



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Markus Rantanen

EPLAN-MAKROJEN  
HYÖDYNTÄMINEN SÄHKÖASEMIEN  
110 kV:n KYTKINLAITOKSEN  
LAYOUT-SUUNNITTELUSSA

Tekniikka ja liikenne  
2016

## **ALKUSANAT**

Tämä opinnäytetyö on tehty Vaasan ammattikorkeakoulussa VEO Oy:lle kevään 2016 aikana.

Opinnäytetyön ohjaajana toimi Vaasan ammattikorkeakoulun puolelta lehtori Mikko Västi, jota haluan kiittää opinnäytetyön sisältöön liittyvistä neuvoista.

Veo Oy:n sähkösemaosaston suunnittelupäällikköä ja henkilöstöä kiitän opinnäytetyön mahdollistamisesta sekä neuvoista Eplanin käytössä.

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Markus Rantanen
Opinnäytetyön nimi	Eplan-makrojen hyödyntäminen sähköasemien 110 kV:n kytkinlaitoksen layout-suunnittelussa
Vuosi	2016
Kieli	suomi
Sivumäärä	51 + 10 liitteenä ohjeet makrojen luonnille ja käytölle
Ohjaaja	Mikko Västi

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda VEO Oy:n sähköasemaosaston käyttöön prosessi Eplan piirustusleikkeiden, eli makrojen tekemistä varten, sähköasemien 110 kV kytkinlaitosten layout-suunnitteluun liittyen. Prosessin ja sen avulla tehtyjen makrojen luomiseen ja käyttöön liittyvien ohjeiden avulla VEO Oy:n sähköasemaosaston suunnittelijat pystyisivät tulevaisuudessa luomaan tarvittavat sähköaseman ulkokentän kojeita kuvaavat makrot. Pidemmällä tähtäimellä, työn on tarkoitus olla askeleena sille, että kaikki sähköasemiin liittyvä layout-suunnittelu tehtäisiin Eplanilla nykyisen AutoCadin sijaan.

Eplanin järjestämän makrokoulutuksen ja ohjelmiston sisäisen manuaalin avulla eri menetelmiä kokeilemalla pyrittiin löytämään tehokas tapa hyödyntää Eplanin makrotoimintoja sähköasemien ulkokenttien layout-suunnittelussa. Makroprosessin suoritusjärjestys yritettiin tehdä mahdollisimman yksinkertaiseksi.

Tärkeimmät kirjalliset tietolähteet työn aikana olivat muutamat muut Eplan Electric P8-järjestelmää käsitelleet opinnäytetyöt sekä Eplan Electric P8 oma ohjelmansisäinen manuaali.

Työn tärkeimpänä tuloksena voidaan pitää tiivistettyä prosessiohjetta, jota käyttäen sähköaseman ulkokentän layout-makroja voidaan tulevaisuudessa luoda VEO:lla. Työssä on pyritty ottamaan huomioon myös, millaisia vaikeuksia makrojen avulla tehtävään layout-suunnitteluun liittyy.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Sähkötekniikan koulutusohjelma

## ABSTRACT

Author	Markus Rantanen
Title	Utilization of Eplan Macros in the Layout-Planning of 110 kV Substation Switchgear
Year	2016
Language	Finnish
Pages	51 + 10 Appendices
Name of Supervisor	Mikko Västi

---

The purpose of this thesis was to create a process of making the Eplan macros for the outdoor layout-planning of electrical substations. With the process and the instructions alongside it, the planners of VEO Oy's substation unit should be able to create the Eplan macros needed for layout-planning. In the long term this thesis is a step towards the situation that all substation related layout planning is made in Eplan Electric P8 instead of AutoCad.

With the help of macro training by Eplan, Eplan tutorial videos and the manual of Eplan Electric P8, attempts with different methods were made in order to discover an efficient way to utilize the Eplan macros in the layout-planning of outdoor switchgear of substations. The order of actions in the macroprocess was made as simple as possible.

The most important literal sources were a few other theses with topics about Eplan and the manual in the program itself.

Literal instructions for making and using of layout-macros can be seen as the most important result of this work. The difficulties that may occur while making layout-planning with macros have also been taken into account during the work.

---

Keywords

Eplan, macro, layout, variant, projection

## SISÄLLYS

ALKUSANAT .....	2
TIIVISTELMÄ .....	3
ABSTRACT .....	4
SISÄLLYS .....	5
KUVALUETTELO .....	7
LIITELUETTELO .....	9
JOHDANTO .....	10
1 VEO OY .....	11
1.1 Yleistä .....	11
1.2 E-osasto .....	12
2 EPLAN .....	13
2.1 Eplan Software & Service yrityksenä .....	13
2.2 Eplan Electric P8-ohjelmisto.....	13
2.2.1 Eplan navigaattorit .....	13
2.2.2 Tarkastukset .....	14
2.2.3 Automaattiset raportit ja asiakirjojen luonti.....	15
3 EPLAN-MAKROT .....	17
3.1 Mitä ovat makrot? .....	17
3.2 Makron esitystavat .....	18
3.3 Makron variantit.....	18
3.4 Makron arvotaulukot.....	19
3.5 Makroprojektit.....	19
4 PROSESSIN SUUNNITTELU .....	21
4.1 Lähtökohdat.....	21
4.2 Sähköaseman ulkokentän layout-suunnittelu .....	21
4.3 Projektioiden huomioiminen.....	25
4.4 Piirustustasot makroissa .....	26
4.5 Osatiedot ja black box toiminnon hyödyntäminen.....	26
5 PROSESSI .....	28
5.1 Prosessi kokonaisuutena .....	28
5.2 Kojesymbolien muokkaus.....	29
5.2.1 Kojesymbolien tuominen AutoCad-pohjista.....	29
5.3 Black boxit kojesympoleille.....	31
5.4 Teräs- ja perustussymbolit .....	32

5.5 Maadoituselementit ja kojettunnus.....	33
5.6 Makron tallentaminen .....	33
5.6.1 Tallennustapa 1 .....	33
5.6.2 Tallennustapa 2 .....	35
5.6.3 Makron kiinnityspiste .....	36
5.7 Makron generointi.....	37
6 PROSESSIN SOVELTAMINEN .....	38
6.1 Katkaisijan ja virtamuuntajan layoutmakrojen luominen .....	38
6.1.1 Kojesymbolit .....	38
6.1.2 Black box toiminto.....	39
6.1.3 Teräkset ja perustukset.....	40
6.1.4 Maadoituselementit ja kojettunnus.....	42
6.1.5 Makron tallentaminen ja generointi. ....	42
6.2 Kuvia muista prosessin avulla luoduista makroista .....	44
6.3 Kuvia makrojen käytöstä.....	45
7 KÄYTTÖKOKEMUKSIA JA KEHITYSAJATUKSIA .....	47
7.1 Prosessin toimivuus.....	47
7.2 Havaittuja ongelmia .....	47
7.2.1 Makrojen muutosten tallentuminen.....	47
7.2.2 Asetettujen makrojen päivittäminen .....	48
7.3 Prosessin jatkokehitys .....	49
8 YHTEENVETO .....	50
LÄHTEET.....	51

## KUVALUETTELO

Kuva 1. VEO:n organisaatiokaavio ja osastojako. ....	11
Kuva 2. Eplan Electric P8:n laite-navigaattori. ....	14
Kuva 3. Esimerkki virhekoodin selityksestä. ....	15
Kuva 4. Esimerkki automaattisesti luotavasta osaluettelosta Eplanissa. ....	16
Kuva 5. Esimerkki automaattisesti luotavasta johdotustaulukosta Eplanissa. ....	16
Kuva 6. Katkaisijaa kuvaavan makron pääkaavion sekä layoutkuvan esitystavat. ....	18
Kuva 7. Makron mahdolliset esitystavat ja variantit. ....	19
Kuva 8. Sähköaseman projektio asemarakennuksesta päin. /3/ ....	22
Kuva 9. Johtolähdön sivuprojektio. /3/ ....	22
Kuva 10. Sähköaseman projektio ylhäältä. /3/ ....	23
Kuva 11. Sähköaseman maadoituskuva. /3/ ....	24
Kuva 12. Sähköaseman putkituskuva. /3/ ....	24
Kuva 13. Kolmen projektion periaate teknillisessä piirtämisessä. /1/ ....	25
Kuva 14. Esimerkki black boxien käyttämisestä virtamuuntajien layout-makron yläprojektiossa. ....	27
Kuva 15. Vuokaavio kojemakron luomisprosessista. ....	28
Kuva 16. Erottimen mittapiirros. ....	29
Kuva 17. Eplanin käyttäjäasetukset Autocad-tiedostojen tuomiseen. ....	30
Kuva 18. DWG-tiedostosta luodun sivun asettaminen Eplan projektipuuhun. ....	30
Kuva 19. DWG-tiedostojen skaalaminen ja asettaminen. ....	31
Kuva 20. Näkymä black boxin tiedoista. ....	32
Kuva 21. Esimerkki terästen ja perustusten symboleista. ....	32
Kuva 22. Maadoituselementit ja kojettunnus katkaisijan makron yläprojektiossa. ....	33
Kuva 23. Tallennustavan 1 tallenusikkunan näkymä Eplanissa. ....	34
Kuva 24. Makron valintaikkuna. ....	34
Kuva 25. Osamäärittämissivun näkymä. ....	35
Kuva 26. Tallennustavan 2 tallenusikkunan näkymä Eplanissa. ....	35
Kuva 27. Esimerkkejä kiinnityspisteen paikan valinnasta. ....	36
Kuva 28. Katkaisijan kojemakron layout-symbolien kojesybolit. ....	38
Kuva 29. Virtamuuntajan kojemakron layout-symbolien kojesybolit. ....	39
Kuva 30. Katkaisijan kojesyboleihin liitetyt black boxit. ....	39
Kuva 31. Virtamuuntajan kojesyboleihin liitetyt black boxit. ....	40
Kuva 32. Katkaisijan teräspalkit etuprojektiossa ja sivuprojektiossa. ....	40
Kuva 33. Katkaisijan perustukset. ....	41
Kuva 34. Virtamuuntajan teräkset ja perustukset. ....	41
Kuva 35. Maadoitusrenkas ja kojettunnus katkaisijan yläprojektiossa. ....	42
Kuva 36. Maadoitusrenkas ja kojettunnus virtamuuntajan yläprojektiossa. ....	42
Kuva 37. Valmiin makron neljä layout-suunnittelun esitystavan varianttia. ....	43

Kuva 38. Virtamuuntajan neljä layout-suunnittelun esitystavan varianttia. ....	43
Kuva 39. Katkaisijan layout-makron tallennustietojen asettaminen. ....	43
Kuva 40. Virtamuuntajan layout-makron tallennustietojen asettaminen. ....	44
Kuva 41. Erotin-makro ja sen yläprojektion kanssa käytettävä maadoitusveitsimakro. ....	44
Kuva 42. Jännitemuuntajan layout-makro. ....	45
Kuva 43. Tasojen käyttö makroilla tehdyssä layout-piirustuksen yläprojektiossa. ....	45
Kuva 44. Osa johtolähdön sivuprojektioista piirretty makrojen avulla. ....	46
Kuva 45. Osa asemarakennuksesta päin kuvatusta projektioista piirretty makrojen avulla. ....	46
Kuva 46. Esimerkki makrojen epäideaalisesta päivittämisestä. ....	48
Kuva 47. Kojemakron luominen. ....	49



## **LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Ohjeet layout-makrojen luomiseen ja käyttöön Eplan Electric P8 suunnitteluohjelmassa

## JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda VEO Oy:lle Eplan Electric P8-suunnitteluohjelmiston yhteydessä käytettävä prosessiohje Eplanin makrojen eli valmiiden piirustusleikkeiden luomista varten. Prosessiohjeen ja sen perusteella tehtävien makrojen avulla sähköasemien layout-suunnittelu pyritään siirtämään myöhemmässä vaiheessa AutoCadista Eplaniin.

Tämän raportin alkupuolella esitellään Eplan Electric P8-suunnittelujärjestelmää sekä kerrotaan yleistä tietoa makrojen mahdollisuuksista ja ominaisuuksista työkaluina. Neljännen pääotsikon alla esitellään asioita, joita makroprosessin suunnittelussa oli otettava huomioon. Tämän jälkeen esitellään itse makroprosessi ja sen vaiheet. Kuudennen otsikon yhteydessä sovelletaan makroprosessia katkaisijan ja virtamuuntajan layout-makron luonnissa. Työn loppuosassa pohditaan prosessin toimivuutta, ongelmia sekä mahdollisuuksia prosessin kehittämiseen.

Työn liite sisältää tiivistetyt ohjeet makrojen luonnille ja käytölle. Nämä kirjalliset ohjeet muodostavat huomattavan osan työn laajuudesta.

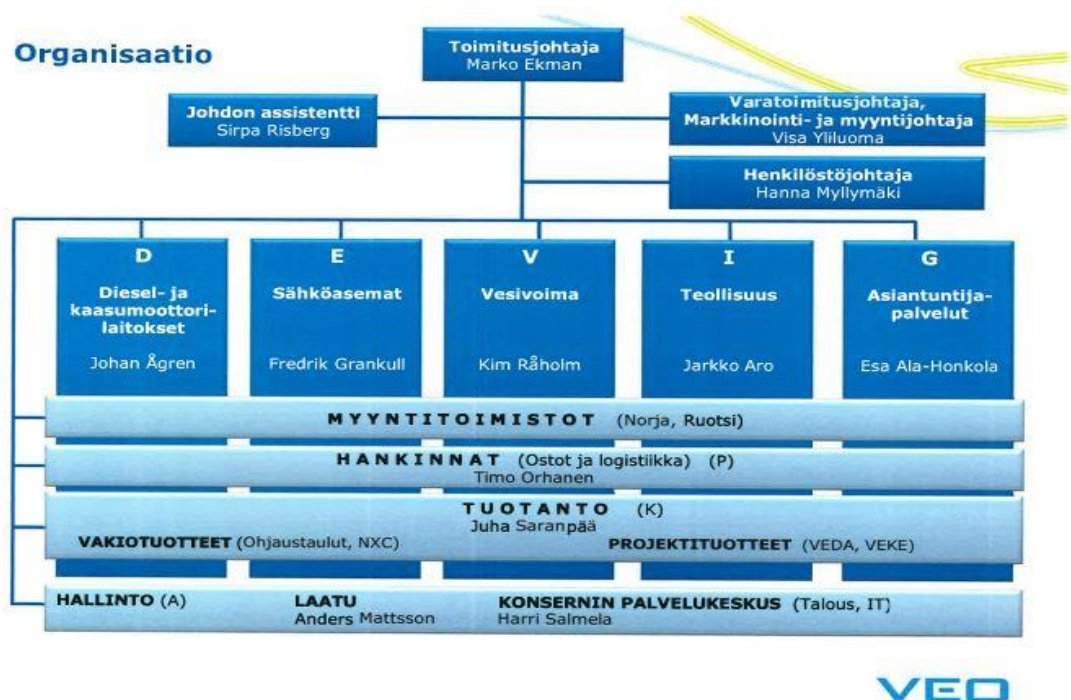
# 1 VEO OY

## 1.1 Yleistä

Vaasa Engineering Oy perustettiin 6.12.1989. Yrityksen pääkonttori ja kojeistotehdas sijaitsevat Vaasassa. Yhtiöllä on toimipisteitä myös mm. Seinäjoella ja Paimiossa. Ulkomailla VEO Oy:lla on myyntipisteet Ruotsissa ja Norjassa. Yhtiön nimi muutettiin virallisesti VEO Oy:ksi vuonna 2012.

Yhtiön liikeideana on toimittaa sähköistys- ja automaatiojärjestelmiä sähköenergian tuotantoon, siirtoon ja käyttöön sekä kotimaassa että ulkomailla. VEO Oy:n osaaminen kattaa koko projektointiketjun asiakkaiden vaatimusten mukaisesti, aina suunnittelusta valmiin järjestelmän käyttöönottoon ja käyttökoulutukseen. Yrityksen organisaatiokaavio on esitetty kuvassa 1. /8/

Vuonna 2014 VEO työllisti kaikkiaan 340 henkilöä liikevaihdon ollessa noin 61 miljoonaa euroa. /7/



**Kuva 1.** VEO:n organisaatiokaavio ja osastojako.

## **1.2 E-osasto**

VEO:n E-osasto, eli sähköasemaosasto tarjoaa monipuolisia teknisiä ratkaisuja sähkö- ja muuntoasemien rakennus- ja saneerausprojekteihin erityisesti Pohjoismaissa. VEO Oy:n sähköasemaosaston monipuoliset tuotteet soveltuvat sekä sähkö- energia- että teollisuuslaitoksille. Osasto vastaa VEO:n sähköasemaprojekteissa mm. 110/20 kV ulkokentästä, keskijännitekojeistosta ja niihin liittyvistä ohjausjärjestelmistä.

## **2 EPLAN**

### **2.1 Eplan Software & Service yrityksenä**

Saksalainen Eplan Software & Service on Rittalin tytäryhtiö ja osa Friedhelm Loh-konsernia. Yhtiö on luonut laajan ja tunnetun tietokantapohjaisen suunnitteluohjelmiston Eplan P8:n, joka tarjoaa monipuoliset mahdollisuudet sähkö-, hydraulikka- sekä prosessiohjaussovellusten suunnitteluun. Yhtiö on toiminut vuodesta 1984 saakka ja työllisti vuonna 2015 noin 700 henkilöä ympäri maailmaa. Eplanilla on toimipisteet yli 50 maassa. /2/

### **2.2 Eplan Electric P8-ohjelmisto**

Eplan Electric P8 on älykäs tietokantapohjainen sähkö- ja automaatiojärjestelmien suunnitteluohjelmisto. Järjestelmä sisältää monia hyödyllisiä automatisoituja toimintoja, jotka nopeuttavat suunnitteluprosesseja ja minimoivat virheiden ja erehdysten määrää. Eplan Electric P8 on parhaimmillaan piirikaaviosuunnittelussa. Järjestelmään on saatavilla monia lisäosia, jotka ovat erikoistuneet mm. hydraulikkasuunnitteluun sekä sähkökeskusten kotelointisuunnitteluun. Eri suunnittelualueiden lisäosat pystyvät vaihtamaan suunnitteludataa CAE-ohjelmistolla. /2/

Seuraavissa kappaleissa on esitelty joitain Eplanin hyödyllisimpiä ominaisuuksia.

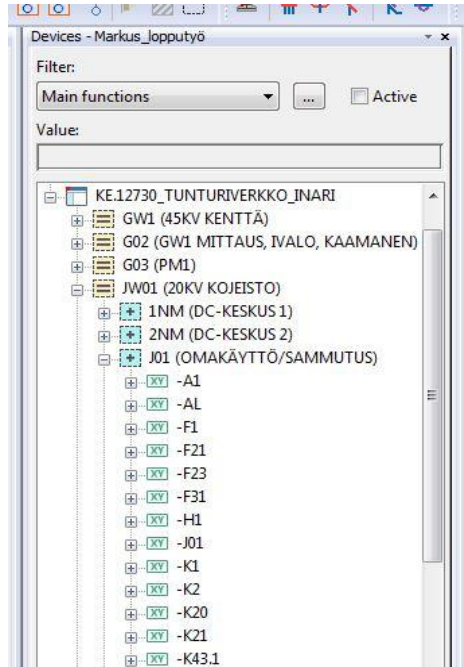
#### **2.2.1 Eplan navigaattorit**

Eplan Electric P8:ssa piirikaavioiden suunnittelu tapahtuu erilaisten navigaattoreiden avulla. Laitteille, kaapeleille ja riviliittimille on erikseen omat navigaattorit. Näkymä laite-navigaattorista on esitetty kuvassa 2. Esimerkiksi riviliittimien navigaattori sisältää tiedot mm. riviliittimien lukumäärästä ja riviliittimien osatiedoista. Riviliitinnavigaattorista voi myös nähdä, onko jokin liitin vielä kytkemättä piirikaavioissa. /9/

Navigaattoreiden avulla on myös mahdollista päästä tarkastelemaan komponenttia oikeaan kohtaan piirikaavioissa. Näin suunnittelijan ei tarvitse tuhata aikaa kohteiden etsimiseen manuaalisesti. Navigaattorit ovat kätevä apuväline myös

laitteiden uudelleen nimeämisessä. Kun nimen vaihdon suorittaa navigaattorissa, järjestelmä muuttaa laitteen nimen kaikissa dokumenttien kohdissa yhdellä kertaa.

/9/



**Kuva 2.** Eplan Electric P8:n laite-navigaattori.

### 2.2.2 Tarkastukset

Eplan Electric P8-sähkösuunnittelujärjestelmän avulla voidaan suorittaa tarkistusajoja missä vaiheessa projektin suunnittelua tahansa. Tarkistusten avulla saadaan tietoa mm. kytkemättömistä liittimistä, päällekkäisistä tai ristiriitaisista kytkennöistä sekä puuttuvista osatiedoista. Toiminto antaa tiedon virheen sijainnista ja tulostaa virhe-tyyppin mukaisen virhekoodin. Esimerkki virhekoodista ja siihen liittyvästä järjestelmän manuaalissa olevassa selityksestä on esitetty kuvassa 3. Toiminto nopeuttaa ja helpottaa huomattavasti suunnitteluvirheiden paikantamista /9/

**P001016: Terminal without targets**

**Cause**

You placed a terminal in the schematic without connecting it to a component.

**Solution**

Connect at least one of the symbol connection points of the placed terminal to a component. Refresh the connections and then start a new check run.

**Kuva 3.** Esimerkki virhekoodin selityksestä.

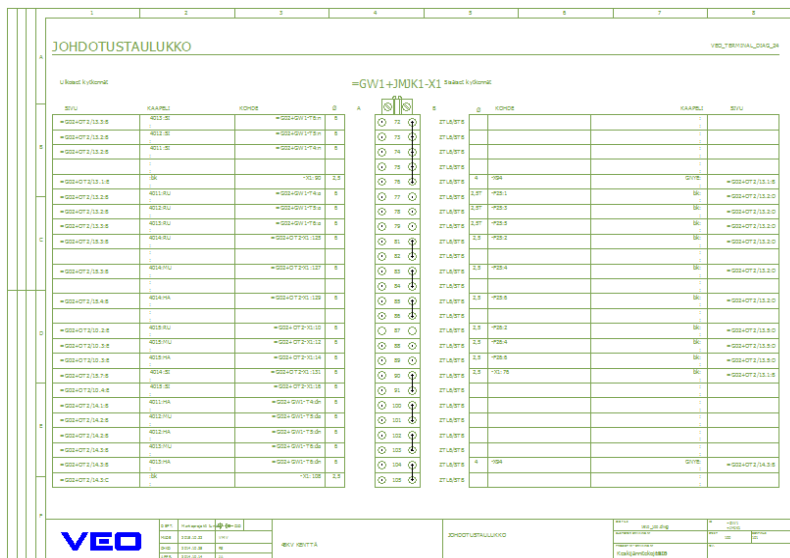
### 2.2.3 Automaattiset raportit ja asiakirjojen luonti

Eplan Electric P8-suunnittelujärjestelmän yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on automaattinen projektiasiakirjojen tuottaminen /9/. Käyttäjän käskystä järjestelmä pystyy piirikaavioiden pohjalta luomaan mm. kattavat osa- ja kaapeliluettelot sekä johdotuslistat /4/. Esimerkit automaattisesti luodusta osaluettelosta ja johdotustaulukosta on esitetty kuvissa 4 ja 5. Piirikaavioihin jälkeempään tehdyt muutokset myös päivittyvät helposti muutamalla hiiren painalluksella muihin edellä mainittuihin projektiasiakirjoihin.

Dokumentaation laadun parantumisen ohella, piirikaavioiden tietojen pohjalta automaattisesti päivittyvät luettelot tehostavat suunnitteluprosesseja merkittävästi sekä myös minimoivat virheiden määrää, kun esimerkiksi johdotustaulukoita ei tarvitse täyttää käsin. /9/

OSALUETTELO					VED_PART_LIST_24_F_2	
TUNNUS	LAMERIKKI	MÄÄRÄ	KUVAUS	TÄNNINEN/DATA 2	VALMISTAJA	SEIUV
A3	VSBGCEPE	1	Kennonmerkki		Schneider Electric	10
F21	S20-C5	1	Johdotuskaapeli	6A	ABB	67
F21	S20-SMER	1	Asu-Puhallinlaitos	6A	ABB	67
F23	S20-C5	1	Johdotuskaapeli	6A	ABB	67
F23	S20-SMER	1	Asu-Puhallinlaitos	6A	ABB	67
H1	OVIE	1	Jonkinlinjojen		ALCE	06
KAL7	VA 1DA 6	1	Tähtisäähä		Schneider Electric	31
KAB8	VA 1DA 6	1	Tähtisäähä		Schneider Electric	31
Q3A	HAF53QAC	1	Kytin			
Q3B	HAF53QAC	1	Kytin			
Q3	HAF53QAC	1	Työsuojatila	630A		37
Q3S1	HAF53Q3B	1	Apulaitos			37
Q3Y1	HAF53Q4	1	Kinohajutteleb 120VDC			37
Q3Y2	HAF53Q4	1	Kinohajutteleb 120VDC			37
Q3Y3	HAF53Q4	1	Kinohajutteleb 120VDC			37
Q3M	HAF53M	1	Normi DC 110			37
Q3	CDW04E3A 110	1	Modulilaite		ABB	06
Q3	UEK04	1	Katsoharjoitus / Automaatt		ABB	06
R1	3P-12V	1	Voima 3V 12vohm	3P-12V3		20
R1	3P-12V3	1	Voima 3V 12vohm	3P-12V3		20
S	MEK00910464	1	Tombale		VED-Ov	38
S63	MV11D45	1	Miekkaylin			38
S62	SRP61075L	1	Apuakselimet		SWTON	38
S63	SRP61075L	1	Apuakselimet		SWTON	38
S65	SRP61075L	1	Apuakselimet		SWTON	38
S66	MV11D45	1	Miekkaylin			38
S151	HAF53Q4	1	Kinohajutteleb			38
S159	HAF53Q4	1	Kinohajutteleb			38
S66	2BA442	1	Painonappi	Red 1"	Schneider Electric	38
S66	2BA42B	1	Kohotusnäppä	Red 1"	Schneider Electric	38
S66	2BA42B	1	Kohotusnäppä	Red 1"	Schneider Electric	38
S10	2BA43H	1	Painonappi	Black	Schneider Electric	63
S10	2BA42B	1	Kohotusnäppä	Black	Schneider Electric	63
T1	ATB 2045 300-2005A	1	Virtamurtaja	300-2005A 20V/ASP10	Eaton	06
T2	ATB 2045 300-2005A	1	Virtamurtaja	300-2005A 20V/ASP10	Eaton	06
T3	ATB 2045 300-2005A	1	Virtamurtaja	300-2005A 20V/ASP10	Eaton	06

Kuva 4. Esimerkki automaattisesti luotavasta osaluettelosta Eplanissa.



Kuva 5. Esimerkki automaattisesti luotavasta johdotustaulukosta Eplanissa.



## 3 EPLAN-MAKROT

### 3.1 Mitä ovat makrot?

Eplan-makrot ovat valmiita piirustusleikkeitä, joiden avulla voidaan toistaa haluttuja piiri- tai kuvakokonaisuuksia. Makrot voivat sisältää kaiken olennaisen tiedon aina osatiedoista johdotustietoihin, joita tarvitaan kohdassa 2.2.3 mainittujen automaattisten projektiasiakirjojen luomiseen Eplanissa.

Makrojen ensisijainen tarkoitus on nopeuttaa piirikaavioiden suunnittelemista. Makroja luodaan ja tallennetaan käytettäväksi tulevaisuudessa vastaavissa tilanteissa samalla tavoin kuin Autocad-blokkeja. AutoCad-blokkeihin verrattuna Eplan makrot ovat kuitenkin paljon monikäyttöisempiä siten, että ne voivat sisältää monia eri variantteja, esitystapoja sekä valmiiksi määriteltyjä arvotaululukoita. Voidaan sanoa, että Eplan makroiin saa sisällytettyä huomattavasti enemmän älykkäitä toimintoja AutoCadin-blokkeihin nähden.

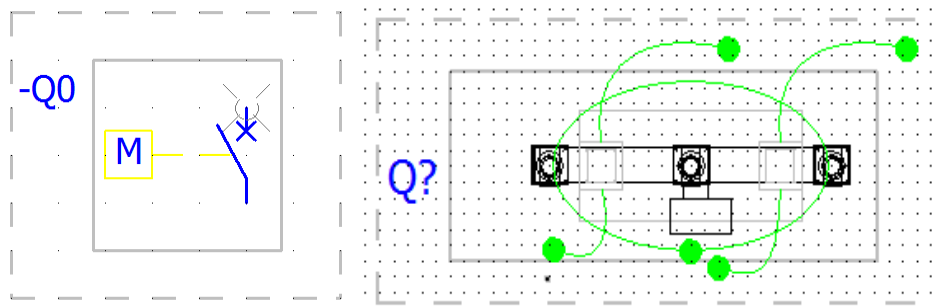
Eplan Electric P8:ssa makrot voidaan jakaa kolmeen tyyppiin: page-makrot, window-makrot sekä symbol-makrot. Englanninkielisen nimensä mukaisesti page-makroiin tallennetaan kokonaisen sivun tiedot. Page-makrot eroavat käytettävyydeltään symbol-makroista ja window-makroista. Page-makroiin ei esimerkiksi voi tallentaa eri variantteja, joita käsitellään kappaleessa 3.3.

Window-makrot ja symbol-makrot eroavat toisistaan siten, että window-makrot sisältävät tavallisesti useiden laitteiden osatietoja, kun symbol-makrot sisältävät vain yhden laitteen osatiedon. Muutoin window-makrojen ja symbol-makrojen luominen ja asettaminen tapahtuvat samalla tavalla.

Makrotoiminnot on varsinaisesti tarkoitettu ensisijassa piirikaavioiden suunnitteluun, mutta tässä työssä niitä on pyritty hyödyntämään sähköaseman 110 kV:n ulkokentän layout-suunnittelussa.

### 3.2 Makron esitystavat

Usein sähkötekniisessä suunnittelussa, samasta laitteesta tai laitekokonaisuudesta halutaan saada kuvat ja kaaviot monen eri esitystavan avulla. Esimerkiksi kolmivaiheinen päävirtapiirin katkaisija voidaan esittää yksiviiva-, moniviiva- ja layout-symbolina. Kuvassa 6 on näkyvillä esimerkki katkaisijaa kuvaavan makron pääkaavion symbolista ja layout-kuvan yläprojektiioon liittyvästä symbolista. Kummallekin symbolille voidaan tallentaa oma makron esitystapa. Vastaavasti riviliittimien tapauksessa halutaan useimmiten näkyville sekä riviliittimien piirikaavioesitys että ohjauskeskusten layout-kuvissa näkyvä riviliitinsymboli.



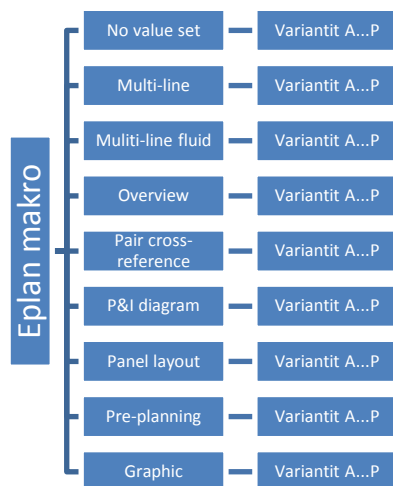
**Kuva 6.** Katkaisijaa kuvaavan makron pääkaavion sekä layoutkuvan esitystavat.

Osalla makron esitystavoista on sitä vastaava sivutyyppi. Tällaisia sivutyyppejä ovat esimerkiksi multi-line schematic, graphic ja panel layout. Kun makroa asetellaan projektin sivulle, järjestelmä ehdottaa aina ensimmäiseksi sivun tyyppiä vastaavaa makron esitystapaa, jos sellainen on olemassa. Makrolle tallennettuja esitystavavaihtoehtoja voi kuitenkin selata myös vapaasti minkä tahansa sivutyypin alueella, esimerkiksi painamalla näppäimistön vaihto-näppäintä yhdessä tabulaattorin kanssa. Kaikki makrojen mahdolliset esitystavat on esitetty kuvan 7 vasemman puoleisessa sarakkeessa.

### 3.3 Makron variantit

Variant-ominaisuuden avulla voidaan makroon tallentaa eri tilanteisiin sopivia komponentteja tai kokonaisuuksia. Työkalun avulla makron esitystavalla voidaan kattaa monia erilaisia tarpeita. Pienissä ja yksinkertaisissa symbol-makroissa variant-toiminnolla voi esimerkiksi vaihtaa komponentin asentoa 90 asteen välein.

Kullekin edellä mainitulle makron esitystavalle on mahdollisuus tallentaa kaikkiaan 16 eri varianttia kuvan 7 mukaisesti. Sekä saman makron eri esitystavat, että variantit tallennetaan samalla makron tiedostonimelle.



**Kuva 7.** Makron mahdolliset esitystavat ja variantit.

### 3.4 Makron arvotaulukot

Eplan Electric P8:n makroihin saa sisällytettyä laitteiden teknistä tietoa erityisiin arvotaulukoihin. Englanniksi toiminto on nimeltään placeholder objects.

Arvotaulukoita voi hyödyntää makroissa monella tapaa. Tavallisesti arvotaulukoiden avulla piirikaaviomakroihin on lisätty esimerkiksi vaihtuvaa mitoitus-tietoa. Esimerkiksi moottoripiirin komponentit kattavassa piirikaaviomakrossa arvotaulukon päämuuttujana on moottorin nimellisteho. Kun päämuuttujan arvo muuttuu, muuttuvat myös arvotaulukoon linkitettyjen komponenttien mitoitus- ja osatiedot päämuuttujaa vastaaviksi.

### 3.5 Makroprojektit

Eplanissa on mahdollista luoda kahdenlaisia projekteja. Tavalliset projektit, eng. schematic project ovat projekteja, joissa esitellään sähköteknistä dokumentaatiota. Makroprojektit eng. macro project. on tarkoitettu erityisesti makrojen päivittämiseksi ja ylläpidolle. Makroja on mahdollista luoda milloin tahansa

schematic-projekteista mutta tällöin makrojen alkuperän selvittämisestä voi tulla vaikeaa ja mahdollisen makrotietokannan järjestys saattaa kärsiä. Tavallisilla projekteilla ja makroprojekteilla on osittain erilaiset toiminnot. Tässä raportissa makroprojektilla tarkoitetaan nimenomaan makrojen ylläpitoon tarkoitettua projektia, kun taas tavallisella projektilla tarkoitetaan projektia, jossa makroja käytetään eli schematic-projektia.

Makroprojektin avulla voidaan huolehtia siitä, että halutut makrot pysyvät ajan tasalla. Hyvin järjestetyn makroprojektin avulla alkuperäiset makrot sekä kaikki niiden esitystavat variantteineen löytyvät tarvittaessa helposti.

## 4 PROSESSIN SUUNNITTELU

Tässä osiossa kerrotaan prosessin suunnittelun vaiheista. Prosessin suunnittelun yhteydessä pohdittiin, mitä ominaisuuksia prosessin avulla tuotettuihin makroiin tarvittiin.

### 4.1 Lähtökohdat

Aivan yksinkertaisia makroja lukuun ottamatta, makrojen luomiseen ei kannata ryhtyä ilman suunnittelua. Vaikka makron suunnittelemiseen ja tekemiseen kulusikin enemmän aikaa, hyvin valmisteltu, monipuolinen ja yleishyödyllinen makro säästää aikaa tulevissa projekteissa, kun makroa hyödynnetään. Makrojen tarkoitus on ensisijassa toimia valmiina, toimivana piirustusleikkienä tulevien sähkötekniisten suunnitelmien ja piirustuksien laadinnassa. Suurin etu huolellisesti tehdyissä makroissa syntyy suunnitteluprosessien nopeutumisesta.

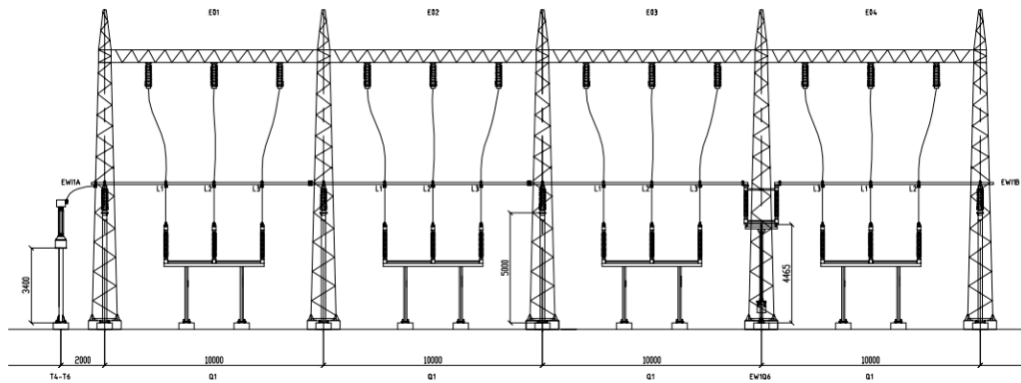
Eplanissa makrojen tärkeimmät elementit ovat jo otsikon 3 alla esitetyt esitystavat ja variantit. Nämä ovat työkaluja, joilla makroista saadaan monipuolisia ja kattavia. Makrojen käytettävyyden sekä luomisprosessin johdonmukaisuuden kannalta, makroiin tallennettujen esitystavavaihtoehtojen ja varianttien olisi hyvä olla yhteneviä siten, että variant-toimintoa pyritään käyttämään kaikissa makroissa samalla tavalla.

### 4.2 Sähköaseman ulkokentän layout-suunnittelu

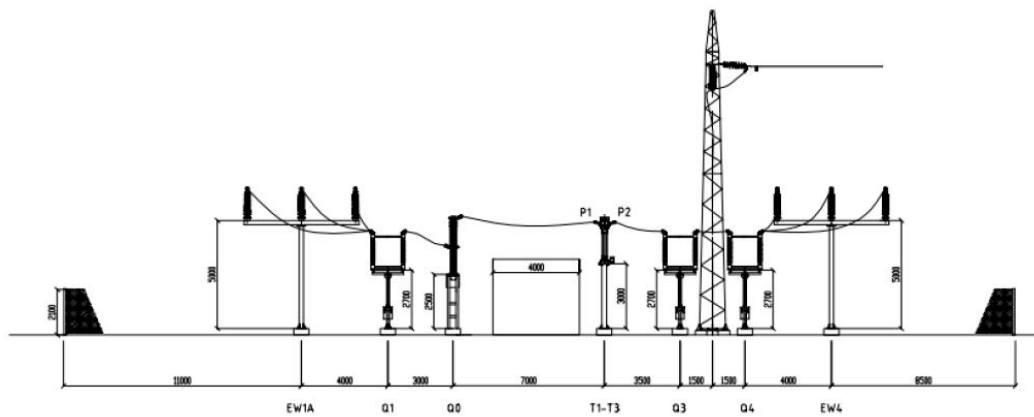
Makroprosessin avulla luotavien makrojen avulla on tarkoitus ensisijassa pystyä piirtämään sähköaseman layout-suunnitelmaan liittyviä dokumentteja. Keskeisenä ideana oli pystyä luomaan makroja, jotka piirustustasoja ja variant-toimintoa hyödyntäen kattaisivat eri projektiot sekä maadoitus- putkitus- ja perustuskuvien kannalta hyödylliset tasot.

Layout-suunnittelun tarkoituksena on esittää sähköaseman ulkokentän kojeiden sijoittelu. Layout-suunnitelma sisältää projektion asemarakennuksesta päin, ylhäältä sekä kussakin johtolähdössä myös sivuprojektion. **(Kuvat 8-10.)**

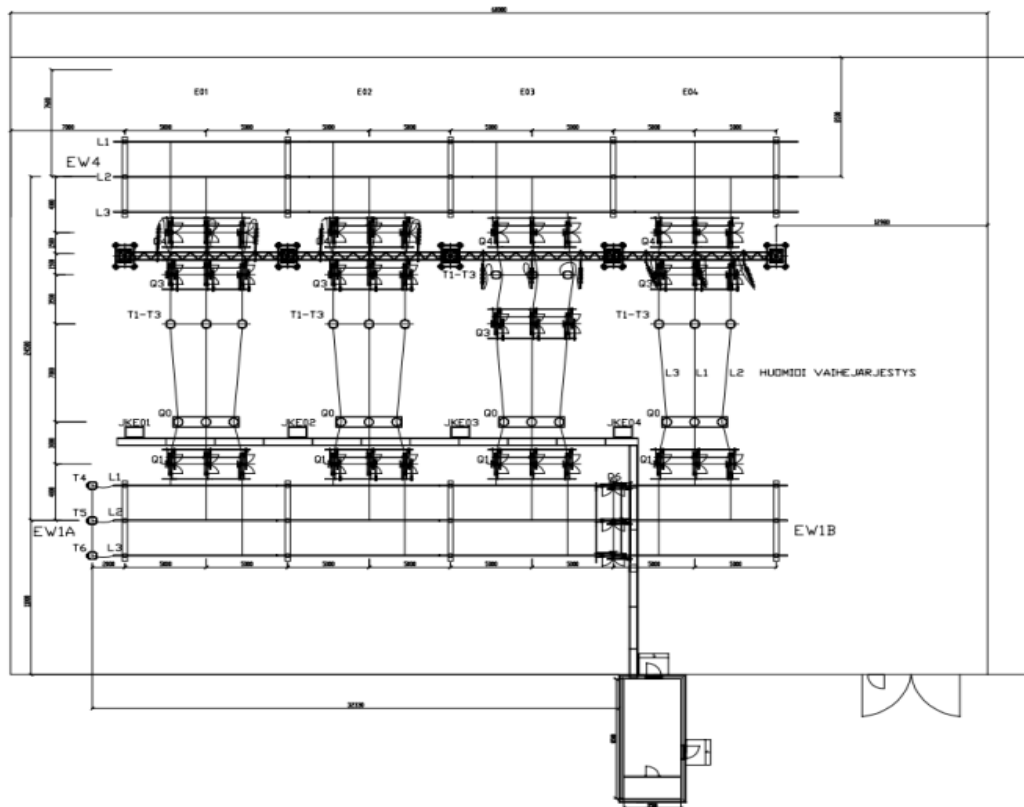
Mittakaavaan piirrettyjen kuvien avulla nähdään helposti kojeiden etäisyydet ja teräsrakenteiden korkeudet. /3/



**Kuva 8.** Sähköaseman projektio asemarakennuksesta päin. /3/



**Kuva 9.** Johtolähdön sivuprojektio. /3/

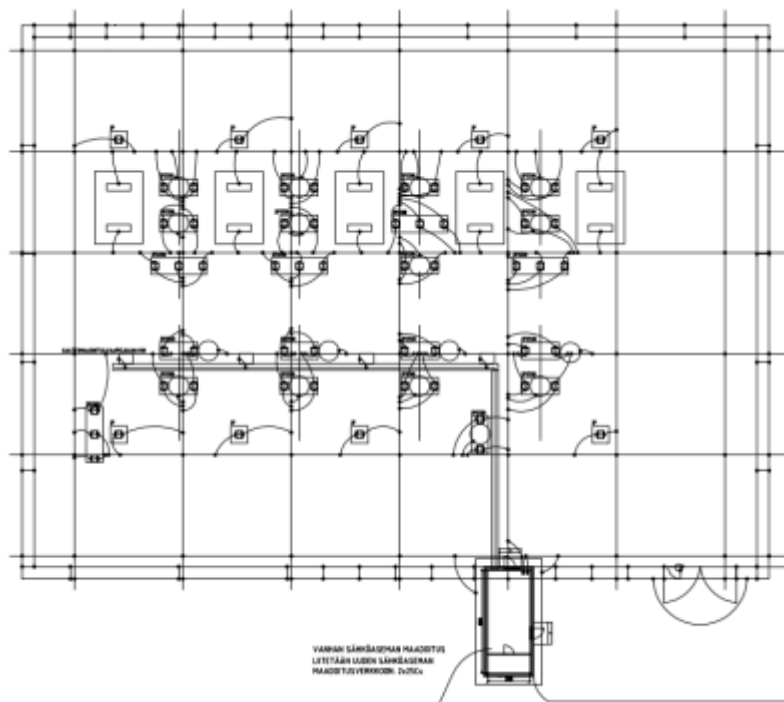


**Kuva 10.** Sähkösäman projektio ylhäältä. /3/

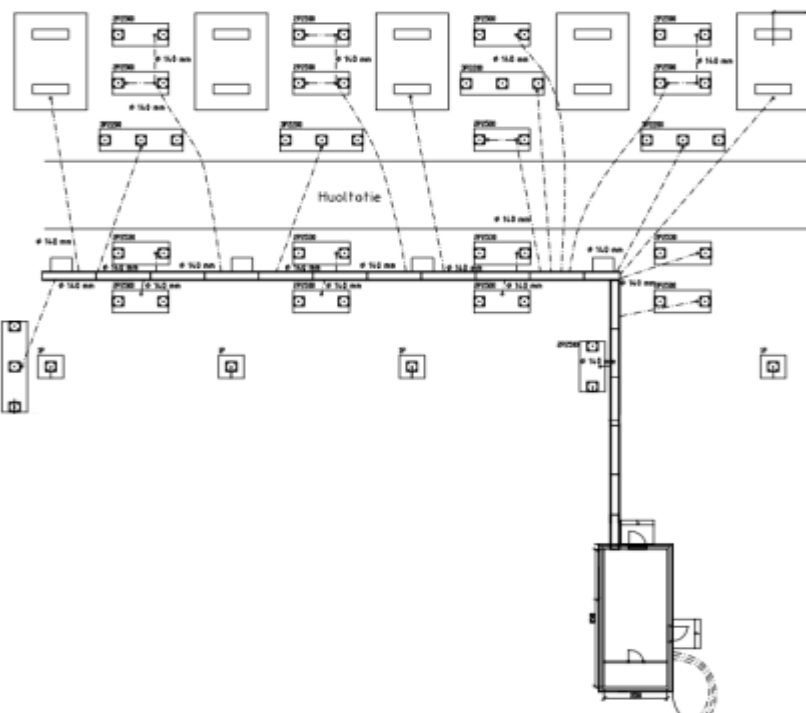
Layout-suunnitteluun liittyen sähkösäman ulkokenttää koskeviin dokumentteihin kuuluvat myös maadoitus- ja putkituskuvat. **(Kuvat 11-12.)**

Kuvan 11 maadoituskuva esittää virtapiiriin kuulumattomien, mutta jännitteelle alttiiden osien johtavat yhteydet sähkösäman maadoitusverkkoon. Kojeiden teräsrakenteet maadoitetaan kahdesta kohtaa, jolloin toisen maadoitusjohtimen katkeaminen ei vielä erota teräsrakennetta maan potentiaalista. /3/

Kuvan 12 putkituskuva perustuksineen selvittää, miten mm. käskysignaaleja, mittaustietoa ja sähköenergiaa välittävät kaapelit viedään asemarakennuksesta ulkokentän jakokaapeille kaapelikanavaa pitkin ja ulkokentällä olevilta jakokaapeilta putkitusta pitkin ulkokentän kojeille. /3/



**Kuva 11.** Sähköaseman maadoituskuva. /3/

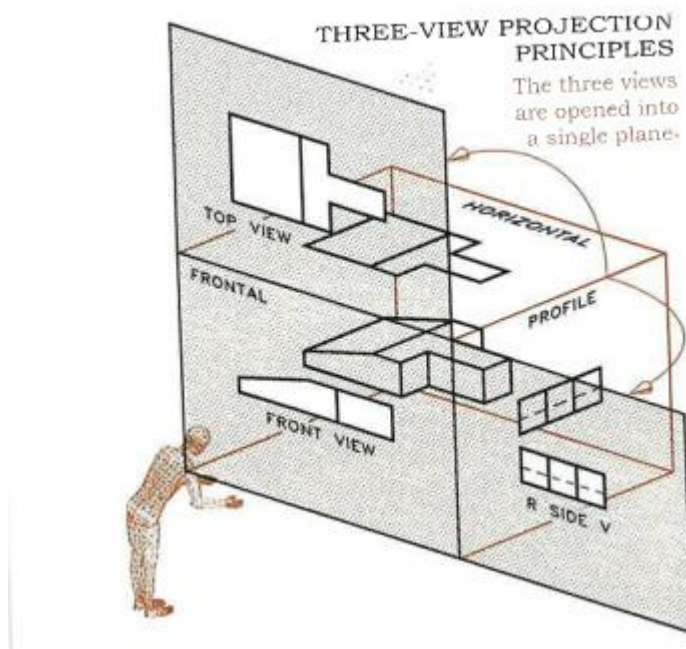


**Kuva 12.** Sähköaseman putkituskuva. /3/



### 4.3 Projektoiden huomioiminen

Teknisessä piirtämisessä kappaleen muotojen ja mittojen esittämiseksi käytetään projektioita tavallisimmin, vähintään kolmelta keskenään kohtisuoralta suunnalta kuten kuvassa 13 on esitetty. Nämä projektiot ovat pystytason projektiot, projektiot sivulta sekä projektiot ylhäältä. /1, 160-163/



**Kuva 13.** Kolmen projektion periaate teknisessä piirtämisessä. /1/

Myös 110/20 kV sähköasemien ulkokenttien piirustukset käsittävät useimmiten kolme projektioita, kuvat 8, 9 ja 10. Ulkokentän kojeiden makrojen kannalta tämä tarkoittaa sitä, että kojeiden makrojen on katettava tarvittavat projektiot.

Makroprosessin ajatuksena oli tallentaa kojemakrojen projektiot eri varianteiksi. Periaatteessa, toinen mahdollinen vaihtoehto on, että eri projektiot tallennettaisiin makron eri esitystavoiksi. Eplanissa makron esitystapojen käyttäminen eri projektoiden esittämiseksi on kuitenkin epäedullista, koska esitystapojen kokonaismäärä on vain yhdeksän, kun eri varianttien lukumäärä kussakin esitystavassa on 16.

#### **4.4 Piirustustasot makroissa**

Makrot tallentavat sisälleen kaiken tiedon piirustustasoista eng. layers, joita makron piirustuselementit sisältävät. Sähköteknisen suunnittelun kannalta, tällä saadaan makroiin paljon lisää käytettävyyttä jo ennen kuin yhtään varianttia on luotu. Piirustustasojen oikeanlaisella käyttämisellä saadaan sama hyöty kuin esimerkiksi AutoCad blokeissa, mutta nyt integroituna makroiin ja siten muihin Eplaniin hyödyllisiin toimintoihin.

Piirustustasojen hyödyntäminen edellyttää järjestelmällisyyttä tasojen käytössä. Suunniteltaessa uusia makroja, kannattaa miettiä, mitä tasoja voidaan tallentaa ja esittää samassa makrossa, jolloin eri tasojen symboleista ei tarvitse luoda erillisiä makroja.

Tässä työssä tasoja hyödynnettiin eniten ulkokentän layout-piirustuksen yläprojektiioon tarkoitetuissa makroissa ja niiden varianteissa. Samoihin makroiin tallennettiin symbolit kattamaan mm. kojeiden, perustusten ja maadoitusten tasot. Siten makroilla piirretystä projektista saadaan tasoja sammuttamalla hyvät rungot kuvia 10, 11 ja 12 vastaavia piirustuksia varten.

Suosittelavaa piirustustasojen käyttöä layout-makrojen luonnin yhteydessä on havainnollistettu kuvan 15 vuokaavion oikealla puolella. Myös liitteenä olevassa prosessiohjeessa käydään läpi oikeat tasot, joille makron piirustuselementit tallennetaan kussakin prosessikaavion vaiheessa.

#### **4.5 Osatiedot ja black box toiminnon hyödyntäminen**

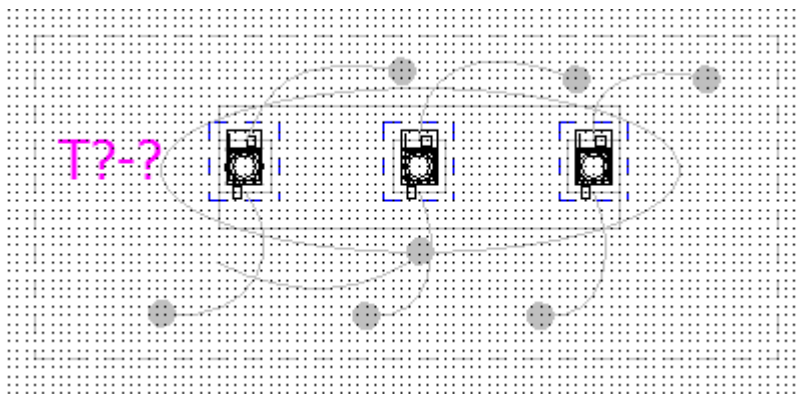
Eplan Electric P8 osatietokantaan on mahdollista luoda uusia osia, joihin käyttäjä voi halutessaan tallentaa osaa kuvaavan makron. Tallennetut osatiedot ovat ehto sille, että Eplan pystyy muodostamaan oikeanlaiset osaluettelot.

Monesti erilaisia symboleita halutaan esittää yhteisen laitetunnuksen alla. Eplanissa tämän mahdollistaa ns. black box-toiminto. /6/ Makroja suunniteltaessa black box-toiminto on hyödyllinen silloin, kun makron sisältämä symboli on vaikka jonkin jo tallennetun varsinkin symbolin tai makron uusi esitystapa. Makroon voi tarpeen vaatiessa sisällyttää useita black boxeja.

Sähköaseman ulkokentän layoutmakrot ovat pääasiassa uusia esitystapoja sähköaseman pääkaavion komponenteista. Esimerkiksi tietyn valmistajan katkaisijan makrossa eri esitystavat muodostuvat pääkaavion ja layoutsuunnittelun symboleista. Halutaan, että symboleille on mahdollista antaa sama laitetunnus, siten ettei laite kuitenkaan kahdennu laitenavigaattorissa. Tällöin sekä makron piirikaavioesitystavan että layoutesitystavan ympärille on tallennettava black box.

Jos samasta kojeesta, esimerkiksi katkaisijasta, on olemassa monta symbolia, joista kukin sisältää oman black boxinsa vain yksi symboleista voi sisältää main-function-toiminnon. Jos main-function toiminto on kahdessa samaa laitetta kuvaavassa symbolissa, laite kahdentuu laitenavigaattoriin.

Kuvassa 14 on havainnollistettu black box toiminnon käyttöä virtamuuntajaa kuvaavassa makrossa. Jokaisen virtamuuntajan ympärillä on oma black boxinsa.



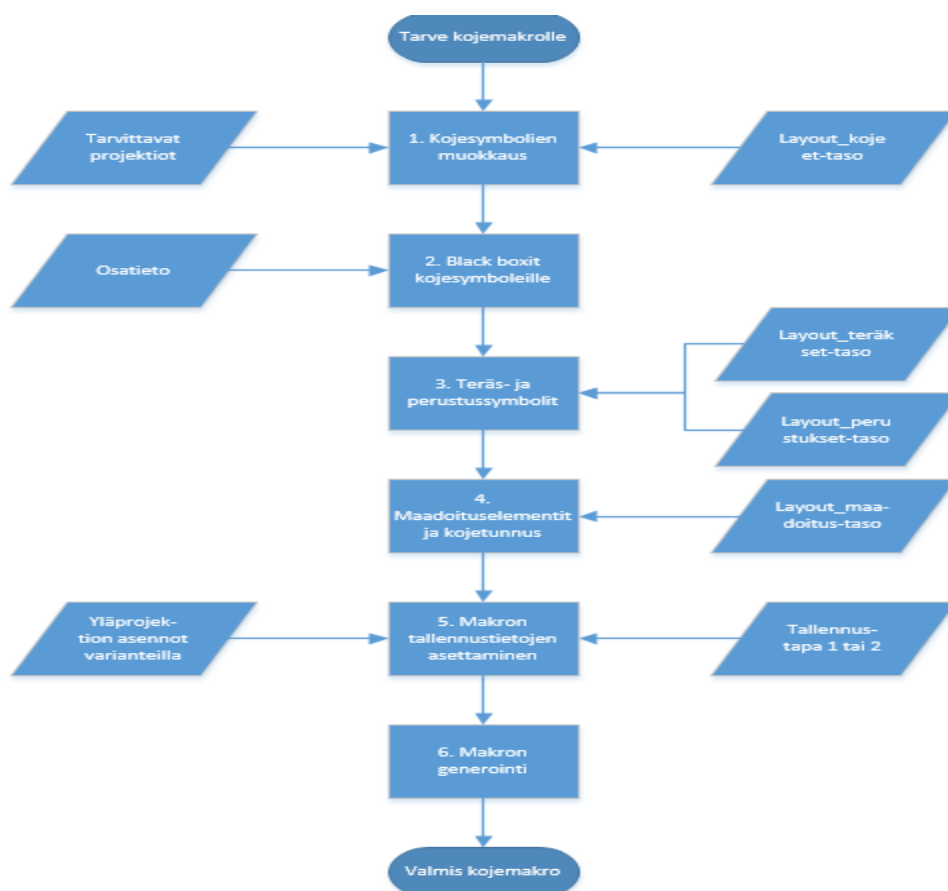
**Kuva 14.** Esimerkki black boxien käyttämisestä virtamuuntajien layout-makron yläprojektiossa.

## 5 PROSESSI

### 5.1 Prosessi kokonaisuutena

Prosessin suunnittelussa esiin tulleiden tarpeiden perusteella rakennettiin prosessi, jossa vaiheittain rakennetaan layout-makro, joka sisältää kaikki kappaleessa 4 mainitut ominaisuudet.

Kuvan 15 makroprosessin vuokaavio esittää tiivistetysti tehokkaan layout-makron luomisen vaiheet. Kaavion keskellä, ylhäältä alas kulkee prosessin suoritusjärjestys. Kappaleessa 4 esitellyt tärkeimmät layout-makrojen ominaisuudet tulevat mukaan kaavion vasemmalta puolelta. Tehokasta piirustustasojen hyödyntämistä korostetaan kaavion oikealla puolella. Liitteen 1 tiivistetyt ohjeet makrojen luomiselle etenevät prosessikaavion mukaisessa järjestyksessä.



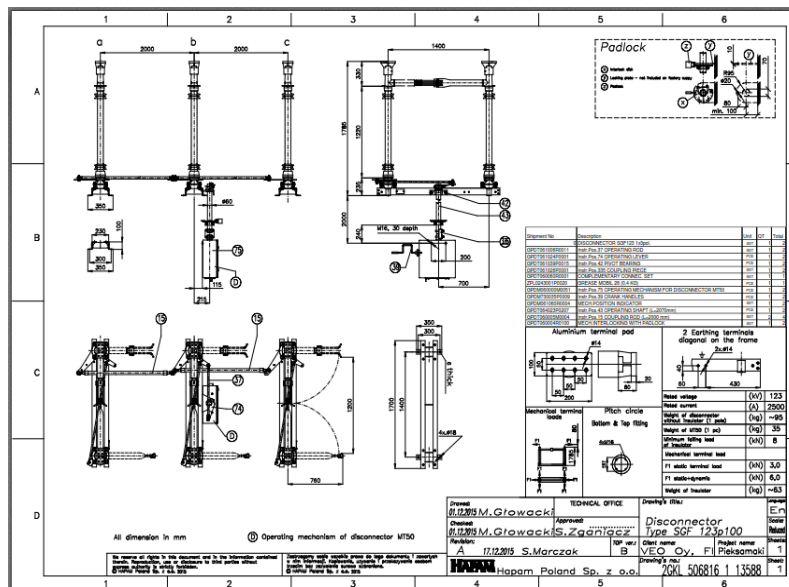
**Kuva 15.** Vuokaavio kojemakron luomisprosessista.

Seuraavissa kappaleissa on eritelty prosessin vaiheet ja kerrottu niistä yksityiskohtaisempaa tietoa.

## 5.2 Kojesymbolien muokkaus

Kojesymbolin muokkausvaiheessa muokataan kojesyömbolin kaikista projektioista suunnittelun kannalta riittävän yksityiskohtaisia. Tärkeimpinä asioina ovat mitat ja oikeat ilmväliden etäisyydet. Tavallisesti käytetään jotain jo aiemmin Eplanissa muokattua symbolia tai tarvittavat symbolit tuodaan AutoCadista.

Kuvan 16 tyyppisistä kojeiden toimittajien teknisistä piirustuksista voi katsoa mallia kojesyömbolien muokkaukseen. Yksityiskohtien määrä jää piirtäjän päätettäväksi.



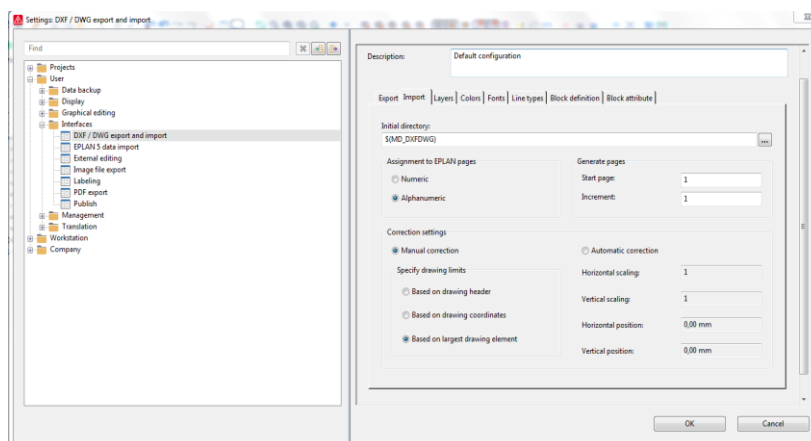
**Kuva 16.** Erottimen mittapiirros.

### 5.2.1 Kojesyömbolien tuominen AutoCad-pohjista

Sähköaseman ulkokenttämakrojen luomisessa oli tarkoituksena hyödyntää vanhoja AutoCadissa luotuja komponenttiblokkeja. Kokonaisia DWG ja DXF tiedostoja voidaan tuoda Eplaniin sivuina. Kokonaisten sivujen tuontitoimintoa jouduttiin käyttämään myös silloin, kun jostain valmiista DWG- muotoisesta layout-piirustuksesta haluttiin hyödyntää vain yhtä komponenttiblockia, koska

yksittäisten komponenttien tuominen DWG-tiedostosta ei ole Eplanissa mahdollista.

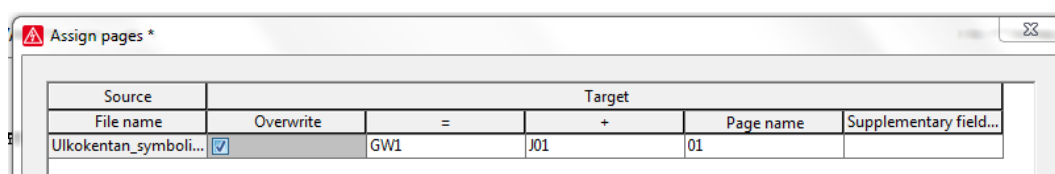
Sivujen tuonnin asetuksiin voi vaikuttaa kuvan 17 mukaisessa ikkunassa Eplanin käyttäjäasetuksissa. Asetuksissa voi muokata rajoitetusti mm. sivujen numerointia, järjestystä sekä automaattisen skaalauksen kertoimia.



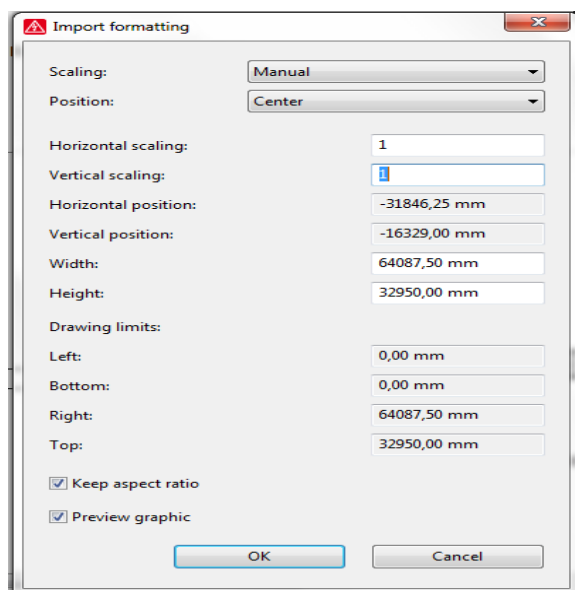
**Kuva 17.** Eplanin käyttäjäasetukset Autocad-tiedostojen tuomiseen.

Ennen AutoCad tiedostojen tuomista Eplaniin, on suotavaa räjäyttää tuotavien tiedostojen blockit ja muut ryhmärakenteet jo AutoCadissa. Tällöin Eplaniin syntyvän piirustuksen osia on helpompi käsitellä ja niistä on vaivattomampaa karsia turhia elementtejä.

Itse AutoCad-tiedostojen tuontivaiheessa esiin tulevat esiin kuvien 18 ja 19 mukaiset ikkunat. Kuvan 18 näkymää käytetään asettamaan uusi sivu haluttuun paikkaan Eplan projektiä. Kuvan 19 ikkunalla määritellään skaalaus joko automaattiseksi tai manuaaliseksi. Kertoimen lukuarvo on suurimmassa osassa tapauksissa 1, koska DWG-tiedoston mittatietojen halutaan säilyvän muuttumattomina. Saman ikkunan avulla nähdään myös tuotavan kuvan korkeus ja leveys millimetreinä Eplanissa.



**Kuva 18.** DWG-tiedostosta luodun sivun asettaminen Eplan projektipuuhun.



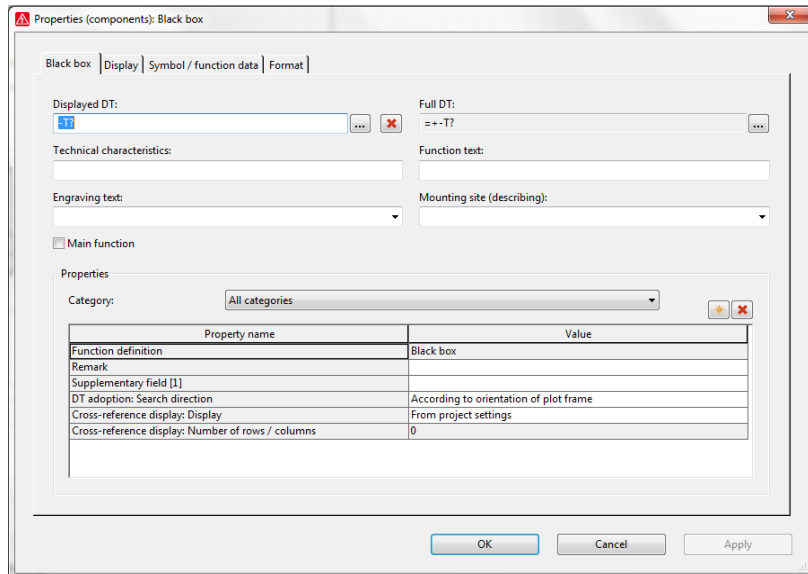
**Kuva 19.** DWG-tiedostojen skaalaminen ja asettaminen.

Uudella sivulla ei välttämättä näy mitään, koska sivun mittakaava ja Eplanin piirustusraamin koko saattavat olla pielessä suhteessa skaalattujen AutoCad piirustusten kokoon. Eplanissa, sivun asetuksista, mittakaava voidaan valita sopivaksi.

### 5.3 Black boxit kojesympoleille

Black-box toiminto yhdistetään kojesympoliin, jolloin makroa käytettäessä koje saadaan asemoitua oikein kuvassa 2 esitettyyn Eplanin laitenavigaattoriin.

Kaikki makrossa tarvittavat black boxit piirretään haluttujen symboleiden ympärille ennen makron tallentamista. Lisäksi black boxit kannattaa yhdistää niiden symboleihin Eplanin group-toiminnolla. Tällöin varmistetaan, että black boxit linkittyvät oikeisiin symboleihin. Yhdistämisen jälkeen black boxin tiedot saa auki joko symbolista tai sitä ympäröivästä black boxista. Näkymä black boxin tiedoista on esitetty kuvassa 20.

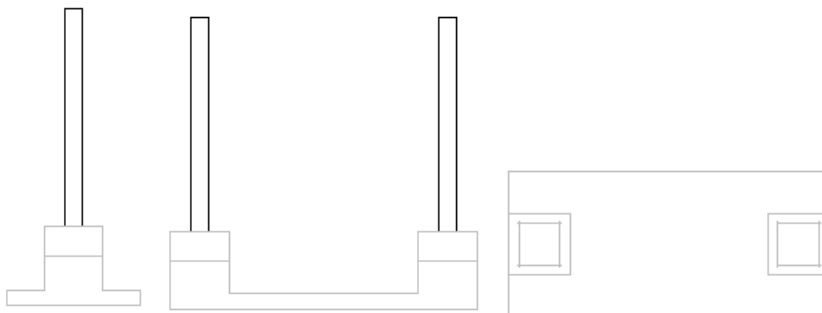


**Kuva 20.** Näkymä black boxin tiedoista.

#### 5.4 Teräs- ja perustussymbolit

Kojesymboliin liittyvät teräkset kannattaa kuvata tavallisina Eplanissa piirrettävinä suorakulmioina. Piirrettäessä alhaalta ylös suorakulmioiden pituutta voi vaihtaa makrossa siten, että se kasvaa ylöspäin. Teräksiä kuvaavia symboleita ei kannata ryhmittää kojesybolia, koska silloin makroa käytettäessä suorakulmion pituutta ja leveyttä ei voi vaihtaa.

Perustus kattaa sekä maanpinnan yläpuolisen että alapuolisen osan. Perustuksen yläpuolinen osa etu- ja sivuprojektiossa on suorakulmio. Perustuksen alapuoliset osat voidaan groupata keskenään yhteen, mutta niitä ei kannata groupata yhteen yläpuolisen osan kanssa. Esimerkit makroiin liitettävistä teräs- ja perustussymboleista on esitetty kuvassa 21.



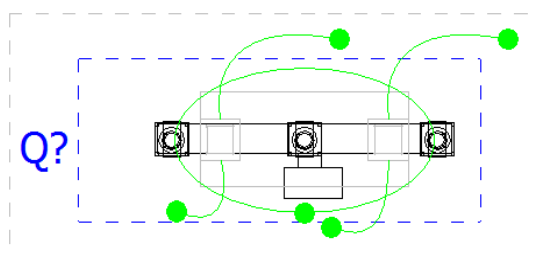
**Kuva 21.** Esimerkki terästen ja perustusten symboleista.



## 5.5 Maadoituselementit ja kojettunnus

Makron yläprojektion varianttiin kannattaa muista projektioista poiketen asettaa myös maadoitukseen liittyvät elementit kuten maadoitusrenkas ja maadoitusjohtimet. Maadoitusrenkaan symbolina on ellipsi, eng. ellipse ja maadoitusjohtimet ovat käyräviivoja, eng. spline.

Kojettunnus asetetaan kojemakron yläprojektion variantin vasemmalle puolelle. Kojettunnuksena käytetään tavallista Eplanin tekstitoimintoa. Esimerkki maadoituselementtien ja kojettunnusten näkymästä makrossa on esitetty kuvassa 22.



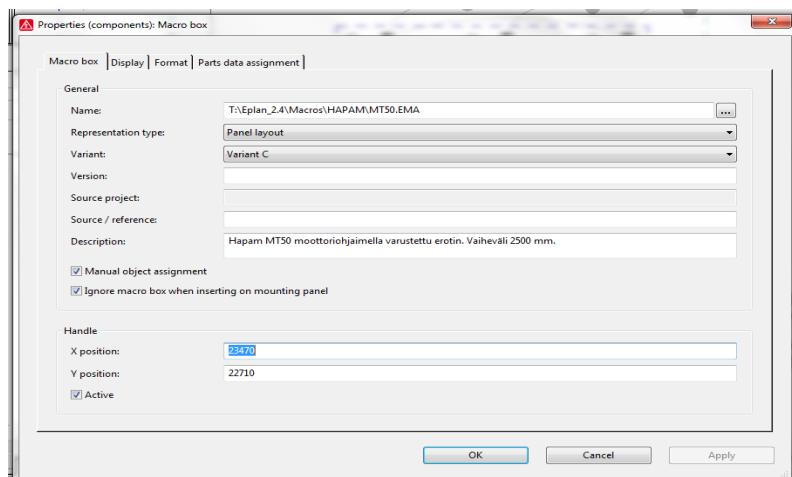
**Kuva 22.** Maadoituselementit ja kojettunnus katkaisijan makron yläprojektiossa.

## 5.6 Makron tallentaminen

Teknisesti Eplanissa makroja voi luoda kahdella eri tavalla, joissa molemmissa on hieman toisistaan poikkeava tallennusikkuna. Riippumatta tallennustavasta, luotavat makrot käyttäytyvät kuitenkin samalla tavalla. Molemmissa tallennustavoissa kaikki makroihiin sisältyvät esitystavat ja niiden variantit tallennetaan samalle makrotiedoston nimelle. Molemmissa tapauksissa makroihiin voi sisällyttää myös osatietoa.

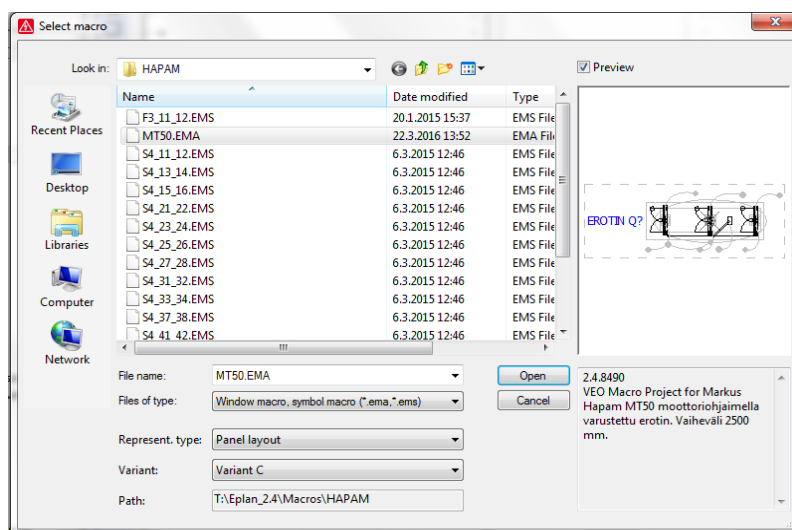
### 5.6.1 Tallennustapa 1

Ensimmäisessä tavassa makroon haluttujen piirustuselementtien ympärille piirretään makro box. Makro boxin katkoviivaa hiirellä painamalla saadaan näkyviin kuvan 23 kaltainen ikkuna.



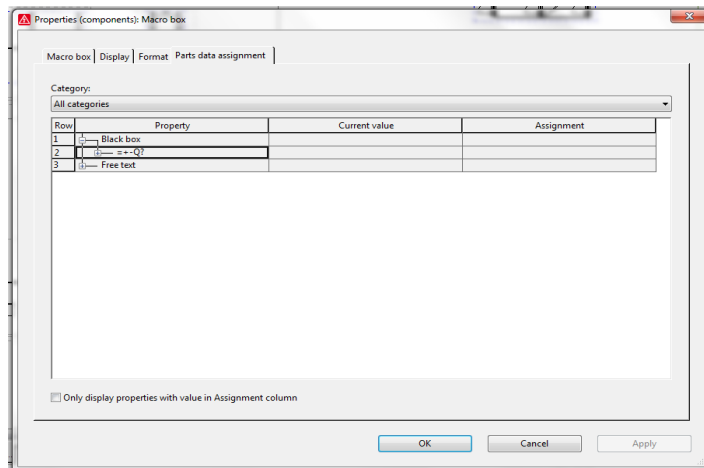
**Kuva 23.** Tallennustavan 1 tallennusikkunan näkymä Eplanissa.

Kuvan 23, tallennustavan 1 ikkunassa määritellään tiedostonimikenttään makron nimen lisäksi myös tiedoston sijainti. Seuraavissa kentissä määritellään makron esitystapa ja variantti. Makron tietoihin on myös mahdollista tallentaa versionumero, tieto lähdeprojektista sekä lyhyt kuvaus makrosta. Lyhyen kuvauksen käyttäminen helpottaa oikean makron esitystavan ja variantin löytämisessä, kun makroa myöhemmin käytetään. Kuvassa 24 on nähtävillä, miten lyhyt kuvaus tulostuu näkyviin, kun tiettyä makroa ja sen varianttia etsitään tallennettujen makrojen joukosta.



**Kuva 24.** Makron valintaikkuna.

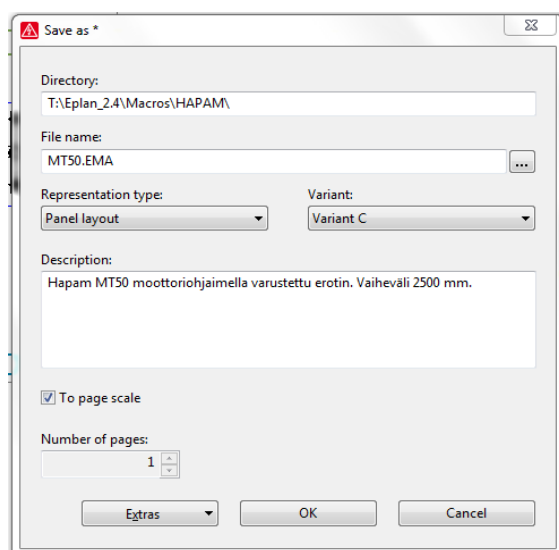
Kuvan 23 makron tallennusikkunan muista sivuista tärkein on osamäärittäyssivu, jolla voidaan makron sisältäviin mustiin laatikoihin sisällyttää osatietoa. Osamäärittäyssivun näkymä on esitetty kuvassa 25.



**Kuva 25.** Osamäärittäyssivun näkymä.

## 5.6.2 Tallennustapa 2

Toisessa tallennustavassa haluttujen piirustuselementtien ympärille ei piirretä erikseen makrolaatikkoa. Aluksi makroon mukaan halutut elementit valitaan, minkä jälkeen hiiren oikealla näppäimellä avautuvasta valikosta valitaan ”create window macro/symbol macro-komento”. Tämän jälkeen avautuu kuvan 25 esimerkin mukainen tallennusikkuna.



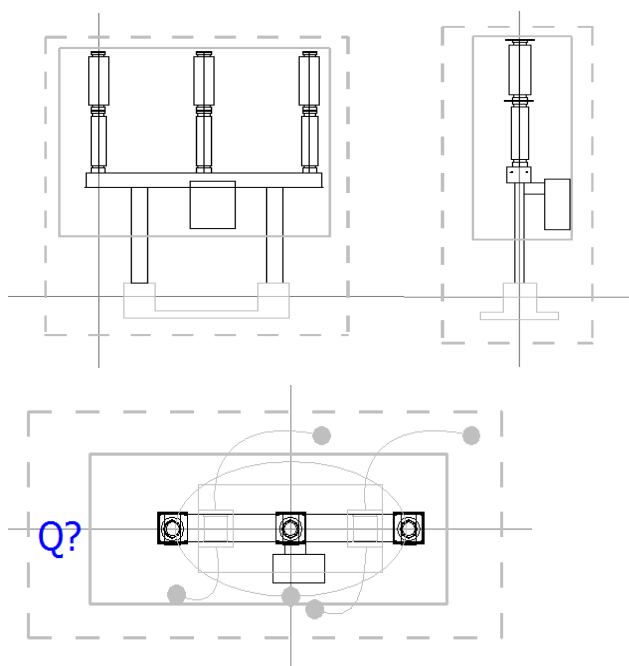
**Kuva 26.** Tallennustavan 2 tallennusikkunan näkymä Eplanissa.

Kuvan 26, tallennustavan 2 näkymän ”extras”-painikkeella voidaan lisäksi asettaa makroon kiinnityspiste hiiren avulla toisin kuin tallennustavassa 1, jossa kiinnityspiste joudutaan syöttämään ennalta tiedettyihin tarkkoihin koordinaatteihin.

”Extras”-painikkeen kautta voi halutessaan saada makroon sisällytettyä osatietoa. Toiminnosta avautuu kuvan 25 mukainen näkymä eli täysin samanlainen kuin tallennustavassa 1.

### 5.6.3 Makron kiinnityspiste

Makroon asetettu kiinnityspiste, englanniksi handle, vaikuttaa siihen, minkä pisteen suhteen makro asetetaan. Tallennustietojen yhteydessä asetettavan kiinnityspisteen paikka kannattaa valita siten, että se tekee makron asettamisesta mahdollisimman helppoa. Yleensä kiinnityspiste valitaan sellaiseen paikkaan, joka on mitoituksen ja etäisyyksien kannalta tärkein. Esimerkkejä kiinnityspisteen paikan valinnasta on esitetty kuvassa 27.



**Kuva 27.** Esimerkkejä kiinnityspisteen paikan valinnasta.

## **5.7 Makron generointi**

Tallennusikkunoiden täydentämisen jälkeen makrot luodaan varsinaisesti vasta erillisen makrojen luomiskomennon jälkeen. Komento on suoritettava erikseen silloinkin, kun makroiin on tehty vain pieniä muutoksia. Luomiskomennon yhteydessä käyttäjä voi valita haluaako luoda uudelleen makrot koko projektista vai vaan yhdestä, näkyvillä olevasta sivusta.

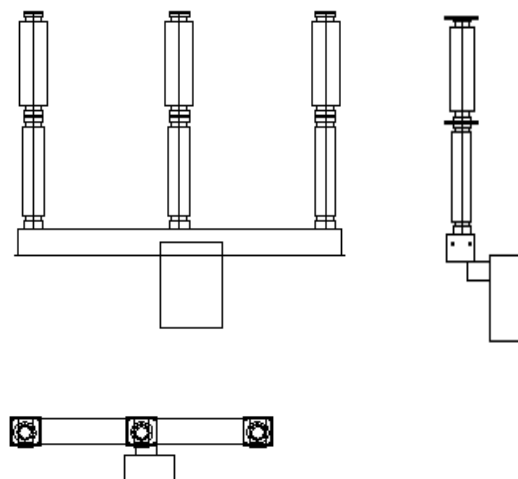
## 6 PROSESSIN SOVELTAMINEN

Tässä osiossa käydään tiivistetysti läpi katkaisijaa ja virtamuuntajaa kuvaavien layout-makrojen luominen prosessin mukaisesti sekä esitellään muita makroja, joita prosessin avulla on luotu. Makrot on koottu kappaleen 5 prosessin vaiheita seuraten.

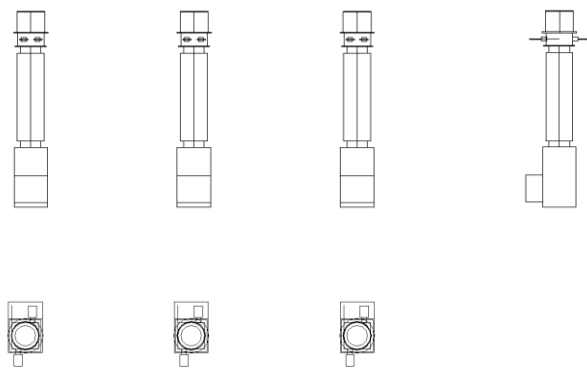
### 6.1 Katkaisijan ja virtamuuntajan layoutmakrojen luominen

#### 6.1.1 Kojesymbolit

Tavallisesti uudet kojesybolit muokataan edellisistä symboleista tai AutoCadista tuoduista pohjista. Kojesybolit on esitetty kuvissa 28 ja 29. Kojesybolien elementit on asetettu omalle piirustustasolleen, jonka nimi on Layout\_kojeet.



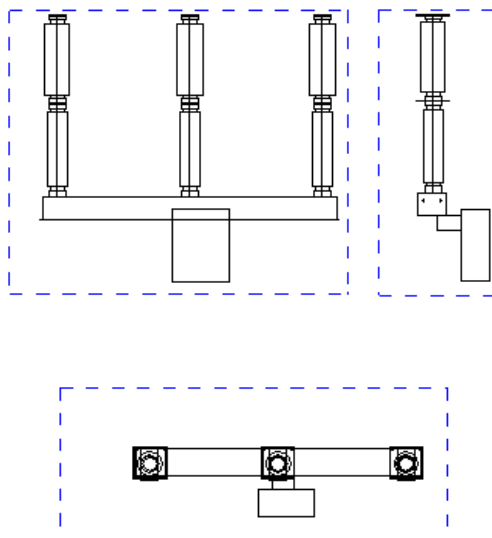
**Kuva 28.** Katkaisijan kojemakron layout-symbolien kojesybolit.



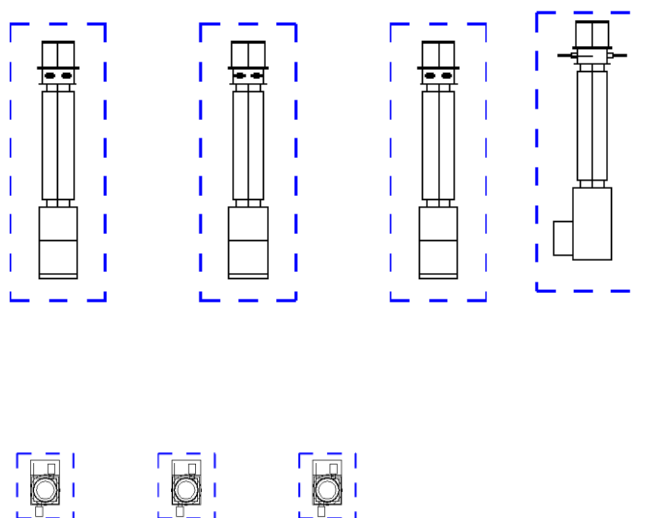
**Kuva 29.** Virtamuuntajan kojemakron layout-symbolien kojesybolit.

### 6.1.2 Black box toiminto

Kojesyboleihin yhdistettiin black box-toiminnot, joiden avulla niihin saadaan osatietoa tai ne saadaan asetettua oikealle paikalleen laite-navigaattorissa. On tärkeää, että black box-toiminto yhdistetään ainoastaan kojesyboliin. Ohjauskotelo ei saa myöskään yhdistää black-boxiin. Black boxit on liitetty niitä vastaaviin kojesyboleihin kuvissa 30 ja 31.



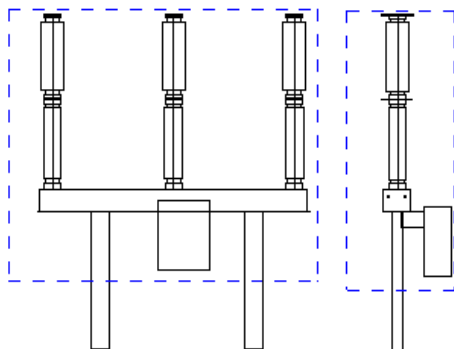
**Kuva 30.** Katkaisijan kojesyboleihin liitetyt black boxit.



**Kuva 31.** Virtamuuntajan kojesympoleihin liitetyt black boxit.

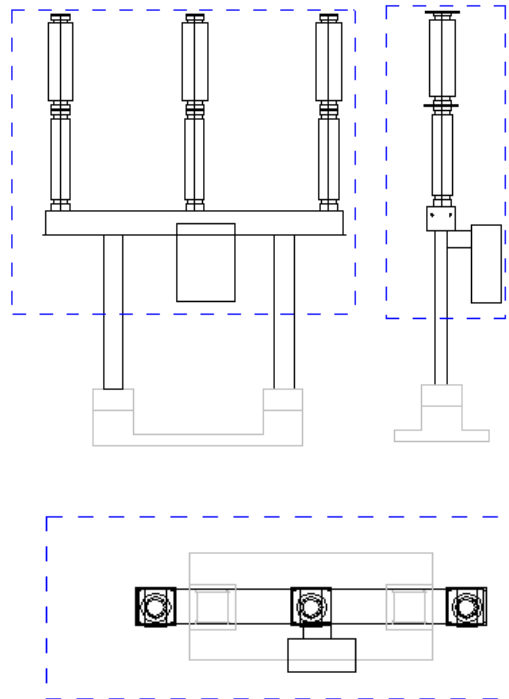
### 6.1.3 Teräkset ja perustukset

Seuraavaksi kojesympolien teräksiä kuvaavat suorakulmiot. Suorakulmioiden pituutta pystytään muuttamaan. Teräksiä kuvaavat suorakulmiot kojeiden alla on esitetty kuvassa 32. Teräksien asettamisen jälkeen, symboliin lisätään perustuksia kuvaavat elementit, joiden käyttö on esitetty kuvassa 33. Terästen elementit ovat Layout\_teräkset-tasolla, ja perustusten elementit Layout\_perustukset-tasolla.

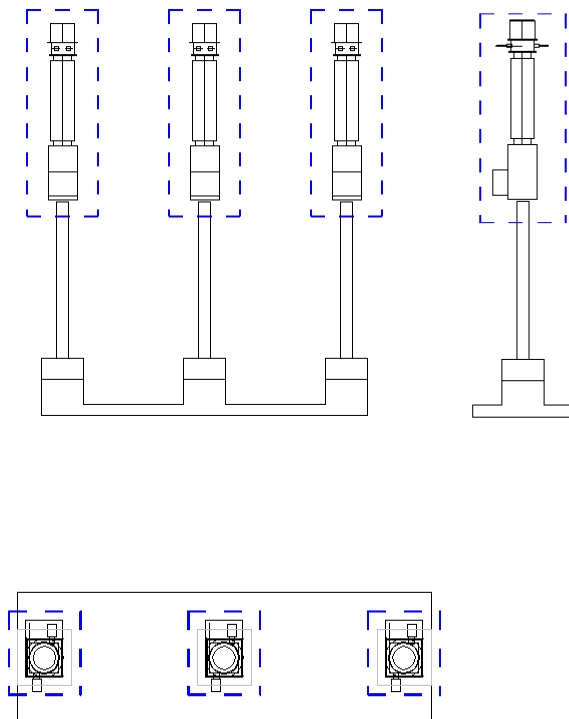


**Kuva 32.** Katkaisijan teräspalkit etuprojektiossa ja sivuprojektiossa.





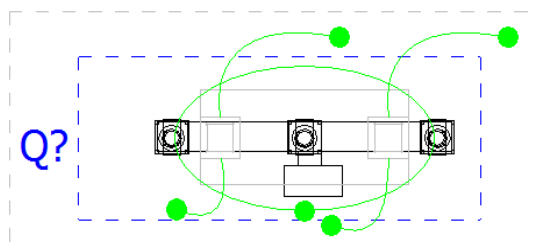
**Kuva 33.** Katkaisijan perustukset.



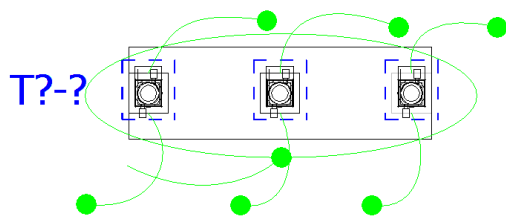
**Kuva 34.** Virtamuuntajan teräkset ja perustukset

### 6.1.4 Maadoituselementit ja kojetunnus

Lopuksi layout-makron yläprojektiioon liitettiin maadoitukseen liittyvät elementit omalle piirustustasolle nimeltään Layout\_maadoitus. Teksti kojetunnusta varten asetettiin kojeen vasemmalle puolelle. Esimerkki näkyy kuvissa 35 ja 36.



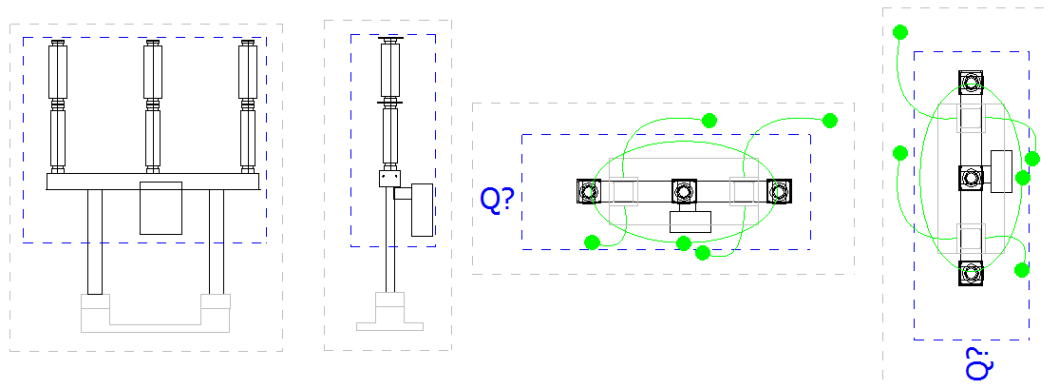
**Kuva 35.** Maadoitusrenkas ja kojetunnus katkaisijan yläprojektiossa.



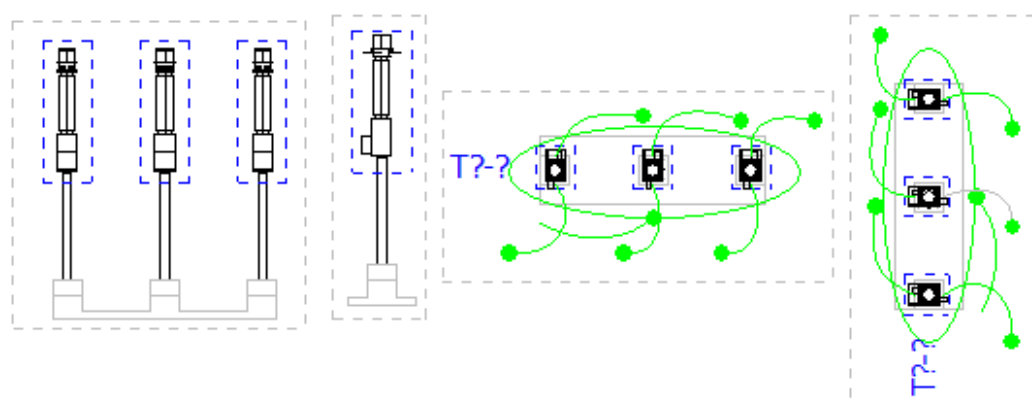
**Kuva 36.** Maadoitusrenkas ja kojetunnus virtamuuntajan yläprojektiossa.

### 6.1.5 Makron tallentaminen ja generointi.

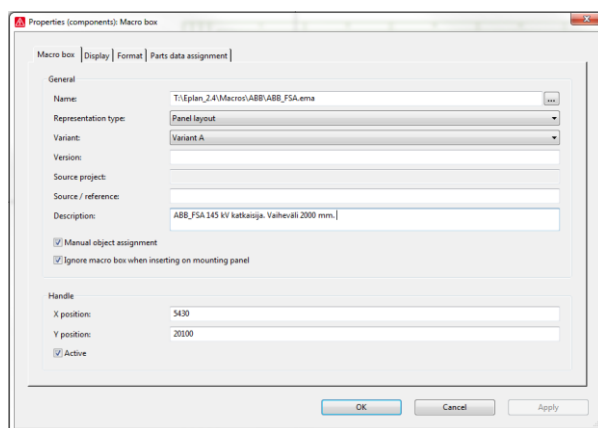
Kun kaikki layout-makron variantit on piirretty, ne voidaan tallentaa piirtämällä macro box symbolien ja niihin liittyvien elementtien ympärille. Katkaisijan ja virtamuuntajan layout-makron variantit on esitetty kuvissa 37 ja 38. Vasemmanpuoleisten varianttien tallennusikkunat näkyvät kuvissa 39 ja 40. Projektioiden variantit asetetaan vasemmalta oikealle aakkosjärjestykseen. Tallennustietojen asettamisen jälkeen makrot ovat valmiita generointikomentoa varten.



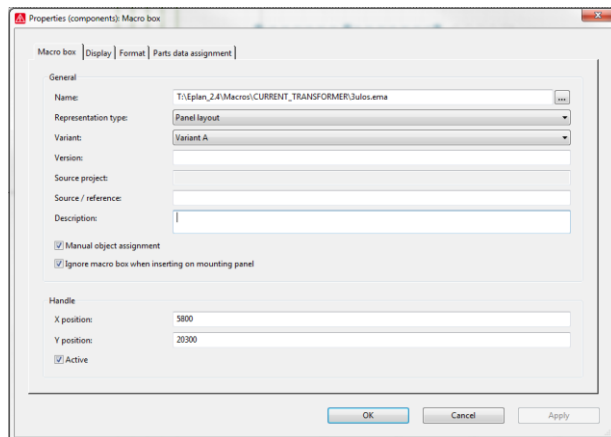
**Kuva 37.** Valmiin makron neljä layout-suunnittelun esitystavan varianttia.



**Kuva 38.** Virtamuuntajan neljä layout-suunnittelun esitystavan varianttia.

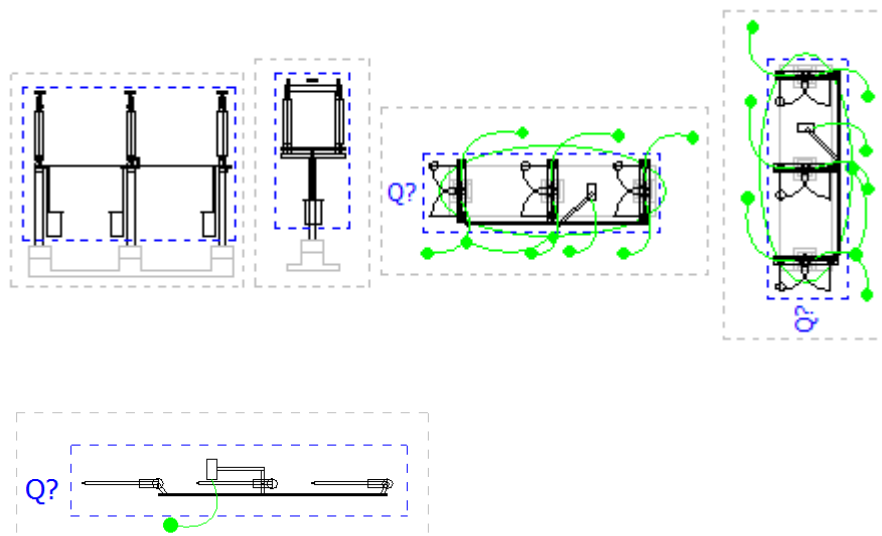


**Kuva 39.** Katkaisijan layout-makron tallennustietojen asettaminen.

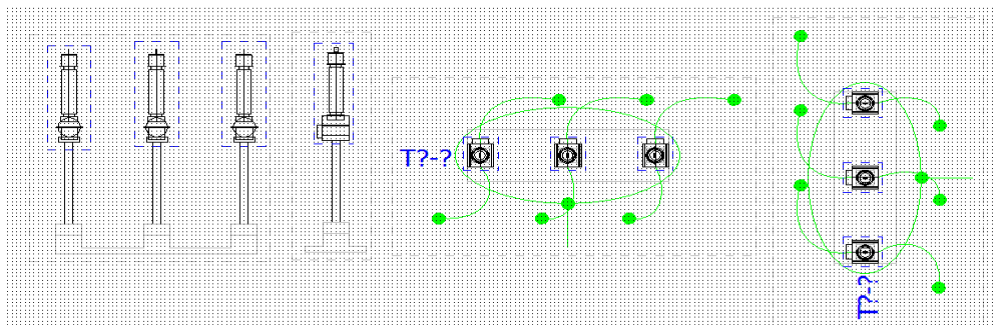


**Kuva 40.** Virtamuuntajan layout-makron tallennustietojen asettaminen.

## 6.2 Kuvia muista prosessin avulla luoduista makroista



**Kuva 41.** Erotin-makro ja sen yläprojektion kanssa käytettävä maadoitusveitsimakro.

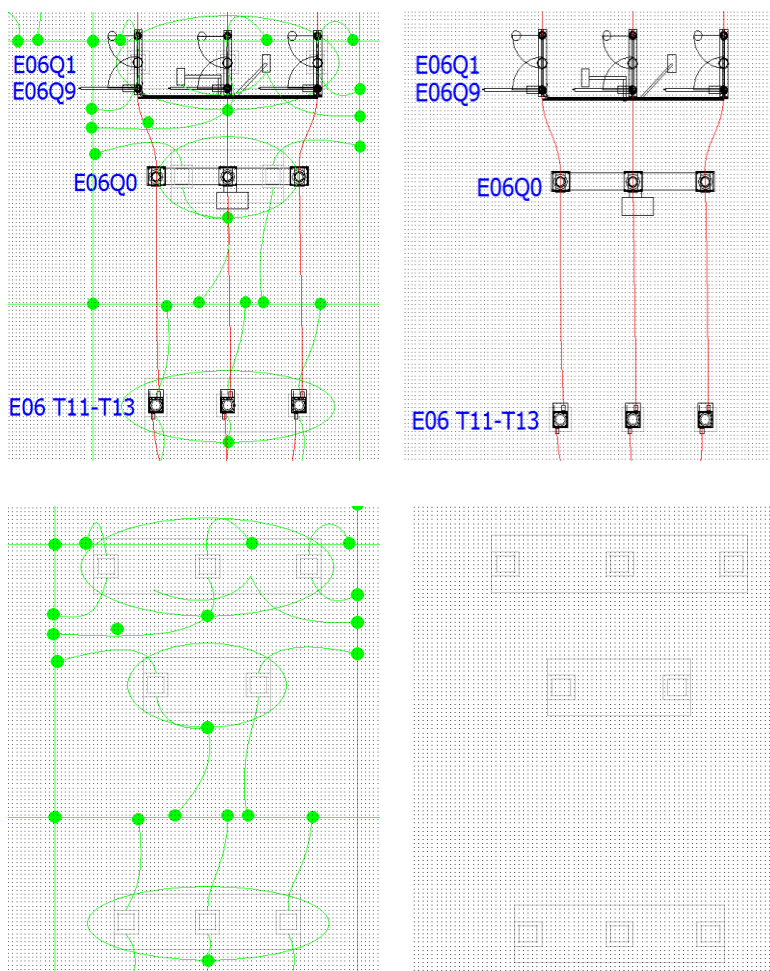


**Kuva 42.** Jännitemuuntajan layout-makro

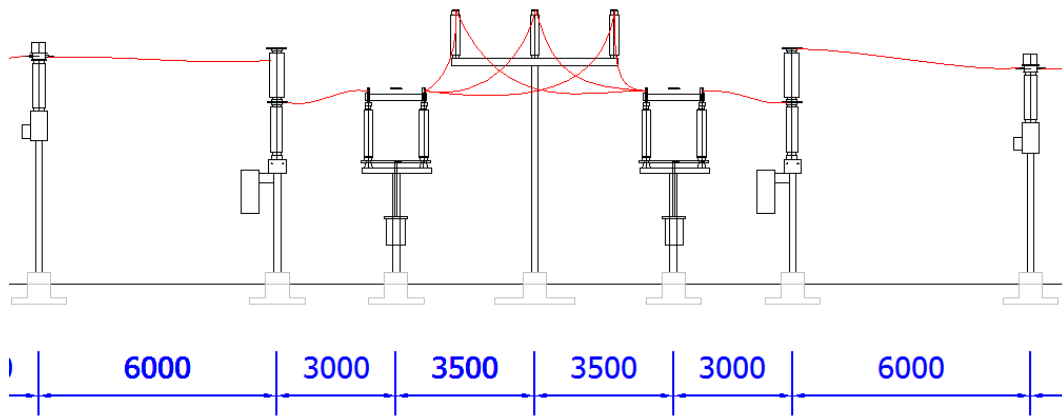
### 6.3 Kuvia makrojen käytöstä.

Kuvalla 43 on esitetty makroprosessin avulla luotujen makrojen piirustustasojen toimintaa, vrt.  **kuvat 10-12**.

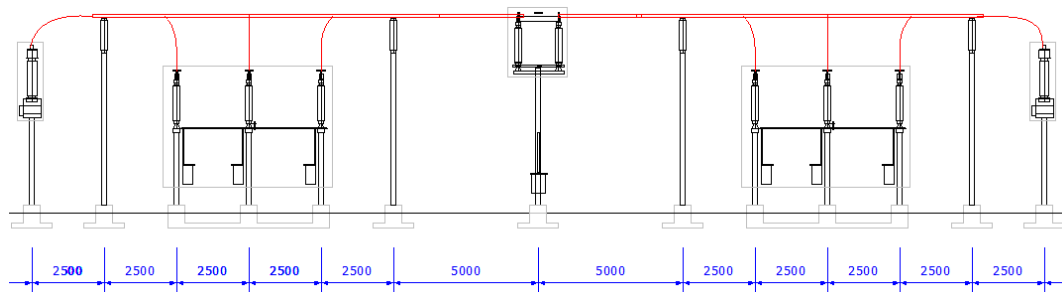
Kuvissa 44 ja 45 on havainnollistettu makrojen muiden projektioiden käyttöä.



**Kuva 43.** Tasojen käyttö makroilla tehdyssä layout-piirustuksen yläprojektiossa.



**Kuva 44.** Osa johtolähdön sivuprojektiosta piirretty makrojen avulla.



**Kuva 45.** Osa asemarakennuksesta päin kuvatusta projektiosta piirretty makrojen avulla.

## **7 KÄYTTÖKOKEMUKSIA JA KEHITYSAJATUKSIA**

### **7.1 Prosessin toimivuus**

Prosessin yksinkertaisuudesta huolimatta tavoiteltujen layout-makrojen luominen prosessin ohjeita noudattaen vaatii huolellisuutta. Erityistä huomiota on kiinnitettävä piirustustasojen käyttöön, koska piirustustasojen toimivuus on layout-makrojen ominaisuuksista tärkein. Piirustustasolle on tultava ainoastaan sille kuuluvat piirustuselementit.

Piirustustasojen lisäksi tarkkana on oltava myös piirustuselementtien ryhmittelyssä. Piirustuselementtejä voi Eplanissa ryhmitellä group-toiminnolla. Huolimattomalla ryhmittelyllä makroiin voi tulla virheitä. Toisaalta myös oivaltavalla ryhmittelyllä makroista tulee helpommin käsiteltäviä.

Makrojen tallentamisen yhteydessä projektoiden varianttien kaavamaiseen käyttämiseen kannattaa pyrkiä. Tietty projektio kannattaa tallentaa aina tietyksi variantiksi. Pääsääntönä tässä voidaan pitää kuvien 37 ja 38 tilannetta, jossa projektiot tallennetaan vasemmalta oikealla aakkosjärjestyksessä.

### **7.2 Havaittuja ongelmia**

Työn aikana havaittiin Eplan Electric P8 2.4 versiossa joitain makrojen päivittämiseen liittyviä ongelmia riippumatta tallennustavasta.

#### **7.2.1 Makrojen muutosten tallentuminen**

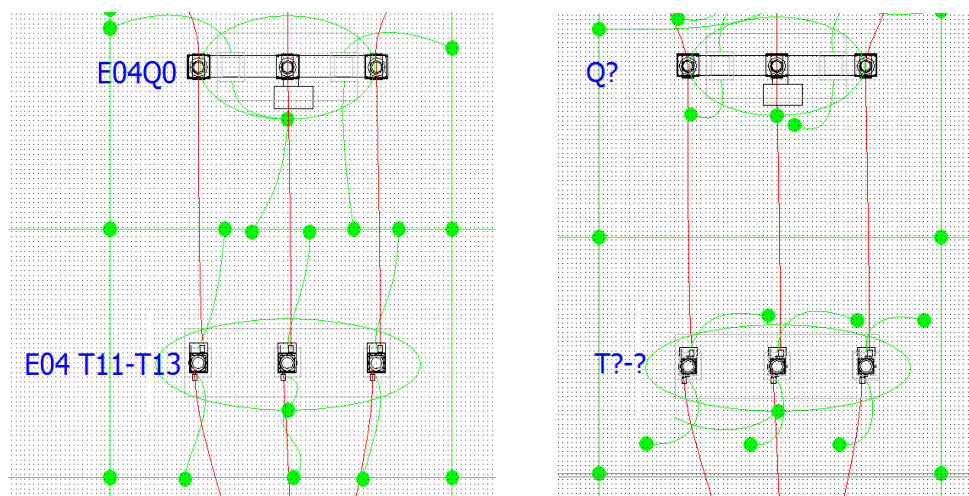
Makroprojektin makroiin tehdyt muutokset eivät generoinnin jälkeen usein tallentuneet makroiin. Erityisesti tallennusongelmia ilmeni silloin, kun makrolaatikoiden sisäpuolelle asetettiin black box-toimintoja jälkikäteen.

Päivitysten tallentumisen varmistamiseksi makroprojektissa, vanha makrolaatikko on poistettava ja päivitetyn makron ympärille on piirrettävä uusi makrolaatikko. Uusi makrolaatikko tallennetaan vanhan makrolaatikon tiedoilla. Tämän jälkeen makrot generoidaan uudelleen.

## 7.2.2 Asetettujen makrojen päivittäminen

Usein suunnittelua toteutettaessa eteen saattaa tulla tilanne, jossa jotain tavallisessa projektissa käytettyä makroa on tarpeen päivittää. Muutokset makroon tehdään makroprojektissa olevaan alkuperäiseen makroon. Tämän jälkeen makroon tehtyjen muutosten halutaan päivittyvän myös tavallisissa projekteissa, joissa muutettua makroa on käytetty.

Toisena makrojen käytettävyyteen liittyvänä ongelmana huomattiin, että graafista johdotusta sisältävät makrot, kuten layout-kuviin tarkoitettujen, komponenttimakrojen yläprojektiot eivät makroja päivitettäessä käyttäydy tehokkaan layout-suunnittelun kannalta ideaalisesti. Jos graafista johdotusta sisältävän makron päivittää, sen johdotusten suunnat ja pituudet muuttuvat täysin makroprojektin makroa vastaaviksi, mikä useimmissa tapauksissa ei ole toivottua. Tilannetta on havainnollistettu kuvalla 46.



**Kuva 46.** Esimerkki makrojen epäideaalisesta päivittämisestä.

Jos ei-toivotuilta muutoksilta makrojen päivitysten yhteydessä halutaan välttyä, voidaan tavalliseen projektiin asetetun makron ympäriltä poistaa makrolaatikko. Tällöin vain ne makrot päivittyvät, joiden makrolaatikot ovat mukana piirustuksessa.



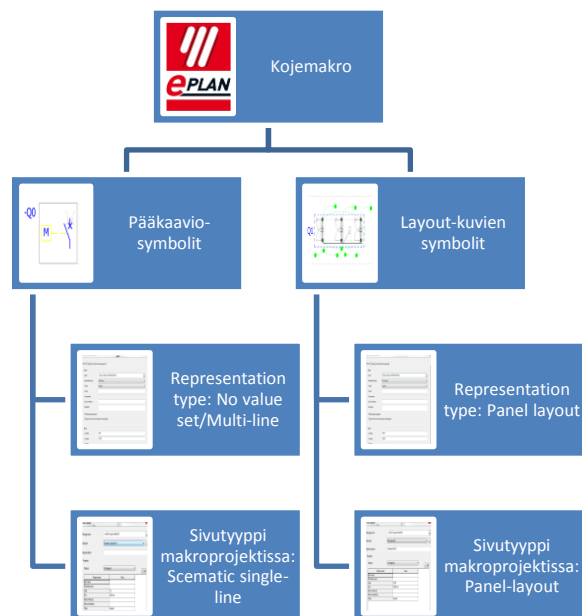
### 7.3 Prosessin jatkokehitys

Makroprosessia ja sen avulla luotavia makroja on tarkoitus kehittää VEO:n sähköasemaosaston suunnittelun tarpeiden ja käyttökokemusten perusteella.

Mahdollisuuksien mukaan layout-makrojen yläprojektioihin voisi esimerkiksi ottaa mukaan liittimet käsittävän tason, jolloin yläprojektioista voidaan tulostaa liittikuvan. Layout-suunnittelussa tarvitaan mahdollisesti myös muita makroja kuten johtoköysiä, portaaleja, putkituksia ja kaapelikouruja kuvaavia makroja.

Makroprojektin sisälle on tarkoitus lisätä osio, josta löytyy makrojen luonnissa tarvittavia piirustuselementtejä tai moduuleja, joista makroja kootaan. Tämä nopeuttaa makrojen luomista ja ehkäisee virheiden määrää.

Jatkossa ulkokentän layout-makroiin liitettäisiin myös erillinen esitystapa pääkaaviosymbolia varten. Pääkaaviosymbolin makron esitystapana olisi joko ”no value set” tai ”multi-line” (**Kuva 5**). Tällöin kojemakron luominen sisältäisi pääkaaviosymbolin ja layout-symbolien luomisen kuvan 47 mukaisesti.



**Kuva 47.** Kojemakron luominen.

## **8 YHTEENVETO**

Kaiken kaikkiaan selkeä, kehittyvä makroprosessi on tärkeä apuväline siirryttäessä sähköasemien ulkokenttien piirtämisessä AutoCadista Eplaniin. Eri valmistajien kojeista piirretään niitä vastaavat makrot. Makroprosessin ohjeiden avulla uusista makroista tulee käytettävyydeltään ja ominaisuuksiltaan yhteneviä.

Työn aihe oli haasteellinen, koska sähköinsinöörin opinnot eivät ole sisältäneet tietokantapohjaisten suunnittelujärjestelmien käyttämistä kovin paljon. Tulevaisuuden ja työelämän kannalta aihe oli kuitenkin erinomainen, koska sähkötekniinen suunnittelu siirtyy tulevaisuudessa yhä enenevässä määrin Eplanin kaltaisiin tietokantapohjaisiin järjestelmiin.

## LÄHTEET

- /1/ Earle, James H. 2007. Engineering design graphics.
- /2/ Eplan Software & Services. Eplan.fi. Ratkaisut. Eplan electric P8.  
/www.eplan.fi/fi/ratkaisut/saehkoesuunnittelu/eplan-electric-p8/
- /3/ Esala, Mikko. 2015. 110 kV:n kytkinlaitoksen suunnitteluprosessi. Opinnäytetyö. Vaasan ammattikorkeakoulu.
- /4/ Jaakkola, Anssi. 2015. Sähkösuunnittelujärjestelmän valinta suunnittelutoimiston käyttöön. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu
- /5/ Lebeitsuk, Mattias. 2014. Eplan electric P8 layout, single line and multiline drawings and pilot project. Opinnäytetyö. Novia-ammattikorkeakoulu
- /6/ Services, Eplan Software &. Eplan Electric P8 2.4 Help. Eplan Electric P8 ohjelmansisäinen manuaali.
- /7/ Taloussanomat.fi. Yrityshaku. Veo Oy. <http://yritys.taloussanomat.fi/y/veo-oy/vaasa/1571996-6/>
- /8/ VEO Oy. Solutions, Introduction. <https://www.veo.fi/solutions/introduction/>
- /9/ Voutilainen, Janne. 2013. Sähkötekniinen dokumentointi ja Eplan-suunnitteluohjelmisto. Opinnäytetyö. Mikkelin ammattikorkeakoulu