOENIX CONTACT	0402174

Kuva 8. Osaluetteloraportti.

Vaikka EPLANin raporttien generointi on automatisoitu käyttäjälle helpoksi, on tärkeää, että alkuperäiset piirustukset ja layoutit ovat suunnitelmien mukaiset. Raporttien generointi perustuu piirikaavioihin ja jos siellä on jäänyt sijoittamatta komponentti tai komponentti on jäänyt ilman laitetunnusta, ei se myöskään

tulostu raportteihin. Sama pätee 3D-layouteihin, jos jää huomaamatta sijoittamaton komponentti, se ei myöskään tulostu viralliseen layout-raporttiin.

Raporttien tekemiseen sisältyy useita virheen mahdollisuuksia. Jo mainittu komponenttien puuttuminen sekä puuttuvat raporttisivut tai virheelliset johdotustaulukot voi tapahtua inhimillisen virheen seurauksena. Myös raportin loppusijainti saattaa virheellisesti sijoittua raporteille tarkoitetun puurakenteen ulkopuolelle.

5 Virheiden ehkäisy

Tässä kappaleessa perehdytään aiemmassa kappaleessa havaittujen suunnitteluvirheiden ehkäisyyn. Virheiden ehkäisyssä voidaan hyödyntää sekä EPLANissa kehitettyjä teknologisia ratkaisuja että muita käytännön ratkaisuja.

5.1 Teknologiset ratkaisut

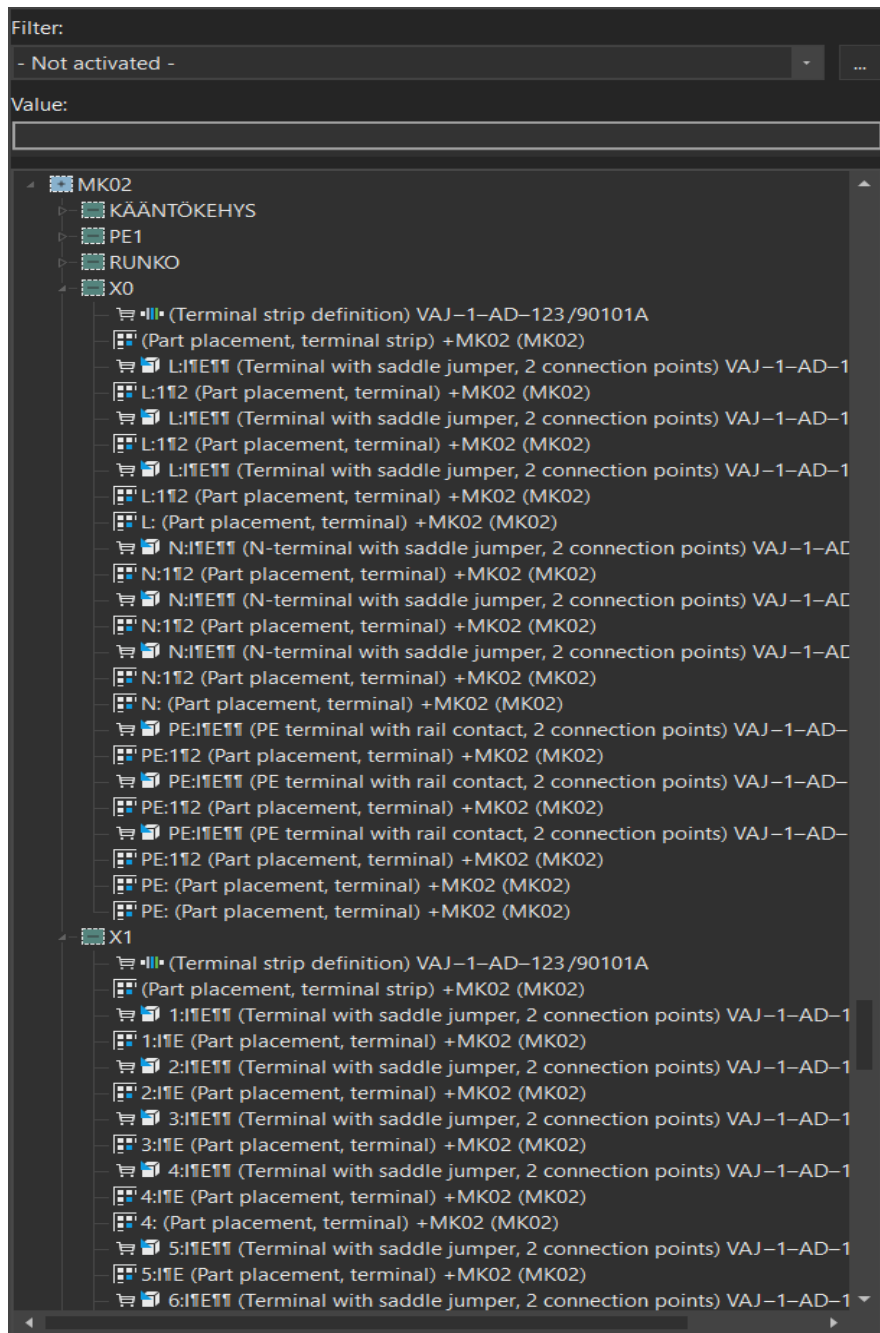
Keskeisimmässä roolissa inhimillisten virheiden ehkäisyyn EPLAN-suunnittelussa on ohjelman sisältämät työkalut ja ominaisuudet. Tärkeimpinä työkaluina voidaan pitää navigaattoreita ja filttäreitä, jotka ovat monipuolisesti muokattavissa, ja täten niiden avulla pystyy helposti paikantamaan mahdollisia virheitä.

Työssä käytettävät työkalut, tiedostot ja filterit ovat luotu Omexomin käyttöön, josta syystä kaikkia niiden sisältämää koodia tai asetuksia ei näytetä julkisesti.

5.1.1 Navigaattorit

Suuressa roolissa EPLAN-suunnittelussa on navigaattorien käyttö. Käyttäjä voi itse valita, haluaako sivuluettelona vai puurakenteena näkymän kaikkiin projektitietoihin, kuten yleiskatsauksen kaikista sivuista, makroista, kaapeleista, laitteista, riviliittimistä, kytkennöistä ja PLC-kytkennöistä. Kuvassa 9 on esitetty riviliittinten navigaattorinäkyvä, josta pystyy paikantamaan haluamansa

riviliittimen, muokata sen ominaisuuksia tai siirtymään sille piirikaavion sivulle, missä kyseinen riviliitin esiintyy.



Kuva 9. EPLAN-navigaattori riviliitin näkymässä.

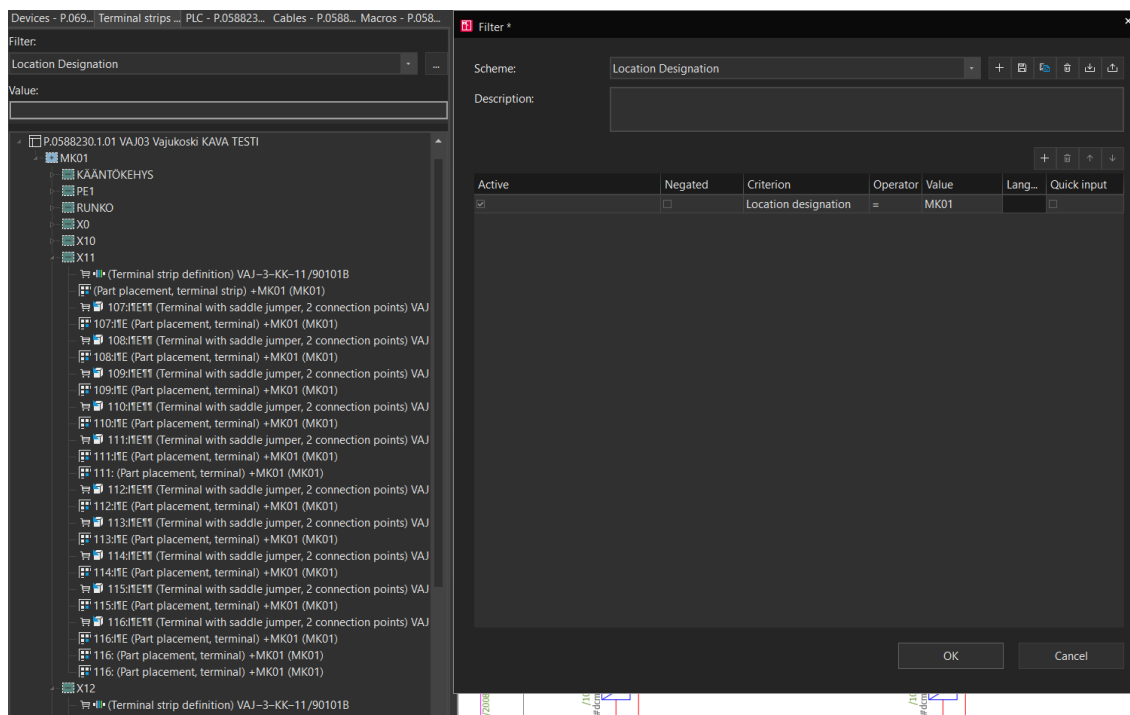
Sivunavigaattorissa näkee kaikki projektin sivut myös joko luettelona tai puurakenteena. Suunnittelija voi itse määrittää sivunavigaattorin tyylin esim. dokumenttityypin, sijainnin tai käyttäjän itse tekemän rakenteen perusteella.

Käyttäjällä voi olla useampi projekti auki samaan aikaan, ja hän voi navigoida niiden välillä kätevästi käyttäen sivunavigaattoria.

5.1.2 Filtrit

Filtrit ovat olennaisia työkaluja, kun navigaattoreista halutaan suodattaa tiettyä tietoa. Ne mahdollistavat komponenttien, kaapeleiden tai kytkentöjen suodattamisen piirikaaviosta, mikä auttaa suunnittelijaa tehokkaasti hallitsemaan ja rajaamaan suuria tietomääriä. Tämä nopeuttaa ja helpottaa suunnitteluprosessia sekä mahdollisten virheiden paikantamista.

Filttereitä saa muokattua haluamallaan tavalla käyttämällä schemejä. Schemet ovat joukko asetuksia, jotka voidaan luoda esimerkiksi filtreihin tai raporttien tekoon. Schemet on helppoa suunnittelijan itse luotavissa ja muokattavissa, jolloin suunnittelija pystyy tässä tapauksessa etsimään filtreiden ja itse luotujen schemejen avulla virheitä suunnittelussa. Kehitetyt schemet on mahdollista ottaa käyttöön tai jakaa muille käyttäjille export/import toiminnon avulla. Kuvassa 10 on riviliittimien paikantamiseen tarkoitettu filtri, johon on asetettu scheme, joka etsii kaikki MK01-sijainnissa olevat riviliittimet.



Kuva 10. Filteri riviliittimien hakemiseen.

Käyttäjä voi tämän avulla helposti navigoida etsimänsä komponentin ja muokata sen ominaisuuksia navigaattorista.

5.1.3 Project check -työkalu

EPLANissa on oma työkalu projektin tarkastamiseen tunnistamaan ja korjaamaan virheitä suunnittelun aikana. Tämä työkalu tarkistaa projektin eri osat ennalta määritettyjen sääntöjen ja kriteerien perusteella. Se käy läpi ja tunnistaa mahdolliset virheet, kuten puuttuvat tai virheelliset komponentit, kaapelointivirheet, ristiriitaisuudet dokumentaatioissa ja paljon muuta. Kun virheitä havaitaan, ne kirjataan ja näytetään ilmoitustaululla, mikä auttaa suunnittelijoita seuraamaan ja korjaamaan virheitä systemaattisesti.

Tarkistuskriteerejä pystyy mukauttamaan projektin erityistarpeiden mukaan, mikä tarkoittaa, että käyttäjä voi asettaa omat säännöt ja kriteerit, jotka vastaavat parhaiten projektin vaatimuksia. Project Check -työkalun käyttöliittymä on helppokäyttöinen, mikä tekee virheiden tunnistamisesta ja korjaamisesta sujuvaa ja tehokasta.

Vaikka projektintarkistusohjelma on parhaimmillaan erittäin hyödyllinen, sen käyttö voi myös tuottaa haasteita. Mahdollisia vikakoodeja ja huomautuksia on satoja, jolloin projektin perusteellinen tarkistus ohjelmalla ja sen ilmoittamien vikakoodien lukeminen on aikaa vievää. Projektin laadusta riippuen kaikki vikakoodit eivät vaikuta suunnitteluun tai sen lopputulokseen, jolloin jotkut vikailmoitukset saattavat olla turhia.

Tästä syystä on tärkeää, että suunnittelija hallitsee projektintarkastuksen toiminnot. Huomattavasti helpomaa on, että käyttäjä voi itse määrittellä tarkastettavat alueet sekä ilmoitettavat vikakoodit, mikä helpottaa tarkastustuloksen analysointia.

5.1.4 Excel

Microsoftin taulukkolaskentaohjelma Excel on kätevä apu suurien datamäärien käsittelyyn ja analysointiin EPLANissa. Export page and function properties-toiminnolla voi tuoda EPLANista suuriakin tietomääriä Exceliin, kuten osaluettelot tai kaapeliluettelon. Näin saadaan halutut tiedot siististi taulukkoon, ja ne on suunnittelijan lajiteltavissa tai muokattavissa tarvitsemallaan tavalla. Tiedot on mahdollista tuoda takaisin EPLANIin import data -toiminnolla.

Dataa pystyy siirtämään tyhjälle Excelille tai valmiiksi määritellylle Excel-alustalle. EPLANille tyypilliseen tapaan on myös mahdollista muokata schemejä, joilla saa valita tietyt tietokentät mitä haluaa tuoda Exceliin. Omexomilla on jo valmiiksi luotu useita erilaisia Excel-alustoja ja schemejä, joita voidaan hyödyntää eri tarkoituksiin.

Exceliä voidaan käyttää työkaluna virheiden ehkäisyyn ja kartoittamiseen, jonka lisäksi se helpottaa esim. kaapelilistojen hallintaa ja täten nopeuttaa suunnitteluprosessia.

5.2 Main function

Kuten mainittu, main function -valintaruudun virheellinen käyttö asettamalla se useaan samaan laitetunnukseen kuuluvaan komponenttiin aiheuttaa ongelmia suunnittelussa.

Tämä on kuitenkin ehkäistävässä käyttämällä EPLANin projektintarkastustyökalua. Muokkasin työkalulle oman schemen, joka paikantaa vain komponentit, joilla on useampi kuin yksi main function. Asetin testimelessä laitteille -A11 ja -B11 useamman main functionin, ja ajoin projektintarkastuksen tekemälläni schemellä. Kuvassa 11 näkyy vasemmassa yläkulmassa valikko, josta aloitetaan projektin tarkistus. Kun tarkistus on ohi, alhaalle ilmoitustaululle ilmestyy virheviestit, jotka ilmoittaa kahdesta komponentista, joissa on useampi main function.

The screenshot shows the EPLAN software interface during a project check. The main window displays a schematic diagram with components like 'TAK 02N MAASUKU HÄLYTTÄÄ' and 'DC/AC INVERTTERI'. A message management table at the bottom lists errors related to multiple main functions for components -A11 and -B11.

Status	Category	Number	Page	Layout space	DT	Message text
1	F	017005	&Piiriki...		+MK01-B11	DT exists more than once, too many main functions
2	F	017005	&Piiriki...		+MK01-B11	DT exists more than once, too many main functions
3	F	017005	&Piiriki...		+MK01-B11	DT exists more than once, too many main functions
4	F	017005	&Piiriki...		+KXX01-A11	DT exists more than once, too many main functions
5	F	017005	&Piiriki...		+KXX01-A11	DT exists more than once, too many main functions
6	F	017005	&Piiriki...		+KXX01-A11	DT exists more than once, too many main functions

Kuva 11. EPLANin projektintarkistustyökalu.

Tällä suhteellisen yksinkertaisella keinolla voimme tarkistaa projektin tasaisin väliajoin liian monien main functionien varalta.

5.3 Device tag

Puuttuvan laitetunnuksen paikantamiseksi voidaan käyttää EPLANin projektintarkastustyökalua. Asetin schemeen kriteerit, jossa se paikantaa vain haluamani laitetunnuksiin liittyvät vikakoodit. Poistin PLC-laatikon yhdeltä sivumakrolta laitetunnuksen ja ajoin projektintarkastuksen. Kuvassa 12 näkyy, kuinka sain tuloksena vikakoodeja, jossa ilmoitettiin tyhjästä laitetunnuskentästä.

	Status	Category	Number	Page	Layout space	DT	Message text
3	✘	F	017001	&Piirik...		+1a	DT is empty
4	✘	F	017001	&Piirik...		+1c	DT is empty
5	✘	F	017001	&Piirik...		+2a	DT is empty
6	✘	F	017001	&Piirik...		+2c	DT is empty
7	✘	F	017001	&Piirik...		+3a	DT is empty
8	✘	F	017001	&Piirik...		+3c	DT is empty
9	✘	F	017001	&Piirik...		+4a	DT is empty
10	✘	F	017001	&Piirik...		+4c	DT is empty
11	✘	F	017001	&Piirik...		+5a	DT is empty

Kuva 12. Projektintarkastustyökalun vikakoodit.

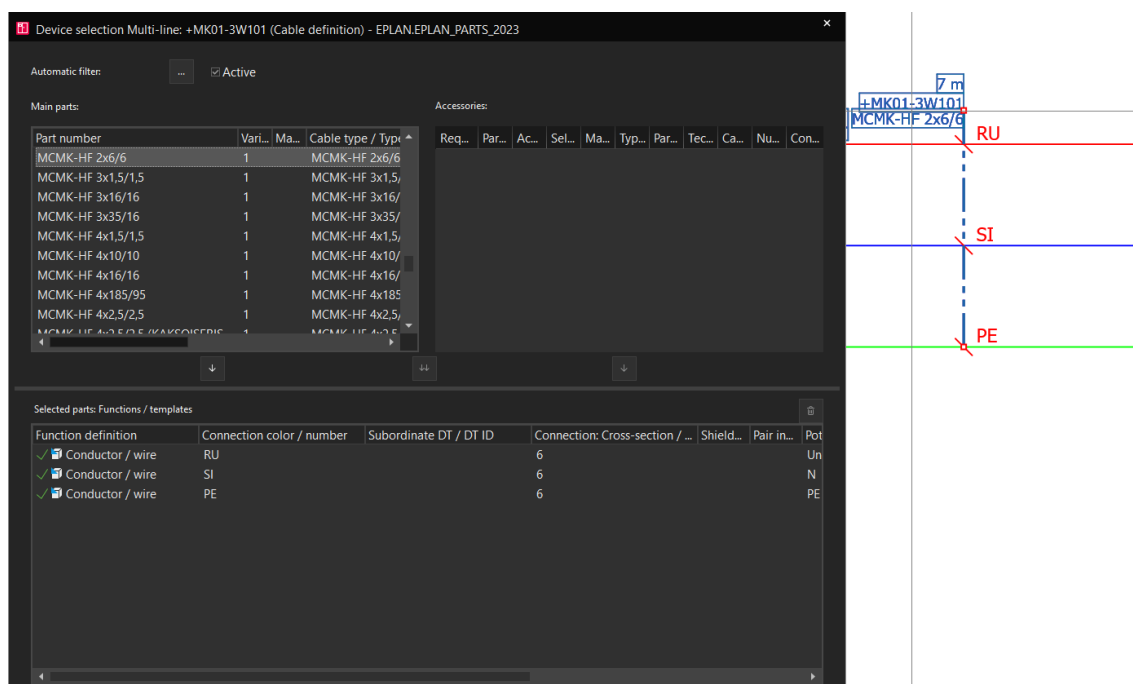
Vikakoodia klikkaamalla pääsee helposti siirtymään vikakoodin sijaintiin ja lisäämään puuttuvan laitetunnuksen ja ehkäisemään virheen päätyminen raportteihin asti.

Projektintarkastustyökalussa on kuitenkin parannettavaa. Kuten kuvasta näkyy, projektintarkastustyökalu ilmoittaa saman vikakoodin myös jokaisesta PLC-laatikon kytkentäpisteestä, joka on tässä tapauksessa tarpeetonta, sillä ne korjautuvat samalla kun asettaa itse PLC-laatikolle laitetunnuksen.

5.4 Kaapelointi

Kaapelointivaiheessa on määritettävä johtimelle ensinnäkin kaapeli itsessään, sekä oikea kaapelityyppi. Myös kaapeloinnissa on tärkeää, että asettaessa piirikaaviossa useaan eri johtimeen samaa kaapelia, on kaapelilla vain yksi päätoiminto.

Oikean kaapelityypin valinta helpottuu valitsemalla asetetun kaapelin ominaisuudet välilehdeltä Device selection -painike. Tällöin ohjelma listaa vain kaikki mahdolliset kaapelit, jotka sopivat kyseiseen kytkentään, ja sulkee muut ulos. Kuvassa 13 on havainnollistettu device selection ikkuna.



Kuva 13. Kaapelin tyypin valintaikkuna.

Kaapeleiden lähtö- ja määränpään satunnainen järjestys ei ole varsinainen suunnitteluvirhe, mutta voi sekoittaa johdotusraporttia ja on hieman epäselvemmin luettavissa navigaattorissa.

Kaapelin lähtö- ja määränpään pystyy kääntämään toisinpäin avaamalla kaapelin ominaisuudet ja klikkaamalla Exchange source and target -painiketta. Tämä on itsessään kätevä keino, jos kaapeleita on muutama kappale. Sähköasemaprojekteissa kaapeleita voi esiintyä satoja kappaleita, joten yksitellen kaapelin muokkaus olisi ajankäytön kannalta epäedullista.

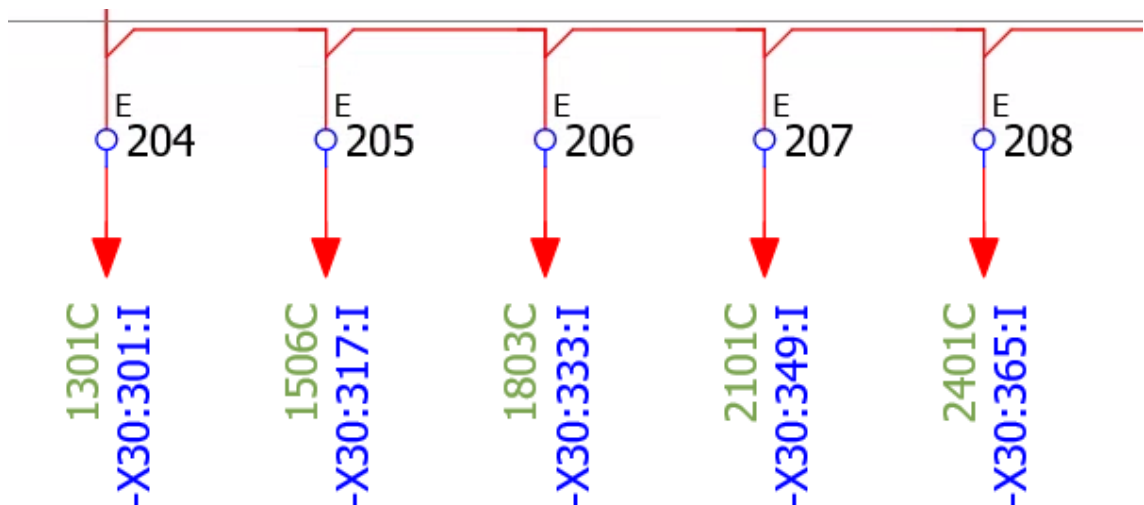
Ratkaisuksi tähän on kehitetty keino hyödyntää Exceliä. Ideana on, että EPLANista ulosajetaan kaapelinavigaattorin sisältö Exceliin taulukkomuotoon käyttäen export-toimintoa. Tämän jälkeen Exceliin asetetulla makrolla ohjelma

järjestää kaikki kaapelit lähtö- ja määränpään perusteella, josta ne on helppo vaihtaa kerralla. Tämän jälkeen tiedosto ajetaan takaisin EPLANIin import-toiminnolla, jonka jälkeen kaikilla kaapeleilla on sama lähtö- ja määränpää.

5.5 Viittaukset

Viittauksissa oli tärkeää, että jokaiselle viittaukselle on myös vastapää, johon viittausnuolen osoite sijoittuu. Ratkaisuksi ylimääräisten viittausnuolten paikantamiseksi on kehitetty scheme, joka paikantaa kaikki viittaukset ilman vastaviittausta viittausnavigaattoriin. Tämän avulla pystyy helposti paikantamaan ylimääräiset viittaukset.

Viittausnuolten ominaisuustekstien suhteen on hyvä tiedostaa ja hallita varianttien käyttö, jolloin saa aikaan siistiä jälkeä ja piirikaaviota on helpompi lukea. Kuvassa 14 näkyy rivi viittausnuolia, joiden ominaisuustekstit ovat siisisti rivissä



Kuva 14. Viittausnuolet piirikaaviossa.

Jos variantin valinnalla ei saa haluamaansa tulosta, tekstiä voi siirtää myös valitsemalla viittauksen ominaisuudet auki ja muuttamalla display-asetuksia.

Piirikaavion selkeyden vuoksi olisi kuitenkin hyvä muistaa pitää sama asetus päällä, jotta piirikaaviossa viittaukset pysyisi saman tyylinä kaikilla sivuilla.

5.5 3D-layout

Komponenttien sijoittelussa 3D-layoutissa liittyvien virheiden ehkäisyyn isossa osassa on navigaattori. Sijoittamattomien komponenttien varmistukseen on hyvä varmistaa etsimällä 3D-layout-navigaattorista filtlerin avulla sijoittamattomia laitteita. Tämä onnistuu filtterillä johon on asetettu scheme, joka suodattaa kaikki sijoittamatta jääneet komponentit.

3D-layout-navigaattori on syytä olla esillä jatkuvasti sijoittaessa komponentteja layoutiin. Jos komponentilla on väärä function definition, se ei näy layoutiin sijoittaessa mitenkään, mutta navigaattori asettaa sille punaisen ympyrän virheen merkiksi.

5.6 Raportit

Raporttien teko tapahtuu ylävalikosta Generate reports -painikkeella tai pikanäppäimellä ctrl+E. Jos generoidussa raportissa on epämääräisyyksiä, kuten puutuva komponentti tai virheelliset johdotukset, on syytä tarkistaa piirikaaviot kyseisten ongelmien kohdalla. Koska EPLAN luo raportit piirikaavioiden perusteella, usein syy löytyy piirikaavion kytkennöistä. Aiemmissa kappaleissa mainitut kaapeleiden lähtö- ja määränpää sekä laitetunnuksiin liittyvät ongelmat voivat sekoittaa raportteja.

Kun piirikaavio on tarkastettu, raporttia ei tarvitse generoida uudelleen vaan sen voi päivittää pikanäppäimellä ctrl+<. Tämän jälkeen on suositeltavaa tarkistaa, että muutokset on huomioitu ja raportti on virheetön.

5.7 Muut ratkaisut

Tässä kappaleessa käsitellään teknologisten ratkaisujen lisäksi tehokkaimpia teoreettisia ja konkreettisia työtapoja, joilla voidaan ehkäistä inhimillisiä virheitä sähköasemasuunnittelussa EPLAN Pro Panelissa.

Avainasemassa virheiden ehkäisyssä voidaankin pitää silmämääräistä tarkistusta, ja että EPLAN-käyttäjä on itse huolellinen tehdessään suunnitelmia. Kun suunnittelu tehdään huolellisesti alusta alkaen, se säästää aikaa ja vaivaa, kun vältetään mahdollisia virheiden korjauksia.

Yhtenäisten suunnittelustandardien ja prosessien käyttöönotto suunnittelijoiden kesken on myös yksi tehokkaista tavoista vähentää virheiden määrää. Standardisointi auttaa varmistamaan, että kaikki suunnittelijat noudattavat samoja ohjeita ja käytäntöjä, mikä vähentää yksittäisten inhimillisten virheiden riskiä. Tämä voi sisältää esimerkiksi yhteisten mallipohjien, ohjeistuksen ja EPLANin sisäisten työkalujen käytön, jotka varmistavat suunnitteluprosessin yhdenmukaisuuden ja selkeyden.

Säännöllinen koulutus ja jatkuva oppiminen ovat merkittävässä roolissa suunnittelun sujuvuuden kannalta. Jokaisen suunnittelijan on pysyttävä ajan tasalla uusimmista työkaluista, ohjelmistopäivityksistä ja uusista hyödylliseksi todetuista käytännöistä. Vuorovaikutuksella suunnittelijoiden kesken on iso rooli oppimiskulttuurin edistämiseksi ja suunnitteluprosessin parantamisessa. Koulutuksen ja oppimisen pohjana suunnittelijoilla olisi myös tärkeää olla saatavilla ajan tasalla oleva selkeä ja monipuolinen opas, joka on modifioitu juuri yrityksen omaan EPLAN-suunnitteluun.

6 Työn lopputulos

Työssä pyrittiin tutkimaan inhimillisiä virheitä ja niistä saatiin koottua kattava paketti ja tietoa työkaluista niiden ehkäisyyn.

Opinnäytetyöhön on valittu vain muutamia mahdollisia virhetilanteita, koska inhimillisiä virheitä suunnittelussa voi tapahtua lähes rajaton määrä, joten rajoitin aluetta huomattavasti. Työssä saatiinkin aikaan sopivan kokoinen kattaus virheistä ja niiden vaikutuksista EPLAN-suunnittelussa. Virheiden vakavuus vaihteli paljon, kosmeettisista ongelmista koko suunnitteluun vaikuttaviin virheisiin.

Jotkut virheiden ehkäisyyn tehdyt työkalut oli jo valmiiksi kehitetty, jolloin minulle jäi tehtäväksi työkalujen tekemisen sijaan tutkia niiden toimintaa ja oikeaoppista käyttöä. Työkalut vaihtelivat yksinkertaisista schemeistä aina monipuolisiin Excel-makroiin.

Lopputuloksena saatiin niin omaan käyttöön kuin myös Omexomille tietopaketti inhimillisistä virheistä ja työkaluista niiden ehkäisyyn.

Jatkokehityksenä Omexomille voidaan sanoa, että vaikka opinnäytetyöhön on koottu useita virheen mahdollisuuksia ja keinoja niiden ehkäisyyn, johtuen EPLANin valtavasta määrästä toiminnallisuuksista, kaikkea ei saatu mahdutettua tähän työhön. Onkin siis syytä kehittää työkaluja myös tulevaisuudessa varmistamaan suunnitteluprosessin sujuvuuden ja helpottamisen jatkossakin. On myös tärkeää pitää koulutusmateriaali ajan tasalla ja sisällyttää jo kehitettyjä työkaluja ja niiden käyttötarkoituksia siihen.

7 Yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä kartoitettiin yleisimpiä virheitä EPLAN Pro Panel 2023 - sähkösuunnitteluohjelmassa. Tarkoituksena oli kartoittaa virheet, löytää juurisyitä niille, tutkia jo olemassa olevia työkaluja virheiden ehkäisyyn ja korjaamiseen sekä mahdollisesti kehittää uusia. Työ toteutettiin Omexomille sähköasemaprojektit-yksikölle.

Aloitin opinnäytetyön ilman varsinaista kokemusta EPLAN-sähkösuunnittelusta. Ensimmäinen vaihe olikin, että aloitin tutustumisella EPLANiin aivan sen

perusteista. Minut yllätti se, että ohjelmistossa on paljon erilaisia toiminnallisuuksia, joiden omaksuminen vei aikaa. Hain teorian tiedot opinnäytetyöhön pääasiassa EPLANin omilta kotisivuilta, joissa oli kattava esittely jokaisesta EPLANin ohjelmistosta. Käytännön ohjeet sain pääasiassa kollegoiltani ja Omexomin omista EPLAN-koulutuskansioista.

Kun olin perehtynyt oppimateriaalin kautta EPLANiin ja sen historiaan, pääsin harjoittelemaan sähköaseman toisiosuunnittelua käytännössä. Aluksi oman testiprojektin avulla, joka vastasi oikeaa sähköasemaprojektia niin piirikaavioita kuin raportteja myöten. Pystyin vapaasti tekemään piirustuksissa muutoksia ja huomaamaan, miten jokainen valinta vaikutti projektiin jollain tasolla. Tämän jälkeen pääsin mukaan oikeaan projektiin suunnittelemaan piirikaavioita ja kaapin layoutin.

Sain tärkeää kokemusta ja pystyin tuoda oppimani asiat tähän opinnäytetyöhön kartoittaakseni inhimillisiä virheitä. Pystyväkseni ehkäisemään näitä virheitä minun oli ensin kartoitettava todennäköisimmät ja yleisimmät virheet, joita EPLAN Pro Panel 2023 käytössä voi tapahtua. Aloitin kartoituksen tiedustelemalla kollegoilta mahdollisista virheistä, joihin he ovat törmänneet. Tämän jälkeen hyödynsin suunnittelussa saamaani kokemusta omatoimiseen virheiden kartoittamiseen ja niiden todennäköisyyden arvioimiseen.

Oma osaamiseni ja tietotaitoni EPLANin parissa kehittyi huomattavasti opinnäytetyön aikana, josta on varmasti suuri hyöty niin minun kuin Omexomin kannalta tulevaisuudessa. Uskon, että tämä kehittymiseni suunnittelijana tuo mahdollisuuden tutkia ja kehittää jatkossakin uusia työkaluja virheiden ehkäisyyn.

Lähteet

- 1 Keitä me olemme. Verkkoaineisto. Omexom.
<<https://www.omexom.fi/en/meista/keitameolemme/>>. Luettu 16.7.2024.
- 2 Omexomin sisäinen kansio. Vain sisäiseen käyttöön. Vantaa. Luettu 19.7.2024.
- 3 EPLAN Tietoa meistä. Verkkoaineisto. EPLAN.
<<https://www.eplan.fi/yritys/kuvaus/tietoa-meistae/>>. Luettu 19.7.2024.
- 4 EPLAN Data Portal. Verkkoaineisto. EPLAN.
<<https://www.eplan.fi/ratkaisut/eplan-data-portal/>>. Luettu 21.7.2024.
- 5 EPLAN ratkaisut. Verkkoaineisto. EPLAN <<https://www.eplan.fi/ratkaisut/>>. Luettu 22.7.2024.
- 6 EPLAN Pro Panel. Verkkoaineisto. EPLAN.
<<https://www.eplan.fi/ratkaisut/EPLAN-pro-panel/>>. Luettu 21.7.2024.
- 7 EPLAN Electric P8. Verkkoaineisto. EPLAN.
<<https://www.eplan.fi/ratkaisut/eplan-electric-p8/>>. Luettu 21.7.2024.
- 8 EPLAN Fluid. Verkkoaineisto. EPLAN.
<<https://www.eplan.fi/ratkaisut/eplan-fluid/>>. Luettu 21.7.2024.
- 9 EPLAN Preplanning. Verkkoaineisto. EPLAN.
<<https://www.eplan.fi/ratkaisut/eplan-preplanning/>>. Luettu 21.7.2024.
- 10 Human error. Verkkoaineisto. Wikipedia.
<https://en.wikipedia.org/wiki/Human_error>. Luettu 18.10.2024.
- 11 The case study approach. Verkkoaineisto. BMC.
<<https://bmcmredsmethodol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2288-11-100#citeas>>. Luettu 18.10.2024.