

TIETOKANNAN HYÖDYNTÄMINEN PROJEKTISUUNNITTELUSSA



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Valkeakoski, Sähkö- ja automaatiotekniikka

kevät, 2019

Vesa Sipponen

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Valkeakoski

Tekijä	Vesa Sipponen	Vuosi 2019
Työn nimi	Tietokannan hyödyntäminen projektisuunnittelussa	
Työn ohjaaja/t	Juha Sarkula	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytteen tarkoituksena on selvittää suunnitteluohjelmiston käytettävyyttä tietokanta-avusteisessa suunnittelutyössä Rejlers Finland Oy:lle.

Tarve tietokanta-avusteiseen suunnitteluun muodostuu sähkösuunnittelun dokumentaation vaatimuksilla. Dokumentaation ylläpito ja muokkaus ovat työlästä ja hidasta, koska samat tiedot liittyvät useaan kohteeseen. Samoja tietoja liittyy useampaan yhteyteen ja esiintyy erilaisissa dokumenteissa, joten tiedon eheyden takia niiden tulisi olla tallennettuna ja saatavilla muille dokumenteille keskitetystä lähteestä.

Dokumentaation vaatimukset ovat määritetty erilaisissa standardeissa, joista valittiin käytettäväksi prosessiteollisuuteen soveltuvia. Standardien käyttämisen tarkoituksena on luoda pohja yhtenäiselle dokumentointitallelle.

Lopputuloksena opinnäytetyössä kävi ilmi, että suunnitteluohjelmistolla on mahdollista tehdä tietokanta-avusteisesti suunnittelua, mutta sen käyttöönotto tehokkaaseen työskentelyyn vaatii vielä lisätyötä. Osana opinnäytetyötä luotiin mallipohjia, joilla viedä ja tuoda tietoa tietokannasta sekä lopullisen dokumentaation mallipohjia piirikaavioiden generointiin.

Avainsanat Access, CADS, instrumentointi, SQL, sähkösuunnittelu

Sivut 40 sivua, joista liitteitä 5 sivua

Electrical and Automation Engineering
Valkeakoski

Author	Vesa Sipponen	Year 2019
Subject	Project design using databases	
Supervisors	Juha Sarkula	

ABSTRACT

The aim of this thesis project was to study the viability of including the use of databases to electrical project design. This thesis commissioned by Rejlers Finland Oy.

The need for this study arose from the fact that currently some of the information handling is done manually, which can cause errors, mistakes or lead to no information being available at all. By recording all the necessary information into one location makes it faster to access the data by multiple designers and it also makes error correction easier.

The thesis starts by defining the necessary terms and documents in a design project. Document types include initial information as well as resulting documents, especially lists and graphical document types. Document types and their contents are well specified in the standards, so applicable standards are used.

The outcome of this project was to produce the baseline requirements for project design using databases and processing data in to a centralized database. Templates were made for importing and exporting information to and from a database. Graphical documents such as circuit and wiring diagrams to be used for generating final documentation were created as well.

Keywords Access, CADs, electrical design, instrumentation design, SQL

Pages 40 pages including appendices 5 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	PROJEKTITYÖSKENTELY	2
3	DOKUMENTAATIO	3
3.1	Prosessiteollisuuden sähkö- ja automaatioprojektit	4
3.2	Dokumentaatiota kuvaavat dokumentit	4
3.3	Yleistä teknistä informaatiota sisältävät dokumentit	4
3.4	Teknisiä vaatimuksia ja mitoitusta koskevat dokumentit.....	4
3.5	Toimintaa kuvaavat dokumentit	5
3.6	Sijoitusdokumentit	6
3.7	Liitännöitä kuvaavat dokumentit	7
3.8	Kohdeluettelot	7
3.9	Laadunhallintadokumentit; turvallisuutta kuvaavat dokumentit.....	8
3.10	Geometrisiä muotoja kuvaavat dokumentit.....	8
3.11	Toimintaraportit.....	8
3.12	Dokumenttien vaatimukset.....	8
4	OHJELMISTOT	9
4.1	Tietokannat	9
4.1.1	Microsoft SQL Server	9
4.1.2	Microsoft Access.....	9
4.2	Suunnitteluohjelmisto.....	10
4.2.1	Symbolit.....	10
4.2.2	I/O-symbolit.....	14
4.2.3	Tuotemallit	15
5	TOTEUTUS.....	16
5.1	Tietokantapalvelin.....	16
5.1.1	Hallintatietokanta.....	16
5.1.2	Projektitietokanta.....	17
5.1.3	Yhteinen tietokanta	17
5.2	Suunnitteluohjelmisto.....	17
5.2.1	Sijainnit	20
5.2.2	Piirit.....	20
5.2.3	Hierarkiat	21
5.2.4	Laitteet.....	21
5.2.5	Kaapelit	23
5.2.6	Tulot ja lähdöt.....	25
5.3	Dokumenttien generointi.....	27
5.3.1	Piirikaavioiden generointi tietokannan avulla.....	27
5.3.2	Piirikaavioiden generointi Excel-tilukon avulla	29
5.3.3	Muita generoitavia dokumentteja	30
6	MALLIPOHJAT	31

6.1 Aktiivinen laite.....	31
6.2 Passiivinen laite	31
6.3 Kenttäkotelo.....	32
6.4 Toimilaitteelliset säätöventtiilit	32
6.5 Toimilaitteelliset suuntaventtiilit	32
7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	32
LÄHTEET	34

Liitteet

Liite 1	Standardin SFS 5418 väritunnukset
Liite 2	Aktiivinen kenttälaitte piirikaavio
Liite 3	Passiivinen kenttälaitte piirikaavio
Liite 4	Toimilaitteellisen säätöventtiilin piirikaavio
Liite 5	Toimilaitteellisen 2/2-suuntaventtiilin piirikaavio

1 JOHDANTO

Työn tilaajan, Rejlers Finland Oy, tarkoituksena on selvittää uudistuneen CADS suunnitteluohjelmiston version 18 soveltuminen projektisuunnitteluun tietokantaominaisuuksia hyödyntäen. Työhön kuuluu projektisuunnitteluun kuuluvan tiedon syöttäminen tietokantaan ja tietokannasta generoida standardien mukaista dokumentaatiota.

Tarve tietokanta-avusteiseen suunnitteluun ilmenee etenkin silloin, kun jo olemassa olevaa tietoa muokataan. Tietokannassa tieto on yhtenäisesti kaikkien käyttäjien kanssa samanaikaisesti ja jatkuvasti ajantasainen. Tiedon eheys luo haasteita käsiteltäessä samaa informaatiota useassa kohteessa, suuri osa sähkösuunnittelusta liittyy eri osien liittämisestä toisiinsa signaalien tai energian vuoksi.

Esimerkkinä tiedon eheyden katoamiselle voisi olla sellainen tilanne, jossa muutosten tiedot jäävät kirjaamatta täydellisesti kaikkiin muutoksiin liittyviin dokumentteihin. Virheen uhka kasvaa lumipalloilmiön tavoin, koska väärä tieto jää piileväksi osaan dokumenteista ja saattaa aiheuttaa ongelmia vasta paljon myöhemmin.

Työ rajattiin koskemaan suunnitteluohjelmiston käytettävyyden selvittämiseen tietokanta-avusteiseen suunnittelutyöhön ja tiedonkäsittelyyn tietokannan avulla. Tavoitteena on pystyä generoimaan dokumentteja tietokannan perusteella, joten yleisimpien dokumenttien vaatimuksia käydään työssä myös lyhyesti. Dokumenttien generointi rajattiin koskemaan vain tietokannan perusteella tehtäväksi, eli Excel-taulukoita käytetään vain tietojen syöttöön tietokantaan. Suunnitteluohjelmiston ja tietokannan käyttöönotto ovat rajattu työn ulkopuolelle.

Suomen Rejlers Finland Oy on osa pohjoismaista Rejlers AB-yhtiötä. Konserni työllistää noin 2000 ammattitaitoista työntekijää. Yhtiö on pörssinoteerattu NASDAQ OMX Tukholman Pohjoismaisella listalla. (Rejlers n.d.a)

Rejlers Finland Oy on asiantuntijaorganisaatio, joka tarjoaa monipuolisia insinööripalveluja konsulttipalveluina, palvelutuotteina ja projektiratkaisuuksina. Toiminta Suomessa on alkanut vuonna 1980 Mikkelissä. Henkilökuntaa Suomen 19 paikkakunnan toimistoissa ja asiakkaiden tiloissa eri puolella Suomea on yli 600 henkeä. Asiakasryhmät ovat teollisuus, energia, rakentaminen sekä infra. (Rejlers n.d.a)

Rejlers tekee yhteistyössä asiakkaiden kanssa teknisesti, taloudellisesti ja ekologisesti hyviä ratkaisuja. Tilaajavastuulain edellyttämät tiedot koostetaan ja ne pidetään ajan tasalla Luotettava Kumppani –ohjelman avulla. Ympäristö- ja laatu järjestelmät ovat ISO 9001:2015 ja ISO 14001:2015 sertifioituja. (Rejlers n.d.b)

2 PROJEKTITYÖSKENTELY

Projektin voi lyhyesti määritellä olevan tehtävä, jota joukko ihmisiä ja muita resursseja ovat tilapäisesti koottu yhteen suorittamaan. Laajemmin määriteltynä projekteilla on tyypillisiä piirteitä, kuten tavoite, elinkaari, ryhmätyöskentely, vaiheistus, ainutkertaisuus, muutos ja yhtenäisyys. Tavoite on projektin osalle määritetty tehtävä, elinkaaren muodostaa usein tavoitteiden joukko. Projektilla on etukäteen määritetty päätepiste, koska projekti ei ole jatkuvaa toimintaa. (Ruuska 2007, 19.)

Ryhmätyöskentely, vaiheistus, ainutkertaisuus, muutos ja yhtenäisyys määrittävät projektien olevan sellaisia, että niihin liittyy useita muuttujia. Projektit muuttuvat jatkuvasti sen mukaan, ketkä työskentelevät osana projektia, missä vaiheessa projekti on menossa ja miten ihmiset ja ympäristökijät vaikuttavat ainutkertaiseen projektiin. Projekti voidaan aina mieltää oppimisprosessiksi, josta saatua tietoa ja kokemusta tulisi hyödyntää jatkossa. (Ruuska 2007, 19-20.)

Projektin määritelmä opastaa käsittelemään suunnittelutyötä sellaiseksi työskentelyksi, jossa eri työvaiheet ja niiden tavoitteet vaikuttavat muiden vaiheiden työskentelyyn. Sähkö- ja automaatio suunnittelussa työvaiheissa valmistuvan tai muuttuvan materiaalin käyttö projektin muissa vaiheissa tai muiden suunnittelijoiden käytössä on tarpeellista jatkuvasti. Suunnittelutyössä on mahdollista tulla sellaisia tilanteita vastaan, että suunnittelu kohteessa käytettävät laitteet eivät vielä suunnittelun alkaessa ole saaneet lopullista valintaa.

Käytettävän materiaalin tiedon eheys on erityisen tärkeää silloin, kun useampi henkilö työskentelee projektissa ja on riippuvainen muiden työskentelyn tuloksista johtuvista muutoksista. Sähkö- ja automaatioprojektissa tietojen yhtenäisyys vaikuttaa muihin projektiin osallistuviin esimerkiksi liitäntöistä I/O-pisteiden ja kaapelien osalta.

Projektityöskentelyn mukana muodostuu uutta materiaalia ja tietoa, joka on hyödyllistä saada jakoon myös projektin ulkopuolelle siihen osallistumattomille. Projektityöskentelyn muodostama hiljainen tieto, eli varsinkin henkilökohtainen ja hankalasti välitettävän tiedon siirtäminen eteenpäin, on mahdollista yrittää jakaa laajemmin tietokantoihin tehtyjen merkintöjen avulla.

Suunnittelutyön apuna voi olla aiempien projektien osana luotu laitetieto, josta alkuperäisen projekti ulkopuolinen henkilö saa lähtökohdan toiseen projektiin. Aiempaan projektiin osallistunut henkilö on saattanut olla mukana laitteen käyttöönotossa ja huomannut asioita, jotka ovat jääneet hiljaiseksi tiedoksi ja uudessa projektityöskentelyssä osaa huomioida kyseiset asiat sekä jakaa tieto muiden projektityöskentelyyn osallistuvien kanssa.

3 DOKUMENTAATIO

Dokumentaatio voi koostua dokumenttijoukosta, erillisistä dokumenteista sekä yhdistelmädokumenteista. Yhtenäistä dokumentointitapaa voidaan seurata valitsemalla soveltuva standardi, joka tässä opinnäytetyössä on valittu olevan SFS-EN 61355-1, standardi laitosten, järjestelmien ja tuotteiden dokumentaation luokittelusta ja tunnuksista.

Dokumenttien luokitteluun on standardissa kolme erilaista luokkatasoa, joista ainakin kahdella dokumentit on luokiteltava. A1 luokkataso on vapaaehtoinen ja se ilmaisee tekniikan alueen. Luokka A2 on pakollinen ja se ilmaisee dokumentin pääluokan. Luokka A3 on myös pakollinen ja se ilmaisee dokumentin alaluokan. (SFS-EN 61355-1/2008, 20.)

Dokumenttilajin luokituskoodi, englanniksi document kind classification code, DCC, muodostuu etumerkistä & ja kolmesta luokkatasosta A1, A2 ja A3. Dokumentissa voi etumerkin jättää pois, jos ei ole vaaraa tulkita koodia virheellisesti. A1 luokkataso on etumerkin jälkeen ensimmäinen koodikirjain, mikäli sitä halutaan käyttää dokumenttien luokitteluun ja tunnistamiseen, niin sille on standardissa määritetty seuraavat koodikirjaimet: (SFS-EN 61355-1/2008, 22, 36.)

- E sähkötekniikkaa, instrumentointi- ja ohjaustekniikkaa
- A kokonaishallintaa
- B yleistekniikkaa
- C rakennustekniikkaa
- M koneenrakennusta
- P prosessitekniikkaa, mikäli se halutaan erottaa koneenrakennuksesta erilleen

Pääluokkaa ilmaiseva A2 on pakollinen tieto ja yhdessä alaluokkaa ilmaisevan A3 ne muodostavat kaksikirjaimisen koodin, jolla dokumentin voi vähimmillään luokitella. A2 koodikirjaimena: (SFS-EN 61355-1/2008, 38.)

- A tarkoittaa dokumentaatiota kuvaavia dokumentteja
- B hallinnollisia dokumentteja
- C sopimuksia ja ei-tekniisiä dokumentteja
- D yleistä teknistä informaatiota sisältäviä dokumentteja
- E teknisiä vaatimuksia ja mitoitusta koskevia dokumentteja
- F toimintaa kuvaavia dokumentteja
- L sijoitusdokumentteja
- M liitännöjä kuvaavia dokumentteja
- P kohdeluetteloita
- Q laadunhallintadokumentteja sekä turvallisuutta kuvaavia dokumentteja
- T geometrisiä muotoja kuvaavia dokumentteja
- W toimintaraportteja

A3 koodikirjain yksinään ei ilmaise dokumenttilajista mitään, koska se ilmaisee A2 pääluokalle alaluokan ja ne eivät ole sidoksissa muiden pääluokkien kanssa.

3.1 Prosessiteollisuuden sähkö- ja automaatioprojektit

Työ käsittelee pääosin prosessiteollisuuden sähkö- ja automaatioprojekteja, joten standardi SFS-EN 62708 on soveltuvin, koska se määrittää prosessiteollisuuden sähkö- ja automaatioprojekteissa käytettävät dokumentit ja niiden perussisällön. Kyseisen standardi käyttää standardin IEC 61355-1 mukaisia luokittelukoodeja (SFS-EN 62708/2016, 12, 18.)

3.2 Dokumentaatiota kuvaavat dokumentit

Dokumentaatio kuvaavien dokumenttien tunnus on A ja esimerkiksi AA-koodisiin dokumentteihin kuuluvat kansilehti ja otsikkolehti. AB-koodisiin dokumentteihin kuuluu dokumenttiluettelo, jonka standardin SFS-EN 62708 mukainen pakollinen sisältö on: (SFS-EN 61355-1/2008, 38.)

- piirustuksen/dokumentin numero
- arkkien lukumäärä
- muutosindeksi
- dokumentin tunnuskoodi
- dokumentin otsikko

Dokumenttiluettelossa esiintyy kaikki suunnitteluun liittyvät dokumentit ja sen avulla voidaan ne tarvittaessa löytää helposti.

3.3 Yleistä teknistä informaatiota sisältävät dokumentit

Yleistä teknistä informaatiota sisältävien dokumenttien tunnus on D. DA-koodisiin dokumentteihin kuuluu instrumenttidatalehdet. DC-koodisiin dokumentteihin kuuluu testaus- ja kunnossapitosuositukset sekä standardin IEC 82079-1 mukaiset laitteen tai järjestelmän tarkoitettua käsittelyä ja käyttämistä koskevat ohjeet. Testaus- ja kunnossapitovaatimukset ovat DZ-koodisia dokumentteja. (SFS-EN 61355-1/2008, 46, 48.)

3.4 Teknisiä vaatimuksia ja mitoitusta koskevat dokumentit

Teknisiä vaatimuksia ja mitoitusta koskevien dokumenttien tunnus on E. Standardit ja määräykset ovat EB-koodisia. (SFS-EN 61355-1/2008, 48, 50.)

EC-koodisia dokumentteja ovat esimerkiksi sähköä kuluttavien laitteiden luettelo, maadoitusluettelo ja lämmityspiiriluettelo. ED-koodisiin dokumentteihin kuuluu esimerkiksi räjähdysvaarallisiin tiloihin suunnittelua tehtäessä pakollinen EX-i -laskelma. (SFS-EN 61355-1/2008, 48, 50.)

3.5 Toimintaa kuvaavat dokumentit

Toimintaa kuvaavien dokumenttien tunnus on F. FB-koodisia dokumentteja ovat esimerkiksi standardin ISO 10628 mukainen putkisto- ja automaatiokaavio sekä prosessin vuokaavio. (SFS-EN 61355-1/2008, 52.)

Toimintakuvaus/toimintaselostus FE-koodilla. Sanallinen kuvaus suljetun ohjaussilmukan tai avoimen silmukan ohjauksen tehtävästä, toiminnosta, käyttöliittymästä ja käytöstä kuten toimintojärjestys, eräohjaus ja lukitukset. Pakollinen sisältö on: (SFS-EN 61355-1/2008, 52.)

- kuvauksen soveltamisala
- kohde
- toiminnalliset kuvaukset

Toimintakaaviot FF-koodilla ja niissä esitetään toimintojen ja komponenttien toiminnallista suhdetta toisiinsa. Standardi IEC 60617 sisältää toimintoja ja komponentteja esittäviä piirrosmerkkejä. Ensisijaisesti vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas kulkusuunnalla olevien signaalien askeleita ja siirtymistä voidaan esittää standardin IEC 60848 mukaisesti. (SFS-EN 61355-1/2008, 54.)

Syy ja seuraus –matriisi FF-koodilla. Toimilaitteet ja anturit järjestettyinä sarakkeisiin ja rivein toimintojen mukaan, mukaan lukien niihin liittyvä kytkemistoiminto ja/tai hälytystoiminto. (SFS-EN 61355-1/2008, 54.)

Tulo/lähtö -luettelo FP-koodilla. Standardin SFS-EN 62708 tulo/lähtö -luettelon pakollinen sisältö on tunniste ja tulon tai lähdön tunnus. (SFS-EN 61355-1/2008, 54.)

Piirikaaviot FS-koodilla Piirikaavioissa esitetään komponenttien ja niiden välisten liitännöiden toteuttamiseen vaadittavat yksityiskohdat. Piirikaavioissa esiintyy piirrosmerkkejä, liitännäviivoja, viitetunnuksia, liitintunnuksia, signaalitunnuksia ja sijaintiviitteitä kulkureittien ja piirien etsimisessä tarpeellista informaatiota. (SFS-EN 61355-1/2008, 54.)

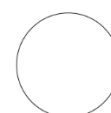
Standardi IEC 60617 määrittää dokumentoinnissa käytetyt piirrosmerkit ja niitä on velvoitus käyttää. Kaikilla dokumenteissa käytettävillä komponenteilla ei ole standardissa piirrosmerkkiä, vaan silloin voidaan käyttää IEC 60617 standardin mukaisia kuvassa 1 näkyviä piirrosmerkkejä S00059, S00060 tai S00061. (SFS-EN 61082-1/2015, 86.)



S00059



S00060

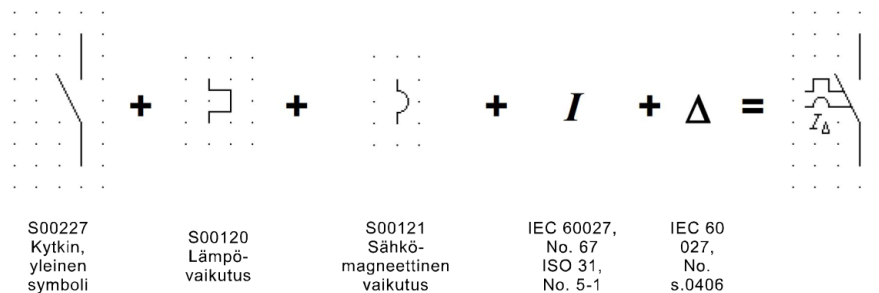


S00061

Kuva 1. Yleiset kohteen piirrosmerkit standardissa IEC 60617 DB (SFS 2015, 86)

Piirrosmerkinä voi käyttää vastaavan laitteen, kuten johdonsuojakatkaisijana katkaisija piirrosmerkkiä S00287 tai yhdistää kahdesta tai useammasta piirrosmerkistä. Johdonsuojakatkaisijan automaattista laukaisua voidaan kuvata tarkennusmerkillä S00222 tai muuten piirrosmerkkejä yhdistelemällä. Standardien ISO 81714-1 ja IEC 81714-2 sääntöjen mukaisesti muodostettu piirrosmerkkien yhdistelmä katsotaan olevan yhdenmukainen velvoittavan standardin IEC 60617 kanssa.

Piirrosmerkkien yhdistelmiin liittyvät kirjaintunnukset ja niiden alaindeksit on oltava standardien IEC 60027 ja ISO 31 mukaisia, kuten kuvassa 2 näkyvässä piirrosmerkissä.



Kuva A.9 Vikavirtasuojalla varustetun johdonsuojakatkaisijan piirrosmerkki, versio 3

Kuva 2. Vikavirtasuojalla varustetun johdonsuojakatkaisijan piirrosmerkki, versio 3 (SFS 2015, 89)

Kuvassa 2 standardin esimerkin mukaisesti koottu piirrosmerkki laitteelle, jolla ei ole omaa piirrosmerkkiä.

3.6 Sijoitusdokumentit

Sijoitusdokumenttien tunnus on L. Perusdokumenteiksi luetaan asemakaavat, rakennuspiirustukset ja mittapiirustukset, ne on piirrettävä mittakaavassa, koska niiden perusteella tehdään sijaintipiirustuksia. (SFS-EN 61355-1/2008, 56.)

Rakennuksen runkoa koskevat dokumentit LC-koodilla, työmaan sijoitusdokumentit LD-koodilla ja rakennusten sisäiset sijoitusdokumentit LH-koodilla. (SFS-EN 61355-1/2008, 56.)

Laitekohtaiset sijoitusdokumentit LU-koodilla esimerkkinä keskuskaapin layout on asennuslevyn sijaintipiirustus (laite) tai kokoonpanopiirustus. (SFS-EN 61355-1/2008, 58.)

3.7 Liitännöt kuvaavat dokumentit

Liitännöt kuvaavien dokumenttien tunnus on M. Ristijohdotuskaavio MA-koodilla. Kojekaapin tulevat ja lähtevät liittimet, sekä ristijohdotus: (SFS-EN 61355-1/2008, 58.)

- dokumentin soveltamisala
- tuleva signaali
- lähtevä signaali
- vastaava liittimen tunnistus

Johdotuskaaviosuunnitelma myös MA-koodilla. Instrumenttien, järjestelmän komponenttien ja niiden avustavien teholähteiden johdotuskaaviosuunnitelma. Piirustuksessa esitetään laitteet, kaikkien liittimien sijainti ja kaikkien liittimien välisten liitännöjen tyyppi kaikenlaisten signaalien osalta.

Piirustuksissa esitetään sähkö- ja automaatiokomponenttien yhteydet standardin IEC 60617 mukaiset tai projektikohtaiset piirrosmerkit, jotka edustavat sähkö- ja automaatiokomponentteja. (SFS-EN 61355-1/2008, 58.)

Kaapeliluettelo MB-koodilla. Standardin SFS-EN 62708 mukaisen kaapeliluettelon pakollinen sisältö on: (SFS-EN 61355-1/2008, 58.)

- kaapelin tunnistus
- tyyppi
- poikkileikkaus
- alkukohta
- loppukohta
- pituus

Kaapeliluettelot ovat tarpeellisia, jotta oikeanlaisia kaapeleita voidaan hankkia tarpeen mukaan.

3.8 Kohdeluettelot

Kohdeluetteloiden tunnus on P ja esimerkiksi PB-koodin mukaisia dokumentteja ovat instrumenttiluettelo ja standardin SFS-EN 62708 mukainen osaluettelo. Standardin mukaisen osaluettelon pakollinen sisältö on: (SFS-EN 61355-1/2008, 60.)

- tuotteen viitenumero
- lukumäärä
- osan tunnistus
- osan valmistajan tai toimittajan nimi
- osan nimi

Osaluettelot tarpeellisia komponenttien hankintaan koko elinkaaren ajan, esimerkiksi varaosaluetteloina.

3.9 Laadunhallintadokumentit; turvallisuutta kuvaavat dokumentit

Laadunhallintadokumentteja ja turvallisuutta kuvaavia dokumenttien tunnus on Q. Laatusuunnitelma on QA-koodinen, standardin ISO 9000 mukainen dokumentti. (SFS-EN 61355-1/2008, 62.)

Räjähdyksenvaarallisen alueen luokituspiirustus, sähkönsyötön turvallisuussuunnitelma ja turvallisuuden eheystason luokitus ovat QB-koodisia dokumentteja. (SFS-EN 61355-1/2008, 62.)

Sertifikaatit, testiraportit ja hyväksyntädokumentaatio ovat QC-koodisia dokumentteja ja niihin kuuluvat esimerkiksi CE-dokumentit ja standardin IEC 62381 mukaiset pöytäkirjat tehdastestauksesta (FAT), asennuksen hyväksymistestauksesta (SAT) ja asennuksen eheystestauksesta (SIT). (SFS-EN 61355-1/2008, 62.)

FAT, eli Factory Acceptance Test, on tuotteen toiminnallinen tarkastus, jossa voidaan tarkastella simuloidusti täyttääkö tuote tilaajan vaatimukset. SAT, eli Site Acceptance Test, on tuotteen hyväksymistestaus, jossa valmiin tuotteen kriteerit tarkastetaan mahdollisimman todenmukaisessa käyttöympäristössä ja loppukäytössä. (Metropolia 2014)

3.10 Geometrisiä muotoja kuvaavat dokumentit

Geometrisiä muotoja kuvaavien dokumenttien tunnus on T ja niihin kuuluvat esimerkiksi asennuspiirustukset ja kokoonpanopiirustukset TC-koodilla. (SFS-EN 61355-1/2008, 64.)

3.11 Toimintaraportit

Toimintaraporttien tunnuksena on W ja niihin kuuluvat esimerkiksi käyttöpöytäkirjat ja -raportit. (SFS-EN 61355-1/2008, 66.)

3.12 Dokumenttien vaatimukset

Standardia SFS-EN 61082-1 sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatimista noudattavien tietokoneavusteisten työkalujen on täytettävä myös seuraavat asiaankuuluvat standardit: (SFS 61082-1/2015, 84-85.)

- IEC 60617 sähkökaavioiden piirrosmerkit
- IEC 60848 jaksottaistoinnin toimintadiagrammit
- IEC 61175 signaalien tunnuksat
- IEC 61355-1 dokumenttien hallinta dokumentin luokittelun ja tunnuksen avulla
- IEC 61666 liittimien tunnistaminen järjestelmässä
- IEC 62023 informaation jäsentely
- IEC 62027 osaluetteloiden laatiminen
- IEC 62491 kaapeleiden ja johtimien tunnuksat
- IEC 81346-1 ja -2 viitetunnuksat
- ISO 81714-1 piirrosmerkkien suunnittelu

- IEC 81714-2 piirrosmerkit
- IEC 82045 dokumentteihin liittyvä hallinnollinen data
- IEC 82079-1 käyttöohjeiden laatiminen

Tietokoneavusteisten työkalujen lisäksi niillä käsiteltävän materiaalin tulisi seurata samoja standardeja mahdollisuuksien mukaan, eli pohjakuvien ja muun informaation esittämisen osalta soveltuvilta standardeilta ei tulisi poiketa.

4 OHJELMISTOT

4.1 Tietokannat

Tietokanta on yleisesti ottaen loogisesti yhteenkuuluvien, tallennettujen tietojen joukko. Tietokantaan tallennettuja tietoja voidaan helposti käsitellä tietokantakielellä, kuten SQL. Tietokannat tarvitsevat hallintajärjestelmän hallinnoimaan niissä olevaa tietoa, näitä ovat esimerkiksi Microsoft SQL Server ja Access. Hallintajärjestelmien avulla tietokanta voi olla yhteiskäyttöinen, ajantasainen, ei-toistainen ja eheä, koska se suorittaa tietokantaan kohdistuvat operaatiot kuten kysely-, päivitys-, muutos- ja poistopyynnöt. (Hovi, Huotari & Lahdenmäki, 2005, 4-5.)

Relaatiotietokannat ovat nykyisin yleisin tietokantamuoto ja niiden hallintajärjestelmät ovat pääosin SQL-pohjaisia. Relatiotietokannat perustuvat E. F. Coddin vuonna 1970 julkaisemaan relaatiomalliin. Tietokannan peruselementtinä on taulu, joka sisältää sarakkeita sekä rivejä. Jokaisessa taulussa on tunnisteena yksilöivä perusavain, jolla siihen voidaan viitata toisella taululla viiteavaimen avulla ja luoda näiden taulujen välille liitoksia. (Hovi ym. 2005, 7-9.)

4.1.1 Microsoft SQL Server

Microsoft SQL Server on relaatiotietokantojen hallintajärjestelmä, joka on muiden relaatiotietokantojen hallintajärjestelmien tapaan rakennettu SQL-ohjelmointikielen avulla käytettäväksi. (Techtarget 2017)

Kymdata suosittelee Microsoft SQL Serveriä, kun useat käyttäjät työskentelevät saman projektin parissa, projekti on kokoluokaltaan suuri tai työskentely tapahtuu etänä. SQL Serveriä käytettäessä tarvitaan aina verkko-yhteys palvelimeen. (Kymdata 2018)

4.1.2 Microsoft Access

Microsoftin Access on CADs suunnitteluohjelmiston jo aiempien versioiden käyttämä tietokanta, jossa tieto tallennetaan tiedostoon luettavaksi ja

muokattavaksi. Suunnitteluohjelmiston mukana tulevat tuotetietokannat ovat tässä muodossa, kuten esimerkiksi kaapeleita sisältävä EDBCommon.mdb-tietokantatiedosto.

Access-tietokanta on ilmainen, eikä se vaadi erillistä käyttöönottoa tai välttämättä palvelinta. Access-tietokannan voi tallentaa projektin kanssa samaan paikkaan, jolloin koko projektia voidaan muokata ilman verkkoyhteyttä. Suurilla projekteilla Access hidastuu projektin koon kasvaessa merkittävästi, toisin kuin SQL Serverin kanssa. (Kyndata 2018)

4.2 Suunnitteluohjelmisto

CADS on suomalaisen Kyndata yrityksen kehittämä ohjelmisto, jolla on jo yli 30 vuoden historia. Kyndata tarjoaa ohjelmistojen lisäksi niihin liittyvät tuki- ja räätälöintipalvelut. (Kyndata n.d.a)

CADS-ohjelmistosta on saatavilla toimialakohtainen järjestelmä sähkö- ja automaatio-suunnitteluun nimeltään CADS Electric. CADS Electric soveltuu sähkö- ja automaatioalan dokumentointitarpeisiin rakennussähköistyksessä, teollisuussähkön- ja automaatioissa, keskusten layout-suunnittelussa ja jakeluverkkojen suunnittelussa. CADS Electric-ohjelmistosta on saatavilla kolme tuotepakettia, joista laajin Pro sisältää DB-tietokantajärjestelmän. (Kyndata n.d.b)

4.2.1 Symbolit

Suunnitteluohjelmassa sähkökuvissa komponentteja kuvaavilla symboleilla on erilaisia attribuutteja, jotka määrittävät esimerkiksi liittimen sijainnin komponentissa, sen pinninumeron ja pinnin osanumeron. CADS käyttää attribuutteja yksilöimään komponentteja ja lisäämään niihin ohjelman automaation toiminnan kannalta tärkeitä tietoja.

Symboleiden tunnusten tulee noudattaa standardin SFS-EN 81346-2 teollisuuden järjestelmien ja laitteiden luokittelua ja luokkia vastaavia koodeja, tai muun dokumentaation yhtenäistä linjaa.

Pinnit ovat laitteiden liitännäispisteitä johtimille ja ne päivitetään projektitietokantaan, josta niiden arvot ovat projektiin liittyvien kuvien käytettävissä. Ilman pinnitietoja osia ei voi yhdistää toisiinsa johtimin, tietokannan näkökulmasta, ja siksi ne ovat tärkeää saada määritettyä oikein. Kuvassa 3 näkyy attribuuteiksi räjäytetty liittimen symboli, lisäksi symboliin kuuluu liittimen keskellä oleva piste.

```

E_OBJECTID E_SYMBTXT2
E_ELPOSID E_SYMBTXT1
E_ID ● E_PINX001

```

Kuva 3. Attribuuteiksi räjäytetty liittimen symboli

Pisteen yleisattribuuttina ovat E_WPOINT ja E_WCUT, jotka määrittävät symbolin johdotus- ja katkaisupisteet. Johdotuspiste määrittää johtimien kytkentäpisteen ja katkaisupiste katkaisee kuvassa olevat yhtenäiset johtimet.

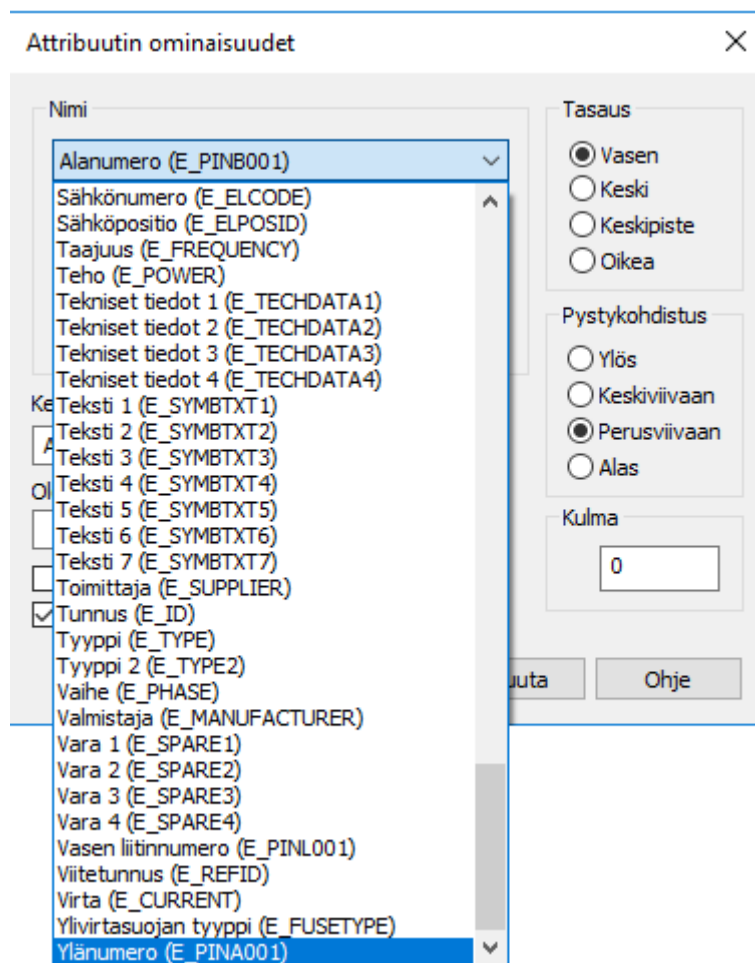
Kuvassa 4 näkyvillä keltaisilla neliöillä korostetaan kaikki suunnitteluohjelmassa aktiivisena olevan dokumentin oikein määritetyt johdotuspisteet, kuvassa oikean puoleisen johdotuspisteen päällä näkyy valintakursori.



Kuva 4. Liittimen korostus

Oikein määritetyt liittimet korostuvat aloittamalla johdotustoiminnon suunnitteluohjelmassa.

Kuvassa 5 näkyy esimerkiksi sähkökuvissa symbolin yläosan pinneille varattu E_PINA niminen attribuutti, jota seuraa kolminumeroinen pinninnumero, esimerkiksi E_PINA001. Alaosan numeroille on varattu E_PINB, vasemmalla E_PINL ja oikealla E_PINR.



Kuva 5. Attribuutilista symboleille

Kuvassa 6 näkyvät osanumerot tulevat tarpeen silloin, kun laitteeseen kuuluu eri symboleilla olevia esiintymiä, joissa käytetään samoja attribuutteja, kuten esimerkiksi kontaktorin symbolin eri osien kanssa attribuutteina ovat samat pinnit.

Laitteen ominaisuudet

Tunnus: K1 Kokotunnus: +ABC-K1

Sijainti: +ABC Piiri:

Laitteen kuvaus: Kontaktori, 1xsulke

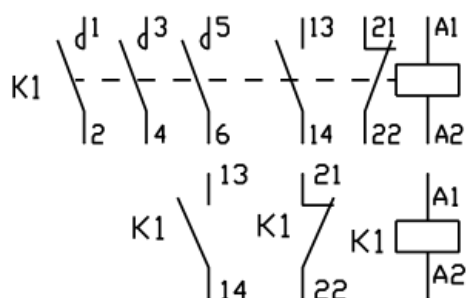
Vedä tähän sen sarakkeen otsikko, jonka sisällön mukaan haluat ryhmittää.

Numero	Osanumero	Attribuutti	Signaali	Pinnin k
A1	101	E_PINA001		
A2	101	E_PINB001		
> 1	112	E_PINA001		
2	112	E_PINB001		
3	114	E_PINA001		
4	114	E_PINB001		
5	116	E_PINA001		
6	116	E_PINB001		
21	201	E_PINA001		
22	201	E_PINB001		
13	202	E_PINA001		
14	202	E_PINB001		

OK Peruuta

Kuva 6. Kontaktorin osanumerot

Kuvan 7 tapauksessa kontaktori-symbolin osien esiintymien pinnien attribuutit ovat samat, mutta osanumerot yksilöiviä, näin valmiita osien symboleita voidaan käyttää ja viittaukset menevät tietokannassa oikein.



Kuva 7. Kontaktori-symboli ja sen osien esiintymiä

Osanumerot ovat attribuutin lopussa hakasulkujen sisällä ja numeroita on varattu siten, että:

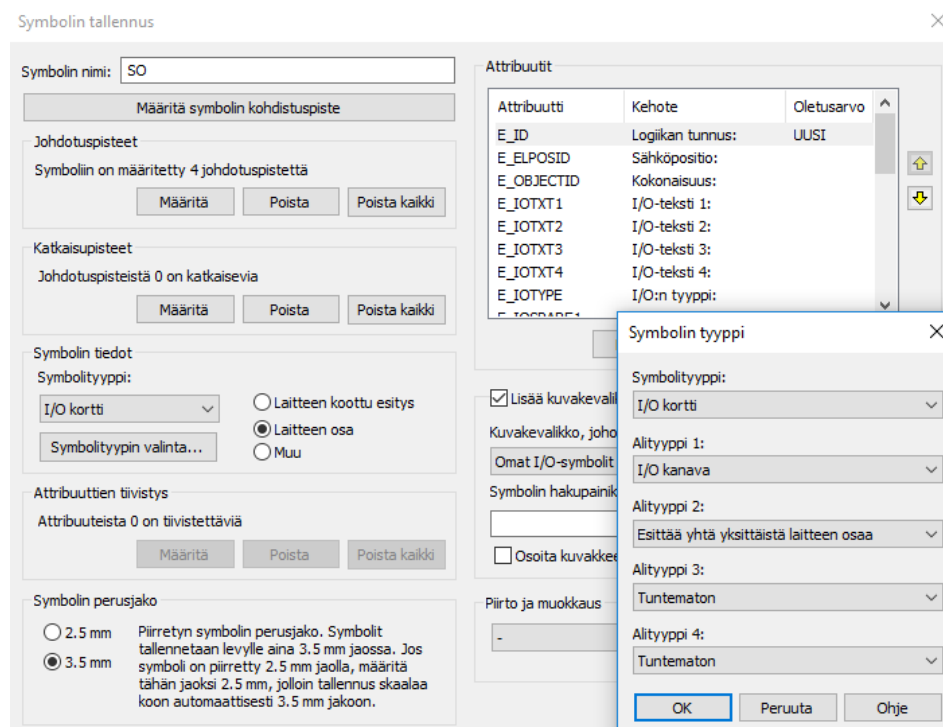
- syötöt 0
- pistoliittimet ja laiteliittimet 1 - 99

– I/O:n kanavat	1 - ”ääretön”
– kelat	101 - 109
– pääkoskettimet	111 - 199 parittomat avautuville
– pääkoskettimet	112 - 198 parilliset sulkeutuville
– apu- ja vaihtokoskettimet	201 - 299 parittomat avautuville
– apu- ja vaihtokoskettimet	202 - 298 parilliset sulkeutuville
– koskettimet	301 – 399

4.2.2 I/O-symbolit

Tuloyksiköiden, englanniksi input, ja lähtöyksiöiden, englanniksi output, tietoja käsitellään ohjelmassa muista symboleista hieman poiketen. Yksiköiden muodostamasta siirännästä käytetään yleisesti englanninkielistä lyhennettä I/O.

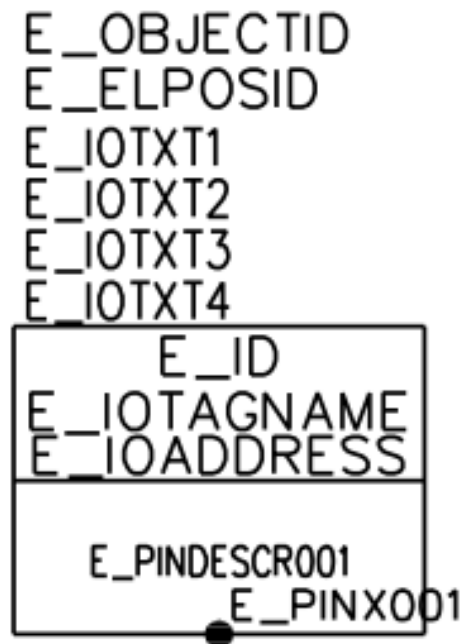
I/O-korttien symbolit tulee määrittää siten, että niiden symbolityyppi on kuvan 8 mukaisesti I/O-kortti, koska muuten suunnitteluohjelmiston automaatio ei pysty yhdistämään symboliin tietoja I/O-tietokannasta, vaikka muuten attribuutit olisivat oikein täytetty.



Kuva 8. I/O-kortin symbolin määrittäminen

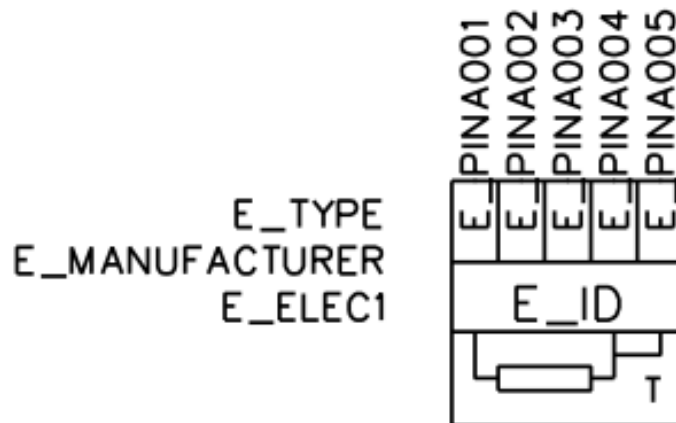
Logiikkamoduuleilla, kuten I/O-korteilla, on erityisiä attribuutteja, jotta niiden tietoja voidaan käsitellä projektin muilta tiedoilta erillisessä tietokannan osassa. Suunnitteluohjelmisto tarvitsee symbolin tyyppin olevan oikein määritetty ja sisältävän kuvassa 9 näkyvän E_IOTAGNAME-attribuutin,

jotta se osaa yhdistää I/O-pisteen suunnitteluohjelmiston I/O-määrittely työkalulla valittuun I/O-korttiin.



Kuva 9. Logiikkamoduulin räjäytetty symboli

Kuvassa 10 näkyy attribuuteiksi räjäytetty kenttälaitteen symboli, josta on mahdollista luoda tuotemalli.



Kuva 10. Kenttälaitteen attribuuteiksi räjäytetty symboli

4.2.3 Tuotemallit

CADS-ohjelmistossa on mahdollista määrittää käytettävät laitteet tuotemalleina, jotka sisältävät tuotteen symbolin ja erilaisia lisätietoja, kuten esimerkiksi pinnien lukumäärän ja tunnisteen, fyysiset mitat, IP-luokan ja käyttöjännitteen sekä kuvan oikeasta tuotteesta. Tuotemalleja ja etenkin niiden liitintunnuksia käytetään tietokantapohjaisessa suunnittelutyössä.

Tuotemallit sisältävät enemmän mahdollisuuksia lisätä komponentille lisätietoja, kuin mitä piirrosmerkkisymboleille voi antaa. Tavallisista symboleista poiketen tuotemallien kuvassa 11 näkyvät lisätiedot siirtyvät tietokannan kautta esimerkiksi projektista luotuun osaluetteloon.

Nimi, suomi	Attribuutti	Tyyppi	Luo lisätiedon objektityypille
IP-luokka	E_IPCLASS	Sähkötekniset tiedot	Laitte, Sijainti
Palvelualue	E_SERVICEAREA	Muut	Laitte, Sijainti
Asennustapa	E_INSTSTYLE	Asennustiedot	Laitte, Sijainti, Kaapeli, Johdotuspaketti, Johtotie
Sähköinen tieto 1	E_ELEC1	Sähkötekniset tiedot	
Sähköinen tieto 2	E_ELEC2	Sähkötekniset tiedot	
Sähköinen tieto 3	E_ELEC3	Sähkötekniset tiedot	
Jännite	E_VOLTAGE	Sähkötekniset tiedot	
Virta	E_CURRENT	Sähkötekniset tiedot	
Teho	E_POWER	Sähkötekniset tiedot	Laitte
Taajuus	E_FREQUENCY	Sähkötekniset tiedot	
Pyörimisnopeus	E_RPM	Sähkötekniset tiedot	

Kuva 11. Tuotemallien lisätietoja

Lisätietoja on mahdollista luoda uusia ja kohdistaa niitä itse luoduille symboleille.

5 TOTEUTUS

5.1 Tietokantapalvelin

Kymdatán Microsoft tuotteiden tuen vuoksi valittiin Microsoft SQL Express tietokantapalvelin, jonne perustettiin tarvittavat tietokannat. Suunnitteluohjelmisto alustaa määritetyt tietokannat automaattisesti, jolloin kaikki tarvittavat taulut luodaan oikein. CADs 18 suunnitteluohjelmiston mukana tulee Microsoft SQL Server 2008 Native Client, joka yhdistää suunnitteluohjelmiston tietokantaan

Tietokantojen asetusten määrittämiseen on ohjelmistovalmistajalla yksityiskohtaiset vaiheet suunnitteluohjelmiston ohjeissa, joita seuraamalla saa palvelimelle luotua tarvittavat tietokannat ja niille tarvittavat asetukset.

5.1.1 Hallintatietokanta

Hallintatietokanta on SQL tietokantapalvelimelle tallennettavien projektien hallintaan tarvittava tietokanta. Oletuksena hallintatietokannan nimi on EDBManagement.

5.1.2 Projektitietokanta

Projektitietokantaan muodostuu projektien sisältö ja nämä taulut voivat sijaita samassa tietokannassa hallintatietokannan kanssa. Oletuksena projektitietokannan nimi on EDBProject.

5.1.3 Yhteinen tietokanta

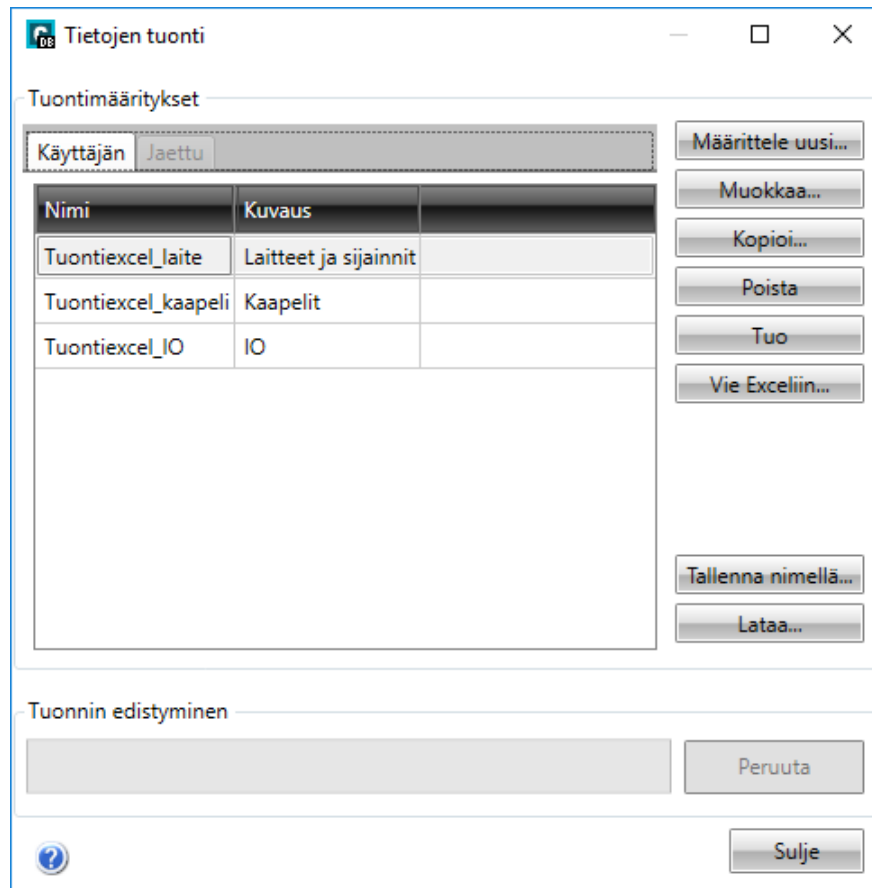
Yhteisiin tietokantoihin muodostuu käyttäjien tekemä tuotetieto, esimerkiksi kaapelit, I/O-kortit, kilvet, tuotemallit ja muita. Oletuksena yhteisen tietokannan nimenä on EDBUserCommon.

5.2 Suunnitteluohjelmisto

Suunnitteluohjelmistoon on määritettävä asetukset kuntoon erikseen, jos halutaan käyttää SQL-tietokantaa, mutta Access-tietokannalla ohjelmisto luo tarvittavan tiedoston projektin hakemistoon.


Uusi projekti aloitetaan uuden tiedoston luonnilla ja se liitetään projektiin. Uuden tiedoston luonnilla alustetaan projekti ja siihen ei ole tarvetta tehdä muita muutoksia. Projektin tiedostot on oltava samassa kansiossa, jotta CADS tunnistaa ne osaksi samaa projektia. Projektiin kuuluvien piirikaavioiden määrä voi nousta suureksi, riippuen siitä halutaanko jokaisesta piirikaaviosta oma tiedostonsa vai voiko ne olla kootusti tiedostossa eri lehdistä.

Kuvassa 12 joitakin määrittämiä on jo tehty ja tallennettu. Tuontimäärittämissä nimi ja kuvaus ovat määriteltävä tallentaessa tuontimäärittäminen.



Kuva 12. Tietojen tuonti ja vienti tietokantaan

Tällä hetkellä vain Excel-taulukoilla voidaan tuoda tietokantaan tietoja. Kuvassa 13 näkyvistä tiedostotyypeistä tekstitiedosto ja Access-tietokanta eivät ole valittavissa, vaan niiden valinta on estetty ja väritetty harmaalla värillä.

←  Tuontiasetusten määrittäminen

Valitse tuotava tiedosto

Tiedoston tyyppi: Excel
 Tekstitiedosto
 Access

Tiedostonimi:

Kuva 13. Tuotavan tiedoston valinta

Sen jälkeen, kun tuotava tiedosto on valittu, niin seuraava vaihe on kohdistaa haluttujen tietojen noutaminen tiedostosta. Excel-taulukon ollessa kyseessä projektin tiedot voidaan jakaa eri työkirjoille.

Kuvassa 14 näkyvässä esikatselussa aloitusrivi ja sarakkeiden otsikkorivi voidaan valita vapaasti, jolloin työkirjan ensimmäisille riveille voidaan vapaasti lisätä haluttu sisältö. Oranssilla korostetun sarakeotsikon käyttö on vapaaehtoista, mutta ne helpottavat seuraavassa näkymässä linkitystä tietokantaan vietäviin tietoihin.

← Tuontiasetusten määrittäminen

Tuotavan taulukon tiedot

Työkirja:

Aloitusrivi:

Sarakeotsikot rivillä:

Esikatselu

A	B	C	D	E	F
	Laitteet/Sijainti	Kokonaisuus	Sähköpositio	Sijainti	Sijaintityyppi
	X				
	KESKUS-		KESKUS	Tehdas	1
	KENTTÄ1-		KENTTÄ1	Tehdas	3
	KENTTÄ2-		KENTTÄ2	Tehdas	3
	KENTTÄ3-		KENTTÄ3	Tehdas	3
	KENTTÄ4-		KENTTÄ4	Tehdas	3
	PS_3-		PS_3	Tehdas	7
	ASEMA1-		ASEMA1	Tehdas	7
	ASEMA2-		ASEMA2	Tehdas	7

Kuva 14. Tuotavan taulukon määrittäminen

Kuvassa 15 linkitettävien tietojen otsikot ja tekstinä keltaisella värillä korostettujen rivien tarkoitus, eli rivit ovat kohteen taulun pakollisia täytettäviä rivejä. Ensimmäinen lähdesarake tarkoittaa Excel-taulukossa olevan sarakkeen tunnusta, kuten esimerkiksi kuvassa 14 "D" ja jälkimmäinen kyseisen sarakkeen otsaketta, mikäli sellainen on määritetty, esimerkin tapauksessa "Sähköpositio".

Linkitys (keltaiset pakollisia)

Kohde taulu	Kohdesarake	Lähdesarake	Lähdesarake
-------------	-------------	-------------	-------------

Kuva 15. Linkitys näkymän otsikot ja korostus

Sarakkeet on hyvä nimetä yksilöivästi, sillä tietoja tietokantaan tuotaessa ja tietokannasta vietäessä tiedot saattavat kirjautua väärin, vaikka Excel-taulukon sarakkeen tunnus olisi määritetty oikein.

5.2.1 Sijainnit

Sijainnit tuodaan Excel-taulukolla. Kuvassa 16 olevilla tiedoilla voidaan tuoda sijainnit tietokantaan.

Sijainnit	Kokonaisuus
Sijainnit	Sähköpositio
Sijainnit	Sijainti
Sijainnit	Sijaintityyppi
Sijainnit	Asiakassijainti
Sijainnit	Kuvaus
Sijainnit	Hierarkiasidos
Sijainnit	Sijainti kone
Sijainnit	Sijainti X
Sijainnit	Sijainti Y
Sijainnit	Sijainti Z
Sijainnit	Vara 1
Sijainnit	Vara 2
Sijainnit	Järjestys
Sijainnit	Poistettava
Sijainnit	Autom. poisto sallittu
Sijainnit	Lisätiedot

Kuva 16. Sijainnit linkitys tietokantaan

Sijainti on kokonaisuus, sähköpositio tai niiden yhdistelmä, jolle on mahdollista lisätä sijaintityyppi numeroilla, siten että sijaintityyppi 1 on keskus, 2 on kenttäkotelo ja 3 on kenttä. Sijaintityyppinä on kahdeksan erilaista.

5.2.2 Piirit

Kuvassa 17 piirin koodi ja numero ovat pakollisia tietoja, kun piirit halutaan määrittellä tietokantaan. Pohjakuvat ovat tarpeellisia tietoja täyttää, jos tietokannasta halutaan generoida piirejä pohjakuvien mukaan ja piirille voidaan generoida enintään kymmenen piirikaaviota pohjakuvien mukaan.

Piirit	Piirin koodi
Piirit	Piirin numero
Piirit	Piirin kuvaus
Piirit	Piirin kuvaus 2
Piirit	Asiakkaan piirinimi
Piirit	Hierarkiasidos
Piirit	Vara 1
Piirit	Vara 2
Piirit	Järjestys
Piirit	Piirin tyyppi
Piirit	Poistettava
Piirit	Autom. poisto sallittu
Piirit	Pohjakuva1
Piirit	Pohjakuva2
Piirit	Pohjakuva3
Piirit	Pohjakuva4
Piirit	Pohjakuva5
Piirit	Pohjakuva6
Piirit	Pohjakuva7
Piirit	Pohjakuva8
Piirit	Pohjakuva9
Piirit	Pohjakuva10
Piirit	Lisätiedot

Kuva 17. Piirit

Piiritiedot tarvitaan etenkin piirikaavioiden generointiin tietokannasta.

5.2.3 Hierarkiat

Sijainneille sekä piireille on mahdollista luoda hierarkiat, joilla pystytään jakamaan suunnitteluohjelman käytettävyyden vuoksi niitä erilleen toisistaan.

Kuvassa 18 hierarkioilla on useita pakollisia kenttiä, mutta alemman hierarkian tunnusta ei ole pakollista täyttää toisin kuin ylemmän hierarkian.

Hierarkiasidokset	Prosessit
Prosessit	Prosessi
Prosessit	Prosessin kuvaus
Prosessit	Vara 1
Prosessit	Vara 2
Prosessit	Järjestys
Hierarkiasidokset	Jaokset
Jaokset	Jaos
Jaokset	Jaoksen kuvaus
Jaokset	Vara 1
Jaokset	Vara 2
Jaokset	Järjestys
Hierarkiasidokset	Alajaokset
Alajaokset	Alajaos
Alajaokset	Alajaoksen kuvaus
Alajaokset	Vara 1
Alajaokset	Vara 2
Alajaokset	Järjestys

Kuva 18. Hierarkiat tietokantaan

Hierarkioissa alajaoksen on aina liityttävä jaokseen, jonka on liityttävä prosessiin, mutta jaoksella ei tarvitse olla yhtäkään alajaosta tai prosessilla yhtäkään jaosta.

5.2.4 Laitteet

Kuvassa 19 laitteiden mahdollisia tietoja, piirikaavioita generoitaessa laitteen järjestysnumero on vaadittu, mikäli piirin tietoja lähdetään generoimaan siitä edespäin. Lisäominaisuuksina laitteen koko, tyyppi ja muoto keskuslayout-kuvien suunnittelua varten. Riviliitinrimat on mahdollista tuoda laitteina.

Laitteet	Tunnus
Laitteet	Kokotunnus
Laitteet	Asiakastunnus
Laitteet	Laitetyyppi
Laitteet	Suunnittelualue
Laitteet	Laiteteksti 1
Laitteet	Laiteteksti 2
Laitteet	Laiteteksti 3
Laitteet	Laiteteksti 4
Laitteet	Laitteen kuvaus
Laitteet	Vara 1
Laitteet	Vara 2
Laitteet	Poistettava
Laitteet	Autom. poisto sallittu
Laitteet	Järjestys
Laitteet	X-Koko
Laitteet	Y-Koko
Laitteet	Z-Koko
Laitteet	Korko
Laitteet	Muoto

Kuva 19. Laitteet

Kuvassa 20 laitteen lisätiedoista esimerkkejä, kuten IP-luokka, jännite ja sähkönumero.

Lisätiedot	IP-luokka
Lisätiedot	Jännite
Lisätiedot	Muuntosuhde
Lisätiedot	Pyörimisnopeus
Lisätiedot	Sähköinen tieto 1
Lisätiedot	Sähköinen tieto 2
Lisätiedot	Sähköinen tieto 3
Lisätiedot	Taajuus
Lisätiedot	Teho
Lisätiedot	Tekniset tiedot 1
Lisätiedot	Tekniset tiedot 2
Lisätiedot	Tekniset tiedot 3
Lisätiedot	Tekniset tiedot 4
Lisätiedot	Vaihe
Lisätiedot	Virta
Lisätiedot	Sähkönumero
Lisätiedot	Tyyppi
Lisätiedot	Valmistaja

Kuva 20. Laitteen lisätiedot

Laitteen lisätiedot tietokannassa ovat hyödyllisiä esimerkiksi silloin, kun halutaan selvittää tietyn alueen laitteiden IP-luokkia.

5.2.5 Kaapelit

Kaapelit tuodaan Excel-taulukolla tuontimäärittelyjen mukaisesti ja pakollisia tietoja ovat tunnus sekä nimike tai ne voidaan lisätä projektiin suunnitteluohjelmistolla yksi kerrallaan. Tuotaessa kaapelia projektin tietokantaan, on sen oltava määritettynä kaapelitietokannassa valmiiksi.

Kuvassa 21 kaapeleita tuotaessa niillä ei olisi keltaisella korostettua pakollisia tietoja, mutta tietoja tuotaessa tietokantaan selvisi, että nimike on pakollinen tieto.

▲ Laitteet	Kaapeli
Kaapeli	Tunnus
Kaapeli	Asiakastunnus
Kaapeli	Pituus
Kaapeli	Laji
Kaapeli	Huomautus
Kaapeli	Nimike
Kaapeli	Tyyppi
Kaapeli	Toimittaja
Kaapeli	Asentaja
Kaapeli	Jännite
Kaapeli	Kaapelin kuvaus
Kaapeli	Vara 1
Kaapeli	Vara 2
Kaapeli	Osaluetteloon
Kaapeli	Alihankinta
Kaapeli	Varaosa
Kaapeli	Poistettu
Kaapeli	Autom. poisto sallittu
Kaapeli	Mistä
Kaapeli	Mihin

Kuva 21. Kaapelit

Nimike on tuotetietokannoissa kaapelin tunnistava tekijä, kuten vaikkapa ohjelman mukana tulevassa vakiotietokannassa kaapeli nimikkeellä L262943 tarkoittaa JAMAK 12x(2 + 1)x0.5 instrumentointikaapelia. Nimike on vapaavalintainen, mutta sen olisi hyvä olla jotenkin kaapelityypin tunnistamiseen liittyvä, esimerkkinä vakiotietokannassa usein valmistajan tuotenumero tai Sähkönumerot-palvelun numerotunniste.

Tietokannassa kaapelin tiedoissa on johdinten lukumäärä, niiden väri ja/tai kirjaintunnisteet, halkaisija, paino, jännitteenkesto, suojajohdinten tiedot ja muuta lisätietoa, kuten Sähkönumerot-palvelun numerotunniste.

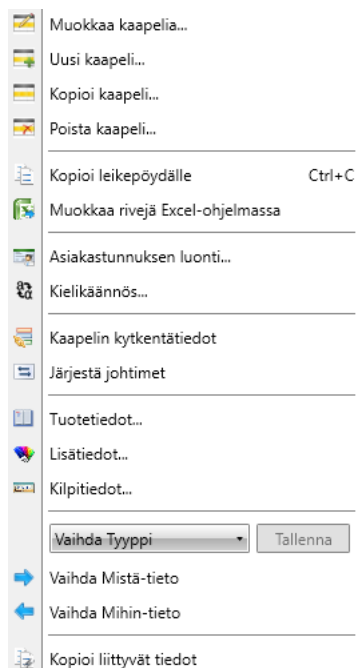
Kaapelin johdinindeksi määrittää kaapelin johtimien määrän, kun taas johdinnumero kertoo johtimen kuuluvan samaan pariin ja niiden pari esimerkiksi kuvan 22 kaapelissa.

Nimike	Sähkönumero	Laji, suomi	Kaapelin tyyppi	Valmistaja	Halkaisija	Paino	Parikaapeli	Tekniset tiedot
L262943	0264262	Instrumentointikaapeli	JAMAK 12x(2+1)x0,5	Draka	15	280	<input checked="" type="checkbox"/>	50/75 V
Nimike	Kaapelin johdinindeksi	Johdinnumero	Poikkipinta-ala	Materiaali	Signaalityyppi	Väri-indeksi	Väri, suomi	Väri, englanti
L262943	1	1	0,5	CuSn	SIG	Sininen	si	bu
L262943	2	1	0,5	CuSn	SIG	Punainen	pu	rd
L262943	3	1	0,5	CuSn/Al	PSH	Ei väriä		
L262943	4	2	0,5	CuSn	SIG	Sininen	si	bu
L262943	5	2	0,5	CuSn	SIG	Punainen	pu	rd
L262943	6	2	0,5	CuSn/Al	PSH	Ei väriä		

Kuva 22. Suunnitteluohjelman vakiotietokannan kaapeli

Kuvassa 22 näkyy suunnitteluohjelman vakiotietokannassa oleva valmiiksi määritetty kaapeli. Värien tunnuksina tulee käyttää standardin SFS 5418 mukaisia kaksikirjaimisia tunnuksia ja ne näkyvät esimerkiksi piirikaavioissa, kun kaapelin johdotus on määritetty. Standardi SFS 5418 värien kirjaintunnuksista sähkötekniikassa käytettävissä selosteissa, piirustuksissa ja merkinnöissä ei suosittele pienten kirjaimien käyttöä kirjaintunnuksissa. Suomeksi värien kirjaintunnukset liitteessä 1.

Kuvassa 23 näkyy tietokannassa olevalle kaapelille mahdolliset tehtävät operaatiot.



Kuva 23. Kaapelin käsittely tietokannassa

Kuvassa 24 näkyy tietokannassa olevan kaapelin johtimien kytkentätyökalu, jolla etenkin tietokantapohjaisessa suunnittelussa on kaapelit kytkettävä.

Esintymät	Mistä	Mistä Laite	Mistä Liitin	Mistä Signaali	Numero	Väri	Signaalityyppi	Mihin	Mihin Laite	Mihin liitin	Mihin Signaali
	-X1-1	X1	1		1	Sininen	PE	-X2-1	X2	1	
	-X1-2	X1	2		2	Ruskea	SIG	-X2-2	X2	2	
	-X1-3	X1	3		3	Musta	SIG	-X2-3	X2	3	
					4	Harmaa	SIG				
					5	Musta	SIG				

Kuva 24. Kaapelin johtimien kytkentätiedot

5.2.6 Tulot ja lähdöt

Tulot ja lähdöt, eli I/O, tuodaan kokonaan erillään sijainneista, laitteista ja kaapeleista.

Kuvassa 25 näkyvät I/O-kanaville tuotavat perustiedot. Kommenttikentässä oleva teksti rivitetään automaattisesti I/O-teksteihin 1-4, joten niitä ei tule käyttää samanaikaisesti.

IO_IO	IO_IO
I/O	Piiri
I/O	Sijainti
I/O	I/O Kortti
I/O	Kenttälaitte
I/O	Kanavan osoite
I/O	Tag-nimi
I/O	Syöttölaitte
I/O	Asema
I/O	Kanavanumero
I/O	Kenttälaitteosa
I/O	I/O-tyyppi
I/O	Jännite
I/O	Kommentti
I/O	I/O-teksti 1
I/O	I/O-teksti 2
I/O	I/O-teksti 3
I/O	I/O-teksti 4
I/O	Polariteetti
I/O	Signaalialue
I/O	Turvaryhmä
I/O	Vara 1
I/O	Vara 2
I/O	Järjestys
I/O	Lisätiedot

Kuva 25. I/O-tietojen linkitys tietokantaan

Valmiiksi määritettyjä I/O-kortteja tulee ohjelmiston vakiotietokannassa jonkin verran mukana, mutta niiden luominen omaan tietokantaan on tarpeellista.

Kuvassa 26 näkyy vakiotietokannassa olevan I/O-kortin määrittäminen. Oikein määritetyllä I/O-kortilla voidaan kanavien käyttötiedot listata ja tuoda tiedot piirikaavioihin näkyviin niin, että ne päivittyvät tietokannassa tehtyjen muutosten mukaisesti.

New/modify I/O -card

Type: 6ES7132-6BF00-0BA0 Item:

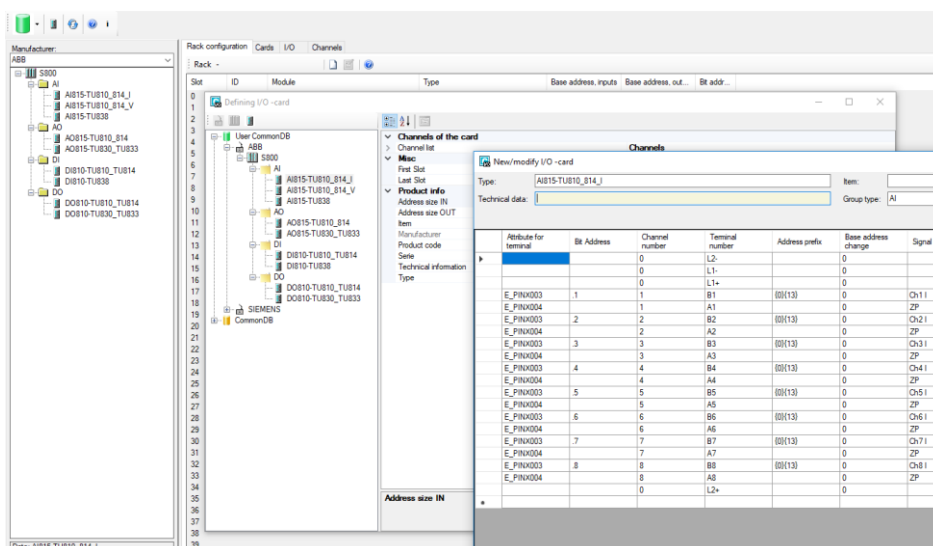
Technical data: DIGITAL OUTPUT MODULE 8X24VDC/0.5A + BASEUNIT BU15-P16+A10... Group type: DQ

	Attribute for terminal	Bit Address	Channel number	Terminal number	Address prefix	Base address change	Signal	Spare 1
▶	E_PINX001	0	1	1	Q	0	DQ0	Ch0
	E_PINX002		1	9	Q	0	M0	Ch0
	E_PINX003		1	A1		0	AUX1	
	E_PINX001	1	2	2	Q	0	DQ1	Ch1
	E_PINX002		2	10	Q	0	M1	Ch1
	E_PINX003		2	A2		0	AUX2	
	E_PINX001	2	3	3	Q	0	DQ2	Ch2
	E_PINX002		3	11	Q	0	M2	Ch2
	E_PINX003		3	A3		0	AUX3	
	E_PINX001	3	4	4	Q	0	DQ3	Ch3
	E_PINX002		4	12	Q	0	M3	Ch3
	E_PINX003		4	A4		0	AUX4	
	E_PINX001	4	5	5	Q	0	DQ4	Ch4
	E_PINX002		5	13	Q	0	M4	Ch4
	E_PINX003		5	A5		0	AUX5	
	E_PINX001	5	6	6	Q	0	DQ5	Ch5
	E_PINX002		6	14	Q	0	M5	Ch5
	E_PINX003		6	A6		0	AUX6	
	E_PINX001	6	7	7	Q	0	DQ6	Ch6
	E_PINX002		7	15	Q	0	M6	Ch6
	E_PINX003		7	A7		0	AUX7	
	E_PINX001	7	8	8	Q	0	DQ7	Ch7
	E_PINX002		8	16	Q	0	M7	Ch7
	E_PINX003		8	A8		0	AUX8	
	E_PINX002		1001	M		0	M	
	E_PINX001		1001	L+		0	DC24V	
	E_PINX001		2009	A9		0	AUX9	
	E_PINX001		2010	A10		0	AUX10	

*

Kuva 26. Vakiotietokannan I/O-kortti

Kuvassa 27 itse luotuja ABB S800-sarjan kortteja erilaisilla kokoonpanoilla. ABB S800-sarjan I/O-piste muodostuu moduulin päätteestä ja I/O-kortista ja se toimii esimerkkinä, kun I/O-kortin kanava ei kaikissa tapauksissa vastaa samaa terminaalia. Johdotus kytketään moduulin päätteen terminaaleihin, josta se ohjautuu haluttuun I/O-kortin kanavaan.



Kuva 27. ABB S800-sarjan I/O-piste

Esimerkinä toimiville ABB S800-sarjan analogisille tulokorteille on mahdollista tuoda joko jänniteohjaus tai virtaviesti, mutta ei samalle. (ABB 2015, 84.)

ABB S800-sarjan I/O-kortit asennetaan moduulipäätteisiin, joiden liittinumeroerot eroavat toisistaan. (ABB, 93-94.)

Jokaisesta esimerkkinä toimivasta I/O-kortista ja moduulipäätteestä on tehtävä kaksi versiota, koska CADS ei pysty käsittelemään identtisiä bitti-osoitteita samalla kortilla.

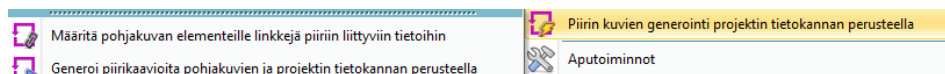
5.3 Dokumenttien generointi

5.3.1 Piirikaavioiden generointi tietokannan avulla

Piirikaavioiden generointi tietokannan avulla aloitetaan tarkistamalla tietokantaan tuotujen tietojen oikeellisuus. Seuraava vaihe on muuttaa kenttälaitteet tuotemalleiksi ja kytkeä kaapelien johtimet kuvassa 24 näkyvällä kytkentätyökalulla.

I/O-hallinta on tehtävä sille tarkoitetulla työkalulla, jotta I/O-tietokanta rakentuu suunnitteluohjelmiston vaatimalla tavalla.

Kuvassa 28 suunnitteluohjelmiston piirikaavio-sovelluksen toiminnoista valitaan toivottu operaatio, joka voi olla pohjakuvien linkkien määrittäminen tai ohjattu generointi tietokannan perusteella.



Kuva 28. Pohjakuvien määrittäminen

Kuvassa 29 näkyy linkitystyökalu, jolla pohjakuvan symboleille on mahdollista luoda piirikaavion generoinnin tarvitsemia linkkejä.

Piirin tiedon linkitys pohjakuvaan

Piirin tiedon linkitys
 Piirin laitteeseen liittyvän tiedon linkitys
 Piirin I/O:hon liittyvän tiedon linkitys

Laitteen tai I/O:n järjestysnumero: 1

Piirin tiedon voi linkittää piirirajaukseen, nimiöön tai piirin merkintään.

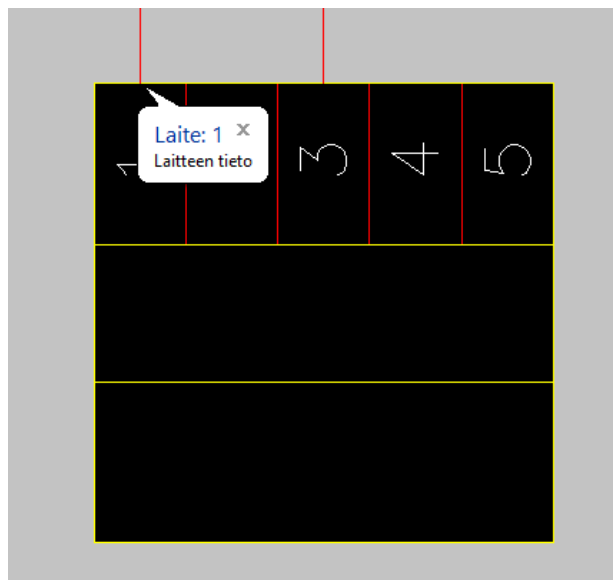
Piirin laitteen tiedon voi linkittää laitteen esiintymään, sijaintirajaukseen, nimiöön, laitekaapeliin ja laitekaapelin johtimiin.

I/O:n tiedon voi linkittää I/O-kanavan tai I/O-kortin esiintymään.

Kuva 29. Linkitystyökalun näkymä

Linkitystyökalun avulla pohjakuvassa näkyviin symboleihin linkitetään tietokannassa esiintyvien laitteiden ja I/O-pisteiden järjestysnumerot. Työkallulla on mahdollista myös poistaa aiemmin tehtyjä linkityksiä.

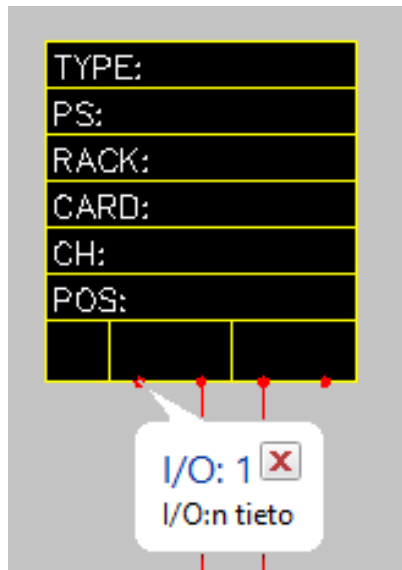
Kuvassa 30 pohjakuvaan määritetyn laitteen järjestysnumero. Tietokannassa laitteen järjestysnumeron on vastattava pohjakuvan linkityksen järjestysnumeroa.



Kuva 30. Laitteen linkityksen määrittäminen pohjakuvaan

Laitteen järjestysnumero on mahdollista lisätä useaan symboliin, kuten esimerkiksi laitteelle ja pohjakuvassa esiintyvään sijaintirajaukseen.

Kuvassa 31 piirin I/O-pisteet määritetään laitteista erikseen. I/O-kortit toimivat tietokannan muista laitteista erikseen, koska ne tarvitsevat kanavatiedot kullekin kortille.



Kuva 31. I/O-kortin linkityksen määrittäminen pohjakuvaan

Piirigenerointi etenee laitteelta viimeistä johtimista yhdistettyä laitetta kohti, siten että kaapelit ja niiden johtimet sekä linkitetyt laitteet päivitetään pohjakuvaan tietokannan mukaisiksi.

I/O:n tieto yhdistää tietokannassa olevan kortin tiedot I/O-kortin symbolille, mutta laitteesta poiketen vain I/O-laitteen tiedot päivitetään pohjakuvaan tietokannan mukaisiksi.

5.3.2 Piirikaavioiden generointi Excel-taulukon avulla

Excel-taulukon mukaan CADs ohjelmalla generoitujen kuvien luonti ja tietokannan täyttäminen tapahtuvat korvaamalla mallipohjina toimivista kuvista tietoja etsimällä ja korvaamalla.

Mallipohjassa korvattavaksi halutun kohteen tunnuksiksi kirjataan halutun piirin sarakkeen löytyvä tunnus \$-merkkien väliin. Samaan mallipohjaan voi tulla useita vastaavia symboleita, niin ne erotetaan saman piirin eri riveiksi hakusulkeilla, esimerkkinä mallipohjasta löytyvä merkkisarja voisi olla \$Tunnus[1]\$.

Hierarkian rakentaminen tietokantaan Excel-taulukoiden tietojen perusteella generoimalla ei mahdollista, tai se on rakennettava piireille ennen piirikaavioiden generointia.

Lisätiedot ovat hankala tai mahdoton tuoda tietokantaan, koska lisätiedot eivät ole näkyvissä generoitavassa kuvassa siten, että niitä voisi yhdistää tahdottuun kohtaan tietokannassa.

5.3.3 Muita generoitavia dokumentteja

Tietokannasta voidaan generoida suunnitteluohjelmalla erilaisia luette-
loita, joiden tyyppi on määritelty, mutta ulkonäkö ja sisältö ovat muokat-
tavissa mallipohjissa.

Erilaisia osaluetteloita:

- osaluettelo tunnuksittain
- laitteiden kilpiluettelo
- osaluettelo määrillä
- osaluettelo määrillä ja kuvauksella
- laitteiden määräluettelo tuotemalleittain

Osaluetteloita tarvitaan hankintoja tehdessä ja myöhemmin tuotteen elin-
kaarta varaosaluetteloina.

Kaapeleihin, johtimiin ja kytkentöihin liittyviä luetteloita:

- kaapeliluettelo
- kaapelityyppien määräluettelo
- kaapeleiden kytkentäluettelo
- kaapeleiden kytkentäluettelo sijainneittain
- kaapeleiden kilpiluettelo
- sisäisten johdinten luettelo
- johdinsarjojen kytkentäluettelo
- johdotusluettelo laitteittain
- riviliittimien kytkentäluettelo
- kaikki erilliset johdotukset

Kaapeliluetteloita tarvitaan hankintoja tehdessä ja kytkentöjä tehdessä
erilaiset kytkentäluettelot ovat asennuksessa tarpeellisia.

Piireihin liittyviä luetteloita:

- piiriluettelo
- piirien kilpiluettelo

I/O-tietoihin liittyviä luetteloita:

- I/O-luettelo
- I/O-kilpiluettelo
- I/O-korttiluettelo
- I/O-korttien kanavat

I/O-tietoihin liittyvät luettelot ovat automaatio suunnittelussa tarpeellisia
tietoja. I/O-korttiluetteloita tarvitaan hankinnoissa sekä varaosaluette-
loissa, koska I/O-kortit eivät muista laitteista poikkeavan käsittelyn vuoksi
ilmene laitteina.

Muita mahdollisia luetteloita:

- valaisinluettelo
- lämmitinluettelo
- tuotemallien määräluettelo
- ATK-pisteluetelo
- johtoteiden summalista
- dokumenttiluettelo
- sijaintiin liittyvät dokumentit

Muista tietokannasta generoitavista luetteloista etenkin dokumenttiluettelo on tarpeellinen luettelo, joka kokoaa projektiin liittyviä dokumentteja yhdeksi kokonaisuudeksi.

6 MALLIPOHJAT

Tietokanta-avusteisen suunnittelun hyötynä on mahdollisuus generoida dokumentteja mallipohjien avulla ja opinnäytetyön osana on varmistaa toiminnon käytettävyyden taso.

Opinnäytetyön osana valmistui neljä erilaista piirikaavion mallipohjaa yleisiin tilanteisiin, jossa automaatiojärjestelmästä viedään ja tuodaan tietoja. Mallipohjat noudattavat prosessitekniikkaan soveltuvia standardeja ulkoasultaan ja sisällöltään, sekä niiden sisältämän informaation pohjalta voidaan tietokannasta luoda standardit täyttävää dokumentaatiota.

6.1 Aktiivinen laite

Aktiivinen kenttälaitte tarvitsee toimiakseen tasavirtaisen tai vaihtovirtaisen apujännitteen. Aktiiviset kenttälaitteet vaativat erillisen jännitesyötön, jotta haluttu mittaus voidaan suorittaa tarkasti tai toiminnon suorittamiseksi on tarpeeksi energiaa. Mallikuva aktiivisen kenttälaitteen piirikaaviosta 230 VAC laitteella liitteessä 2.

6.2 Passiivinen laite

Passiivinen kenttälaitte ei tarvitse aktiivisen laitteen tapaista apujännitettä, vaan omavoimaiset laitteet ottavat tarvittavan energian esimerkiksi virtaviestistä. Passiiviset kenttälaitteet suorittavat mittaukset tai toiminnot pieneksi rajatuin resurssein. Mallikuva passiivisen kenttälaitteen piirikaaviosta liitteessä 3.

6.3 Kenttäkotelo

Kenttäkoteloita käytetään etenkin silloin, kun halutaan koota kenttälaitteiden signaalit yhteen keskitettyyn koteloon kentällä ja viedä monijohtimisella runkokaapelilla signaalit automaatiojärjestelmään, kenttälaittekohtaisten kaapelien sijaan. Kenttäkotelon sisältämiä pakollisia komponentteja ei ole määritetty, vaan se voi sisältää tarvittavia laitteita, kuten riviliitimiä, tehonsyöttölähteitä ja paineilmatarvikkeita kenttälaitteille. (Jormakka 2018, 47.)

Passiivisen kenttälaitteen ja venttiilien mallikuvat liitteissä 3-5 ovat tehty siten, että signaalit kulkevat kenttäkotelon kautta.

6.4 Toimilaitteelliset säätöventtiilit

Toimilaitteellisen säätöventtiin käyttöön tarvitaan kaksi I/O-pistettä, analogisen tulo- ja analogisen lähdön. Analoginen tulo, eli AI, tarvitaan venttiin asentotietoa varten. Analoginen lähtö, eli AO, tarvitaan toimilaitteen ohjaukseen. Mallikuva säätöventtiin piirikaaviosta liitteessä 4.

6.5 Toimilaitteelliset suuntaventtiilit

Suuntaventtiili toimii kuten säätöventtiili, mutta sillä on vain ennalta määritellyt asennot. 2/2-venttiili on kaksiasentoinen suuntaventtiili, jossa toinen asento sallii virtauksen ja toinen asento sulkee virtauksen. (Paavilainen 2009, 34-35.)

I/O-pisteitä sulkuventtiilillä on vähintään kolme, joista kaksi ovat digitaalisia tuloja ja yksi digitaalinen lähtö. Digitaaliset tulot, eli DI, kertovat venttiin sijainnin auki- tai sulkurajalla. Digitaalinen lähtö, eli DO, ohjaa toimilaitteella venttiin tilan muutosta. Liitteessä 5 mallikuva 2/2-venttiin ohjauksen piirikaaviosta.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Työn tavoitteena oli selvittää tietokanta-avusteisen suunnittelutyön käyttöönottoa CADS-suunnitteluohjelmalla ja tarvittavia menetelmiä. Työn tuloksena selvisi, että tietokanta-avusteisesti on mahdollista tehdä suunnittelutyötä, mutta ohjelmiston tehokas hyödyntäminen vaatii vielä hieman lisää työtä ja muutoksia työskentelytapoihin.

Suunnittelutyössä eniten muutoksia tietokanta-avusteisesti työskennellessä verrattuna tavanomaiseen suunnitteluun tulee silloin, kun tuotteen esiintymää ei määritetä yksilöivästi, vaan ne ovat käsiteltävä linkiksi tietokantaan. Tuotteiden tietojen linkitys tietokantaan mahdollistaa tiedon

eheyden varmistamisen, jolloin kaikki esiintymät ja niihin liittyvät tiedot päivittyvät samanaikaisesti.

Työssä käsitellyillä menetelmillä voi lähestyä tietokanta-avusteista suunnittelua ja sen tarpeita. Tietokannan tiedonkäsittelyn tarpeiden vuoksi sen käyttöönotto suunnittelutyön avuksi on aluksi varsin raskas prosessi. Suosituksena on aloittaa tietokanta-avusteinen suunnitteluprojekti toisen projektin ohessa, kun käytettävissä on tarpeeksi tarvittavia pohjakuvia sekä tuotteille mallitietoa tietokannan tarvitsemien liitântöjen tekemiseksi.

Tulevaisuuden mahdollisuuksina on tarjota suunnittelua ja dokumenttien hallintaa yhtenäisenä palveluna. Dokumenttien hallinta suunnittelutyön näkökulmasta mahdollistaa tehokkaan työskentelyn ja ylläpidon, sitä paremmin, mitä enemmän tietoa on saatavilla.

Loppusanoina tietokantojen ja niiden hyödyntäminen kaikessa suunnittelutyöskentelyssä tulee olemaan tulevaisuudessa vaikeaa välttää. Saatavilla olevan tiedon määrän kasvaessa, sen eheyden ja saatavuuden varmistaminen tulee olemaan suuri haaste. Lisää tarpeita tietokantojen käyttöön ja niiden tehostaman tiedonkäsittelyyn luo projektien aikatauluihin ja lähtötietoihin liittyvät haasteet. Sähkö- ja instrumentointisuunnittelun alussa projektissa käytettävät laitteet saattavat olla tuntemattomia ja niiden sijaan on käytettävä mallilaitteita, jotka voi myöhemmin laitetietojen täsmentyessä vaihtaa kaikki tiedot päivittäen oikeaksi.

LÄHTEET

ABB (2015). S800 I/O. Modules and Termination Units. Haettu 6.11.2018 osoitteesta <https://new.abb.com/control-systems/fi/system-800xa/ha-jautettu-800xa-ohjausjarjestelma/laitteistot/s800-i-o>

Hovi, A. Huotari, J. Lahdenmäki, T. (2005). *Tietokantojen suunnittelu & indeksointi*. Jyväskylä: Docendo Finland Oy.

Jormakka, T. (2018). *Instrumenttisähkösuunnittelun harjoitusympäristön suunnittelu ja toteutus*. Opinnäytetyö. Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Haettu 11.2.2019 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2018052810686>

Kymdata (2018). Lisää tehokkuutta CADs Electriciin SQL Server -tietokantaratkaisulla. Haettu 27.1.2019 osoitteesta <http://www.cads.fi/index.php/ajankohtaista/uutiset/lisaa-tehokkuutta-cads-electriciin-sql-server-tietokantaratkaisulla>

Kymdata (n.d.a). Miksi CADs?. Haettu 15.1.2019 osoitteesta <http://www.cads.fi/index.php/miksi-cads>

Kymdata (n.d.b). CADs Electric. Haettu 15.1.2019 osoitteesta <http://www.cads.fi/ohjelmistot/cads-electric>

Metropolia (2014). Tehdastestit ja kelpuus. Haettu 12.2.2019 osoitteesta <https://wiki.metropolia.fi/display/alykas/Tehdastestit+ja+kelpuus>

Paavilainen, H. (2009). *Hydrauliikka 1*. Metropolia ammattikorkeakoulu. Haettu 11.2.2019 osoitteesta <https://wiki.metropolia.fi/display/koneautomaatio/Luentomoniste>

Rejlers (n.d.a). Media. Haettu 15.1.2019 osoitteesta <https://www.rejlers.fi/Yritys/Media/>

Rejlers (n.d.b). Ympäristö ja laatu. Haettu 15.1.2019 osoitteesta <https://www.rejlers.fi/Yritys/Ymparisto-ja-laatu/>

Ruuska, K. (2007). *Pidä projekti hallinnassa*. 6., tarkistettu painos. Helsinki: Talentum Media Oy.

SFS 5418 (1987). Värien kirjaintunnukset. SFS Online. Haettu 15.1.2019 osoitteesta <https://online.sfs.fi>

SFS-EN 61082-1 (2015). Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Osa 1: Säännöt. SFS Online. Haettu 15.1.2019 osoitteesta <https://online.sfs.fi>

SFS-EN 61355-1 (2008). Laitosten, järjestelmien ja tuotteiden dokumentaation luokittelu ja tunnukset. Osa 1: Säännöt ja luokittelutaulukot. SFS Online. Haettu 15.1.2019 osoitteesta <https://online.sfs.fi>

SFS-EN 62708 (2016). Prosessiteollisuuden sähkö- ja automaatioprojek-teissa käytettävät dokumenttilajit. SFS Online. Haettu 15.1.2019 osoitteesta <https://online.sfs.fi>

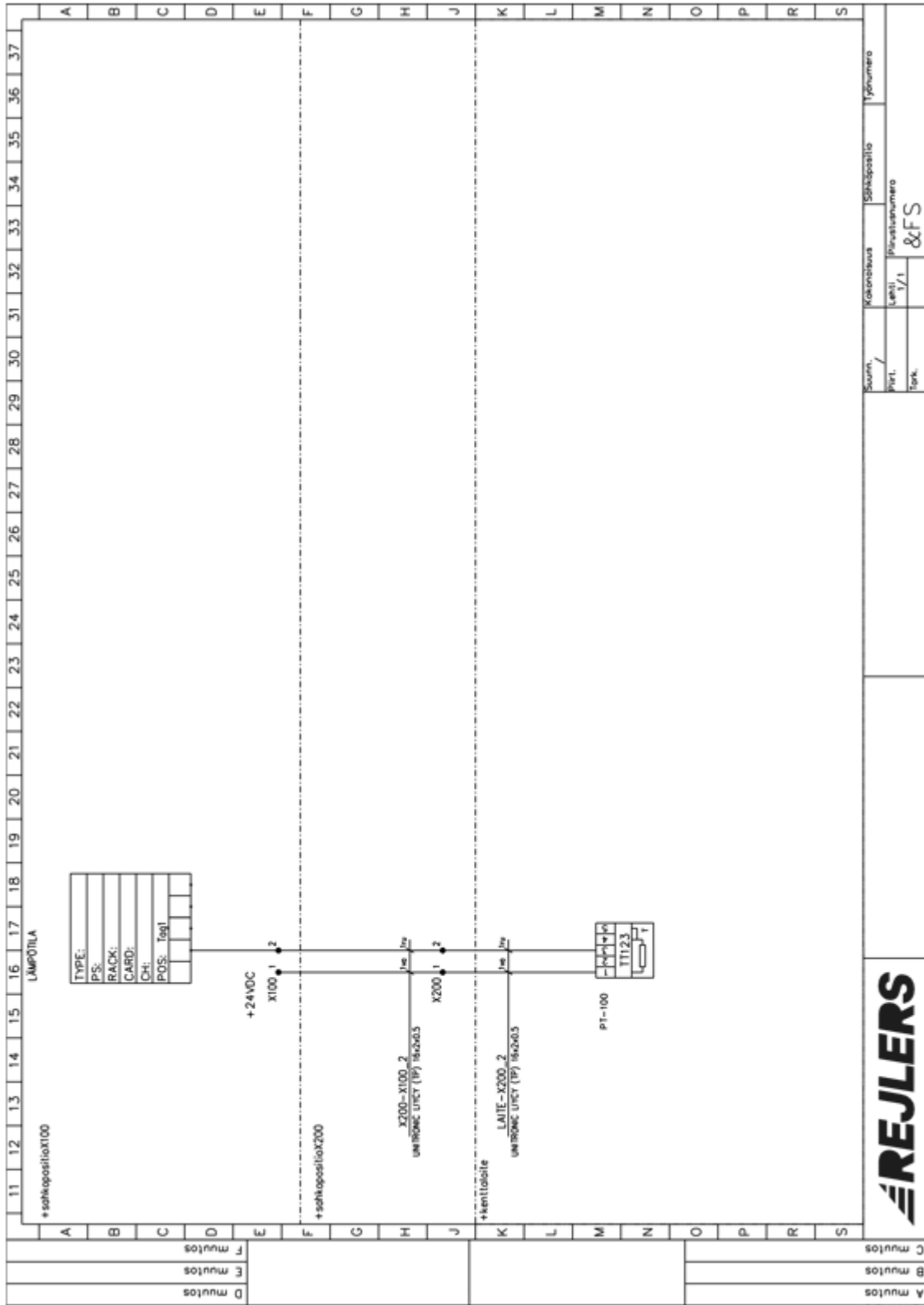
Techtarget (2017). Microsoft SQL Server. Haettu 16.1.2019 osoitteesta <https://searchsqlserver.techtarget.com/definition/SQL-Server>

STANDARDIN SFS 5418 VÄRITUNNUKSET

Saman rakenneosan väriyhdistelmien tunnuksot muodostetaan sijoittamalla värien kirjaintunnuksot peräkkäin taulukon järjestyksessä. Esimerkki kaksivärinen punainen ja sininen osa: PUSI

- musta MU
- ruskea RU
- punainen PU
- oranssi OR
- keltainen KE
- vihreä VI
- sininen ja vaaleansininen SI
- violetti ja purppura VT
- harmaa ja savenharmaa HA
- valkoinen VA
- vaaleanpunainen VP
- kulta KU
- turkoosi TU
- hopea HO
- kelta-vihreä KEVI

PASSIIVINEN KENTTÄLAITE



TOIMILAITTEELLINEN SÄÄTÖVENTTIILI

