



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JONNA LAMMI

AVEVA Diagrams -ohjelmalla tehtävien älykkäiden simulointikaavioiden pilotointiprosessi

KONETEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA
2024

TIIVISTELMÄ

Lammi Jonna: AVEVA Diagrams -ohjelmalla tehtävien älykkäiden simulointikaavioiden pilotointiprosessi

Opinnäytetyö, AMK

Konetekniikka

Syyskuu, 2024

Sivumäärä: 61

Opinnäytetyön tavoitteena oli automatisoida simulointikaavioiden päivitysprosessi älykkäiden virtauskaavioiden avulla. Alkuperäiset simulointikaaviot oli väritetty manuaalisesti PDF-kuvien päälle. Älykkäässä prosessissa simulointikaavio väritettiin AVEVA Diagrams- ja AVEVA Engineering -ohjelmien avulla automaattisesti. Manuaalinen työ korvattiin automaattisella päivitysprosessilla, joten tulevaisuudessa säästetään aikaa. Koska väritykset oli tehty usean piirtäjän voimin, väritystavoissa oli eroavaisuuksia. Tavoitteena oli yhtenäistää väritystavat simulointikaavioiden tulkitsemisen selkeyttämiseksi.

Työssä käsitellään yleisesti teoriaa Olkiluodon kaikista ydinvoimalaitoksista, virtauskaavioista, nimeämisestä, versionhallinnasta sekä simulaattorista. Pääpaino työssä on AVEVA Diagrams -ohjelman sääntöjen kirjoittamisessa ja valmiiden simulointikaavioiden tuottamisessa. Toiminnallinen osuus alkoi lähtötietojen selvitystyöllä, jossa tarkasteltiin prosessin piirissä olevien simulointikaavioiden määrää ja väritystapaa. Simulointikaavioille tehtiin seurantataulukko, jonka avulla voi seurata päivitettyjen simulointikaavioiden määrää ja versioita. Tähän pilotointiprosessiin valittiin monipuolisesti erilaisia simulointikaavioita, koska simulointikaavioiden määrän vuoksi kaikkia ei voitu päivittää kerralla. Kun lähtötiedot olivat selkeät, aloitettiin sääntöjen koodaaminen AVEVA Diagrams -ohjelmaan. Säännöt koodattiin iteroimalla, jolloin toimiviin sääntöihin päästiin kokeilemalla eri koodilauseita. Simulointikaavion attribuuttilistauksesta määriteltiin elementille haluttu väri, jolloin ohjelma osasi laadittujen sääntöjen avulla muuttaa elementin väriä. Kun kaikki halutut elementit oli määritelty, säännöt voitiin ajaa läpi, jolloin simulointikaavio värittyi valmiiksi. Automatisoinnin avulla saatiin yhtenäistettyä väritystyyliä simulointikaavioille. Lisäksi automaattinen väritysprosessi tulee nopeuttamaan simulointikaavioiden värittämistä. Väritystiedot kirjattiin myös AVEVA Engineering -ohjelmaan, jonka tietokannasta voidaan hallita väritystietoja listamaisesti. Väritystietoja voi siirtää ohjelmien välillä, jolloin saadaan väritettyä simulointikaaviot myös AVEVA Engineering -ohjelman väritystietojen perusteella. Lopuksi pilotointiprosessin piirissä olleet valmiit simulointikaaviot nimettiin ja niille suunniteltiin versionhallinta.

Avainsanat: Virtauskaavio, Simulointikaavio, Ohjelmointi, AVEVA Diagrams, Ydinvoimalaitos

ABSTRACT

Lammi Jonna: Pilot process for intelligent simulation diagrams produced using AVEVA Diagrams software
Bachelor's thesis
Mechanical engineering
September 2024
Number of pages: 61

The goal of this thesis was to automate the updating process of simulation diagrams using intelligent P&IDs. The original simulation diagrams were colored manually on top of PDF images. In the intelligent process, the simulation diagram was automatically colored using the interoperability of the AVEVA Diagrams software and the AVEVA Engineering software. The replacement of manual work with an automated process is expected to save time in the future. Since the coloring was carried out manually using multiple plotters, there were differences in the coloring methods. The aim was to standardize the coloring methods to facilitate more explicit interpretation of the simulation diagrams.

The thesis addresses on a general level the theory of all the Olkiluoto nuclear power plants, P&ID's, naming conventions, version control, and the simulator. The main focus of the work is on writing rules for the AVEVA Diagrams software and producing ready-made simulation diagrams. The functional part of the work was began gathering input information, examining the count of simulation diagrams in the process and their coloring methods. A tracking table was created for the simulation diagrams to enable the monitoring of the number and versions of updated simulation diagrams. A range of different simulation diagrams was selected for this pilot process, as due to the large quantity if the diagrams, it was not possible to update all of them at. Once the input information was clear, the rules were coded into the AVEVA Diagrams software. The rules were coded iteratively, reaching functional rules by testing different code statements. The desired color for an element was defined from the attribute listing of the simulation diagram, allowing the program to change the color of the element according to the formulated rules. When all the desired elements had been defined, the rules could be executed, resulting in a fully colored simulation diagram. The coloring data were also recorded in the AVEVA Engineering software. The database of which makes it possible to manage coloring data in a list format. The coloring data can be transferred between the programs, allowing simulation diagrams to be colored based on data from the AVEVA Engineering software. Finally, the completed simulation diagrams involved in the pilot process were named and version control was planned. The completed automatic coloring process speeds up the coloring of P&ID's and the automation helped to standardize the coloring style of the simulation diagrams.

Keywords: P&ID, simulation diagram, programming, AVEVA Diagrams, nuclear power plant

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 KOHDEYRITYS	9
2.1 Teollisuuden Voima Oyj.....	9
2.2 Ydinvoimalaitokset OL1 ja OL2	9
2.3 Ydinvoimalaitos OL3.....	10
2.4 Ydinjätehuolto ja loppusijoitus	11
3 TIETOPERUSTA/ TEORIA	12
3.1 Prosessin automatisointi.....	12
3.2 Virtauskaavio.....	12
3.3 Dokumenttien nimeäminen TVO:lla	13
3.4 Koulutussimulaattori ja simuloinnit	13
3.5 KKS-tunnistusjärjestelmä	14
3.6 Revision- ja versionhallinta.....	14
3.7 Teoriaa sääntöjen luonnista	15
3.8 Iterointi.....	16
4 OHJELMAT	17
4.1 AVEVA-tuoteperhe	17
4.2 AVEVA Diagrams -ohjelma	18
4.3 AVEVA Engineering -ohjelma.....	18
4.4 Microsoft Excel -ohjelma	19
5 ALKUVALMISTELUT	20
5.1 Lähtödata	20
5.2 Simulointivärit	21
5.3 Microsoft Excel -simulointiseurantataulukko.....	21
5.4 Seurantataulukon täyttäminen	22
5.5 Tietojen tuonti toisesta Excel-taulukosta	23
5.6 Puuttuvat revisiotiedot	25
6 SÄÄNTÖJEN LUONTI	27
6.1 Säännöt ja koodaus.....	27
6.2 Sääntöjen tuottamisen alkuvalmistelut	27
6.3 Valmiit säännöt.....	29
6.4 KKS-tunnus sääntöjen luomisessa	34
6.5 AVEVA Engineering -ohjelman simulointikansio	35
6.6 Laitepaikkalistaus	36
7 VALMIIT SIMULOINTIKAAVIOT	39

7.1 Värityksen tausta.....	39
7.2 Symbolien luonti	39
7.3 Simulointikaavion väritys	43
7.4 KKS-tunnusten värityksen määrittäminen AVEVA Engineering -ohjelmasta AVEVA Diagrams -ohjelmaan	47
7.5 Simulointitekstit ja muut viitteet kaavioissa	48
7.6 Ongelmat värityksessä.....	49
7.7 Valmiiden kaavioiden nimeäminen	50
7.8 Valmiiden kaavioiden versionhallinta.....	51
7.9 Työn tulosten luotettavuus.....	53
8 YHTEENVETO.....	54
9 HYÖDYNNETTÄVYYS JA PALAUTE	55
10 KEHITYSIDEAT	56
LÄHTEET	57
LIITE 1: ISO/IEC 8859-1 STANDARDI	60
LIITE 2: SYMBOLIN LUONTI.....	61

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

KKS- Kraftwerk Kennzeichen System (Yksilöintijärjestelmä)

OL1- Olkiluodon 1 ydinvoimalaitos

OL2- Olkiluodon 2 ydinvoimalaitos

OL3- Olkiluodon 3 ydinvoimalaitos

PML- Programmable Macro Language (Ohjelmointikieli)

TIH - Käyttäjäraja- ja simulaattori -organisaatio

TVO- Teollisuuden Voima Oyj

YVL- Ydinturvallisuus ohje

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaajalla on meneillään projekti, jossa modernisoidaan virtauskaavioita nykyaikaisemmiksi. Projektissa tuotetaan ja käsitellään älykkäitä virtauskaavioita AVEVA Diagrams -ohjelmalla. Älykkääksi ohjelman tekee sen sisältämä runsas informaatio ohjelman tietokannassa. Älykkäissä virtauskaavioissa on runsaasti ennalta määriteltyä yritykselle tarpeellista ja hyödyllistä tietoa tietokannassa.

Alkuperäiset simulointikaaviot on väritetty manuaalisesti PDF-tiedostoformaattissa olevien virtauskaavioiden päälle väriyksinä, jotka ilmoittavat linjojen ja prosessikomponenttien tiedot. Linjoille ja prosessikomponenteille on määritetty tietyt värit, jotka kertovat simulointikaavioissa ne kohdat, jotka on simuloitu. Väritetyt virtauskaaviot ovat simulointikaavioita.

Tavoitteena on tehdä Käyttäjärajapinta- ja simulaattorit -organisaatiolle simulointikaavioita automatisoidun väritysprosessin avulla. AVEVA Diagrams -ohjelmaan pitää koodata säännöt, jotta väritysprosessi olisi automatisoitu. Tarkoituksena ei ole keskittyä koulutussimulaattorin toimintaan tai tehdä alusta alkaen AVEVA Diagrams -ohjelman käyttöohjetta.

Teoriassa kerrotaan virtauskaavioista, nimeämisestä, revisioista ja versionhallinnasta, sekä käydään läpi olennaisia käsitteitä opinnäytetyön kannalta. Työn kannalta tarvittavat lähtötiedot kerätään haastattelemalla tarvittavia asiantuntijoita. Työ aloitetaan sääntöjen luomisella, jossa apuna käytetään iterointimenetelmää. Iteroinnin avulla sääntöjä tuotetaan ja kehitetään, kunnes haluttu tulos on saavutettu. Tuloksena syntyy valmiita älykkäitä simulointikaavioita, jotka nimetään ja lisäksi niille suunnitellaan toimiva versionhallinta.

Opinnäytetyön tuloksesta hyöttyy eniten Käyttäjäraja- ja simulaattori -organisaatio, jolla on käytössä jatkuvasti ajan tasalla olevat väritetyt simulointikaaviot. Simulointikaavioiden päivittäminen on työläs ja aikaa vievä prosessi tarvisijoille manuaalisen väritystavan takia. Näin ollen prosessi on kannattavaa automatisoida AVEVA Diagrams -ohjelman avulla.

2 KOHDEYRITYS

2.1 Teollisuuden Voima Oyj

Vuonna 1969 perustettu Teollisuuden Voima Oyj on julkinen osakeyhtiö, joka valmistaa sähköä omistajayhtiöilleen. TVO:n toiminta pohjautuu Mankala-periaatteeseen, jossa kukin omistajayrityksistä vastaa yhtiön toiminnasta aiheutuneista kuluista oman osakemääränsä pohjalta. Osakkailla on velvollisuus ostaa sähköä tuotantohintaan, vaikka hinta olisi markkinahintaa korkeampi. (Kulmala, 2023, kappale 1–3.)

Omistajayhtiöitä ovat Pohjolan Voima Oyj, EPV Energia Oy, Fortum Power and Heat Oy, Kemira Oyj sekä Oy Mankala Ab. Teollisuuden Voima Oyj:lla on toimipiste Olkiluodossa, Helsingissä ja Porissa. Tällä hetkellä TVO:n konsernin alaisuudessa työskentelee n. 1000 henkilöä. TVO:n konserni koostuu neljästä yrityksestä, jotka ovat Teollisuuden Voima Oyj, Posiva Oy, TVO Nuclear Services Oy ja Posiva Solutions Oy. (Teollisuuden Voima Oyj, n.d.c.)

2.2 Ydinvoimalaitokset OL1 ja OL2

Olkiluodon alueelta löytyy kolme ydinvoimalaa. Ydinvoimalaitos on laitos, jossa on ydinreaktori, jonka avulla tuotetaan sähköä tai lämpöä. Ensimmäinen Olkiluodon ydinvoimaloista Ydinvoimalaitos OL1 kytkettiin valtakunnan verkkoon ensimmäistä kertaa helmikuussa 1978 ja ydinvoimalaitos OL2 kytkettiin tammikuussa 1980. Ydinvoimalaitokset OL1 ja OL2 ovat identtisiä laitoksia, joissa on kiehutusvesireaktori. Nettosähköteho kummassakin ydinvoimalaitoksessa on nykyään 890MWh. (TVO, n.d., s.4.a.)

Kiehutusvesireaktorissa kiehuva vesi höyrystyy reaktorin sisällä, minkä jälkeen höyry ohjataan korkeapaineturbiinille. Höyry luovuttaa osan energiastaan korkeapaineturbiinille. Sen jälkeen höyry siirretään välitulistimelle. Välitulistimella höyry tulistetaan ja ohjataan matalapaineturbiinille. Turbiinit pyörittävät generaattoria, josta valtakunnanverkon sähköenergia on lähtöisin. (TVO, n.d., s.5.)

2.3 Ydinvoimalaitos OL3

Ydinvoimalaitos OL3 kytkettiin valtakunnan sähköverkkoon maaliskuussa 2022. Se on EPR-tyyppinen painevesilaitos ja sen nettosähköteho on 1600MWh. OL3 ydinvoimalaitos tuottaa 14 % Suomen sähköenergiasta, mikä tarkoittaa esimerkiksi 5,2 miljoonan kerrostalon lämmitystä vuodessa. (Teollisuuden Voima Oyj, n.d.b.)

Ydinvoimalaitos OL3 on painevesilaitos, joka toimii siten, että paineistimella korkeasti paineistettu vesi kiertää primääripiirissä pääkiertopumppujen avulla. Paineistettu vesi luovuttaa lämmön sekundääripiirille höyrystimen sisällä. Luovutettava lämpö on peräisin reaktorista. Höyrystimen vesihöyry pyörittää turbiinia ja turbiini taas pyörittää generaattoria. Generaattori tuottaa sähköä valtakunnanverkkoon. (TVO, n.d., s.5.b.)

Painevesireaktorin ja kiehutusvesireaktorin ero on se, että painevesireaktorissa jäähdytysvesi ei höyrysty reaktorissa. (Säteilyturvakeskus, n.d). Painevesireaktori on maailman yleisin reaktorityyppi ja niitä on melkein 70 % koko maailman reaktoreista. Kiehutusvesireaktori on toiseksi yleisin ja niiden osuus on n. 15 %. (World Nuclear Association, n.d.)

2.4 Ydinjätehuolto ja loppusijoitus

Ydinvoimaloiden lisäksi Olkiluodon alueelta löytyy myös voimalaitosjäteluola ja käytetyn polttoaineen välivarasto. Voimalaitosjäteluolan 60–100 metrin syvyydessä oleviin silloihin sijoitetaan matala- ja keskiaktiivisesti säteilevää jätettä, joka on peräisin Olkiluodon ydinvoimaloista, teollisuudesta ja terveydenhuollosta. (Teollisuuden Voima Oyj, n.d.d.)

Ydinvoimalaitosten OL1 ja OL2 reaktorialtaissa muutaman vuoden jäähtyneet polttoainesauvat siirretään käytetyn polttoaineen välivarastoon, jossa polttoainesauvat odottavat n. 40 vuotta loppusijoitusta. OL3 Ydinvoimalaitoksen polttoainesauvoja ei jäähdytetä reaktorialtaassa, vaan polttoainesauvat kuljetaan polttoaineen siirtokoneella erilliseen polttoainealtaaseen. Välivarastossa ollessaan polttoainesauvat ovat vesialtaissa, joissa vesi eristää polttoaineesta lähtevän radioaktiivisen säteilyn. (Teollisuuden Voima Oyj, n.d.d.)

Olkiluodon saarella sijaitsee myös Posiva Oy:n loppusijoituspaikka nimeltään Onkalo, jonka on tarkoitus olla käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituskohde. Loppusijoitus tarkoittaa pysyvää lopullista sijoitusta. Ydinpolttoaineita varastoidaan ensin 40 vuotta välivarastossa. Onkalon loppusijoitusalue on 400–430 metrin syvyydessä Olkiluodon kalliossa. (Posiva, n.d.)

3 TIETOPERUSTA/ TEORIA

3.1 Prosessin automatisointi

Manuaalista työtä korvataan jatkuvasti automaattisella työllä, jolloin kone tekee ihmisen työn, jolloin työ etenee tehokkaammin ja nopeammin. Lisäksi automatisointi tuottaa laadukkaampaa jälkeä ja vähentää virheiden riskiä. (Hartley, n.d.)

Monia työprosesseja on kannattavampaa automatisoida, mutta se ei tarkoita, että ihminen korvattaisiin kokonaan. Kone tarvitsee ihmisen ohjaamaan sitä säännöllisesti, eikä koneella ole ihmisen luovuutta tai päätöksentekotaitoja. Automatisoinnin tavoite on siis vain täydentää ihmistä. (Hirvonen, Stenhammar & Tuhkuri, 2022, s.5–6.)

3.2 Virtauskaavio

Virtauskaavio on 2D-piirros, jossa näkyy prosessin laitteet ja niiden väliset yhteydet. Virtauskaavio sisältää muun muassa instrumentoinnin sekä kaikki laitteet ja putkistot nimineen ja kokoineen. (HardHat Engineer, n.d.) Virtauskaavioita nimitetään yksilökohtaisilla tunnisteilla, jotta ne löydetään helpommin ja nopeammin tietokannasta. (TVO, 2021).

Virtauskaavioiden etu on se, että prosessista nähdään sen visuaalinen esitys. Virtauskaaviosta nähdään riittävät tiedot, joita tarvitaan prosessien eri vaiheissa. Virtauskaaviot on päivitettävä aina prosessin muuttuessa. (Wondershare EdrawMax, n.d.)

3.3 Dokumenttien nimeäminen TVO:lla

Dokumenttitunnus on yksilöllinen tunnus. Dokumenttien nimeämisessä on noudatettava ISO/IEC 8859-1 standardia, joka esitetään liitteessä 1. Dokumenttitunnuksia tehtäessä pitää ne hyväksyttää erikseen sovitulla tavalla. Teknisissä piirroksissa, kuten esimerkiksi virtauskaavioissa, pitää dokumenttitunnuksen ja revision näkyä jokaisella sivulla. (TVO, 2021.)

ISO/IEC 8859-1 standardi eli Latin-1 sisältää länsieurooppalaisten kielten aakkoset, numerot ja merkit. Ensimmäiset 128 merkkiä täsmäävät Yhdysvaltojen standardin kanssa. 128 merkin jälkeen loput merkeistä on aksentteihin liittyviä merkkejä, mikä mahdollistaa ISO/IEC 8859-1 standardin käytön kyrillisten aakkosten, heprean sekä arabian kielten kanssa. (University Information Technology services, 2023.)

3.4 Koulutussimulaattori ja simuloinnit

Olkiluodossa sijaitsee oma koulutuskeskus, jossa henkilöstölle annetaan työtehtävänsä tarvittavat koulutukset. Koulutuskeskuksessa on koulutussimulaattori, joka on mahdollisimman identtinen laitoksen valvomon kanssa. Koulutussimulaattori on tärkeä, koska sen avulla valvomohenkilökuntaa voidaan kouluttaa ydinvoimalaitoksen käyttöön sekä mahdollisiin häiriötilanteisiin ja kokeilla eri vikaantumisskenaarioita. (TVO, n.d., s.45.b.) YVL-vaatimusten mukaan koulutussimulaattori on pakollinen ja sen on oltava käytettävissä ohjaajien koulutusta varten. (YVL-vaatimukset 15.12.2019, kohta 342).

Laitostoimittaja on toimittanut TVO:lle dokumentit, joissa on simulointien väriytykset järjestelmittäin. Simulointiväriytykset lisätään manuaalisesti graafisella työkalulla alkuperäisten virtauskaavioiden PDF-tiedostoformaattien päälle, jotta virtauskaavioista saadaan simulointikaavioita. (Kantanen, 2024.)

3.5 KKS-tunnistusjärjestelmä

Ydinvoimalaitos OL3:lla on käytössä KKS-tunnistusjärjestelmä. KKS-tunnistusjärjestelmä auttaa tunnistamaan tietoja voimalaitoksesta.

KKS-tunnistusjärjestelmän lyhenne tulee sanoista Kraftwerk Kennzeichen System. KKS-tunnistusjärjestelmän käyttöhistoria alkaa 1970-luvun puolivälistä, josta se on kehittynyt maailmanlaajuiseksi ja menestyksekkääksi tunnistusjärjestelmäksi. (Vgbe energy, n.d.)

3.6 Revision- ja versionhallinta

Revisionhallinta tarkoittaa sitä, että prosessin osaa muutetaan ja syntyy uusi versio. Uusi versio ei aina korvaa vanhaa kokonaan, vaan ne voivat jäädä myös olemaan rinnakkain. Silloin uusi versio on variantti. Variantti voidaan muuttaa kokonaan uudeksi versioksi, jos vanhaa ei enää tarvita. (Peltonen, Martio & Sulonen, 2002, s.33.)

Uuden revision tulee olla sellainen, jonka muoto, toiminnot ja yhteensopivuus on oltava yhtäläinen aiemman revision kanssa. Esimerkiksi päävirtauskaavioon voidaan tehdä pieniä muutoksia ilman, että revisio muuttuu. Etukäteen on sovittava, mitkä ovat pieniä ja mitkä suuria muutoksia. Pieni muutos voi olla vaikka puuttuvan merkinnän, kuten koon, merkitseminen kaavioon. Suuri muutos taas voi olla venttiilin koon muuttuminen. (Peltonen, Martio & Sulonen, 2002, s.34.)

Uuden revision korvattaessa vanhan revision voidaan käyttää samaa dokumenttitunnusta, kunhan uusi revisio sopii yhteen vanhan revision osien kanssa. Uuden revision dokumenttitunnusta täytyy muuttaa, jos se ei korvaa vanhaa revisiota. (Peltonen, Martio & Sulonen, 2002, s.34.)

OL3:n virtauskaavioissa dokumenttien revision kirjaintunnukset kulkevat aakkosjärjestyksessä. Aakkosten loppuessa revisiotietoja jatketaan aakkosjärjestyksessä kirjainyhdistelmillä, kuten AA, AB, AC... (TVO, 2021).

Versionhallinta tarkoittaa sitä, että uusien versioiden lisäksi säilytetään myös edelliset versiot. Versionhallinta on tärkeää, jotta on tieto siitä, kuka on tehnyt mitä ja milloin. Lisäksi nähdään aina myös vanhemmat versiot ja pystytään tarvittaessa palaamaan aiempiin säilytettyihin versioihin tai verrata eri versioita keskenään. (Documentaal, n.d.)

3.7 Teoriaa sääntöjen luonnista

Sääntöjä varten täytyy luoda toimintaohje eli käskyt, joiden mukaan AVEVA Diagrams -ohjelma suorittaa halutun toiminnon ja värityssäännöt saadaan toimimaan. (AVEVA, n.d). Käskyjen täytyy olla täysin oikein kirjoitettuja, koska ohjelma lukee ne automaattisesti. Pienikin virhe, kuten välimerkki väärässä kohdassa, voi estää käskyn toimimisen. (Laaksonen, 2011.)

AVEVA Diagrams -ohjelmassa on kaksi eri vaihtoehtoa, joiden avulla voidaan tehdä sääntöjä "Shared Formatting Rules" ja "Consistency Rules". Värityssäännöt luodaan "Shared Formatting Rules" -otsikon alle. "Shared Formatting Rules" tarkoittaa muotoilusääntöjä, joka nimensä mukaisesti liittyy virtauskaavion elementtien muotoiluun. "Consistency Rules" liittyy virtauskaavioiden tarkastamiseen. (AVEVA, 2013.)

3.8 Iterointi

Säännöt luodaan iteroimalla, jossa tarkoitus on toistaa samoja työvaiheita siihen asti, kunnes tavoiteltu ratkaisu saavutetaan. Tavoiteltua ratkaisua testataan ja parannellaan useita kertoja. Iteroinnin avulla ei kuitenkaan aina saavuteta tavoiteltua lopputulosta vaan joskus lopetetaan kesken. Iteroinnin avulla voidaan mahdollisesti kokeilla uusia ideoita ja oppia virheistä. (Tilastokeskus, n.d.)

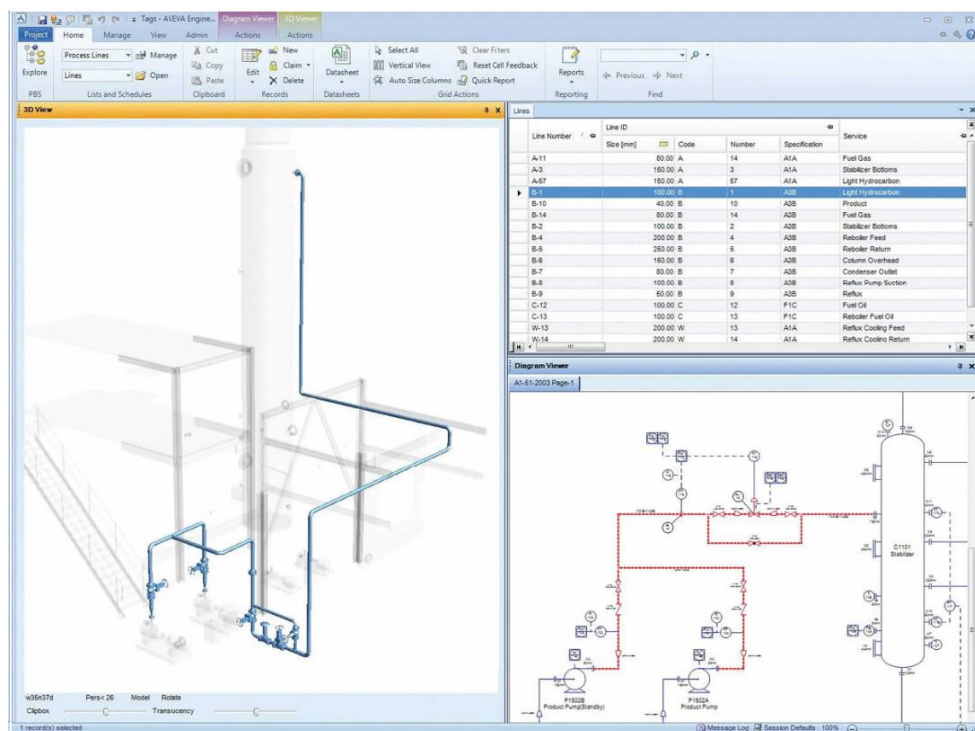
Iterointi tässä opinnäytetyössä tarkoittaa sitä, että kokeillaan, kuinka paljon ja millaisia käskyjä tarvitaan toimiviin sääntöihin. Toimivat säännöt ovat edellytys sille, että voidaan tehdä valmiita simulointikaavioita.

4 OHJELMAT

4.1 AVEVA-tuoteperhe

AVEVA-tuoteperheeseen kuuluu kolme ohjelmaa, joiden välillä tieto kulkee älykkäästi. AVEVA engineering -ohjelma on tarkoitettu datan hallintaan. AVEVA Diagrams -ohjelma on tarkoitettu virtauskaavioiden luontiin ja hallitsemiseen. AVEVA E3D -ohjelman avulla hallitaan ja luodaan 3D-malleja. (AVEVA, n.d.b ja c)

Yhdistelmän pitäisi näyttää saman kaltaiselta kuin kuvassa 1, kun prosessi on lisätty kaikkiin kolmeen AVEVA-tuoteperheen ohjelmaan. Samasta näkymästä voi tarkastella prosessin 3D-mallia, 2D-mallia ja teknisiä tietoja. Valitsemalla prosessista halutun kohteen aktiiviseksi, se muuttuu aktiiviseksi jokaisessa tuoteperheen ohjelman näkymässä.



Kuva 1. AVEVA-tuoteperhe näkymä (Industrial Software Solutions, n.d).

4.2 AVEVA Diagrams -ohjelma

AVEVA Diagrams on AVEVA-tuoteperheeseen kuuluva 2D-ohjelma, joka on tarkoitettu virtauskaavioiden luomiseen ja hallintaan. AVEVA Diagrams -ohjelman peruskäytäntö on tuottaa muun muassa virtauskaavioita, jotka yhdistyvät mallitietokannan kanssa. Lisäksi ohjelmalla voidaan luoda ja hallita putkistoja, instrumentointia, prosessikaavioita sekä ilmastointi- ja lämmityskaavioita. Kaikki AVEVA Diagrams -ohjelmaan lisätty data tallentuu kaavamaiseen tietokantaan. (AVEVA, 2013.)

AVEVA Diagrams -ohjelmassa on tarjolla yleisimmät prosessi- ja laivateollisuuden piirtosymbolit, mutta ohjelmassa voidaan luoda älykkäitä symboleja myös itse. Älykkäille piirtosymboleille voidaan luoda oletusarvoja sisältäviä sääntöjä. Lisäksi voidaan ohjelmoida automaattisesti avautuvia kysymysikkunoita mihin käyttäjän tulee syöttää vaaditut arvot esim. venttiilin koko. Virtauskaavioihin voidaan lisätä useita tasoja, kuten piirto- ja taustatasoja. Piirto- ja taustatasoja on mahdollista asettaa toistensa päälle ja jokaiseen voi piirtää erikseen. (AVEVA, n.d.b.)

AVEVA Diagrams -ohjelmassa sääntöjen koodauksessa käytetään Unicode merkistöstandardia. Koodaustyyli on PML eli Programmable Macro Language. (AVEVA, n.d.a.)

4.3 AVEVA Engineering -ohjelma

AVEVA Engineering on AVEVA-tuoteperheeseen kuuluva 1D-ohjelma, joka on tarkoitettu tehdas- ja laivateollisuuteen. AVEVA Engineering -ohjelmalla luodaan ja hallinnoidaan sähkö-, automaatio-, mekaniikka- ja rakennusteknisiä tietoja. Ohjelmalla hallitaan dataa, kuten virtauskaavioiden laitteiden ja linjojen teknisiä tietoja. Tekniset tiedot voidaan viedä AVEVA Engineering -ohjelmaan esimerkiksi laitostietokannasta. (AVEVA, n.d.c.)

AVEVA Engineering -ohjelmalla voi kirjoittaa tietokannan tekniset tiedot alusta alkaen itse, mutta tekniset tiedot voidaan myös tuoda muualta, kuten muista tietokannoista. AVEVA Engineering -ohjelma on konfiguroitavissa tarpeiden mukaiseksi. AVEVA Engineering -ohjelmaan on sisäänrakennettu työkaluja, joiden avulla muut voivat seurata projektin etenemistä. AVEVA Engineering -ohjelmassa voidaan määritellä, mitkä tietosarakkeet näkyvät kenellekin. Tietosarakkeiden piilottaminen helpottaa työntekoa, koska tällöin ei ole ylimääräisiä sarakkeita sekoittamassa. Tietosarakkeiden näkyvyyden lisäksi AVEVA Engineering -ohjelmassa voidaan määrittää tietokentille esimerkiksi tekniikanaloihin perustuvia muokkausoikeuksia. Tällöin sähkötekniikan käyttöoikeudet omaava henkilö voi tarkastella rakennusteknisiä tietoja, mutta ei muokata niitä, koska henkilöllä ei ole rakennusteknisten tietojen käyttöoikeuksia. (AVEVA, n.d.c.)

4.4 Microsoft Excel -ohjelma

Microsoft Excel -ohjelma on Microsoft Office -tuoteperheeseen kuuluva taulukkolaskentaohjelma. Microsoft Excel -ohjelman ensimmäinen Windows-versio julkaistiin 1987. (Gillis, 2021.)

Microsoft Excel -ohjelman käyttäjäkunta on laaja, sillä sitä voidaan käyttää moneen eri tarkoitukseen, kuten esimerkiksi seurantalistoihin, kirjanpitoon tai työvuorolistojen luontiin ja ylläpitoon. Muiden Microsoft Office -tuoteperheen ohjelmista poiketen Microsoft Excel -ohjelma on muuttunut yksinkertaisemmaksi päivitysten myötä. Microsoft Excel -ohjelman sisällä on monia eri kaaviotyypppejä sekä muokkausvaihtoehtoja, joiden avulla saadaan mukautettua juuri tarpeisiin sopiva taulukko. (Koch, 2016.)

5 ALKUVALMISTELUT

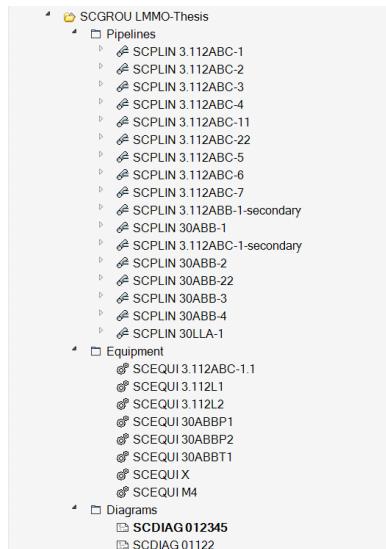
5.1 Lähtödata

Simuloitavia kaavioita on noin 1300 kappaletta. Suunnitelmana on ensin päivittää joukko mahdollisimman erilaisia simulointikaavioita, jotta saadaan tehtyä automaattisesta väritysprosessista heti mahdollisimman toimiva. Keskenään erilaiset simulointikaaviot mahdollistavat eri skenaarioiden kokeilemisen pilotointiprosessissa. Opinnäytetyön aikana tehdään pilotointi vain muutamille simulointikaavioille eikä päivitetä kaikkia kerrallaan.

Työtä varten annettu lähtödata koostui simulaattorin PDF-tiedostoformaattissa olevista simulointikaavioista sekä Excel-aineistosta. Excel-aineistosta näkyi, mitkä OL3:n virtauskaavioista olivat simuloituja ja simuloitujen kaavioiden revisiotieto. Lisäksi ohjeistettiin, mitä kukin väri simulointikaavioissa tarkoittaa.

Simulointikaavioiden värittämisessä käytettävän AVEVA Diagrams -ohjelman attribuutilistaus on olennainen osa sääntöjen luomisessa. Attribuutilistaus on luettelo, josta voidaan muuttaa virtauskaavioon piirrettyjen elementtien teknisiä tietoja, kuten nimeä, kokoa tai tyyppiä. Attribuutilistaus saadaan näkyviin "View" -välilehdeltä "Attributes" -kohdasta. Elementin attribuuttitietoja voidaan muuttaa, kun muutettava elementti valitaan aktiiviseksi virtauskaaviosta tai puurakenteesta.

AVEVA Diagrams -ohjelman "Schematic Explorer:n" eli puurakenteen avulla saadaan rakennettua linjat ja elementit eri tasoihin avattaviin kansioihin. Päätasolla voi toimia esimerkiksi järjestelmäkansiot. Kuvassa 2 on selkeytettynä AVEVA Diagrams -ohjelman puurakenne. Esimerkin puurakenteessa "SCGROU LMMO-Thesis" -kansio kuvaa järjestelmätason kansiota. "Pipelines" -kansion alla ovat järjestelmään kuuluvat linjat ja venttiilit. "Equipment" -kansion alla ovat järjestelmän laitteet ja "Diagrams" -kansion alla järjestelmän virtauskaaviot.



Kuva 2. Puurakenne AVEVA Diagrams -ohjelmassa.

5.2 Simulointivärit

Simulointivärejä on viisi, jotka ovat sininen, keltainen, punainen, vihreä ja violetti. Sinisellä värillä on merkitty ne venttiilit ja elementit eli prosessikomponentit, jotka ovat simuloinnin piirissä. Keltaisella värillä on merkitty linjat, jotka ovat simuloinnin piirissä. Punaisella värillä on merkitty vuodot, etäohjattavat laitteet, vikatoiminnot ja toiminnallisesti simuloidut osat sekä muut viitteet. Vihreällä värillä on värjätty kaikki, mikä ei ole kyseisen järjestelmän simuloinnin piirissä, mutta sisältyy muihin järjestelmiin. Violetti väri ilmoittaa laitteet ja osuudet, mitkä ovat poistettu simuloinnin piiristä.

5.3 Microsoft Excel -simulointiseurantataulukko

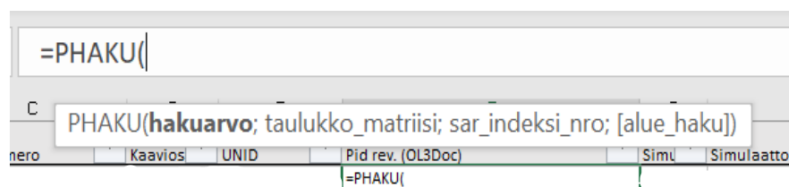
Microsoft Excel -ohjelmalla luodaan simulointiseurantataulukko, josta voidaan seurata AVEVA Diagrams -ohjelman avulla automaattisesti väritettyjen simulointikaavioiden tietoja, määrää ja revisioita. Tämä simulointiseurantataulukko on tarkoitettu vastaamaan Käyttäjärajapinta- ja simulaattorit -organisaation ja AVEVA Diagrams -ohjelmalla piirtävien tarpeita. Kuvassa 3 esitetään luotu simulointiseurantataulukko otsikoineen.

Tässä tapauksessa halutaan tuoda toisesta Excel-taulukosta revisio eli sarakkeen E tiedot. Revisiotietoja ei voida suoraan kopioida ja tuoda simulointiseurantataulukkoon, koska kaaviot ovat kirjattu eri järjestyksessä kaikkiin Excel-taulukoihin. Pitää luoda kaava, jonka avulla tiedot voidaan tuoda siten, että oikea revisio kohdentuu oikean kaavion sarakkeeseen.

Molemmista Excel-taulukoista pitää löytää jotain yhteistä tietoa, jotta kaavan avulla Microsoft Excel -ohjelma osaa yhdistää revisiotiedot oikeille riveille. Simulointiseurantataulukosta ja tuotavasta Excel-taulukoista löytyy yhteinen sarakke C eli piirrosnumero. Käytetään siis piirrosnumeroa yhdistävänä tekijänä. Excel-taulukosta, josta haetaan tietoja uuteen simulointiseurantataulukkoon, löytyy sarakkeesta O revisiotieto ja R piirrosnumero. Taulukosta tuotavan tiedon pitää olla oikealla puolella, jotta kaava toimii. Tässä tapauksessa tuotava tieto on vasemmalla. Luodaan väliaikainen Excel-taulukko, johon tuodaan vain O- ja R-sarakkeet siten, että revisiotieto on oikealla puolella.

5.5 Tietojen tuonti toisesta Excel-taulukosta

Kaavaa kirjoitetaan sen sarakkeen ensimmäiseen ruutuun, johon halutaan tuoda tiedot toisesta Excel-taulukosta. Kaavaa tehdessä on tärkeää laittaa ennen käskyn kirjoittamista "=" -merkki, koska muuten kaava ei tule toimimaan. "=" -merkin jälkeen lisätään käsky "PHAKU" ja avataan sulut. Sulkujen sisälle tulee yksilöllinen koodi, joka muodostuu neljästä osasta, kuten kuvassa 4.

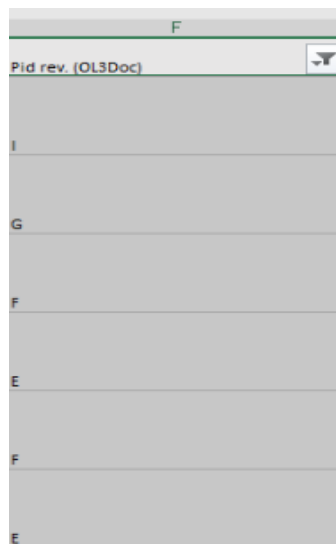


Kuva 4. "PHAKU" -kaava.

Valitaan simulointiseurantataulukosta ruutu C2. C2 on sarakke, jossa on sama piirrosnumero, kuin pitäisi olla Excel-taulukossa, josta tuodaan revisiotiedot.

Seuraavaksi siirrytään Excel-taulukkoon, josta tiedot tuodaan. Valitaan molemmat sarakkeet eli piirrosnumero ja revisio. Riittää, että käyttäjä klikkaa A- ja B-sarakkeita "Ctrl" -painike pohjassa. Kolmannessa osassa valitaan indeksinumero, joka on 2, koska se on tuotavan arvon sarakenumero. Viimeisessä osassa valitaan "TOSI" tai "EPÄTOSI". Valitaan "EPÄTOSI", koska se tarkoittaa tarkkaa hakua. "TOSI" tarkoittaa likimääräistä hakua. Lopuksi ajetaan kaava läpi.

Nyt kaava on vain ruudussa, johon se kirjoitettiin. Kaavaruudun ollessa aktiivisena ruudun oikeassa alakulmassa näkyy pieni neliö. Vedetään neliöstä alaspäin, jolloin kaava kopioituu älykkäästi ja revisiotiedot tulevat myös muista piirrosnumeroista oikeille riveille, kuten kuvassa 5.



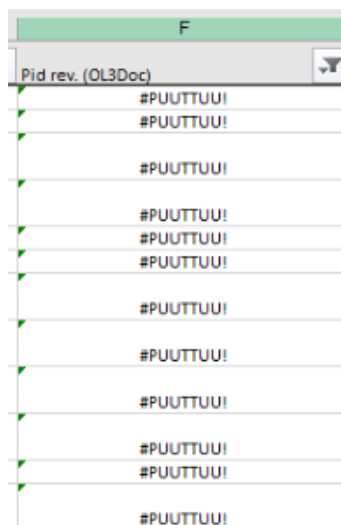
	F
	Pid rev. (OL3Doc)
I	
G	
F	
E	
F	
E	

Kuva 5. Sarakkeeseen F tuodut revisiotiedot.

Tuotuja tietoja ei todennäköisesti nähdä seurantataulukossa, jos suljetaan Excel-taulukko, josta tiedot tuotiin. Kaavat pitää poistaa tulosten taustalta siten, että tulokset säilyvät. Kopioidaan koko F-sarake, jonka jälkeen klikataan F-sarake uudelleen aktiiviseksi. Hiiren oikeaa klikkaamalla tulee eri liittämiskuvakeita, valitaan "Liitä arvot". Kun klikataan ruutu auki, sarakeessa on pelkät arvot ilman taustalla olevaa kaavaa.

5.6 Puuttuvat revisiotiedot

Sarakkeessa F lukee osassa kohtaa vielä ”#PUUTTUU!”. Aiemmat tiedot tuotiin NI-puolen Excel-taulukosta, joten tiedot pitää tuoda myös TI-puolen Excel-taulukosta. Suodatetaan saraketta F siten, että simulointiseurantataulukossa näkyy toistaiseksi vain järjestelmät, joissa sarakkeen F kohdalla lukee ”#PUUTTUU!”, kuten kuvassa 6.



F
Pid rev. (OL3Doc)
#PUUTTUU!
#PUUTTUU!
#PUUTTUU!
#PUUTTUU!
#PUUTTUU!
#PUUTTUU!
#PUUTTUU!
#PUUTTUU!
#PUUTTUU!
#PUUTTUU!
#PUUTTUU!

Kuva 6. Puuttuvat revisiotiedot.

TI-puolen Excel-taulukossa tiedot ovat oikeinpäin eli revisio, joka tuodaan simulointiseurantataulukkoon, on oikealla puolella. Tässä tapauksessa ei tarvitse tehdä erillistä Excel-taulukkoa vaan voidaan tuoda tiedot suoraan TI-puolen Excel-taulukosta. Toistetaan sama ”PHAKU” -kaava.

Kaavaa laajennettaessa kaikkiin sarakkeisiin tulee lisää revisiotietoja näkyviin, mutta puuttuvia kohtia saattaa silti jäädä. Puuttuville kohdille pitää seuraavaksi tehdä selvitystyötä, että miksi niiden revisioita ei löytynyt. Yksi syy voi olla, että Käyttäjäräjäpinta- ja simulaattorit -organisaation seurantataulukosta kopioitu piirrosnumero voi poiketa TI- tai NI-puolen piirrosnumerosta, sillä samalla kaaviolla on saattanut olla useampi eri piirrosnumero.

Osa puuttuvista kaavioista löytyvät manuaalisen selvitystyön myötä eri piirrosnumerolla. Vertailemalla manuaalisesti piirrosnumeroiden eroja, löydettiin

muutaman kaavion nimeämisessä eroavaisuuksia. Eroavaisuuksissa kautta-
viiva oli korvattu väliiviivalla. Pitäisi sopia yhtenäiset välimerkit nimeämiseen.
Lisäksi osaan kaavioista oli piirrosnumeron perään merkitty revisiotieto ja
osassa oli ylimääräisiä välilyöntejä keskellä piirrosnumeroa. Kaaviot, jotka ei-
vät manuaalisen selvityksen jälkeen löytyneet, ovat sähkökuvia. Sähkökuvat
eivät ole virtauskaavioita, jolloin niitä ei ole tarkoitus tuoda AVEVA Diagrams -
ohjelmaan ja ne jäävät Käyttäjäraja- ja simulaattori-organisaation päivi-
tettäväksi.

6 SÄÄNTÖJEN LUONTI

6.1 Säännöt ja koodaus

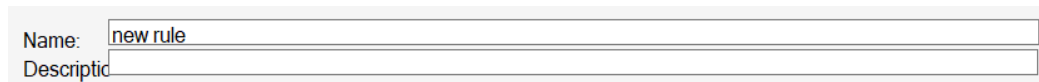
OL3:n virtauskaaviot ovat piirretty AVEVA Diagrams -ohjelmaan älykkäiksi. AVEVA Diagrams -ohjelmaan pitää tehdä säännöt, jotta saadaan väritettyä virtauskaavioista simulointikaaviot. Virtauskaavioiden laitteilla, linjoilla ja mittauksilla on jokaisella oma älykäs KKS-tunnus, kun virtauskaaviot ovat AVEVA Diagrams -ohjelmassa. KKS-tunnuksen avulla nimetyt laitteet, linjat ja mittaukset voidaan värittää erivärisiksi.

Alkuperäinen värittämätön älykäs osuus on kirkkaansininen. Luodut säännöt lukevat attribuuttilistauksesta, mille KKS-tunnuksille on määritetty väri, jonka jälkeen AVEVA Diagrams -ohjelma saadaan käskystä värittämään määritettyjen KKS-tunnusten alla olevat elementit.

6.2 Sääntöjen tuottamisen alkuvalmistelut

Sääntöjen luomista varten pitää kirjautua AVEVA Diagrams -ohjelmassa "Admin" eli pääkäyttäjän puolelle, jossa voi tehdä lisäyksiä ja muutoksia ohjelman sisältöön. Säännöt väarityksille luodaan "Admin" -välilehden alta määrittelyosiosta. "Rules" -painikkeen takaa aukeaa puurakenne, johon kaikki ohjelmaan tehdyt säännöt tallentuvat allekkain. Väarityssäännöt kuuluvat muotoilusääntöihin, joten hiiren oikealla "Shared Formatting Rules" -otsikon päällä voi luoda uuden sääntöryhmän. Seuraavaksi pitää nimetä sääntöryhmä, jotta säännöt tunnistetaan helpommin. Sääntöryhmän nimeksi valikoitui SimulationMarkup. Sääntöryhmään luodaan sääntöjä valitsemalla "Create Rule" hiiren oikealla painikkeella avautuvasta valikosta halutun sääntöryhmän päältä.

Ensimmäiseksi uusi sääntö pitää nimetä ja antaa säännölle kuvaus. Säännöt nimetään simulointivärien mukaan. Kuvaukseen kirjoitetaan simulointivärien selitys. Kuvassa 7 esitetään asetukset, jossa sääntö nimetään ja kuvataan.

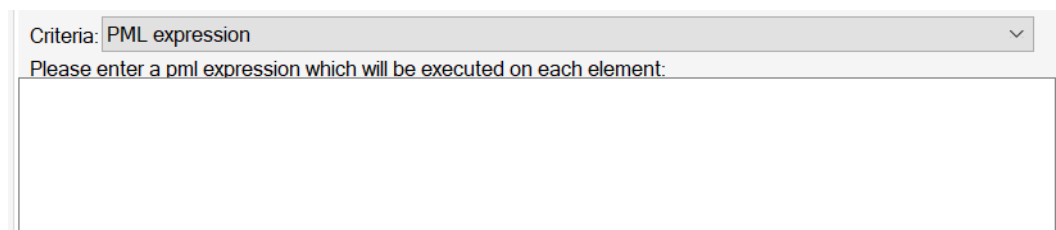


Name:

Description:

Kuva 7. Säännön nimeäminen.

"Criteria" -otsikon alle valitaan vaihtoehto, miten sääntö aiotaan määritellä. Valitaan "PML expression", joka esitetään kuvassa 8. "PML expression" tarkoittaa sitä, että voidaan kirjoittaa koodia itse. Toinen vaihtoehto olisi ollut "Type & attribute value", jolloin olisi pitänyt määritellä attribuuteille "yhtä kuin" -arvoja. Kolmannessa vaihtoehdossa olisi voinut vain valita "rasti ruutuun" -menetelmällä, onko muoto määritelty vai ei.

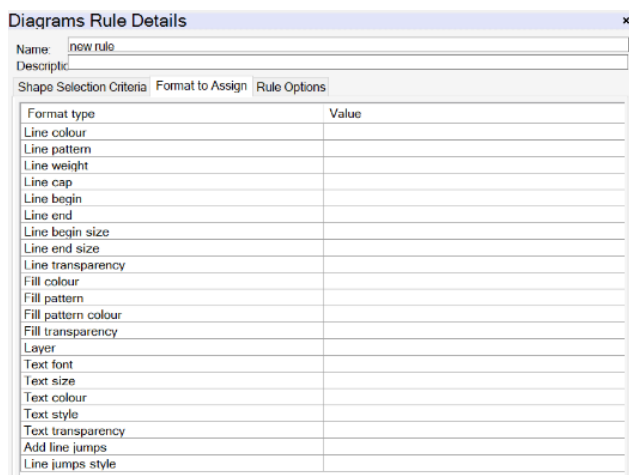


Criteria: PML expression

Please enter a pml expression which will be executed on each element:

Kuva 8. Koodauspaikka.

Kuvassa 9 esitetyltä "Format to Assign" -välilehdeltä voidaan valita väri, jolla säännöillä värjättävät elementit värjäytyvät. Vaihtoehtona on värittää vain ääriiviä, täyttää värillä koko elementti tai molemmat. Viimeisellä välilehdellä eli "Rule Options" -kohdassa, voidaan määritellä mitä sääntö koskee.



Diagrams Rule Details

Name:

Description:

Shape Selection Criteria Format to Assign Rule Options

Format type	Value
Line colour	
Line pattern	
Line weight	
Line cap	
Line begin	
Line end	
Line begin size	
Line end size	
Line transparency	
Fill colour	
Fill pattern	
Fill pattern colour	
Fill transparency	
Layer	
Text font	
Text size	
Text colour	
Text style	
Text transparency	
Add line jumps	
Line jumps style	

Kuva 9. Arvot säännölle.

Attribuutteihin on tehty sarake simuloinneille, kuten kuvassa 10 esitetään. Ot-sikon vierestä alavetovalikosta voidaan valita haluttu väri, jolloin säännöt osaavat värjätä elementin attribuuttilistauksessa määritellyllä värillä.

Attribute	Value
RefNo	=469781191/60078
Name	30LCA90BR408
Type	SCPLIN
Lock	
Owner	30LCA
Description	unset
Function	unset
Purpose	unset
LineType	unset
Number	0
Bore	25mm
Temperature	-10000degC
Pressure	0.00oascal
Dtmomax	10000degC
Dtmomin	-10000degC
Otmomax	10000degC
Otmomin	-10000degC
Doremax	0.00oascal
Doremin	0.00oascal
Ooremax	0.00oascal
Ooremin	0.00oascal
Psoec	Nulref
Tsoec	Nulref
Fluref	Nulref
Ptsoec	unset
Inotref	Nulref
Outref	Nulref
Scorsf	unset
Uclone	
Clnref	unset
SimulatorMarkup	unset
FreezeRecort	
FreezeDate	
FreezeStat	Blue
SafeClass	Green
DNSize	Purple
Medium	Red
Building	Yellow
Area	
FluidCode	30
LineNumber	BR408
DesionArea	D
SystemCode	30LCA90
LocalAreaNumber	unset
Pmoid	XMP: 27
Pmoid1	unset
Pmoid2	unset
Pmoid3	unset

Value	Description
Blue	Instrumentation and equipment that are in sc
Green	Hydraulic systems to indicate parts of the P&
Purple	
Red	Leaks, remote functions, malfunctions and p
Yellow	Steam, water or electrical lines to be simulat

Kuva 10. Attribuuttilistaus.

6.3 Valmiit säännöt

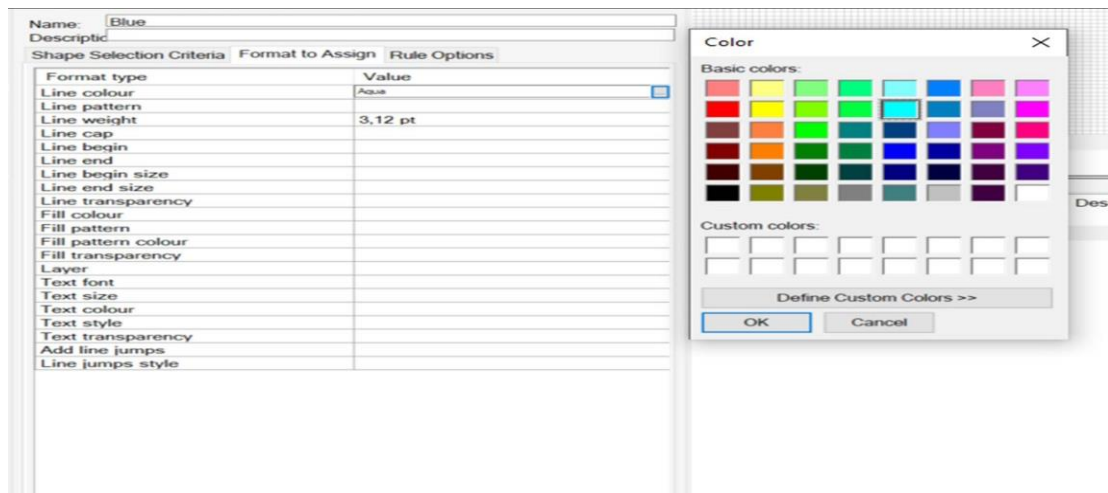
Sääntö toimii, kun käsky toteuttaa halutun lopputuloksen. Koodataan ensimmäiseksi sininen sääntö, jossa siniseksi pitää värjätä ne elementit, joiden attribuutteihin "SimulatorMarkup" -arvo on määritelty siniseksi. Kuvassa 11 on toimiva koodi säännölle, joka värjää elementit siniseksi.

Please enter a pml expression which will be executed on each element:
 (-SimulatorMarkup eq 'Blue')

Kuva 11. Siniseksi värjättävien elementtien sääntö.

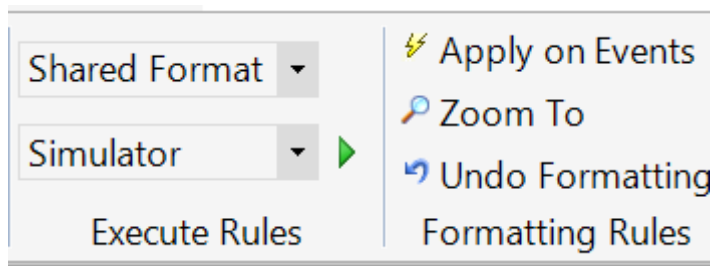
Määritetään halutut tulokset siniselle säännölle "Format to Assign" -välilehdeltä. Asetetaan väriksi "Aqua", koska se on lähimpänä simulointikaavioiden väriä. Lisäksi lisätään vielä viivan paksuutta arvoon 3,12 pt, jotta värikyset erottuvat kaaviosta selkeämmin. Linjan paksuus määritellään samaan arvoon

myös muissa väriyissäännöissä. Kuvassa 12 on selkeytetty arvojen määrittäminen.



Kuva 12. Väriyissääntöjen määrittäminen.

Koodin ja arvojen määrittäksen ollessa valmis voidaan kokeilla säännön toimivuutta. Ensin puurakenteesta käydään valitsemassa haluttu KKS-tunnus ja sen attribuuteista "SimulatorMarkup" -arvo siniseksi. "Tools" -välilehdeltä Execute Rules -kohdasta määritellään käytössä olevat "Shared Formatting Rules" ja "Simulator". Seuraavaksi klikataan vihreää nuolta, jolloin ohjelma ajaa säännöt kaavioon. Vihreä nuoli esitetään kuvassa 13. Sääntö toimii, jos elementit värjäytyvät. Pitää muistaa olla tarkka oikeiden erikoismerkkien ja välilyöntien kanssa, sillä pienikin virhe voi olla syy toimimattomuudelle. Ohjelma antaa sääntöä tallentaessa varoituksen, jos siinä on selkeä virhe, kuten väärä merkki.

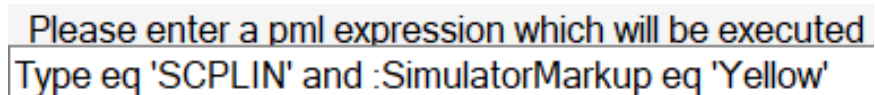


Kuva 13. Painike, josta väritys ajetaan kaavioon.

"Tools" -välilehden "Formatting Rules" -kohdassa on "Undo Formatting" -painike, joka esitetään kuvassa 13. "Undo Formatting" -työkalulla saadaan väriytykset ja säännöt pois kaaviosta, jolloin kaavio palautuu perustilaan.

Tallennetaan sääntö "Shared Formatting Rules" -otsikon kohdalta hiiren oikealla "Save".

Keltainen väri tulee simuloituille linjoille, joille määritetään sääntö, joka värittää linjat keltaisiksi. Ensin kokeillaan yksinkertaisinta vaihtoehtoa eli sama sääntö kuin sinisessä, mutta vaihdetaan koodin lopussa määritelty arvo keltaiseksi. Sääntö ei toiminut. Kokeillaan sisällyttää koodiin kaksi eri attribuuttia, jotka ovat väri ja tyyppi. Linjan tyyppi puurakenteessa on "SCPLIN", jolloin sen tyyppiä käytetään apuna keltaisen säännön kanssa, kuten kuvassa 14 esitetään. Lisäksi määritellään säännön väri ja linjan paksuus, kuten edellisessä säännössä.

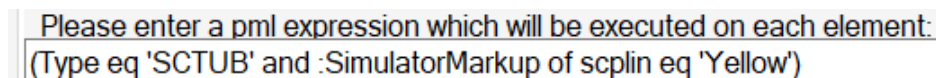


Please enter a pml expression which will be executed
Type eq 'SCPLIN' and :SimulatorMarkup eq 'Yellow'

Kuva 14. Keltaiseksi värjättävien linjojen sääntö, joka ei toiminut.

Kuvassa 14 oleva sääntö ei toimi ja siihen on looginen selitys. Vaikka puurakenteessa päälinja on "SCPLIN", virtauskaaviossa näkyvä piirretty linja on tallentunut "SCPLIN" -otsikon alle "SCTUB" -linjaksi.

Vaihdetaan sääntöön tyyppiä "SCTUB". "SCTUB" -linjalle ei voi määrittää "SimulatorMarkup" -arvoa. Kaavaan pitää määrittää, että kaikki "SCTUB" -linjat, joiden päälinjan "SCPLIN" "SimulatorMarkup" -arvo on "Yellow", värjäytyvät keltaisella. Kuvassa 15 esitetty keltainen sääntö toimii.



Please enter a pml expression which will be executed on each element:
(Type eq 'SCTUB' and :SimulatorMarkup of scplin eq 'Yellow')

Kuva 15. Keltaiseksi värjättävien linjojen sääntö, joka toimii.

Vihreä linja on toissijainen, joka tarkoittaa, että linja on toisen järjestelmän linja. Väri kertoo sen, että kyseinen linja on toisessa järjestelmässä värjätynä. Omassa järjestelmässään linja ei ole vihreä vaan keltainen tai lila, koska se ei ole siellä toissijainen. Vihreälle linjalle voidaan käyttää samaa sääntöä, kuin keltaiselle ja lilalle. Pitää vain vaihtaa käskyssä "SimulatorMarkup" -arvoon "Green".

Lila linja on säännöltään samanlainen kuin keltainen, joten sovelletaan keltaisen linjan sääntöä ja lisätään "Yellow" tilalle "Purple". Kuvassa 16 on esitetty valmis sääntö. Määritellään lisäksi linjan paksuus.

Please enter a pml expression which will be executed on each element:
(type eq 'SCTUB' and :SimulatorMarkup of SCPLIN eq 'Purple')

Kuva 16. Lilaksi värjättävien elementtien sääntö.

Punaisella säännöllä värjätään elementtejä punaiseksi, joten tarvitaan sääntö, joka värjää punaiseksi "SCEQUI" -elementit, joiden "SimulatorMarkup" -arvo on punainen. Kuvassa 17 oleva käsky ilmoittaa punaiseksi värjäämisen. Punaisen säännön kohdalla määritellään linjan paksuuden ja värin lisäksi myös täyttöväri, joten asetetaan "Fill Colour" -arvoksi "Red".

Please enter a pml expression which will be executed on each element:
(type eq 'SCEQUI' and :SimulatorMarkup eq 'Red')

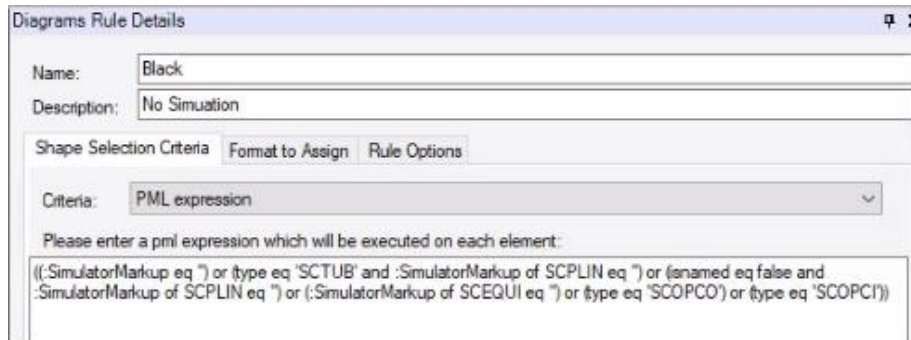
Kuva 17. Punaiseksi värjättävien elementtien sääntö.

Luodaan vielä yksi ylimääräinen sääntö, missä kaikki simuloinnin piirissä olevat määrittelemättömät elementit värjäytyvät mustaksi. Mustan värin sääntö tarvitaan, jotta saadaan PDF-tiedostoformaattissa näkyvät älykkäät linjat mustiksi, koska elementtien perusvärinä on sininen. Ylimääräinen sininen väri saattaa sekoittaa katsojaa simulointikaaviota tarkastellessa.

Musta sääntö pitää kirjoittaa pidemmän kaavan kautta, koska mustaksi pitää värjätä kaikki simuloinnin piirissä olevat määrittelemättömät elementit. Kaavassa pitää lukea, että kaikki elementit, joiden "SimulatorMarkup" -arvo ei ole määritelty, värjäytyy annetun arvon mukaan. Annettuna arvona "Line Colour" on musta.

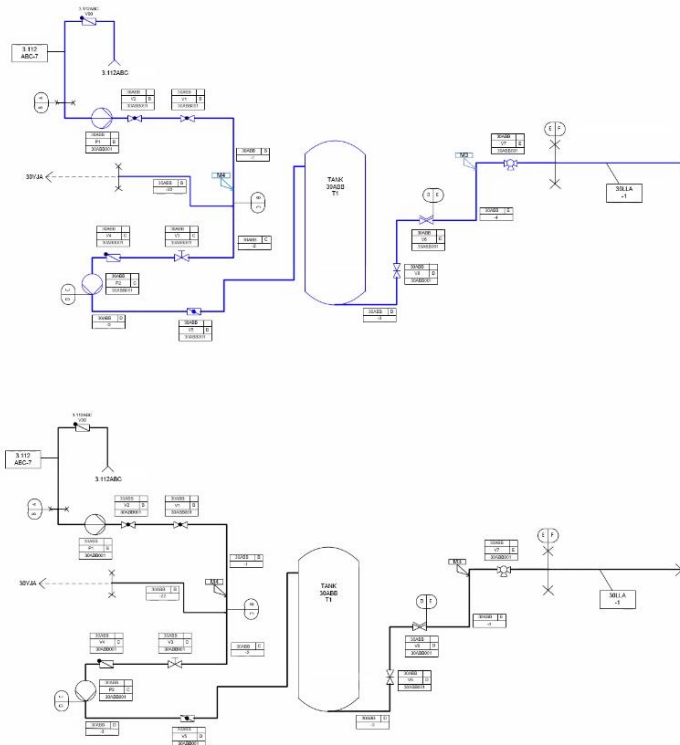
Puurakenteessa kaikki paitsi laitteet ja mittaukset rakentuvat "SCPLIN:n" alle. "SCPLIN" on kansio, johon kyseisen KKS-tunnuksen varrella virtauskaaviossa olevat linjat ja linjan komponentit, kuten venttiilit, tallentuu. Käskyssä pitää määritellä kaikki sääntöä koskevien elementtien tyypit, jotka ovat määrittelemättömän "SCPLIN" -kansion alla. Ilman käskyn määriteltyjä elementtien

tyyppejä ohjelma ei osaisi värjätä mitään kyseisen KKS-tunnuksen alta. Tilanteessa, jossa vain "SCPLIN" -kansio on määritelty, ohjelma ei tiedä, että kansion sisällä olevat elementit, kuten virtauskaaviossa näkyvät linjat eli "SCTUB" -elementit, pitäisi myös värjätä." Kuvassa 18 esitetään sääntö, joka värjää mustaksi määrittelemättömät osuudet.



Kuva 18. Mustaksi värjättävien määrittelemättömien elementtien sääntö.

Mustan värin säännön toimivuutta voi kokeilla, vaikka ei olisi määritellyt virtauskaaviosta vielä yhtään "SimulatorMarkup" -arvoa. Koko kaavion älykkäät siniset linjat muuttuvat mustan värisiksi, jos sääntö toimii. Kuvassa 19 esitetään esimerkkikaavio ennen ja jälkeen säännön ajamista.



Kuva 19. Mustan käskyn toimivuus.

Säännön toimivuutta voi kokeilla "Command Window" -työkalun avulla. "Command Window" -työkalu löytyy "View" -välilehdeltä. "Command Window" -työkalu avaa tekstikentän, johon voi kirjoittaa vapaasti erilaisia käskyjä. Säännön toimivuutta kokeiltaessa alkuun pitää kirjoittaa "q:". Kaksoispisteen jälkeen kirjoitetaan haluttu käsky ja painetaan "Enter". Jos sääntö on toimiva, tekstikenttään tulee vastaukseksi "TRUE". Tekstikenttä kertoo korjattavan virheen, jos sääntö ei toimi.

6.4 KKS-tunnus sääntöjen luomisessa

KKS-tunnuksen avulla luodut tunnistet ovat luokittelevia, sillä KKS-tunnus voi kertoa venttiilin järjestelmän, nimen ja sijainnin. Jokaisen linjan, venttiilin ja komponentin tunnus on nimeämissääntöä noudattava yksilökohtainen nimi, joka muodostuu kirjaimista ja numeroista. Nimessä esiintyy tieto laitoksesta, järjestelmästä, laitepaikasta ja laitepaikan komponentista. Esimerkkinä toimii kuvitteellinen KKS-tunnus 30ABC01AB001. Numero 3 kertoo laitoksen, joka tässä tapauksessa on OL3. 0 kertoo rakennuksen, joka on toimistorakennus. ABC kertoo järjestelmästä, joka on esimerkiksi käyttövesijärjestelmä. 01 on osajärjestelmän numero, AB laitepaikan tunnus ja 001 laitepaikan numero.

Virtauskaavioissa KKS-tunnus on esitetty KKS-laatikossa. Jokaisen laitteen, linjan ja venttiilin vieressä on oma KKS-laatikko. Kuvassa 20 on esitetty esimerkki KKS-laatikosta. Ylä- ja keskivillillä on KKS-tunnus ja alarivillä huonenumero. Kirjain E on suunnittelualue, joka kertoo muun muassa laitepaikan turvaluokan ja materiaalin.

30ABC00	
AA000	E
30AAA00100	

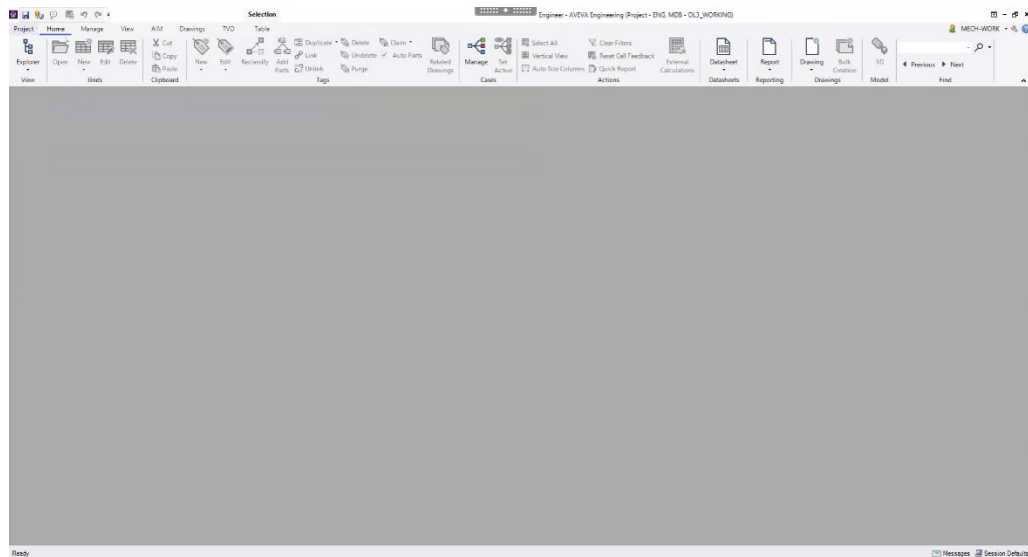
Kuva 20. KKS-laatikko.

KKS-tunnus liittyy sääntöjen luomiseen siten, että saaduista PDF-tiedostomaatissa olevista simulointikaaviosta tulee kerätä kaikki väritetyt KKS-tunnukset ja saada ne väritymään automaattisesti AVEVA Diagrams -ohjelmassa. Tällöin ei tarvitse manuaalisesti merkitä väritettyjä KKS-tunnuksia AVEVA Engineering -ohjelmaan tai merkitä simulointikaaviosta jokaisen KKS-tunnuksen attribuuteista "SimulationMarkup" -arvolle väriä.

AVEVA Engineering -ohjelmalla saadaan väritettyä automaattisesti virtauskaavioiden attribuuteista "SimulatorMarkup" -arvot, jolloin ei tarvitse manuaalisesti määrittää yksitellen attribuutteja.

6.5 AVEVA Engineering -ohjelman simulointikansio

AVEVA Engineering -ohjelman aloitusnäkymä on esitetty kuvassa 21. Näkymä on samankaltainen, kuin AVEVA Diagrams -ohjelmassa, jossa työkalut löytyvät ylälaidasta, keskelle avataan työstettävä tiedosto ja alalaidassa on viestikenttä sekä istunnon asetuksia.



Kuva 21. AVEVA Engineering -ohjelman näkymä.

"Home" -alkuvalikosta, joka on auki ohjelmaa avatessa, valitaan "Explorer" -alasvetovalikosta "Grids". "Grids" avaa ohjelman puurakenteen. Puurakenteeseen on perustettu oma kansio työtä varten. Avataan puurakenteen

"Simulator" -kansioista sen ainut tiedosto eli "SimulatorMarkup". Tiedostosta aukeaa listaus, jossa on kaikki OL3:n KKS-tunnukset.

Kuvassa 22 on esitetty KKS-listaukseen luodut otsikot. Määriteltäessä "SimulatorMarkup" -arvot, ne päivittyvät AVEVA Diagrams -ohjelman attribuutteihin sitten, kun tiedot ajetaan kyseiseen ohjelmaan. Värin lisäksi otsikoista löytyy KKS-tunnus, järjestelmä, virtauskaavio ja alajärjestelmä. Tältä välilehdeltä voidaan tehdä muutoksia AVEVA Diagrams -ohjelman "SimulatorMarkup" -arvoihin. Väritystiedot tulee tältä sivulta, kun AVEVA Diagrams -ohjelmaan tuodaan simulointien väritystietoja.

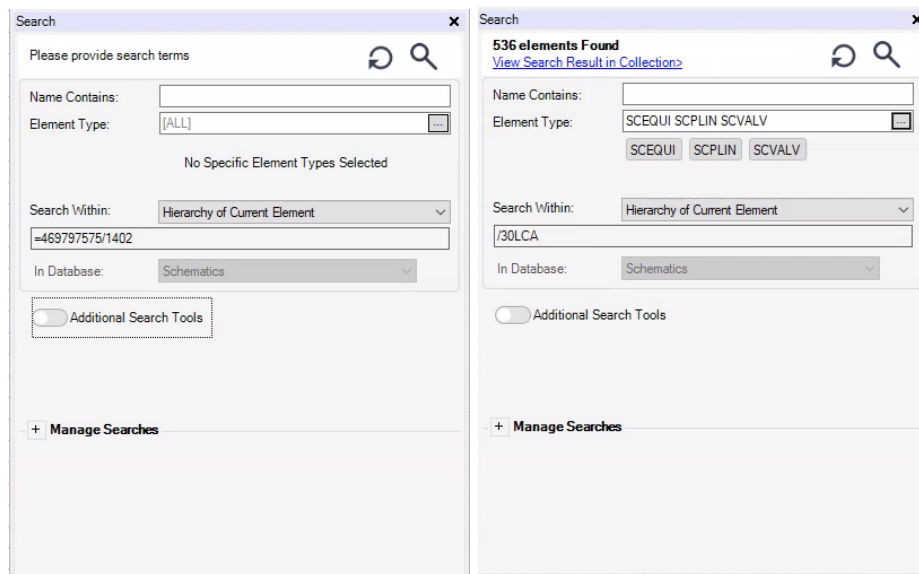
	Name	P&ID No	Simulator Markup Colour	System	Sub-System	KKS
<input checked="" type="checkbox"/>			(NonBlanks)			

Kuva 22. Simulointikansion näkymä.

6.6 Laitepaikkalistaus

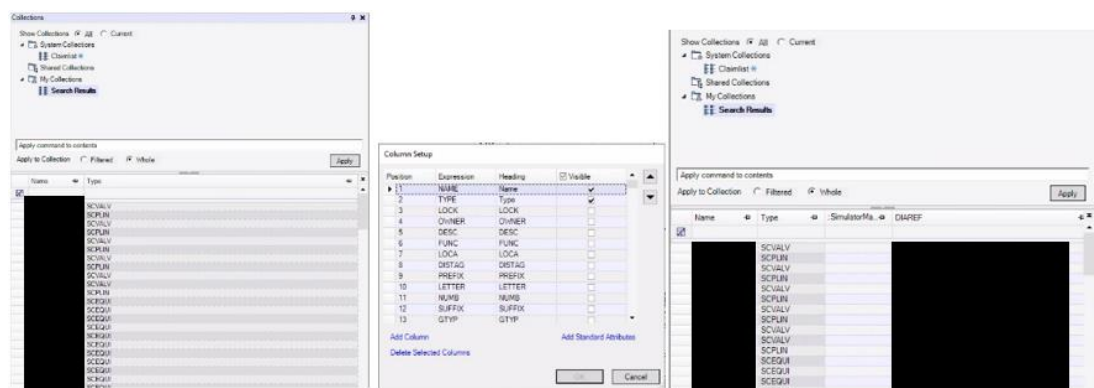
Virtauskaavion KKS-tunnukset voidaan tuoda Microsoft Excel -ohjelmaan allekkain listattuna. Allekkain listattuja virtauskaavion tietoja kutsutaan laitepaikkalistaukseksi. Laitepaikkalistaus auttaa selkeyttämään KKS-tunnusten haluttujen tietojen tarkastelua.

Laitepaikkalistauksen laatiminen suoritetaan "View" -välilehdeltä "Search" -työkalun avulla. "Search" -työkalusta aukeaa näkymä, josta voidaan määrittää haettavien elementtien tyypit ja järjestelmä, mistä tiedot haetaan. Kuvassa 25 on kyseinen "Search" -näkymä oikealla puolella. "Element Type" -otsikon alasvetovalikosta aukeaa valinta, josta valitaan elementtien tyypit. Simulointikaavio-projektissa tarvittavia tarkasteltavia tietoja ovat laitteet, linjat ja venttiilit. "Search Within" -otsikon alle kirjoitetaan haluttu järjestelmä, josta tiedot haetaan. Kuvassa 23 vasemmalla puolella esitetään tehdyt muokkaukset ja valinnat. Suurennuslasi-kuvaketta klikataan, kun halutut muokkaukset on tehty, jolloin ohjelma hakee tiedot. Tästä järjestelmästä tietoja löytyi 536 kappaletta.



Kuva 23. "Search" -työkalun näkymä ennen ja jälkeen muokkauksen AVEVA Diagrams -ohjelmassa.

"Search" -näkymän yläreunassa on hyperlinkki, josta pääsee tarkastelemaan löytyneitä tietoja. Listassa näkyy vain löytyneiden tietojen nimi ja elementin tyyppi, mutta listauksessa voidaan tarkastella myös muita tietoja valitsemalla otsikkorivin päältä hiiren oikealla avautuvasta valikosta "Column Setup". Avautuvasta listauksesta voi valita halutut tarkastelukohteet tai luoda omia kohteita. Tässä laitepaikkalistauksessa tarvitaan nimen ja elementin tyypin lisäksi järjestelmätieto sekä "SimulatorMarkup" -arvot. Jos laitepaikkalistaus haetaan KKS-tunnusten "SimulatorMarkup" -arvojen määrittysten jälkeen, saadaan laitepaikkalistaukseen näkyville myös täysi sarake määritellyille väreille. Kuva 24 esitetään tarkasteltavien otsikoiden lisääminen.



Kuva 24. Tarkasteltavien otsikoiden lisääminen.

Valmiit tiedot viedään Microsoft Excel -ohjelmaan otsikkotaulun päältä valitsemalla hiiren oikealta avautuvasta valikosta "Export to Excel". Ensin pitää tallentaa avautuvasta valikosta Excel-tiedosto haluttuun kohteeseen, jonka jälkeen tiedosto aukeaa automaattisesti. Kuvassa 25 esitetään laitepaikkalistaus Excel-kaaviossa. "SimulatorMarkup" -kohdassa ei ole vielä merkintöjä, sillä esimerkkikaavion värityksiä ei olla määritelty.

Name	Type	SimulatorMarkup	DIAREF
	SCVALV		
	SCPLIN		
	SCVALV		
	SCPLIN		
	SCVALV		
	SCPLIN		
	SCVALV		
	SCPLIN		
	SCVALV		
	SCPLIN		
	SCVALV		
	SCPLIN		

Kuva 25. Excel laitepaikkalistaus.

7 VALMIIT SIMULOINTIKAAVIOT

7.1 Värittämisen tausta

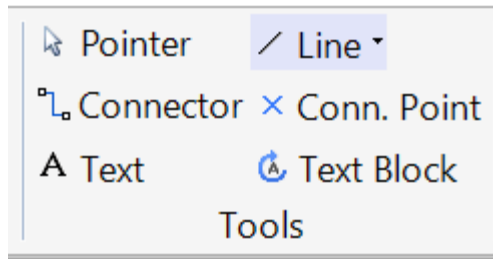
AVEVA Diagrams -ohjelmassa on tietokannat erikseen jokaiselle Olkiluodon ydinvoimalaitokselle. Tietokannoissa on piirretty jokaisen laitoksen virtauskaavioita älykkäiksi. Erillisissä tietokannoissa näkee ja voi muokata vain sen ydinvoimalaitoksen virtauskaavioita, minkä tietokannassa on kirjautuneena.

Simulointikaavioille ei tarvita erillistä tietokantaa AVEVA Diagrams -ohjelmaan, koska kaavioista ei jää pysyviä älykkäitä versioita ohjelmaan. Valmis kaavio tuodaan PDF-tiedostoformaattina, ja sen jälkeen sääntö ajetaan ei-aktiiviseksi. Tarvittaessa uutta simulointia ajetaan säännöt virtauskaavioon, tehdään tarvittavat päivitykset ja tulostetaan uusi päivitetty simulointikaavio PDF-tiedostoformaattina.

7.2 Symbolien luonti

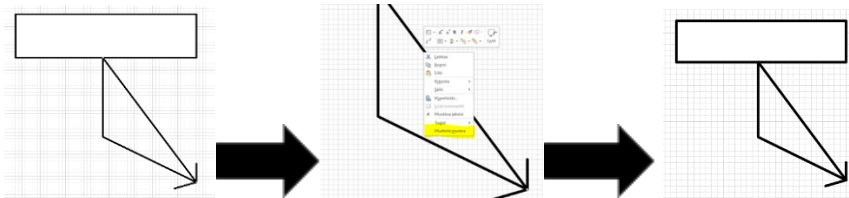
Punaisella värillä merkityt simuloinnit ovat erillisiä elementtejä, joilla ei ole omaa KKS-tunnusta, eikä niitä ole alkuperäisissä virtauskaavioissa. Pitää siis luoda uusi elementti AVEVA Diagrams -ohjelmaan, jotta saadaan punaisella värillä merkityt simuloinnit tuotua älykkääseen simulointikaavioon. Älykäs elementti näkyy myös puurakenteessa, jolloin saadaan määritettyä uuden elementin määritetäulukosta eli attribuuttilistauksesta väriyssäännön väri.

Tarkoitus on luoda elementti kaavioon siten, että virtauskaaviossa se on näkyvätön, mutta simulointikaaviossa saisi sen säännön avulla näkyväksi ja värjäytymään kokonaan punaiseksi. Punaisilla simulaattorimerkinnöillä on oma nimi, jonka voi kirjoittaa elementissä olevaan laatikkoon näkyville. Uuden muodon luominen aloitetaan siten, että haluttu muoto piirretään viivatyökalulla, joka esitetään kuvassa 26.



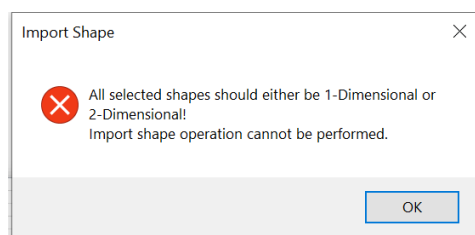
Kuva 26. Linjatyökalu AVEVA Diagrams -ohjelmassa.

Viivojen paksuutta, tyyliä ja väriä voi muokata, kun muoto on piirretty. Viivoista pitää tehdä paksumpia, jotta piirretty muoto olisi mahdollisimman identtinen simulaattorin kuvan kanssa. Kuvassa 27 esitetään alkuperäinen viivan paksuus, asetus viivan muokkaamiselle ja miltä muoto näyttää muokkauksen jälkeen.



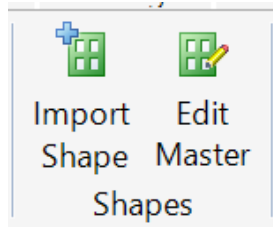
Kuva 27. Viivojen paksuuden muuttaminen.

Ennen muodon tallentamista symbolikirjastoon pitää muoto ryhmittää, sillä muuten tulee kuvassa 28 esitetty virheilmoitus, joka tarkoittaa sitä, että muoto on moniulotteinen. Muoto on moniulotteinen, jos kaikki piirretyt viivat ovat erillisissä tasoissa. Ryhmitys yhdistää viivat yhdelle tasolle, jotta se saadaan tallennettua ja sitä saadaan käytettyä yhtenäisenä. Ryhmittely-komento löytyy, kun valitsee koko muodon ja klikkaa hiiren oikealta tulevasta valikosta otsikon "Ryhmittely".



Kuva 28. Virheilmoitus, jos muotoa ei ryhmittele AVEVA Diagrams -ohjelmassa.

Muoto voidaan tallentaa symbolikirjastoon, kun muoto on ryhmitelty. Tallennus tapahtuu muodot -osiosta ja kohdasta "Import Shape", jonka kuvake esitetään kuvassa 29.



Kuva 29. Muodon tallennus -työkalu.

Ensimmäinen vaihe symbolin tallennuksessa on symbolin nimeäminen. Annetaan nimeksi "Simulation Mark". Lisäksi ensimmäisessä vaiheessa valitaan kohderyhmä, joka on "Equipment Items".

Seuraavaksi valitaan kohderyhmän sisältä laitteen tyyppi, johon valitaan "Equipment". Laitteen tyyppin määrittelyn jälkeen tulee enää yksi otsikko, jossa valitaan symboliryhmäksi "Equipment". Klikataan alhaalta "Next".

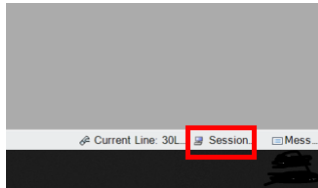
Toisessa vaiheessa valitaan haluttu tallennuskansio. Simulointisymboli tallennetaan "Misc" -kansioon, jolloin valitaan kyseinen kansio aktiiviseksi. Valitun kansion pitää olla auki AVEVA Diagrams -ohjelmassa, jotta seuraavaan vaiheeseen voidaan siirtyä.

Vaiheessa kolme voidaan muuttaa asetuksia. "Use defaults" -otsikon arvon pitää olla "false" eli EPÄTOSI. "Shape text" -kohdassa pitää arvona olla "[namn]", eli nimi.

Neljännessä vaiheessa on määritteiden esitystavan asetukset ja niitä ei tarvitse muuttaa, jolloin voidaan mennä viimeiseen vaiheeseen. Viimeisessä vaiheessa on oletussuodatinasetuksia. Valinta "Use filter defined in Diagrams Options" pitää valita ei-aktiiviseksi. Nyt symboli ei käytä määritettyä suodatinta.

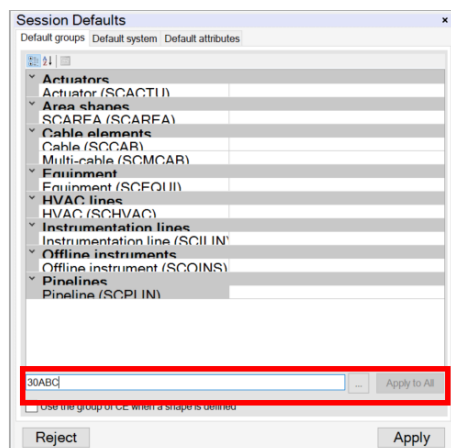
Lopuksi klikataan "Finish", jolloin symboli tulee kansioon näkyviin. Liitteessä 2 on havainnoitu symbolin luominen.

Samaa symbolia voidaan käyttää eri järjestelmien kaavioissa. Järjestelmä, johon symbolin halutaan tallentuvan, määritetään "Session Defaults" -asetuksesta. AVEVA Diagrams -ohjelman näkymän oikeassa alakulmassa on "Session Defaults" -asetukset, jotka esitetään kuvassa 30.



Kuva 30. Järjestelmän määrittäminen.

Lopuksi valitaan "Apply to All". Esimerkkikuvassa 31 "Apply to All" -painike ei ole painettavissa, koska kirjoitettua esimerkkijärjestelmää ei ole olemassa. Painike on painettavissa, jos järjestelmä on puurakenteessa.



Kuva 31. Järjestelmän määrittämisasetukset.

Valmis elementti löytyy puurakenteesta "SCGROU Stencils" -kansioista "Misc" -välilehdeltä, jolloin puurakenteen viereen aukeaa kaikki "Misc" -kansiossa olevat elementit. Elementti vedetään haluttuun kohtaan piirrokseen hiiren vasen painike pohjassa. Ohjelma kysyy automaattisesti elementille nimeä. Elementti tallentuu "Equipments" -kansioon määritellyn järjestelmän alle puurakenteeseen, kun nimi on asetettu. Kuvassa 32 on esitetty valmis elementti piirroksessa, elementin kansio ja puurakenteesta kohta, josta elementin kansio avautuu.

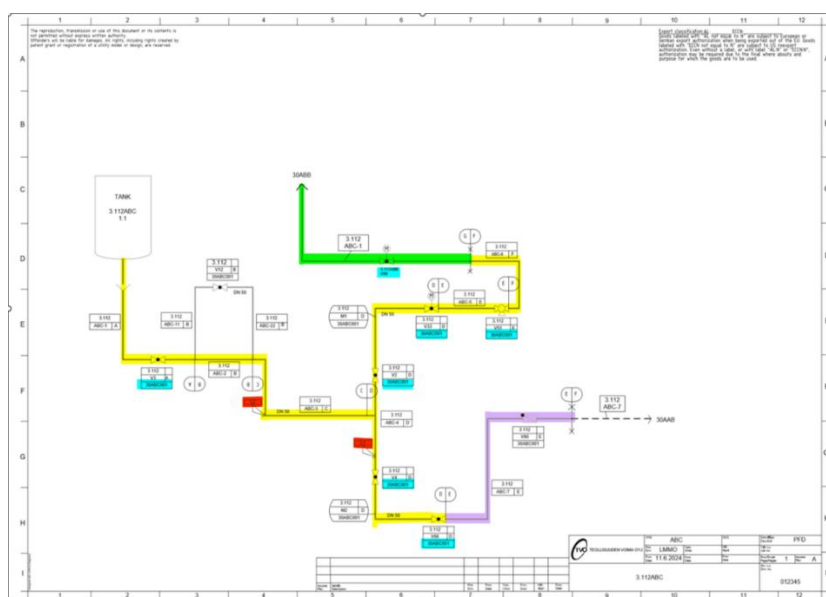


Kuva 32. Valmis elementti symbolikirjastossa.

7.3 Simulointikaavion värittäminen

Opinnäytetyön aikana tehtävään pilotointiprosessiin mukaan otetut simulointikaaviot eivät näy kuvissa, vaan opinnäytetyön esimerkissä on testikaavio, joka mukailee aitoa simulointikaaviota.

Valmiin AVEVA Diagrams -ohjelmalla tuotettavan simulointikaavion tekeminen aloitetaan avaamalla puurakenteesta simulointikaaviota vastaava virtauskaavio, jonka päälle väritykset tehdään. Oikeat elementit väritetään simulaattorin simulointikaavioiden mukaisesti. Kuvassa 33 esitetään simulaattorin väritystapa testikaaviossa.

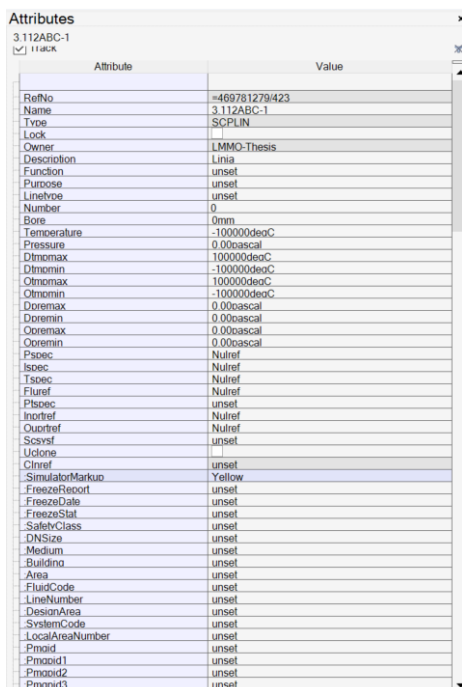


Kuva 33. Simulaattorin väritystapa testikaaviossa.

Simulaattorin simulointikaaviossa sinisen värin sääntö on merkitty maalamalla KKS-laatikosta vain huonenumero, mutta simulointikaavioiden päivitysprosessin myötä yhtenäistetään väritystapa ja väritetään selkeyttämisen vuoksi laitteet eikä laitteiden KKS-laatikko.

Osa virtauskaavioiden linjoista on esitetty oman järjestelmän lisäksi toisissa järjestelmissä, jolloin ne ovat toissijaisia esitystapoja. Simulointikaavioissa toissijaiset linjat, jotka kuuluvat simuloinnin piiriin, ovat esitetty vihreänä. Vihreä linja on oman järjestelmän kaaviossa keltainen tai lila, koska omassa järjestelmässään se ei ole toissijainen. Punaisella värillä on esitetty merkit, jotka ovat simulointikaavion omia merkintöjä eivätkä kuulu virtauskaavioon, jolloin ne pitää lisätä väliaikaisesti näkyville.

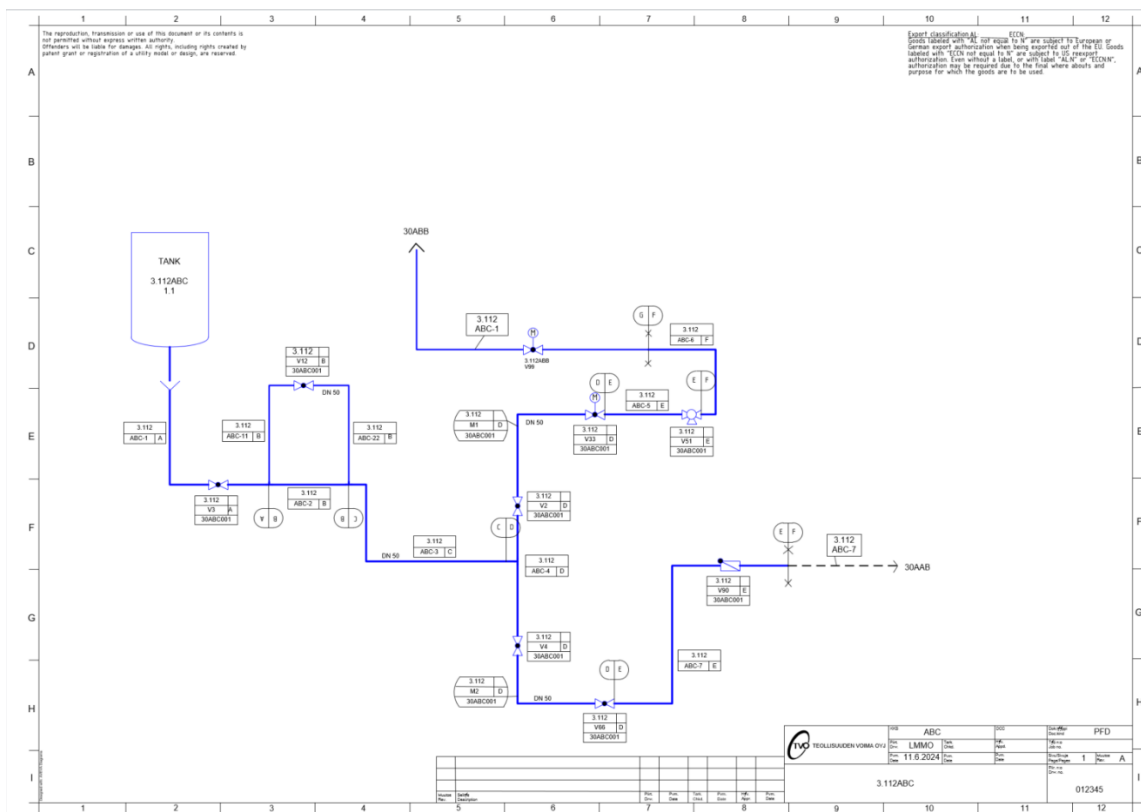
"View" -välilehdeltä avataan "Attributes" -valinta, jolloin saadaan attribuuttilistaus näkyviin, kuten kuvassa 34 esitetään. Puurakenteesta valitaan aktiiviseksi haluttu KKS-tunnus, jonka jälkeen KKS-tunnuksen väri määritetään "SimulatorMarkup" -kohdassa.



Attribute	Value
RefNo	-469781279/423
Name	3.112ABC-1
Type	SCPLIN
Lock	
Owner	LMMO-Thesis
Description	Linia
Function	unset
Purpose	unset
LineType	unset
Number	0
Bore	0mm
Temperature	-100000degC
Pressure	0.00casca
Dtmemax	100000degC
Dtmemin	-100000degC
Otmemax	100000degC
Otmemin	-100000degC
Doremex	0.00casca
Doremex	0.00casca
Doremex	0.00casca
Doremex	0.00casca
Pspec	Nulref
Ispec	Nulref
Tspec	Nulref
Fluref	Nulref
Pbspec	unset
Inortref	Nulref
Quortref	Nulref
Scvst	unset
Uclone	
Ctrref	unset
SimulatorMarkup	Yellow
FreezeReort	unset
FreezeDate	unset
FreezeStat	unset
SafetyClass	unset
DNSize	unset
Medium	unset
Buildmg	unset
Area	unset
FluidCode	unset
LineNumber	unset
DesignArea	unset
SystemCode	unset
LocalAreaNumber	unset
Pmaoid	unset
Pmaoid1	unset
Pmaoid2	unset
Pmaoid3	unset

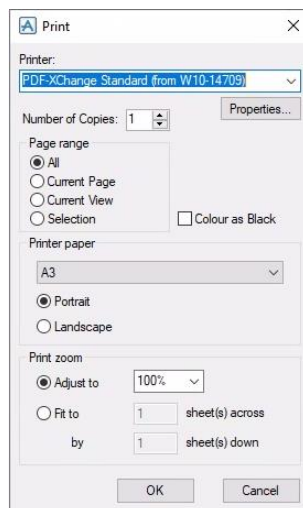
Kuva 34. KKS-tunnuksen attribuuttilistaus.

Säännöt ajetaan ”Tools” -välilehdeltä vihreästä nuolesta, kun kaikki värit on määritelty attribuutteihin. Määrittymiset linjan tai elementin värin osalta ovat jääneet määrittelemättä, jos elementti ei värjäydy. Testikaavio värjäytyi oikein, kuten kuvissa 35 ja 36 esitetään. Kuvassa 35 esitetään AVEVA Diagrams -ohjelman lähtötilanne eli virtauskaavio ja kuvassa 36 sääntöjen ajamisen jälkeen syntynyt simulointikaavio.



Kuva 35. Virtauskaavio.

Lopuksi valmis simulointikaavio tuodaan PDF-tiedostoformaatiksi "Project" -välilehdestä "Print" -painikkeesta, josta avautuu kuvassa 37 esitetty ikkuna. "Print" -valikosta valitaan halutut asetukset. Painetaan OK, kun halutut arvot ovat muutettu.



Arvojen asettamisen jälkeen aukeaa tallennusikkuna, jossa nimetään tiedosto ja tallennetaan haluttuun kansioon. Tallennuksen jälkeen PDF-

tiedostoformaatti aukeaa automaattisesti ruudulle näkyviin. Lisäksi valmis PDF-tiedostoformaatti simulointikaaviosta löytyy kansiota, johon se tallennettiin.

7.4 KKS-tunnusten väritysten määrittäminen AVEVA Engineering -ohjelmasta AVEVA Diagrams -ohjelmaan

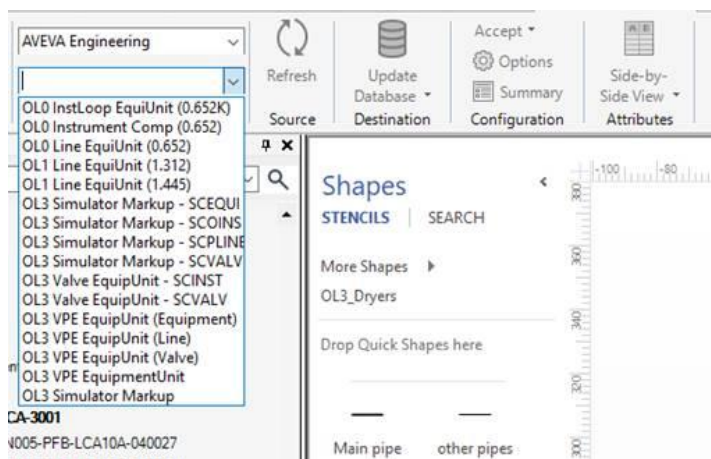
Simulointikaavion värit voidaan suorittaa myös AVEVA Engineering -ohjelman kautta tuoduilla väritystiedoilla. Kaikki OL3:n KKS-tunnukset on viety laistietokannasta AVEVA Engineering -ohjelmaan. AVEVA Engineering -ohjelmaan voidaan valmiiksi merkitä attribuutteihin "SimulationMarkup" -arvot. Kun attribuuttitiedot tuodaan AVEVA Diagrams -ohjelmaan, attribuutteihin päivittyy automaattisesti AVEVA Engineeringissä määritellyt "SimulatorMarkup" -arvot. Täten ei enää tarvitse yksitellen määritellä AVEVA Diagrams -ohjelmassa automaattisesti väritettävien simulointikaavioiden KKS-tunnusten attribuutteja.

KKS- tunnusten attribuuttitiedot tuodaan siten, että valitaan AVEVA Diagrams -ohjelman "Manage" -välilehdeltä "Compare/Update/Link" -työkalu. Työkalusta avautuu oma välilehti, jonka sisältö esitetään kuvassa 38. Ylemmästä tyhjistä alasvetovalikosta valitaan kohde, josta tiedot tuodaan eli AVEVA Engineering.



Kuva 38. AVEVA Diagrams -ohjelman tietojen tuontityökalun välilehti.

Kuvan 39 alemmasta alasvetovalikosta valitaan tuotavat tiedot, kuten venttiilien tai linjojen väriykset. Simulointien väritystiedot voidaan tuoda elementtityypeittäin tai kaikki kerrallaan. Keskellä listaa on tuotavat tiedot tyyppittäin ja listan alimpana on valinta, josta voidaan tuoda kerrallaan kaikki.



Kuva 39. AVEVA Diagrams -ohjelman tietojen tuonnin valintanäkymä.

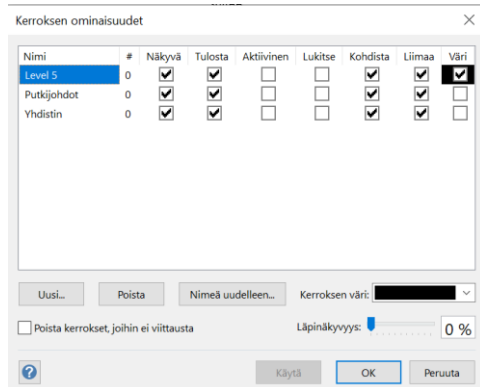
Kuvan 39 listasta valitaan haluttu tyyppi, jonka väritystiedot tuodaan. Tyypit ovat venttiilit, mittaukset, linjat ja laitteet. Tyypit voidaan valita yksitellen tai kaikki kerrallaan. Saatuja tuloksia voidaan tarkastella "Accept" -painikkeesta. Tulokset tuodaan AVEVA Diagrams -ohjelman attribuutteihin "Update Database" -painikkeesta, jos väritystiedot ovat oikein. Tuonnin jälkeen pitäisi tuotujen väritystietojen piirissä olleiden KKS-tunnusten attribuuttilistauksen "SimulatorMarkup" -arvo muuttua.

Tiedot voidaan muuttaa AVEVA Diagrams- tai AVEVA Engineering -ohjelmien tietokannoista, jos ne eivät ole oikein. Tiedot eivät ole oikein, jos esimerkiksi määrittäksessä on käynyt inhimillinen virhe. AVEVA Engineering -ohjelmasta haettua tietoa ei tarvitse siirtää kerrallaan AVEVA Diagrams -ohjelmaan, vaan voidaan tuoda vain osa halutun tyypin tiedoista.

7.5 Simulointitekstit ja muut viitteet kaavioissa

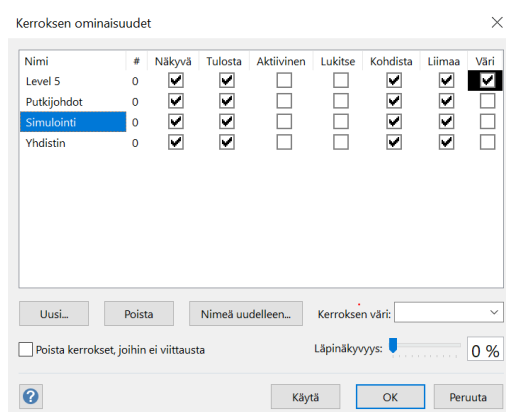
Osaan kaavioista on lisätty ylimääräisiä simulointeihin liittyviä huomioita. Huomiot ovat esimerkiksi kirjoituksia, joissa kerrotaan lisätietoja prosessista. Nämä kirjoitukset ovat jokaisessa simulointikaaviossa uniikkeja. Huomioille ja kirjoituksille luodaan kerros, jotta ne saadaan pois näkyvistä virtauskaavion normaalissa tilassa.

Kerros simulointikaavion tekstihuomioille ja elementeille pitää luoda jokaiseen kaavioon erikseen. Kerros luodaan "Home" -välilehdeltä "Layers" -kohdasta alasvetovalikosta "Layer Property". Kerros luodaan kuvassa 40 esitettyyn valikkoon.



Kuva 40. Kerros-valikko AVEVA Diagrams -ohjelmassa.

Valikosta valitaan "Uusi...", josta saadaan luotua uusi kerros. Ensin kerros nimetään. Nimeksi valikoitui "Simulointi". Kuvassa 41 esitetään valmis kerros. Kun ei haluta, että simulointikerros näkyy kaaviossa, "Näkyvä" -kohtaa ei määritellä. "Tulosta" -kohdasta voidaan valita, tulostuuko kerros, kun kaavio tulostetaan. Valinnat kuitataan valitsemalla "Käytä" ja "OK".



Kuva 41. "Kerros" -valikko, jossa valmis simulointikerros AVEVA Diagrams -ohjelmassa.

7.6 Ongelmat värittäessä

AVEVA Diagrams -ohjelmassa KKS-tunnuksen alle voi kuulua suuri pätkä linjaa ja linjalle kuuluvia elementtejä. Väri määritetään KKS-tunnukselle, jolloin

värjätty kaikki linjan osat ja elementit kyseisen KKS-tunnuksen alta. Osassa simulointikaavioissa KKS-tunnuksen linjasta on väritetty vain osa, jolloin saman KKS-tunnuksen alla olevan linjan määrittelemätön osa pitää jäädä mustaksi. Tämän esimerkkitapauksen lopullinen ratkaisu siirtyy myöhemmälle, sillä AVEVA Diagrams -ohjelman attribuuttilistaukseen pitää tehdä muutoksia pääkäyttäjän toimesta.

"Secondary Shapes" eli toissijaiset muodot on piirretty toistaiseksi OL3:n virtauskaavioihin ilman älyä. Toissijaisiksi tarkoitettuja muotoja ei ole myöskään puurakenteessa. Muodon attribuuttilistauksesta ei voida määrittää "Simulator-Markup" -arvoa, jos muoto ei ole puurakenteessa. Vasta sitten, kun toissijaiset muodot on piirretty älykkäiksi, ne voidaan värittää sääntöjen avulla automaattisesti. Toissijaiset muodot on tällä hetkellä piirretty vain piirtotyökalulla, jolloin piirrettyjen muotojen väriä, linjan paksuutta ja muita voidaan muuttaa manuaalisesti kyseisen muodon asetuksista. Tätä voi käyttää, kun tarvitaan nopea ratkaisu, kunnes toissijaiset muodot tehdään älykkäiksi. Nopeaa ratkaisua todennäköisesti ei tarvita, koska simulaattorin versioita simulointikaavioista voidaan vielä jonkin aikaa käyttää.

7.7 Valmiiden kaavioiden nimeäminen

Ideana nimeämiselle tuli yksinkertainen ehdotus, jossa simulointikaavio nimitään samalla tunnuksella kuin manuaalisella tyylillä väritetty simulointikaavio on nimetty ja lisätään perään "-S" -liite. Kirjain nimen perässä viittaa siihen, että kyseessä on simulointikaavio. Jos manuaalisesti tehty simulointikaavio on nimeltään AA-ABC3001-1, automaattisesti tehdyn simulointikaavion nimi on AA-ABC3001-1-S. Toinen idea on nimetä kaaviot pelkästään järjestelmä tunnuksella ja siihen perään "-S" -liite, mutta simulointikaavioiden aiemmissä nimissä on informatiivisia tietoja, jotka pitää säilyttää. Tässä tapauksessa tiedot eivät säily, jos nimi lyhennetään pelkäksi järjestelmäksi.

Päätettiin, että automaattisen väritysprosessin simulointikaavioihin säilytetään vanha nimi ja lisätään loppuun "-S" -liite. Uusissa simulointikaavioissa säilyy

vanha nimeämistyyli, joten käyttäjien ei tarvitse muistaa uusia nimiä, ja simulointikaaviot löytyvät tietokannasta tutulla nimellä.

7.8 Valmiiden kaavioiden versionhallinta

Valmiille simulointikaavioille suunnitellaan versionhallinta, joka sisältää tallennuspaikan ja suunnitelman, miten jatkossa simulointikaavioiden päivitysprosessia hallitaan sekä yhteisen seurantataulukon, josta ilmenee Käyttäjärajapinta- ja simulaattorit -organisaation päivittämät simulointikaaviot ja AVEVA Diagrams -ohjelmaan päivitettävät alkuperäiset virtauskaaviot.

Ensin siirrytään vanhasta manuaalisesta väritysprosessista uuteen automatisoituun prosessiin. Alkuvaiheessa kaikki PDF-muotoiset päivityspaketin alla olevat simulointikaavioiden väritykset tulee siirtää AVEVA Diagrams -ohjelmassa oleviin kaavioihin. Tämän jälkeen päivitystä tehdään aina kun simulointikaaviota muutetaan Käyttäjärajapinta- ja simulaattorit -organisaation toimesta tai alkuperäiseen AVEVA Diagrams- ohjelmassa olevaan kaavioon kohdistuu muutos.

Tilaajayrityksellä projektinaikaisten dokumenttien tallennuspaikkana on käytössä Tiiminet. Tiiminet on ryhmätyösivusto, johon voi luoda työtiloja. Tiiminet tallennuspaikkana lopullisille kaavioille tuli ideana Käyttäjärajapinta- ja simulaattorit -organisaatiolta, koska he kokivat sen aiemman kokemuksen perusteella toimivaksi vaihtoehdoksi. Tiiminettiin lisätään kansio simulointikaavioille. Kansion näkyvyyttä voidaan rajoittaa vain simulointikaavioita tarvitseville henkilöille.

Tiiminettiin voi tehdä puurakenteen, jossa on pääkansioita ja alakansioita. Järjestelmä muodostuu kolmen kirjaimen yhdistelmästä. Selkeintä on laittaa pääkansioiksi järjestelmien ensimmäiset kirjaimet, kuten muun muassa A, B ja C. Järjestelmien ensimmäisten kirjainten alle tulee kaksikirjaimen rakenne, kuten AB, BB ja CK. Kaksikirjaimisen rakenteen alle tulee edelleen kolmen kirjaimen

yhdistelmä. Kolmikirjaimisen yhdistelmän alle lisätään kaikki kyseiseen järjestelmään kuuluvat simulointikaaviot.

Toisena vaihtoehtona tallennuspaikalle on OL3Doc. OL3Doc on dokumenttienhallintajärjestelmä, johon on tallennettu kaikki OL3:n dokumentaatio. Kuten Tiiminettiin, OL3Dociin voidaan luoda myös oma rakenne, johon simulointikaaviot tallennetaan.

Saman järjestelmän simulointikaaviot on saatu laitostoimittajalta niputettuna yhdessä dokumentissa, josta niputetut simulointikaaviot on ensin purettu yksittäisiksi tiedostoiksi. OL3Dociin voi lisätä tallennetuista dokumenteista lisätietoja metakortille, johon kannattaa lisätä esimerkiksi dokumenttinumerot, joista alkuperäiset simulointikaaviot ovat irrotettu omiksi PDF-tiedostoformaateiksi.

Valmiit automatisoidun päivitysprosessin avulla tehdyt simulointikaaviot tallennetaan aluksi Tiiminettiin, jossa manuaalisesti väritetyt simulointikaaviot ovat. Lopullinen tallennuspaikka on OL3Doc. Ensimmäisiä valmiita kaavioita ei vielä viedä OL3Doc-dokumenttienhallintajärjestelmään, sillä tallennusrakenteen suunnittelu ja luominen on aikaa vievä prosessi, jolloin ensimmäiset käyttövalmiit kaaviot ehtivät valmistua ennen lopullisen tallennuspaikan suunnittelun aloitusta. Kaikki valmiit kaaviot siirretään OL3Doc:iin, kun rakenne on valmis.

Aiemmin tässä työssä Microsoft Excel -ohjelmalla tehtyä seurantataulukkoa voi hyödyntää myös seurantaan, jossa halutaan tietää, mitkä simulointikaaviot ovat vielä manuaalisen päivitysprosessin piirissä ja mitkä ovat siirretty ja päivitetty automaattisen päivitysprosessin piiriin. Erikseen sovitulla tavalla merkitään simulointikaavioiden sijainti, joko värittämällä kaikkien automaattisen prosessin piirissä olevien kaavioiden sarakkeet tietyllä värillä tai lisäämällä erillinen sarake taulukkoon, johon kirjataan esimerkiksi "Päivitetty AVEVA Diagrams pp/kk/vvvv".

Seurantatavaksi sovittiin, että lisätään seurantasarake aiemmin tehtyyn seurantataulukkoon. Seurantataulukko tallennetaan tulevaisuudessa myös OL3Doc -dokumenttienhallintajärjestelmään, jotta se olisi mahdollisimman helpposti kaikkien saatavilla.

7.9 Työn tulosten luotettavuus

Seurantataulukon toimivuutta testattiin tulevien simulointikaavioiden loppukäyttäjien avustuksella. Seurantataulukosta poistettiin aluksi tuodut revisiotiedot, jotta voitiin testata, kuinka selkeästi opinnäytetyön ohjeistusta pystyttiin seuraamaan seurantataulukon täyttämässä.

Käyttäjät saivat tuotua seurantatiedot testitaulukkoon opinnäytetyön ohjeiden mukaisesti. Käyttäjä 2:n Microsoft Excel -ohjelman makrot olivat muokkausta vailla, jolloin kaava toimi, mutta toi revisio tietojen sijaan huomautuksen. Makroja muuttamalla Käyttäjä 2 pystyy tuomaan myös tiedot ohjeiden mukaisesti. Makrot muuttaa Microsoft Excel -ohjelman vastaava käyttäjä. Ohjeet olivat molempien käyttäjien mielestä selkeät.

Simulointikaavioiden värittämisestä pidettiin pienimuotoinen koulutus tuleville loppukäyttäjille. Tulevat loppukäyttäjät omaavat jo hyvät perustaidot AVEVA Diagrams -ohjelman käyttöön. Loppukäyttäjät pystyvät palaamaan tämän opinnäytetyön ohjeistuksiin, kunhan simulointikaavioiden värittäminen tulee ajankohtaiseksi.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tuloksena syntyi automatisoitu prosessi AVEVA Diagrams- ja AVEVA Engineering -ohjelmien välille, minkä avulla älykkäät simulointikaaviot päivitetään. AVEVA Engineering -ohjelmaan lisätään KKS-tunnusten väritystiedot, mistä tiedot tuodaan automaattisesti AVEVA Diagrams -ohjelmaan. Simulointitiedot kannattaa tuoda AVEVA Engineering -ohjelmasta, sillä ohjelma on integroitu toimimaan AVEVA Diagrams -ohjelman kanssa, jolloin voidaan taata mahdollisimman sujuva tapa tietojen tuomiselle. Tietokannassa pitää olla merkittynä KKS-tunnus, simulointiväri, järjestelmä ja KKS-tunnuksen tyyppi, jotta väritysten tiedot saadaan tuotua oikein.

Kaavioiden väritysten toivottiin olevan yhtenäisiä keskenään, sillä simulaattoriversioissa väritykset ovat keskenään erilaisia, koska piirtäjinä on ollut monta eri henkilöä. Väritysten esitystavan sai itse määritellä sopivimmaksi. Väritystavassa tavoiteltiin selkeyttä, sillä selkeys helpottaa ja nopeuttaa simulointien tulkitsemista sekä vähentää tulkitsemisen virheitä. Värityksiä varten ohjelmoitiin AVEVA Diagrams -ohjelmaan käskyt, joiden avulla saatiin simulointikaavio värjäytymään automaattisesti halutulla tavalla. Tarvittaessa myös manuaalinen värittäminen onnistuu AVEVA Diagrams -ohjelman avulla.

Simulointikaavioille syntyi yhtenäinen nimeämistapa, jossa dokumentin numeron perään lisätään ”-S” -liite. Simulointikaaviot tallennetaan OL3Doc -dokumenttienhallintajärjestelmään, kun sinne on tehty simulointikaavioille soveltuva rakenne.

9 HYÖDYNNETTÄVYYS JA PALAUTE

Opinnäytetyön aihe on ajankohtainen sillä simulointikaavioiden käyttöön AVEVA Diagrams -ohjelmalla siirrytään vuonna 2025, kun laitostoimittajan toimittamat kaaviot siirtyvät tilaajayrityksen hallintaan. Opinnäytetyön aikana syntyneitä tuloksia ja toimintatapoja pystytään hyödyntämään ohjeena simulointikaavioiden päivitysprosessissa. Jos AVEVA Diagrams -ohjelma on käytössä OL3:n käyttöön loppuun asti, on opinnäytetyöstä hyötyä tilaajayritykselle vähintään 60 vuotta.

Sääntöjen kirjoittaminen ja ohjelman koodaus on AVEVA Diagrams -ohjelman edistynyttä käyttöä. Työssä keskityttiin sääntöjen luonnin perusteisiin, joiden pohjalta luotiin ohjeistus käyttäjille. Ohjeen avulla käyttäjät saavat ymmärryksen sääntöjen luomisesta AVEVA Diagrams -ohjelmaan ja pystyvät jatkossa ohjelmoimaan tarvittaessa uusia sääntöjä. Samankaltaisissa projekteissa voidaan käyttää työtä apuna, kun mietitään dokumenttien nimeämistä tai versionhallintaa.

Opinnäytetyöstä syntyi tilaajayritykselle paljon uutta tietoa, joka osoittaa työn merkityksen ja hyödynnettävyyden jatkossa. Teoreettinen viitekehys opinnäytetyölle on hyvä perusta ja on olennaista kehittävän työn kannalta. Työ eteni opinnäytetyöntekijän aktiivisuuden ja oma-aloitteisuuden vuoksi hyvin. Tunustusta tuli myös siitä, että AVEVA Diagrams -ohjelman säännöt koodasin itse eikä näin ollen ollut tarve kuormittaa pääkäyttäjää. Sääntöjen toimivuutta kehitettiin.

Opinnäytetyön tuloksia käytiin läpi yhdessä loppukäyttäjien kanssa. Läpikäynnissä henkilöt, jotka tulevat vastaamaan simulointikaavioiden päivityksistä, pääsivät testaamaan simulointikaavioiden tuottamista.

10 KEHITYSIDEAT

Piirrosnumeroista löytyi eroavaisuuksia virtauskaavio- ja simulointikaavioseurannan kanssa. Esimerkiksi nimeämisessä on käytetty eri välimerkkejä. Olisi tärkeää, että nimeäminen olisi yhtenäistä, jolloin se vähentäisi aina manuaalista selvitystyötä. Tässä tapauksessa manuaalinen selvitystyö tarkoittaa sitä, että pitää etsiä manuaalisesti kaikki simulointikaavioita vastaavat virtauskaaviot, koska niitä ei löytynyt automaattisella vertailulla.

Tilaajayritys voisi selvittää, onko mahdollista värittää useampi KKS-tunnus kerrallaan, jolloin valittaisiin samanvärisiä linjoja tai elementtejä ja määriteltäisiin väri kaikille samalla käskyllä.

AVEVA E3D -ohjelmalla on tehty 3D-malli OL3:sta. Tarvittaessa tulevaisuudessa voisi hyödyntää AVEVA Engineeringiin merkittyjä simulointitietoja ja tuoda ne AVEVA E3D -ohjelmaan, jolloin simulointitietoja voitaisiin tarkastella myös OL3:n 3D-versiosta.

Virtauskaavioita värittäessä ilmeni, että osa saman KKS-tunnuksen omaavista elementeistä on esitetty useassa eri virtauskaaviossa ja elementit ovat piirretty älykkääksi siihen virtauskaavioon, jossa se on ensisijainen. Muissa virtauskaavioissa sama elementti on toissijainen. Toissijainen elementti pitää piirtää älykkääksi, jotta muodolla olisi KKS-tunnus ja attribuuttilistaus, josta saadaan elementti väritettyä. Toissijainen elementti olisi myös hyvä saada nimettyä puurakenteeseen samalla nimellä, kuin ensisijainen elementti on nimetty. Jokainen eri nimeä kantava versio samasta elementistä on väritettävä erikseen. Sääntö pystyy värittämään elementin ensisijaisen ja sen toissijaiset muodot samalla määrittelyksellä, jos toissijaiset muodot nimetään täysin samalla nimellä kuin ensisijainen muoto on nimetty.

Tilaajayrityksen olisi kannattava tehdä laskelma, kuinka kauan simulointikaavioiden värittämisessä menee aikaa. Laskelman avulla voitaisiin resursoida tuleville vuosille oikea määrä henkilöitä simulointikaavioiden värittämiselle.

LÄHTEET

AVEVA. (2013). AVEVA DIAGRAMS (14.1.SP1) P&ID Designer. Haettu 8.5.2024 osoitteesta <https://www.scribd.com/document/432989619/TM-3532-AVEVA-Diagrams-14-1-SP1-Diagrams-PID-Designer-4-0-pdf>

AVEVA. (n.d.a.). PMLs Character Format. Haettu 4.6.2024 osoitteesta https://help.aveva.com/AVEVA_E3D_Design/3.1/#/home/1026634/10/11

AVEVA. (n.d.b.). AVEVA Diagrams. Haettu 2.5.2024 osoitteesta <https://www.aveva.com/en/products/pid-and-diagrams/>

AVEVA. (n.d.c.). AVEVA Engineering. Haettu 21.5.2024 osoitteesta <https://www.aveva.com/en/products/aveva-engineering/>

Charset. (2024). Character sets: ISO-8859-1 (Western Europe). Charset. <https://www.charset.org/charsets/iso-8859-1>

Documentaal. (n.d.). Versionhallinta: mikä se on ja mitä hyötyä siitä on sinulle? Haettu 20.5.2024. osoitteesta <https://documentaal.nl/fi/versiebeheer-wat-is-het-en-wat-heb-je-eraan/>

Gillis, A. (2021). Excel. TechTarget. <https://www.techtarget.com/searchcenter-prisesdesktop/definition/Excel>

HardHat Engineer. (n.d.). Learn How to Read P&ID Drawings – A Complete Guide. Haettu 8.5.2024 osoitteesta <https://hardhatengineer.com/how-to-read-pid-pefs-drawings/>

Hartley, V. (n.d.). Top 3 benefits of Automating Your Manual Processes <https://www.languagewire.com/en/blog/automating-manual-processes>

Hirvonen, J., Stenhammar, A. & Tuhkuri, J. (2022). Teknologian vaikutuksista työn ja taitojen kysyntään <https://www.etla.fi/wp-content/uploads/ETLA-Muistio-Brief-108.pdf>

Industrial Software Solutions. (n.d.). [Kuva AVEVA-tuoteperhe näkymästä]. Industrial Software Solutions. <https://industrial-software.com/solutions/aveva-engineering/>

Kantanen, P. (6.5.2024). Teams-kokous TVO:n vanhemman automaatioinsinööri Pentti Kantasen kanssa.

Koch, J. (2016). Office 2016 & Office 365. Docendo

Kulmala, V. (2023). Mankala-malli on suomalaisen energiatuotannon kulmakivi. TVO. <https://www.tvo.fi/ajankohtaista/tiedotteetporssitiedotteet/2023/mankala-mallionsuomalaisenenergiatuotannonkulmakivi.html>

Laaksonen, A. (2011). Aloittelijan oppaat: Ohjelmoinnin aloittaminen. Ohjelmointiputkan nettisivut. <https://www.ohjelmointiputka.net/op-paat/opas.php?tunnus=ohjal>

Peltonen, H., Martio, A & Sulonen, R. (2002). PDM Tuotetiedon hallinta. Edita Publishing.

Posiva. (n.d.). Loppusijoitustilat ONKALOssa. Haettu 8.3.2024 osoitteesta <https://www.posiva.fi/loppusijoitusratkaisu/tutkimus-jaloppusijoitustilatonkalossa.html>

Säteilyturvakeskus. (n.d.). Ydinvoimalaitostyyppit. Haettu 8.3.2024 osoitteesta <https://stuk.fi/ydinvoimalaitostyyppit>

Teollisuuden Voima Oyj. (n.d.a). Käytetty ydinpolttoaine. Haettu 8.3.2024 osoitteesta <https://www.tvo.fi/tuotanto/ydinjatehuolto/kaytettyydinpolttoaine.html>

Teollisuuden Voima Oyj. (n.d.b). OL3. Haettu 8.3.2024 osoitteesta <https://www.tvo.fi/tuotanto/laitosyksikot/ol3.html>

Teollisuuden Voima Oyj. (n.d.c). TVO-konserni. Haettu osoitteesta 8.3.2024 <https://www.tvo.fi/yhtio/hallintojajohtaminen/tvo-konserni.html>

Teollisuuden Voima Oyj. (n.d.d). Voimalaitosjäte. Haettu 8.3.2024 osoitteesta <https://www.tvo.fi/tuotanto/ydinjatehuolto/voimalaitosjate.html>

Tilastokeskus. (n.d.). Iterointi. Haettu 30.7.2024 osoitteesta <https://stat.fi/meta/kas/iterointi.html>

TVO. (2021). Teknisten dokumenttien toimitusohje TVO-konsernin tilauksissa. Teollisuuden Voima Oyj

TVO. (n.d.a). Ydinvoimalaitosyksiköt Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2. Haettu osoitteesta 8.3.2024 [https://www.tvo.fi/uploads/File/yksikot-OL1-OL2\(1\).pdf](https://www.tvo.fi/uploads/File/yksikot-OL1-OL2(1).pdf)

TVO. (n.d.b). Ydinvoimalaitosyksikkö Olkiluoto 3. Haettu osoitteesta 15.3.2024 https://tvo.fi/material/sites/vanhattvo/20220825132746/7bmHsNHjV/ydinvoimalaitosyksikko_ol3_fin.pdf

University Information Technology Services. (2023). ARCHIVED: What is the Latin-1 (ISO-8859-1) character set? <https://kb.iu.edu/d/aepu>

Vgbe energy. (n.d.). Systematic and uniform labelling. Haettu 25.3.2024 osoitteesta <https://www.vgbe.energy/en/identification-system/>

Wondershare EdrawMax. (n.d.). What is P&ID? Haettu 8.5.2024 osoitteesta. <https://www.edrawmax.com/pid/>

World Nuclear Association. (n.d.). Are there different types of nuclear reactor?
World Nuclear Association. <https://www.world-nuclear.org/nuclear-essentials/are-there-different-types-of-reactor.aspx>

YVL-vaatimukset 12/2019. <https://www.stuklex.fi/fi/haku/ohje/YVLA-4?all-Words=koulutus>

LIITE 1: ISO/IEC 8859-1 STANDARDI

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
00	NUL 0000	STX 0001	SOT 0002	ETX 0003	EOT 0004	ENQ 0005	ACK 0006	BEL 0007	BS 0008	HT 0009	LF 000A	VT 000B	FF 000C	CR 000D	SO 000E	SI 000F
10	DLE 0010	DC1 0011	DC2 0012	DC3 0013	DC4 0014	NAK 0015	SYN 0016	ETB 0017	CAN 0018	EM 0019	SUB 001A	ESC 001B	FS 001C	GS 001D	RS 001E	US 001F
20	SP 0020	!	"	#	\$	%	&	'	()	*	+	,	-	.	/
30	0 0030	1 0031	2 0032	3 0033	4 0034	5 0035	6 0036	7 0037	8 0038	9 0039	:	;	<	=	>	?
40	@ 0040	A 0041	B 0042	C 0043	D 0044	E 0045	F 0046	G 0047	H 0048	I 0049	J 004A	K 004B	L 004C	M 004D	N 004E	O 004F
50	P 0050	Q 0051	R 0052	S 0053	T 0054	U 0055	V 0056	W 0057	X 0058	Y 0059	Z 005A	[005B	\ 005C] 005D	^ 005E	_ 005F
60	` 0060	a 0061	b 0062	c 0063	d 0064	e 0065	f 0066	g 0067	h 0068	i 0069	j 006A	k 006B	l 006C	m 006D	n 006E	o 006F
70	p 0070	q 0071	r 0072	s 0073	t 0074	u 0075	v 0076	w 0077	x 0078	y 0079	z 007A	{ 007B	 007C	} 007D	~ 007E	DEL 007F
80																
90																
A0	NBSP 00A0	¡ 00A1	¢ 00A2	£ 00A3	¤ 00A4	¥ 00A5	¦ 00A6	§ 00A7	¨ 00A8	© 00A9	ª 00AA	« 00AB	¬ 00AC	­ 00AD	® 00AE	¯ 00AF
B0	° 00B0	± 00B1	² 00B2	³ 00B3	´ 00B4	µ 00B5	¶ 00B6	· 00B7	¸ 00B8	¹ 00B9	º 00BA	» 00BB	¼ 00BC	½ 00BD	¾ 00BE	¿ 00BF
C0	À 00C0	Á 00C1	Â 00C2	Ã 00C3	Ä 00C4	Å 00C5	Æ 00C6	Ç 00C7	È 00C8	É 00C9	Ê 00CA	Ë 00CB	Ì 00CC	Í 00CD	Î 00CE	Ï 00CF
D0	Ð 00D0	Ñ 00D1	Ò 00D2	Ó 00D3	Ô 00D4	Õ 00D5	Ö 00D6	× 00D7	Ø 00D8	Ù 00D9	Ú 00DA	Û 00DB	Ü 00DC	Ý 00DD	Þ 00DE	ß 00DF
E0	à 00E0	á 00E1	â 00E2	ã 00E3	ä 00E4	å 00E5	æ 00E6	ç 00E7	è 00E8	é 00E9	ê 00EA	ë 00EB	ì 00EC	í 00ED	î 00EE	ï 00EF
F0	ø 00F0	ñ 00F1	ò 00F2	ó 00F3	ô 00F4	õ 00F5	ö 00F6	÷ 00F7	ø 00F8	ù 00F9	ú 00FA	û 00FB	ü 00FC	ý 00FD	þ 00FE	ÿ 00FF

(Charset, 2024).

LIITE 2: SYMBOLIN LUONTI

Equipment items Pipeline elements Pipe compon... Instrume... HVAC line elements HVAC compon... Cable elements Annotat...

Off-page connect... Line splitter Flow direct... Area shape

Equipment Sub-equ... Nozzle Electrical connect...

☐ Keep Custom Menu Actions

☐ Keep Custom Menu Actions

Equipment

Select Stencils OL3_Mis

☐ Keep Custom Menu Actions

< Back Next > Cancel

Annotation settings:

Classification

Class Name

Use defaults

Shane text colour: Black

Shane text font: Arial, 8pt

Text visible by default: True

Rotate text with shape: False

Annotation 01

Use 1 USE_DEFAULT

Attribute 1 CENTER

XRef 1 0

Offset X 1 0

YRef 1 CENTER

Offset Y 1 0

Colour 1 Green

Font 1 (none)

Use 1 Determines whether described label should be attached to shape on drop: 'USE'-attach I...

☐ Use default attribute presentation settings

Attribute	Label	Value	Prompt	Visible	Read Onl.	Copy With S
NAME	Name	Enter Na	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Attribute	Text	[name][n]	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ACTTYP	ActType	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AREA	Area	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DESC	Descript	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DIAREF	Diarefarr	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DISTAG	Distag	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ECRFA	Eorfaray	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FUNC	Function	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
INPRTR	Inprtrf	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ISPE	Ispe	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LETTER	Letter	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LOCA	Location	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LOCK	Lock	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
NUMB	Number	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OURPT	Ouptrf	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OWNER	Owner	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PAGE	Pagearra	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
POS	Position	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PREFIX	Prefix	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Move Up Previous Presentation Next > Cancel

< Back Next > Cancel