

## Suunnittelujärjestelmän hankinnan esiselvitys

Jussi Kantola

Teollisuuden ja luonnonvarojen osaamisalan opinnäytetyö  
Automaatiotekniikka  
Insinööri (AMK)

Kemi 2014

## ALKUSANAT

Opinnäytetyö on tehty FQM Kevitsa Mining Oy:n kunnossapito-osastolle. Haluaisin kiittää FQM Kevitsa Mining Oy:n suunnittelupäällikköä Timo Ikäheimosta mahdollisuudesta tehdä tämä opinnäytetyö. Kiittäisin myös opinnäytetyön ohjaajia, C&I:n osastonjohtajaa Hannu Saarista ja C&I:n työnjohtajaa Juha Oikarista saamastani tuesta ja opastuksesta.

Kemissä 5.5.2014

Jussi Kantola

## TIIVISTELMÄ

LAPIN AMMATTIKORKEAKOULU, Teollisuuden ja luonnonvarojen osaamisala

Koulutusohjelma:	Automaatiotekniikka
Opinnäytetyön tekijä:	Jussi Kantola
Opinnäytetyön nimi:	Suunnittelujärjestelmän hankinnan esiselvitys
Sivuja (joista liitesivuja):	49 (2)
Päiväys:	5.5.2014
Opinnäytetyön ohjaajat:	DI Tuomas Pussila, Lapin AMK Ins. Aila Petäjäjärvi, Lapin AMK Ins. Hannu Saarinen, FQM Kevitsa Mining Oy
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä esiselvitys suunnittelujärjestelmän hankinnasta First Quantum Minerals Kevitsa Mining Oy:n sähkö- ja automaatiokunnossapidon käyttöön.</p> <p>Työssä käydään läpi yleisesti suunnittelutoimintaa ja suunnittelujärjestelmän eri ominaisuuksien, toimintojen ja käytön vaikutusta. Työssä tehtiin lisäksi Kevitsan kunnossapidon tarvekartoitus, jossa selvitettiin suunnittelun nykyinen tilanne, sekä mitä asioita suunnittelujärjestelmällä haluttaisiin hallita. Näiden lisäksi tutustuttiin muutamaa markkinoilla olevaan suunnittelujärjestelmään ja selvitettiin niiden sopivuutta kunnossapidon tarpeita ajatellen.</p> <p>Tutustumalla kunnossapidon nykyisiin käytäntöihin sekä kahteen markkinoilla olevaan suunnittelujärjestelmään, voitiin järjestelmän tuomia hyötyjä verrata nykyiseen tilanteeseen. Tämän vertailun avulla saatiin suunnittelujärjestelmän tuomat hyödyt helpommin selvitettyä verrattuna nykyiseen tilanteeseen.</p> <p>Työn tuloksena syntyi esiselvitys, jossa käy ilmi suunnittelujärjestelmän tuomat hyödyt sähkö- ja automaatiokunnossapidolle. Esiselvityksessä ei oteta huomioon järjestelmän hankinta- ja ylläpitokustannuksia. Esiselvityksen pohjalta FQM Kevitsa Mining Oy voi halutessaan lähteä tekemään tarkempaa selvitystä suunnittelujärjestelmän hankkimista varten.</p>	
Asiasanat: automaatio, esiselvitys, suunnittelu, elinkaarimalli, kunnossapito, suunnittelujärjestelmä	

## ABSTRACT

LAPLAND UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Industry and natural resources

Degree programme:	Automation Engineering
Author:	Jussi Kantola
Thesis title:	Preliminary Study for Acquisition of Plant Engineering Software
Pages (of which appendixes):	49 (2)
Date:	5 May 2014
Thesis instructors:	Tuomas Pussila, MSc (Tech.) Aila Petäjäjärvi, Benc. (Tech.) Hannu Saarinen, FQM Kevitsa Mining Oy
<p>The purpose of this thesis was to create a preliminary study for acquisition of plant engineering software for the use of First Quantum Minerals Kevitsa Mining Oy's electrical and automation maintenance department.</p> <p>In this thesis the aim was to outline general planning activities and how different features functions and usage of plant engineering software affect on planning. In addition, a needs analysis of Kevitsa electrical and automation maintenance department was made. The analysis examined the current practice of planning and what things should be managed with the plant engineering software. Also, few plant engineering softwares on the market were examined and their suitability for the need of the maintenance department was studied.</p> <p>By looking at maintenance department's current standards and also at two plant engineering software the benefits of software could be compared on the current state. By using this comparison, benefits of the plant engineering software compared to the current state were easier to state.</p> <p>The result of the thesis was a preliminary study where the benefits of the plant engineering software for the electrical and automation maintenance department are shown. Preliminary study does not take into account software's purchase and operating costs. If desired, FQM Kevitsa Mining Oy can make, on the basis of this study, more detailed study for the acquisition of plant engineering software.</p>	
<p>Keywords: automation, preliminary study, engineering, life cycle model, maintenance, plant engineering software</p>	

## SISÄLLYS

ALKUSANAT .....	2
TIIVISTELMÄ .....	3
ABSTRACT .....	4
SISÄLLYS .....	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET .....	7
1 JOHDANTO .....	8
2 KEVITSAN KAIVOS .....	10
2.1 Esiintymän historia.....	10
2.2 FQM Kevitsa Mining Oy .....	11
2.3 Engineering & Maintenance.....	12
2.4 Kevitsan kaivoksen rikastusprosessi .....	13
2.4.1 Murskaus ja seulonta.....	13
2.4.2 Jauhatus .....	14
2.4.3 Vaahdotus.....	16
2.4.4 Rikasteiden käsittely .....	16
2.4.5 Jätevesien käsittely.....	17
3 SUUNNITTELUTOIMINTA .....	18
3.1 Suunnittelujärjestelmä .....	18
3.2 Automaatiojärjestelmän elinkaarimalli .....	20
4 KEVITSAN SUUNNITTELUJÄRJESTELMÄN TARVEKARTOITUS.....	25
4.1 Nykyinen tilanne .....	25
4.1.1 Dokumenttien hallinta.....	26
4.1.2 Dokumenttien päivitys .....	26
4.2 Suunnittelujärjestelmän rajaus.....	27
4.2.1 Olemassa olevan laitteiston laajuus .....	28
4.2.2 Järjestelmäintegraatiot.....	29
5 MARKKINOILLA OLEVIEN SUUNNITTELUJÄRJESTELMIEN KARTOITUS	
31	
5.1 ALMA .....	31
5.1.1 CoreALMA .....	32
5.1.2 FieldALMA.....	33
5.1.3 ElectALMA.....	33
5.1.4 DocALMA .....	34

5.2	COMOS Plant Engineering Software.....	34
5.2.1	Comos Basic .....	37
5.2.2	Comos EI&C .....	38
5.2.3	Comos Logical .....	39
6	SUUNNITTELUJÄRJESTELMIEN OMINAISUUKSIEN YHTEENVETO .....	40
7	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	42
7.1	Suunnittelujärjestelmän merkitys sähkö- ja automaatiokunnossapidolle.....	42
7.2	Esitetyt jatkotoimenpiteet.....	43
8	POHDINTA.....	44
	LÄHTEET.....	46
	LIITTEET .....	47

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Engineering & Maintenance	Kunnossapito
ERP	Toiminnanohjausjärjestelmä (Enterprise Resource Planning)
FQML	First Quantum Minerals Ltd
GTK	Geologian tutkimuskeskus
KTM	Kauppa- ja teollisuusministeriö
PI-kaavio	Prosessi- ja instrumenttikaavio
PLM	Tuotteen elinkaaren hallinta (Product Life Cycle)
Pronto Xi	Toiminnanohjausjärjestelmä

## 1 JOHDANTO

Aloittavan tuotantolaitoksen alkuvaiheessa pyritään mahdollisimman nopeaan tuotannon ylösajoon. Nopeuteen vaikuttavat erityisesti suunnittelu- ja rakennusvaiheessa tehdyt ratkaisut ja kunnossapito. Jotta tuotantolaitos saadaan toimimaan mahdollisimman tehokkaasti ja vikojen esiintyminen minimoitua, on laitoksen kunnossapitoon panostettava. Ensimmäisten kuukausien aikana prosessin käyttäjät ja kunnossapidon henkilökunta oppivat tunnistamaan helposti prosessin ongelmakohdat ja näin toimintavarmuutta, tehokkuutta, käytettävyyttä ja jopa turvallisuutta voidaan kehittää erityisen paljon. Näiden tavoitteiden saavuttaminen voi vaatia paljon muutostöitä. Tehtävät muutokset olisi suunniteltava ja toteutettava mahdollisimman huolella ongelmien poistamiseksi. Tehokas suunnittelu nopeuttaa itse työn tekemiseen käytettyä aikaa, ja näin laitoksen käyntiaikaa saadaan nostettua.

Tämän päivän älykkäät suunnittelujärjestelmät perustuvat suurelta osin laitoksen elinkaariajatteluun (Life Cycle). Näin niiden käyttö ei rajoitu ainoastaan suunnitteluprojektiin vaan ne toimivat aina laitoksen esisuunnittelusta ylläpitoon ja käytöstä poistoon asti. Esisuunnittelussa tuotettu tieto tallennetaan suunnittelujärjestelmän tietokantaan. Tätä tietokantaa voidaan myöhemmin hyödyntää laitoksen käytönaikaiseen hallintaan. Ohjelmistojen kasvaessa suuremmiksi muun muassa 3D-ominaisuuksien ansiosta ne vaativat käyttäjältä hyvää perehtymistä ja erityisosaamista järjestelmän hallintaan. Oikein käytettynä ne kuitenkin tehostavat suunnitteluprosessia, keräävät historiatietoa, helpottavat ylläpitoa ja toimivat laitoksen tietopankkina.

Työn tarkoituksena on tehdä esiselvitys suunnittelujärjestelmän hankinnasta First Quantum Minerals Kevitsa Mining Oy:n kunnossapidon osastolle, jossa järjestelmän on tarkoitus tulla sähkö- ja automaatiokunnossapidon käyttöön. Selvityksessä otetaan huomioon järjestelmän mahdollinen laajentaminen myös muille suunnittelualoille, kuten mekaaniselle suunnittelulle ja prosessisuunnittelulle.

Työssä käydään läpi yleisesti suunnittelutoimintaa ja suunnittelujärjestelmän eri ominaisuuksien, toimintojen ja käytön vaikutusta. Työ sisältää Kevitsan tarvekartoituksen, jossa selvitetään suunnittelun nykyinen tilanne sekä tehdään suunnittelujärjestelmän rajaus. Näiden lisäksi tutustutaan kahteen markkinoilla olevaan



suunnittelujärjestelmään ja arvioidaan niiden sopivuutta kunnossapidon tarpeita ajatellen. Näiden tietojen perusteella saadaan kartoitettua suunnittelujärjestelmän tuomia hyötyjä kunnossapidolle. Selvityksessä ei oteta huomioon järjestelmän hankinta- ja ylläpitokustannuksia. Esiselvityksen pohjalta FQM Kevitsa Mining Oy voi halutessaan lähteä tekemään tarkempaa selvitystä järjestelmän hankintaa varten.

## 2 KEVITSAN KAIIVOS

Kevitsan merkittävä sulfidinen nikkeliyesiintymä sijaitsee Sodankylän kunnassa, noin 43 km koilliseen Sodankylä keskustasta. Esiintymä sisältää nikkeliä, kuparia ja platinaryhmän metalleja (PGE). Esiintymä poikkeaa muista löydettyistä sulfidisulaesiintymistä kokonsa ja PGE-metallien (kulta, platina, palladium) pinnanläheisyyden vuoksi. Normaalisti PGE-malmit sijaitsevat syvällä sulfidisulien pohjalla. (Kevitsan kaivos, esite 2012, 2.)

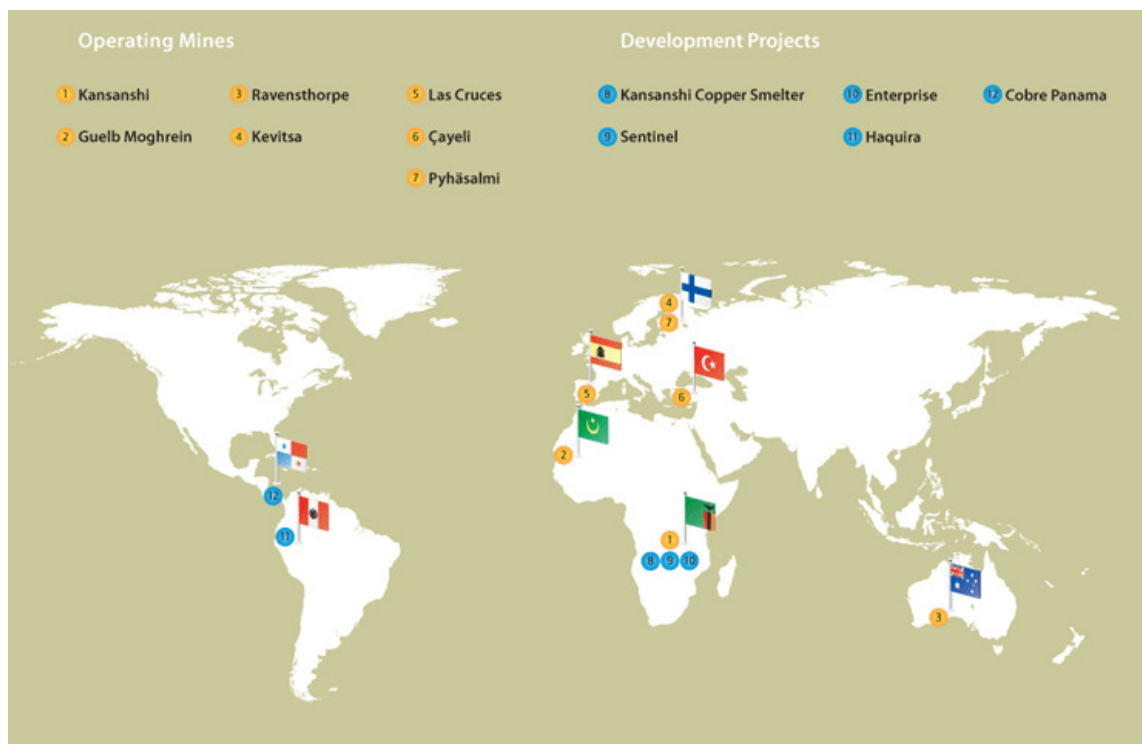
### 2.1 Esiintymän historia

Ensimmäiset tiedot alueen malmikivistä ovat peräisin 1930-luvulta. Kuitenkin vasta 1969 alueella alettiin tehdä systemaattista geologista kartoitusta, jonka seurauksena 1973 alueelta löydettiin nikkeliä sisältäviä kiviaineksia. Ensimmäiset viitteet malmiesiintymästä teki Geologian tutkimuskeskus (GTK) vuonna 1987, minkä jälkeen aluetta alettiin tutkia tarkemmin. Tässä vaiheessa alueelta löydettyjä pitoisuuksia pidettiin kuitenkin suhteellisen alhaisina. GTK luovutti alueesta tehdyistä tutkimuksista loppuraportin kauppa- ja teollisuusministeriölle (KTM) kesäkuussa vuonna 1994. (Lapin Vesitutkimus Oy 2006, 8.)

KTM laittoi esiintymän myyntiin kansainvälisille markkinoille joulukuussa 1994, jonka tarjouskilpailun Outokumpu Mining Oyj voitti 1995. Yhtiö päätti kuitenkin luopua esiintymästä 1998. Vuonna 2000 esiintymän valtasi Ruotsissa rekisteröity Scandinavian Gold Prospecting AB (myöhemmin Kanadassa rekisteröity Scandinavian Minerals Ltd), jonka jälkeen yhtiö ryhtyi kartoittamaan alueen malmivarantoja ja kehittämään rikastusmenetelmiä. Vuonna 2006 perustettiin tytäryhtiö Kevitsa Mining Oy, jonka jälkeen se jätti kaivosta koskevat lupahakemukset ja aloitti alustavat työt kaivoksen toiminnan käynnistämiseksi. Parin vuoden tutkimusten jälkeen vuonna 2008 yhtiön osti nopeasti kasvava kanadalainen kaivos- ja metallialan yritys First Quantum Minerals Ltd. (FQML). Vuoden 2009 marraskuussa FQM:n hallitus antoi Kevitsan nikkeli-projektille hyväksynnän ja päätti rakentaa alueelle kaivoksen. (Lapin Vesitutkimus Oy 2006, 8; Kevitsan kaivos, esite 2012, 2.)

## 2.2 FQM Kevitsa Mining Oy

FQM Kevitsa Mining Oy on kanadalaisen First Quantum Minerals Ltd:n (FQML) tytäryhtiö. FQML:n toimintaan kuuluu mineraalien etsintä, kaivoshankkeiden kehittäminen ja kaivostoiminta. Yhtiön osakkeet on listattu Toronton ja Lontoon pörseissä. Yhtiöllä on seitsemän (7) toimivaa ja viisi (5) kehitteillä olevaa kaivosta ympäri maapalloa (kuva 1). Kaivokset tuottavat pääasiassa kuparia, nikkeliä, kultaa, sinkkiä ja platinaryhmän metalleja. (First Quantum Minerals Ltd. www-sivut 2013, hakupäivä 20.9.2013.)



Kuva 1. First Quantum Minerals Ltd. toimivat ja kehitteillä olevat kaivokset (First Quantum Minerals Ltd. www-sivut 2013, hakupäivä 20.9.2013)

Kesällä 2012 tuotannon aloittanut Kevitsan kaivos (kuva 2) tuottaa nikkeli-PGE-rikastetta ja kupari-kultarikastetta. Keväällä 2011 päivitetyn arvion mukaan louhintakelpoiset malmivarat ovat 161 miljoonaa tonnia. Malmi sisältää 0,27 % nikkeliä ja 0,40 % kuparia. Alustavan louhintasuunnitelman mukaan malmia louhitaan 5 miljoonaa tonnia vuodessa, jolloin louhittavaa riittää yli 30 vuodeksi. Vuosituotannoksi on arvioitu noin 10 000 tonnia nikkeliä rikasteessa ja 20 000 tonnia kuparia rikasteessa. Sivutuotteena saadaan kultaa, platinaa ja palladiumia. (Kevitsan kaivos, esite 2012, 3.)

Kaivoksen rakentaminen aloitettiin kesällä 2010. Projektin hinnaksi arvioitiin noin 400 miljoonaa dollaria. Rakennusvaiheessa kaivoksella toimi lähes 500 henkilöä useiden eri urakoitsijoiden palveluksessa. Suurimpia laitetoimittajia olivat Outotec, Metso, Siemens, Sandvik, Weir Minerals ja WEG. Kaksi vuotta myöhemmin, kesällä 2012 kaivos aloitti kaupallisen tuotannon. Tällä hetkellä kaivos työllistää suoraan lähes 300 henkilöä ja välillisesti useita ulkopuolisia urakoitsijoita.



Kuva 2. Ilmakuva Kevitsan tehdasalueesta (FQM Kevitsa Mining Oy, kuvatiedosto 2013)

First Quantum Minerals Ltd. tutkii mahdollisuutta laajentaa malmin tuotantoa 7.5-10 miljoonaan tonniin vuodessa, sillä mineraalivarannot on arvioitu aiempaa suuremmaksi. Yhtiö on jättänyt YVA-menettelyn mukaisen ympäristövaikutusten arvioinnin ja hakee ympäristölupaa laajennusta varten. (Kevitsan kaivos, esite 2012, 4.)

### 2.3 Engineering & Maintenance

Kevitsan kaivoksella prosessin kunnossapidosta vastaa Engineering & Maintenance organisaatio. Engineering & Maintenance henkilöstön rakenne on kuvattu

organisaatiokaaviossa (liite 1). Organisaatioon kuuluu noin 60 henkilöä, joista 45 on työntekijöitä ja 15 toimihenkilöä. Heidän tehtävänä on huolehtia prosessilaitteiden kunnosta ja pyrkiä ehkäisemään vikojen syntyminen. Nämä tehtävät sisältävät kunnossapidon suunnittelun, pienempien muutostöiden suunnittelun ja toteutuksen sekä laitteiston määräaikaishuollot ja korjaukset. Osa kunnossapitotöistä ostetaan palveluina ulkopuolisilta urakoitsijoilta ja suunnittelutoimistoilta. Suuremmista laiteinvestoinneista vastaa Kevitsan emoyhtiö First Quantum Minerals Ltd.

Sähkökunnossapitoon kuuluvat sähköpuolen osastonjohtaja, kaksi työnjohtajaa ja 11 asentajaa. Asentajista viisi toimii vuorosähkömiehinä. Sähkökunnossapito huolehtii kaikista kaivosalueen (avolouhos, prosessialue, rikastushiekka-altaat, rakennukset, sosiaalitalat) sähkötöistä, aina kaivokselle tulevasta 110 kV voimasähkölinjasta yksittäisiin moottorikäyttöihin ja valaisimiin asti. Sähkökunnossapidon työntekijät vastaavat myös kahden sähkökäyttöisen 6,3 kV:n pistokaivinkoneen sähkötöistä, mutta eivät muista liikkuvan kaluston sähkötöistä (tilanne 11/2013).

Automaatio- ja instrumentointikunnossapitoon kuuluvat automaatio/instrumentaatio ryhmän osastopäällikkö, työnjohtaja ja neljä asentajaa. Automaatio- ja instrumentointikunnossapito huolehtii kaikista kaivosalueen automaatio- ja instrumentointitöistä. Tehtävät sijoittuvat kuitenkin vahvasti prosessialueelle ja rikastamoon. Lisäksi automaatioryhmään kuuluu yksi järjestelmäasiantuntija, joka vastaa prosessin automaatiojärjestelmän toiminnasta (tilanne 11/2013).

## 2.4 Kevitsan kaivoksen rikastusprosessi

Malmin käsittely on jaettu kuuteen eri päävaiheeseen joita ovat louhinta, murskaus, seulonta, jauhatus, vaahdotus ja rikasteiden käsittely. Prosessin eri vaiheet on esitetty yksinkertaistetussa virtauskaaviossa (liite 2).

### 2.4.1 Murskaus ja seulonta

Malmin louhinta aloitetaan avolouhokselta, joka on tällä hetkellä ainoa louhintamuoto. Maanalainen louhinta on kuitenkin mahdollista. Louhoksen lopulliseksi syvyydeksi on

arvioitu noin 500 metriä. Avolouhokselta kivi kuljetetaan louheensiirtoautoilla tehdasalueen itälaidassa olevalle primäärimurskaimelle, jossa kivet murskataan jauhatusta varten. Murskaimena käytetään Sandvik CG820-mallista karamurskainta (Gyratory Crusher), jonka suunniteltu kapasiteetti on noin 2000 t/h. Murskauksen jälkeen tuotteen tavoitekoko on alle 130 mm. (Kevitsa PID-kuvat 2013; Kynkäänniemi 2013, 3.)

Primäärimurskaimelta kivi kulkee kuljetinta 1 pitkin seulomoon, jossa erikokoiset kivet erotellaan seuraavia prosessivaiheita varten. Seula on kaksitasoinen ja erottelu perustuu täryttämiseen. Seula erottelee kivet kolmeen eri kokoon. Hienoin (<25 mm) ja karkein (>100 mm) aines siirtyy kuljetinta 2 pitkin välivarastolle. Keskikoon (25 - 100 mm) aines siirretään kuljettimella 3 palavarastoon. Palavarasto on jaettu kahteen osaan, jossa seulalta tulevat keskikoon kivet ohjataan sekundäärimyllyä syöttävään osaan. Palavaraston toisesta osasta syötetään sekundäärimurskainta. (Kevitsa PID-kuvat 2013; Kynkäänniemi 2013, 5.)

Sekundäärimurskain on sijoitettu palavaraston alle ja sitä syötetään palavaraston toisesta osasta. Sekundäärimurskaimen tehtävänä on murskata myllyjen seulojen ylitteestä saadut kivet. Sekundäärimurskaimena toimii Metson MP800-kartiomurskain (Cone Crusher). Murskatut kivet (<25 mm) siirretään kuljettimella 4 takaisin seulomoon ja sieltä edelleen kuljettimella 2 välivarastolle. (Kevitsa PID-kuvat 2013; Kynkäänniemi 2013, 4.)

#### 2.4.2 Jauhatus

Jauhatuson tehtävänä on jauhaa kivet jauheeksi jauhinmyllyjen avulla. Jauhatus tapahtuu kaksivaiheisena märkäjauhatuksena, joka koostuu kolmesta (8,5 m x 8,5 m) Outotecin toimittamasta autogeenimyllystä (AG-mylly) (kuva 3). Näistä kaksi toimii primääri- ja yksi sekundäärijauhaimena. (Kevitsa PID-kuvat 2013; Kynkäänniemi 2013, 9.)





Kuva 3. Kevitsan jauhimon primäärimylly 2 ja sekundäärimylly (Kaivos [www-sivut](http://www.kevitsa.com) 2013, hakupäivä 18.11.2013)

Primäärimyllyihin 1 ja 2 syötetään välivarastolle varastoitua hienoa ja karkeaa kiviainesta kuljettimilla 8 ja 5 sekä 9 ja 6. Primäärimyllyjen kapasiteetti on noin 12000 t/vrk/mylly. Primäärimyllyissä karkean kiviaineksen on tarkoitus toimia jauhinkappaleina ja hienoaineksen jauhettava aineena. Myllyihin lisätään vettä, joka sitoo kivistä jauhetun hienoaineksen lietteeksi. Primäärimyllyjen purkupuolelle sijoitetut seulat erottelevat lietteen kivistä. Seulan alitteena saatava liete kerätään pumppukaivoon, josta osa pumpataan hydrosykloneille ja osa sekundäärimyllyn pumppukaivoon. Seulan ylitteestä saatavat kivet kuljetetaan kuljettimella 10 palavarastolle. (Kevitsa PID-kuvat 2013; Kynkäänniemi 2013, 9.)

Jokaisella jauhinyllyllä on oma hydroykloniryhmä, jonka tehtävä on erotella seualta saatava liete ylitteeksi ja alitteeksi. Alitteena saatava karkeampi liete palautetaan takaisin myllyihin ja ylitteenä saatava hienempi liete ohjataan vaahdotukseen. (Kevitsa PID-kuvat 2013.)

Sekundäärimyllyä syötetään myllyn hydroyklonin alitteesta saatavalla lietteellä sekä jauhinkappaleilla, joita syötetään palavaraston toisesta osasta. Jauhinkappaleina

toimivat seulalta saadut keskikoon kivet. Sekundäärimyllyn kapasiteetti on noin 2000 t/vrk. (Kevitsa PID-kuvat 2013; Kynkäänniemi 2013, 9.)

### 2.4.3 Vaahdotus

Vaahdotuksessa lietteen arvoainepitoisuutta pyritään nostamaan erottelemalla sivumineraalit malmimineraaleista. Tämä tapahtuu vaahdotuskennoissa, joissa lietteeseen lisätään puhallusilmaa ja kemikaaleja (reagenssit). Puhallusilmalla liete saadaan kuplimaan. Kemikaalien avulla rikastettavat mineraalit tarttuvat tehokkaammin ilmakupliin kiinni ja nousevat lietteen pintaan. Ilmakuplat muodostavat lietteen pinnalle vaahdon, joka erotellaan rännien avulla lietteestä. Vaahdotuskennot on Outotecin toimittamia ja niitä on yhteensä 68kpl. Kennojen tilavuudet vaihtelevat 20 - 300 m<sup>3</sup> välillä. (Kevitsa PID-kuvat 2013; Kynkäänniemi 2013, 9.)

Kevitsassa vaahdotetaan ensin kupari. Kuparin vaahdotus koostuu 23 kennosta, jotka on jaettu esi-, ripe- ja kertausvaahdotuksiin. Kuparin vaahdotuksesta saatava jäte pumpataan nikkelin vaahdotukseen. Nikkelin vaahdotusvaiheet on jaettu samalla tavalla kuin kuparin vaahdotus, mutta se koostuu 38 kennosta. Viimeisenä on rikin vaahdotus, johon nikkelivaahdotuksen jäte pumpataan. Rikin vaahdotuksessa rikkipitoisuutta saadaan nostettua. Rikin vaahdotus koostuu seitsemästä kennossa ja ne on jaettu esi- ja kertausvaahdotukseen. (Kevitsa PID-kuvat 2013; Kynkäänniemi 2013, 9.)

### 2.4.4 Rikasteiden käsittely

Viimeisenä prosessivaiheena on itse rikasteen käsittely, jossa kupari- ja nikkelivaahdotuksen rikasteista poistetaan ylimääräistä nestettä ensin sakeuttamalla ja sen jälkeen suodattamalla. Sakeuttimissa kiintoaine, eli rikaste, saostuu altaan pohjalle ja ylimääräinen neste poistuu altaasta valumalla sakeuttimen reunojen yli ränneihin, joista se palautetaan prosessiin. Altaan pohjalle saostuva rikaste pumpataan sakeuttimelta nauhasuodattimille, joissa rikastemassasta saadaan poistettua lisää kosteutta puristamalla paineen avulla rikastekakkuja. (Kevitsa PID-kuvat 2013; Kynkäänniemi 2013, 9.)



Kevitsassa on käytössä kaksi halkaisijaltaan 11 m:n sakeutinta ja kaksi suodatinta. Toinen sakeutin toimii kuparin sakeuttimena ja toinen nikkelin sakeuttimena. Suodattimista toinen toimii kuparin suodattimena ja toinen nikkelin suodattimena, mutta suodattimilla voidaan ajaa myös rikasteita ristiin. (Kevitsa PID-kuvat 2013; Kynkäänniemi 2013, 9.)

Suodattimilta saatavat rikasteet lähetetään Kevitsasta kuorma-autoilla jatkojalostettavaksi. Kuparirikaste viedään bulkkina (irtotavara) Kemin ajoksen satamaan. Nikkelirikaste säkitetään 2 000 kg:n säkkeihin ja kuljetetaan Oulun satamaan.

#### 2.4.5 Jätevesien käsittely

Rikastamon jätevedet pumpataan rikastushiekka-altaille A ja B. A-allas toimii matala rikki-pitoisena altaana (kuva 4) ja B-allas korkea rikki-pitoisena altaana. Rikin vaahdotuksen jäte pumpataan rikastushiekka-altaaseen A ja rikastettu rikki rikastushiekka-altaaseen B. Rikastushiekka-altaissa liete saostuu ja painuu altaan pohjalle. Selkeytynyt pintavesi pumpataan B-altaasta A-altaaseen, josta selkeytyneet pintavedet palautetaan prosessivesiksi rikastamon käyttöön. (Kevitsa PID-kuvat 2013; Kynkäänniemi 2013, 9.)



Kuva 4. Kevitsan rikastushiekka-allas A. Tehdasalue näkyy altaan takana vasemmalla (Ylen www-sivut 2013, hakupäivä 20.11.2013)

### 3 SUUNNITTELUTOIMINTA

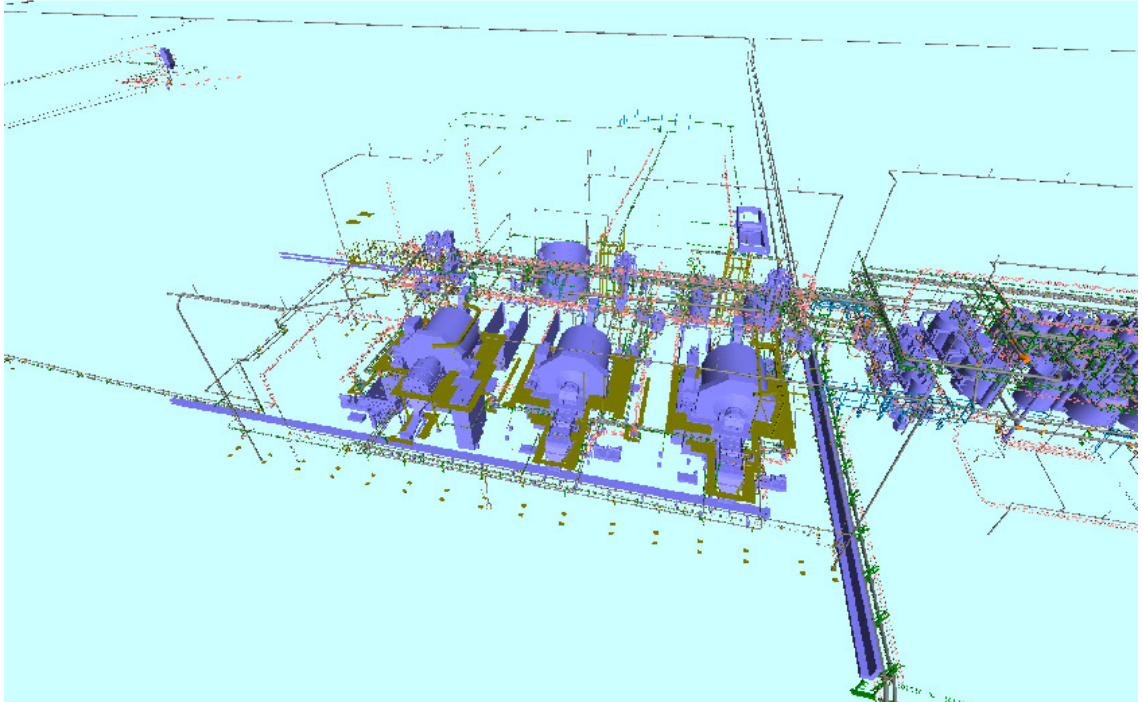
Suunnittelun tarkoituksena on tuottaa tarvittavat tiedot ja dokumentit, joiden pohjalta suunniteltava kohde on mahdollista toteuttaa, käyttää ja ylläpitää. Suunnittelun tarve tulee yleensä asiakkaan halusta luoda uutta tai muokata vanhaa, joten kohteena voi olla esimerkiksi uusi tuotantolaitos tai jo olemassa olevan laitteiston muuttaminen. Suunnittelun lähtökohtana on ymmärtää asiakkaan tarpeet ja pyrkiä toteuttamaan siihen tarvittava dokumentaatio. Suunnittelijoiden on huolehdittava että dokumentit täytettävät niille asetetut standardit, sekä laatu- ja viranomaisvaatimukset. Suunnittelun tuottamat tiedot mm. auttavat käyttäjiä ymmärtämään laitoksen toimintaa, helpottavat kunnossapidon työskentelyä ja auttavat yrityksen johtoa tekemään oikeanlaisia päätöksiä asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Niiden avulla pystytään myös arvioimaan saavutetut lopputulokset. (Strömman, Hirvonen, Hukki, Tommila, Mikkonen, Pyyskänen 2007, 7.)

Mitä suuremmasta kohteesta on kyse, sitä enemmän suunnitteluun osallistuu eri alojen edustajia. Suunnittelua voidaan tehostaa tehtäviä jakamalla, jolloin suunnittelua voidaan tehdä rinnakkain. Tällöin ajatusmallit, toimintatavat ja työvälineet on hyvä olla tarpeeksi yhteensopivia. Lisäksi osapuolten väliset vastuut ja tehtävät on määriteltävä selkeästi. (Strömman ym. 2007, 7-8.)

#### 3.1 Suunnittelujärjestelmä

Suunnittelun tuottamat dokumentit ovat perinteisesti sisältäneet erityyppisiä dokumentteja ja tietoja, jotka ovat muodostaneet järjestelmän mallin. Nykyaikaisessa verkottuneessa suunnitteluympäristössä näitä dokumentteja voidaan tuottaa eri suunnittelijoiden yhteisestä tietokannasta, jota kutsutaan tehdasmalliksi. Tehdasmalli kuvaa suunniteltavan kohteen kokonaisuutena eri näkökulmista koko sen elinkaaren ajan. Mallin laajuus voi vaihdella projektista riippuen, ja se voi sisältää erityyppisiä tietoja. Laajimmillaan malli sisältää kaikki suunnittelualat ja niiden osakokonaisuudet, kuten toiminnot, suunnitteluperusteet, laitetiedot jne. Näiden tietojen lisäksi laitosta voidaan kuvata 3D-mallilla, joka kuvaa tehtaan fyysisen rakenteen kaikkine komponentteineen (kuva 5). (Strömman ym. 2007, 13.)

Tietokantapohjaisten suunnitteluohjelmistojen käytöllä suurien kokonaisuuksien hallinta helpottuu. Tieto tallennetaan ainoastaan yhden kerran, jolloin muutokset näkyvät muuallakin järjestelmässä. Tietojen kopiointi onnistuu tietokannan sisällä. Tällöin järjestelmän ylläpito helpottuu.



Kuva 5. 3D-kuva Kevitsan jauhimosta (FQM Kevitsa Mining Oy, kuvatiedosto 2013)

Koska tehdasmallia käytetään kohteen koko elinkaaren ajan, se myös tarkentuu suunnittelun edetessä. Suunnittelun elinkaari koostuu useista eri vaiheista, jolloin suunnittelu jaetaan välietappeihin (milestone). Tätä jaottelua on totuttu kuvaamaan elinkaarimallilla. Nämä välietapit ovat pisteitä, joissa kriittisimmät asiat pitäisi olla määriteltynä. Näiden tulosten perusteella suunnittelua voidaan tarkentaa ja siirtyä seuraavaan elinkaaren vaiheeseen. Eri vaiheiden erottaminen ei kuitenkaan ole täysin suoraviivaista, vaan usein ne ovat päällekkäisiä ja sumeita. Lisäksi tiedot ovat yleensä puutteellisia ja muutokset yleisiä, joten tietyt tehtävät joudutaan suorittamaan moneen kertaan. (Strömman ym. 2007, 13 - 14.)

Suunnittelutehtävien jakaminen eri alojen suunnittelijoille tehostaa suunnittelun tekemistä. Heistä jokainen vastaa tietyistä osista tehdasmallia. Tällaisia voivat olla esimerkiksi osajärjestelmän toimintakuvauksen suunnittelu tai toimintakuvauksen tarkastaminen. Näiden osien riippuvuudet määrittelevät suunnitteluorganisaatiossa

tarvittavan tiedonsiirron. Suunnittelijoiden tarvitsema ja tuottama tieto täytyy olla oikeiden henkilöiden saatavilla, jotta projekti etenisi sujuvasti. (Strömman ym. 2007, 13-14.)

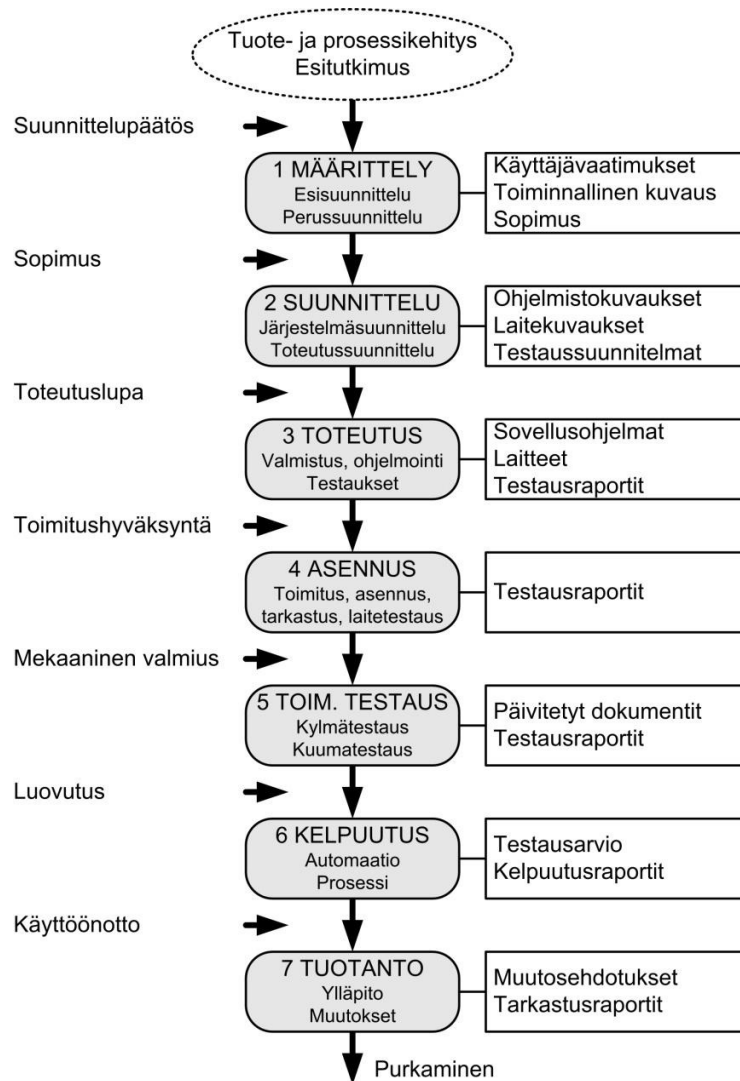
Projektiin liittyy myös projektihallinnon tehtäviä, joiden tehtävä on mm dokumentoida itse projekti. Tätä dokumentointia varten on tehdasmallin lisäksi olemassa projektimalli, joka sisältää projektin suunnittelutehtävät, suunnitteluorganisaatio, tehtävien jako, käytettävät työkalut ja menettelyt (laatu, versiointi, dokumenttien jakelu jne.). Projektimallin ja suunnitellun mallin välinen yhteys muodostuu esimerkiksi siten, että suunnittelutehtävän (projektimallissa) tavoitteena on tuottaa laiteluettelo (suunniteltava kohde). (Strömman ym. 2007, 14.)

Suunnittelutyö perustuu suurelta osin tiedonhankintaan. Suunnittelijoiden tuottamat tulokset syntyvät lähtötietojen ja suunnittelijoilla jo olevan tiedon (osaaminen, ohjeet) perusteella. Lähtötiedot tulevat esimerkiksi muilta suunnitteluosapuolilta ja suunnittelutehtävien tuloksista tai muista lähteistä, kuten asiakkailta, laitetoimittajilta ja kirjallisuudesta. Näiden tietojen pohjalta tehdään tarvittavat päätökset, jotta projekti saavuttaisi sille asetetut tavoitteet. (Strömman ym. 2007, 15.)

### 3.2 Automaatiojärjestelmän elinkaarimalli

Eri lähteissä elinkaarimallit määritellään eri tavoin, sillä järjestelmien laatutekijät, turvallisuus ja standardit vaihtelevat kohteesta riippuen. Tässä kappaleessa esitetään yksi mahdollinen elinkaarimalli automaatiojärjestelmälle (kuvio 1), johon liittyy useita näkökulmia, kuten

- sisällölliset tehtävät
- tehtävien väliset riippuvuudet ja tietovirrat
- keskeiset päätöksentekotilanteet
- ajalliset, etappien väliset elinkaarivaiheet
- tehtäviin liittyvät dokumentit
- tehtävien suorittajat ja eri osapuolten roolit.



Kuvio 1. Automaatiojärjestelmän elinkaarimallin vaiheet (Strömman ym. 2007, 16)

- 1. Määrittelyvaihe** (specification phase): Automaatiojärjestelmän vaatimukset pyritään kuvaamaan mahdollisimman tarkasti käyttäjän kannalta. Näiden tietojen pohjalta aloitetaan teknisen toteutuksen yksityiskohtaisempi suunnittelu. Suuremmissa projekteissa määrittelyvaihe voidaan jakaa kahteen vaiheeseen, esisuunnitteluun ja perussuunnitteluun. (Ajo 2001, 18.)

**Esisuunnittelu** (preliminary design): Asiakkaan tehtävä on selvittää automaatiojärjestelmän käyttäjävaatimukset, joista selviää automatisointitarpeet, tarjonta, kustannukset ja hyödyt. Tämän aineiston perusteella asiakas tekee investointipäätöksen. Tulevaa investointia varten asiakas laatii kelpoistussuunnitelman, jonka mukaan se valvoo ja ohjaa laadun syntymistä. Esisuunnittelu vaiheessa vastuu on asiakkaalla. Suurissa projekteissa konsulttien käyttö on yleistä. (Ajo, 2001, 18.)

**Perussuunnittelu** (basic design): Asiakas ja toimittaja kuvaavat prosessin ajotavat, automaation toiminnot ja toteutusperiaatteet tarkempaa suunnittelua, sopimusta ja toteutusta varten. Perussuunnittelussa asiakas tekee tarjouspyynnöt, joiden liitteenä on käyttäjävaatimukset ja kelpoistussuunnitelma. Toimittaja tekee tarjouksen, joka sisältää automaatiojärjestelmän toiminnallisen kuvauksen, kuten yksittäiset toiminnot, laitteiston ja ohjelmiston rakenteen. Lisäksi tarjous sisältää projekti- ja laatusuunnitelman. Perussuunnittelun lopuksi osapuolet kirjoittavat toimitussopimuksen liitteineen. (Ajo 2001, 18.)

2. **Suunnitteluvaihe** (system design): Automaatiojärjestelmän toimittaja tarkentaa perussuunnittelun aineistot tulevaa toteutusta varten. Perussuunnittelussa tuotettu tieto tarkennetaan suunnitteluvaiheessa tietylle laitteistolle. Toimittaja tehtävänä on tuottaa järjestelmä-, toteutus- ja testaussuunnittelu. Suunnitteluvaihe päättyy järjestelmän tai sen osan toteutuslupaan. (Ajo 2001, 19.)

Järjestelmäsuunnittelussa tarkennetaan sovelluksen arkkitehtuuri, joka kuvataan ohjelmisto- ja laitteistokuvauksessa. Toteutussuunnittelussa tarkennetaan tiedot yksityiskohtaiselle moduulitasolle, jonka aikana luodaan mm. piirikohtaiset toimintakuvaukset ja sekvenssikuvaukset. Testaussuunnittelussa laaditaan testaussuunnitelmat eri kuvauksille. (Ajo 2001, 19.)

3. **Toteutusvaihe** (implementation phase): Automaatiojärjestelmän toimittaja valmistaa, kokoaa ja testaa järjestelmän. Toimittaja suorittaa järjestelmälle tehdastestit, jotka sisältävät erilaisia katselmuksia ja testejä toimittajan tiloissa. Näihin testeihin osallistuu myös asiakas. Toteutusvaiheen lopuksi osapuolet hyväksyvät automaatiojärjestelmän toimituksen (toimitushyväksyntä, delivery release), jonka jälkeen se voidaan lähettää asiakkaalle. Toteutusvaiheen aikana syntyvistä dokumenteista tärkeimpiä ovat asennus- ja käyttöohjeet, testaussuunnitelmat sekä tehdastestien dokumentaatio ja erilaiset katselmusraportit. (Ajo 2001, 19.)
4. **Asennusvaihe** (installation phase): Automaatiojärjestelmä, kaikki siihen kuuluvat komponentit ja ohjelmistot toimitetaan asennuspaikalle asennettavaksi.

Asennusten tuloksena syntyy automaatiojärjestelmä kenttälaitteinen. Asennetulle laitteistolle tehdään laitteistotestaus, jolla alustavasti varmistetaan laitteiston toiminta ja että se on suunnittelukuvausten mukainen. Asennusten ja laitteiston testien päätyttyä automaatiojärjestelmä on valmis toiminnalliseen testeukseen, jolloin laitoksen operointivastuu siirtyy yleensä projekti- ja ylösajohenkilökunnalta asiakkaan käyttöhenkilökunnalle. (Ajo 2001, 20.)

5. **Toiminnallinen testausvaihe** (commissioning): Toimittaja testaa asiakkaan tiloihin asennetun järjestelmän toimivuuden kylmä- ja kuumatestien avulla. Testeillä varmistetaan, että laitteisto on toimittajan puolesta valmis tuotantovaiheeseen. Lisäksi mahdolliset virheet on korjattu ja järjestelmä vastaa toiminnallisia kuvauksia. Kun testit on hyväksytysti suoritettu, voidaan laitteisto luovuttaa asiakkaalle. (Ajo 2001, 20.)

Kylmätestauksessa laitteiston hälytykset, lukitukset, suojaukset ja muut turvallisuustekijät, sekä normaalitilan yksittäiset toiminnot testataan käyttämällä mahdollisimman vaarattomia prosessiaineita kuten vesi. Kuumatestauksessa laitteiston sovellusohjelmat (sekvenssit ja ylemmän tason ohjelmat) testataan laajempina kokonaisuuksina käyttämällä mahdollisimman todellisia prosessikemikaaleja. (Ajo 2001, 20.)

6. **Kelpuutusvaihe** (validation phase): Asiakas osoittaa että tekninen järjestelmä on suunniteltu ja toteutettu vaatimusten mukaisesti. Lisäksi koko prosessi ja sillä valmistetut tuotteet vastaavat määriteltyjä spesifikaatioita. Kelpuutusvaihe koostuu automaation teknisestä loppukelpuutuksesta ja prosessikelpuutuksesta. Kelpuutusvaiheen aikana tehdään myös järjestelmän suorituskykytestaus, jossa todetaan kuormitettavuus ja vasteajat. Mikäli kelpuutusvaiheessa havaitaan virheitä, ne voivat estää järjestelmän hyväksynnän. Kelpuutusvaihe päättyy hyväksytyyn loppukelpuutusraporttiin. (Ajo 2001, 21.)

Automaation teknisessä loppukelpuutuksessa tarkastetaan dokumentit, arvioidaan toimittajan testaus ja toiminta, laaditaan kelpuutustestaus ja kelpuutusraportti, sekä arkistoidaan aineisto. Prosessikelpuutuksessa tehdään prosessin lopullinen hienoviritys koeajojen aikana, suoritetaan varsinaiset kelpuutusajot ja laaditaan prosessin kelpuutusraportti. (Ajo 2001, 21.)

7. **Tuotantovaihe** (production/operation phase): Hyväksyttyä automaatiojärjestelmää käytetään tuotteiden valmistukseen. Asiakas vastaa laitteiston käytöstä, ylläpidosta ja muista toiminnoista. Asiakas voi kuitenkin hankkia kyseisiä palveluita myös ulkopuolisilta toimittajilta. Tuotantovaiheen aikana suunnittelu keskittyy kunnossapidon ja muutostöiden suunnitteluun. Näillä toimilla pyritään ylläpitämään ja parantamaan turvallisuutta, käytettävyyttä ja tuottavuutta. Automaatiojärjestelmään tehtävät muutokset aloitetaan kelpuutusjaksolla ja uuden sovellusversion elinkaari käynnistyy käyttäjävaatimusten päivityksestä. Järjestelmään tehdyt muutokset päivitetään olemassa oleviin dokumentteihin, jolloin varmistetaan tietojen paikkansa pitävyys. (Ajo 2001, 22.)
  
8. **Purkuvaihe:** Automaatiojärjestelmä poistetaan käytöstä, puretaan ja hävitetään. Tämä vaihe voi liittyä pienemmän laitteiston osien uusimiseen esimerkiksi prosessitekniikan päivityksen yhteydessä. Purkuvaiheessa on huolehdittava järjestelmän oikeanlaisesta hävittämisestä. Osasta puretuista laitteista on säilytettävä dokumentit, mikäli laitteiston historiaa pitää myöhemmin selvittää. (Ajo 2001, 22.)



## 4 KEVITSAN SUUNNITTELUJÄRJESTELMÄN TARVEKARTOITUS

Työ aloitettiin keskustelemalla Kevitsan Engineering & Maintenance -osaston suunnittelupäällikön, kunnossapidon suunnittelijan, sekä instrumentointi- ja automaatioryhmän osastopäällikön ja työnjohtajan kanssa. Näissä keskusteluissa pyrittiin selvittämään Kevitsan kunnossapidon nykyinen tilanne, suunnittelujärjestelmän tuleva käyttö sekä osaston työntekijöiden näkemys siitä, miksi mihin järjestelmää tultaisiin tulevaisuudessa käyttämään, sekä heidän näkemyksensä siitä, miksi suunnittelujärjestelmää oltaisiin hankkimassa.

Kaivos oli vasta siirtynyt tuotantovaiheeseen, joten suunnittelu- ja rakennusvaiheessa tehdyt ratkaisut vaikuttivat kunnossapidon nykyiseen tilanteeseen. Tilanteen kartoittaminen aloitettiin selvittämällä kunnossapidon nykyiset käytössä olevat ohjelmistot ja resurssit sekä toimintamallit, jotka liittyivät dokumenttien hallintaan, tietojen löytämiseen, tietojen päivittämiseen ja suunnitteluun.

Nykyisen tilanteen selvittämisen jälkeen keskityttiin tarkemmin järjestelmän rajaukseen. Rajauksessa haluttiin muodostaa kuva siitä, mitä tietoja järjestelmällä haluttaisiin hallita? Kuinka laajasti järjestelmä tulisi käyttöön? Kenen käyttöön järjestelmä tulisi ja pitäisikö hankinnassa huomioida myöhemmät laajennukset?

Viimeisenä kohtana käsiteltiin järjestelmän merkitystä kunnossapidolle ja verrattiin sitä nykyiseen tilanteeseen. Onko järjestelmän hankinnassa hyötyä kunnossapidolle ja miten se vaikuttaisi kunnossapidon toimivuuteen verrattuna nykyiseen tilanteeseen?

### 4.1 Nykyinen tilanne

Kaivoksen suunnittelussa oli toiminut kaksi isompaa suunnittelu- ja konsultointitoimistoa. Perussuunnittelun oli tehnyt amerikkalaisen Fluor Corporationin australialaisyhtiö ja detaljisuunnittelun suomalainen Pöyry Oyj. Pöyry oli suunnitellut muun muassa prosessin sähköistyksen, automaation ja valvomoympäristön.

#### 4.1.1 Dokumenttien hallinta

Projektihenkilökunnan, suunnittelijoiden ja eri laitetoimittajien tuottamia suunnittelu- ja rakennusvaiheen aikaisia dokumentteja oli kerättyä toisen pääkonsultin ylläpitämällä tiedostopalvelimella (Inforbis, Pöyry Oyj), joka toimi Internet-selaimen kautta. Osalla kunnossapidon toimihenkilöistä oli lukuoikeudet tiedostopalvelimelle. Tiedostojen muokkaaminen ei ollut mahdollista. Dokumentit olivat pääasiassa PDF-, Excel- ja Word-tiedostoja ja ne sisälsivät eri-tyyppisiä dokumentteja, kuten käyttöohjeita, pohjakuvia, isometrejä, erilaisia luetteloita, sekä sähkö- ja automaatiokuvia.

Palvelimelle ladatut tiedostot olivat hyvin puutteellisia kunnossapidon toiminnan kannalta. Osasta laitteista ei löytynyt minkäänlaisia huolto-ohjeita ja osasta laitteista saattoi puuttua kokonaan sähködokumentaatio. Näiden dokumenttien toimittaminen oli jäänyt jostain syystä pois ja se hankaloitti kunnossapidon toimintaa.

Tiedostopalvelimelle oli luotu toimittaja-/valmistajakohtainen hierarkia, jonne tietoja oli jaoteltu. Tietojen löytäminen ei ollut kuitenkaan helppoa, sillä samaan kohteeseen liittyviä tietoja oli hajautettuna eri kansioden alle. Tietojen löytämistä helpotti kuitenkin hakutoiminto, jolla saattoi löytää etsimänsä dokumentin.

#### 4.1.2 Dokumenttien päivitys

Kaivoksen aloittaessa tuotanto, prosessin toiminta ja heikot kohdat ilmenivät yllättävinä tuotannon keskeytyksinä. Näiden epäkohtien korjaaminen ja muuttaminen tapahtui pääasiassa ilman tarkempia suunnitelmia. Tämä johtui siitä, ettei kaivoksella ollut käytössä omaa suunnittelujärjestelmää, jossa olemassa olevan laitoksen tiedot olisivat. Lisäksi sähkö- automaatiosuunnittelija puuttui kokonaan. Pienemmät muutokset tekivät kunnossapidon työnjohtajat yhdessä osastonjohtajien kanssa. Isompien muutosten ja kuvien päivittämiseen käytettiin ulkopuolisia suunnittelijoita.

Sähkö- ja automaatiokuvien päivittäminen tapahtui piirtämällä tehdyt muutokset punakynällä olemassa oleviin kuviin ja lähettämälle ne ulkopuoliselle suunnittelutoimistolle. Ulkopuolinen suunnittelija teki piirustuksiin tarvittavat muutokset ja lähetti päivitettyt kuvat takaisin kaivokselle. Osa muutoksista saattoi myös

jäädä kokonaan merkitsemättä, jolloin tehtyjen muutosten päivittäminen kuviin jäi tekemättä.

Päivitettyjä kuvia ja tietoja ei muutettu enää tiedostopalvelimelle (Inforbis), koska se oli toiminut ainoastaan suunnittelu- ja rakennusprojektin aikana dokumenttien hallintajärjestelmänä. Päivitettyjä tiedostoja tallennettiin kaivoksen omalle verkkoasemalle. Osa tiedoista saatettiin tallentaa ainoastaan yksittäisten henkilöiden (osastonjohtaja, työnjohtaja) omalle tietokoneelle. Lisäksi eri laitetoimittajat saattoivat lähettää kaivokselle ainoastaan paperidokumentteja, jolloin niissä olevia tietoja ei voitu jakaa useammalle henkilölle.

Tietojen hallintaan liittyvät toimintatavat vaikuttivat myös tietojen luotettavuuteen. Verkkoasemalla säilytettäviä dokumentteja saattoi olla useita eri versioita ja niitä saattoi lisätä kuka vain verkkoasemalle pääsyn omaava henkilö. Dokumenttien eri versiot aiheuttivat sekaannusta ja usein luotettavien tietojen löytäminen onnistui parhaiten käymällä henkilökohtaisesti prosessialueella toteamassa tiedot.

#### 4.2 Suunnittelujärjestelmän rajaus

Suunnittelujärjestelmää on tarkoitus käyttää jo olemassa olevan tuotantolaitoksen prosessin sähkö- ja automaatio suunnitteluun sekä niihin liittyvien tietojen ja dokumenttien hallintaan. Järjestelmästä rajataan kuitenkin tässä vaiheessa pois liikkuvan kaluston sähkö- ja automaatio suunnitelmat.

Tuotantolaitos käsittää seuraavat alueet:

- murskaus ja seulonta
- jauhatus
- vaahdotus
- suodatus
- vesien käsittely.

Alueen muut sähkö- ja automaatio suunnitelmat on tarkoitus sisällyttää järjestelmään, johon kuuluvat:

- kaivosalue

- tehdasalue
- patoalue
- rakennukset.

Järjestelmän tulee kattaa mahdollisimman laajasti sähkö- ja automaatio-suunnittelussa tarvittavat ominaisuudet, kuten:

- piirikaaviot
- johdotuskaaviot (kotelokuvat)
- moottorilähdöt
- keskuskuvat
- aluekaapelointi
- instrumentointi
- asennustyyppikuvat
- kaapeliluettelot
- pneumatiikkakuvat.

Ohjelman käyttäjiksi tulisivat sähkö- ja automaatio-osastojen osastonjohtajat, suunnittelija, työnjohtajat ja asentajat. Heille voitaisiin jakaa käyttöoikeudet esimerkiksi näin:

- pääkäyttäjät, 2 henkilöä
- rajatut oikeudet, 4 henkilöä
- lukuoikeudet, 20 henkilöä.

#### 4.2.1 Olemassa olevan laitteiston laajuus

Tässä osiossa pyritään kartoittamaan kaivoksella olevan sähkö- ja automaatiolaitteiston laajuutta. Tällä kartoituksella pyritään antamaan tietoa siitä, minkä tyyppisiä laitteita ja ohjelmistoja kaivoksella on käytössä.

Kaivoksella oleva sähkölaitteisto koostuu muun muassa seuraavista osasista:

- 110 kV voimasähkölinja
- päämuuntajat 2 kpl
- jakelumuuntajat 22 kpl
- prosessin moottorilähdöt yli 430 kpl

- taajuusmuuttajat n. 160 kpl
- suurimmat sähkömoottorit 7000 kW
- kenttälaitteet
- aluekaapelointi
- rakennussähkö (HVAC).

Kaivoksella oleva automaatiojärjestelmä koostuu muun muassa seuraavista osasista:

- automaatiojärjestelmä Siemens PCS7
- valvomo-ohjelmisto WinCC
- operaattoriasemat 2 kpl
- prosessiasemat PLC:t 4 kpl
- kuituyhteydet Siemens OLM
- väylät Profibus DP/PA
- logiikat Siemens Simatic S7-400 ja S7-300
- hajautettu I/O Siemens ET 200M.

Kaivoksella olevat sähkö- ja automaatiidokumentit ovat seuraavissa tiedostomuodoissa:

- DWG
- PDF
- Excel
- Word.

#### 4.2.2 Järjestelmäintegraatiot

Mahdollisia järjestelmäintegraatioita varten huomioidaan kaivoksella olevat muut järjestelmät, etenkin ne järjestelmät, jotka vaikuttavat kunnossapidon toimintaan. Kunnossapidon toimintaan vaikuttavat muut järjestelmät ovat automaatiojärjestelmä ja toiminnanohjausjärjestelmä ERP sekä suurimpien laitteiden omat ohjelmistot.

Kaivoksella on käytössä prosessin automaatiojärjestelmänä Siemens PCS7, jolla hallitaan prosessia. Prosessin valvomoympäristö, serverit, prosessiasemat, logiikat ja I/O-kortit on Siemensin toimittamia.

Kaivoksella on käytössä toiminnanohjausjärjestelmänä Pronto Xi, jolla ohjataan muita yrityksen toimintoja, kuten varastonhallintaa, kirjanpitoa, kunnossapitoa ja raportointia. Pronto Xi on käytössä myös muillakin First Quantum Minerals Limitedin kaivoksilla.

Muita ohjelmistoja on käytössä suurimpien laitetoimittajien omissa laitteissa. Näitä ohjelmistoja löytyy muun muassa Sandvikin ja Metson murskaimista, sekä Outotecin analysaattoreista ja kuivaimista.

## 5 MARKKINOILLA OLEVIEN SUUNNITTELUJÄRJESTELMIEN KARTOITUS

Markkinoilla olevien järjestelmien kartoitus aloitettiin listaamalla markkinoilla olevia suunnittelujärjestelmiä. Listalta valikoitiin ne järjestelmät, jotka sopisivat sähkö- ja automaatiokunnossapidon käyttöön. Näitä järjestelmiä tutkimalla valittiin kaksi järjestelmää, joiden ominaisuuksiin päätettiin perehtyä paremmin.

Markkinoilla olevista suunnittelujärjestelmistä valikoitui ensimmäisenä suomalaisen Alma Consulting Oy:n kehittämä ALMA-tietämyshallintajärjestelmä. Osalla sähkö- ja automaatioryhmän henkilöistä oli aikaisempaa kokemusta kyseisestä järjestelmästä, joten he suosittelivat tutustumaan siihen.

Toisena järjestelmänä valikoitui saksalaisen Siemens AG:n kehittämä Comos Plant Engineering Software. Järjestelmä vaikutti olevan todella laaja ja sen integrointi mahdollisuudet mm. Siemens PCS7:mään voisi olla yksi valintaan vaikuttava asia.

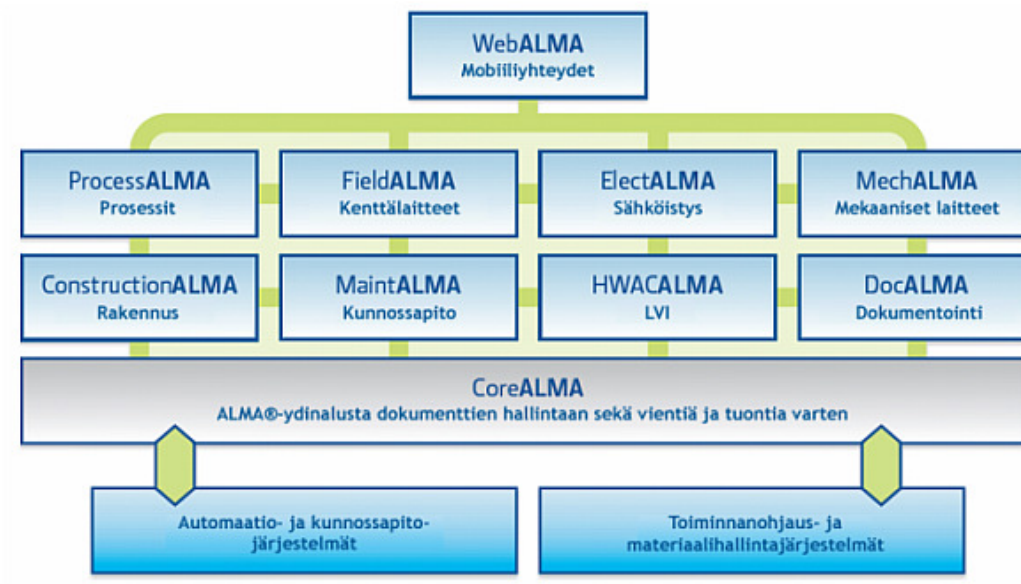
Kaivoksella järjestettiin kaksi erillistä tuote-esittelyä, joissa molempien järjestelmien toimittajat kävivät esittelemässä järjestelmien ominaisuuksia, eri toimintoja, rakennetta ja käyttömahdollisuuksia. Samalla he kertoivat tarkemmin yritysten toimintatavoista ja referensseistä.

### 5.1 ALMA

ALMA-tietämyshallintajärjestelmä on tarkoitettu teknisen tiedon ja tapahtumien elinkaarenaikaiseen hallintaan. Se kattaa tehtaan kunnossapidon, suunnittelun, projektien ja dokumenttien hallinnan. Järjestelmän on kehittänyt suomalainen Alma Consulting Oy, joka kehittää, markkinoi, toimittaa ja ylläpitää ALMA suunnittelu- sekä teknisen tiedon ja tapahtumien hallintajärjestelmää ja siihen liittyviä palveluita. Järjestelmän kehittäminen on aloitettu vuonna 1986. Ohjelmisto on käytössä noin 300 yrityksessä ja 46 maassa. (ALMA Consulting www-sivut 2013, hakupäivä 16.9.2013.)

ALMA-ohjelmisto on rakennettu modulaariseksi eli se koostuu useista eri osista, joista jokainen voi toimia yksin omana ohjelmanaan tai yhdessä muiden kanssa (kuva 6). Järjestelmään voidaan valita esimerkiksi sähkö- ja automaatiosuunnittelumoduulit tai

pelkästään kunnossapito- ja dokumenttien hallinta moduulit. Näin järjestelmä skaalautuu käyttäjän tarpeiden mukaan. Järjestelmää voidaan myöhemmin laajentaa moduuleita lisäämällä. Järjestelmä voidaan myös liittää yrityksen muihin järjestelmiin kuten automaatiojärjestelmään ja toiminnanohjaukseen. (ALMA Consulting www-sivut 2013, hakupäivä 16.9.2013.)



Kuva 6. ALMA -tietämyshallintajärjestelmän rakenne (ALMA Consulting www-sivut 2013, hakupäivä 27.11.2013)

Alma Consulting tarjoaa tarvittavia palveluita, kuten koulutuksen, teknisen tuen, projektipalvelut, pääkäyttäjäpalvelun ja tietokantahotellipalvelun, järjestelmän eri elinkaarenvaiheisiin. (ALMA Consulting www-sivut 2013, hakupäivä 27.11.2013.)

### 5.1.1 CoreALMA

CoreALMA toimii ALMA-ohjelmiston ydinalustana, jonka päälle järjestelmä rakentuu. Sen kautta eri moduulit saadaan yhdistettyä tietokantaan, jolloin tietojen vienti ja tuonti mahdollistuvat eri osien välillä. Sen kautta ALMA-ohjelmisto saadaan myös yhdistettyä yrityksen muihin järjestelmiin tai toimimaan linkkinä järjestelmien välillä. (ALMA Consulting www-sivut 2013, hakupäivä 27.11.2013.)



### 5.1.2 FieldALMA

FieldALMA on tarkoitettu kenttälaitteiden ja automaatiojärjestelmän suunnitteluun. Sen avulla saadaan luotua laitoksen kaikkien piirien, laitteiden, kytkentätilojen ja kentän tiedot. (ALMA Consulting www-sivut 2013, hakupäivä 27.11.2013.)

FieldALMAssa on seuraavat ominaisuudet:

- asennustyyppikuvien tarkistus ja päivittäminen
- kytkentäverkon ja kotelointien luonti
- asennusdokumentaation luonti
- laitekytkentöjen ja kytkentäkaavioiden luonti
- I/O –positioinnin määrittely
- ristikytkeä tietojen ylläpito
- raporttien luonti loppudokumentointia varten
- tietokannan import/export -toiminnot.

FieldALMAlla on mahdollista kopioida piiri osineen ja kytkentöineen, jonka jälkeen suunnittelijan tarvitsee määrittää piirille ainoastaan tunnukset ja prosessitiedot. Tietojen tallentaminen ja päivittäminen tehdään ALMA-tietokantaan vain kerran, jolloin muutokset päivittyvät kaikkialle tietokantaan. (ALMA Consulting www-sivut 2013, hakupäivä 27.11.2013.)

Erilaisten raporttien luonti onnistuu automaattiosuunnittelutiedoista. Näitä raportteja voidaan muokata tai käyttää pohjina myöhemmälle suunnittelulle. (ALMA Consulting www-sivut 2013, hakupäivä 27.11.2013.)

### 5.1.3 ElectALMA

ElectALMA on tarkoitettu sähköistyksen ja sähkön jakelun suunnitteluun. Sen avulla saadaan luotua laitoksen kaikki keskuskeskukset, sähkölähdöt, kytkentätilat ja muut sähköistystiedot. (ALMA Consulting www-sivut 2013, hakupäivä 27.11.2013.)

ElectALMAssa on seuraavat ominaisuudet:

- sähkönjakelun hallinta
- standardien moottoripiirien luonti; teho ja kierrosluku minimistä maksimiin

- tuotekonseptien luonti; todellisia tuotteita ja piirustuksia
- moottorilistojen luonti standardiratkaisujen avulla
- moottorien kytkeminen keskukseen ja I/O varaukset
- valmiin suunnittelutiedon jakaminen piirustusten ja kaavioiden muodossa.

ElectALMA sisältää valmiita kirjastoja sekä automatisoituja toimintoja kytkentöjen tarkastamiseen ja luomiseen. Ohjelmalla on mahdollista monistaa suunnittelutietoja, muokata taulukkoja ja luoda useita positioita yhdellä kertaa. (ALMA Consulting www-sivut 2013, hakupäivä 27.11.2013.)

FieldALMA ja ElectALMA sisältävät toimintoja, jotka mahdollistavat toimittaja-riippumattoman järjestelmäsuunnittelun. Kenttälaitesuunnittelun jälkeen suunnittelutiedot voidaan liittää automaatiotoimittajien työkaluihin määriteltyjen linkkien avulla. (ALMA Consulting www-sivut 2013, hakupäivä 27.11.2013.)

#### 5.1.4 DocALMA

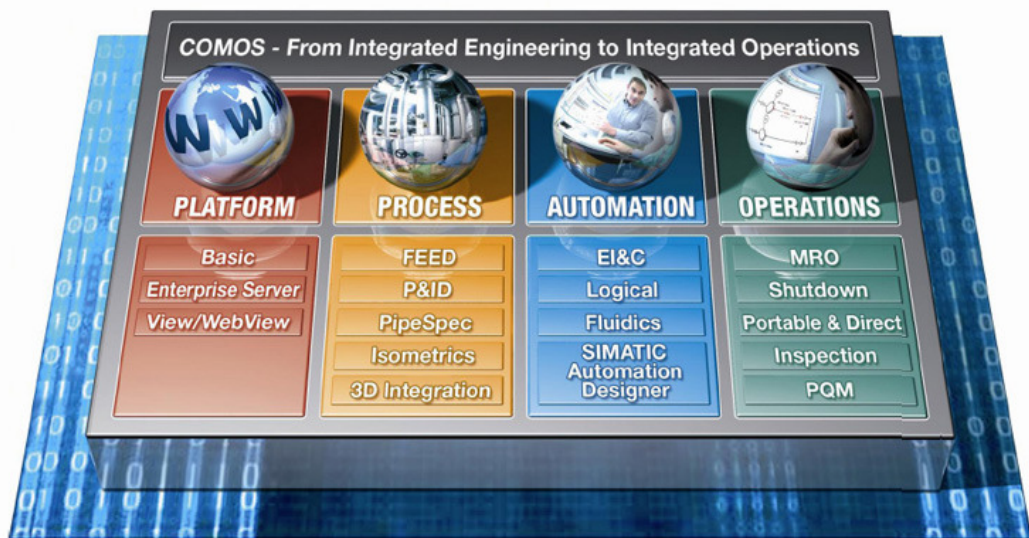
DocALMA on tarkoitettu dokumentoinnin hallintaan. Sen avulla pystytään hallitsemaan laitoksen eri dokumentteja. Ohjelma sisältää monipuolisia hakutoimintoja, joilla tiedonhaku nopeutuu ja tiedon löytäminen tulee varmemmaksi. Se auttaa organisaatiota myös yhtenäistämään tiedonhallintaa. Dokumenttien revisioinnilla varmistetaan, että viimeisin tieto on saatavilla. Sen avulla voidaan myös tarkastella dokumenttien muutoshistoriaa. DocALMAN käyttö onnistuu yrityksen lähiverkon, extranetin tai internet-yhteyden kautta. Eri käyttäjäryhmille ja käyttäjille voidaan määrittää dokumenttien luku- ja muokkaus-oikeudet. (ALMA Consulting www-sivut 2013, hakupäivä 27.11.2013.)

## 5.2 COMOS Plant Engineering Software

Comos Plant Engineering Software on koneiden, laitteiden, prosessien ja teollisuuslaitosten elinkaaren hallintaan, suunnitteluun ja ylläpitoon tarkoitettu ohjelmisto, eli ns. PLM-ohjelmisto (Product Life Management). Comos Industry Solutions on Siemens AG:n omistuksessa ja se on yksi markkinoiden kehittyneimmistä

suunnittelujärjestelmistä. Sitä on kehitetty vuodesta 1991 alkaen ja sillä on maailmanlaajuisesti yli tuhat asiakasta useilla eri teollisuudenaloilla. Comos tarjoaa saumattoman alustan perus- ja detaljisuunnittelun prosesseille ja tiedonhallinnalle, aina esisuunnittelusta kunnossapitoon ja käyttöön asti. Laitoksen suunnittelussa, rakentamisessa ja käyttöönotossa tuotettu informaatio toimii hyvänä pohjana laitoksen tuotantovaiheen aikaiseen kunnossapitoon ja käyttöön. (Siemens Comos Plant Engineering Software www-sivut 2013, hakupäivä 5.11.2013.)

COMOS-ohjelmiston arkkitehtuuri perustuu objektipohjaiseen teknologiaan, jonka ansiosta järjestelmä on skaalattavissa projektin koon mukaan. Järjestelmä on jaettu neljään eri tuotealueeseen PLATFORM, PROCESS, AUTOMATION ja OPERATIONS. Näistä jokainen sisältää eri moduuleja, joista asiakas voi valita omaan käyttöön sopivan kokonaisuuden (kuva 7). (Siemens Comos Plant Engineering Software www-sivut 2013, hakupäivä 5.11.2013.)

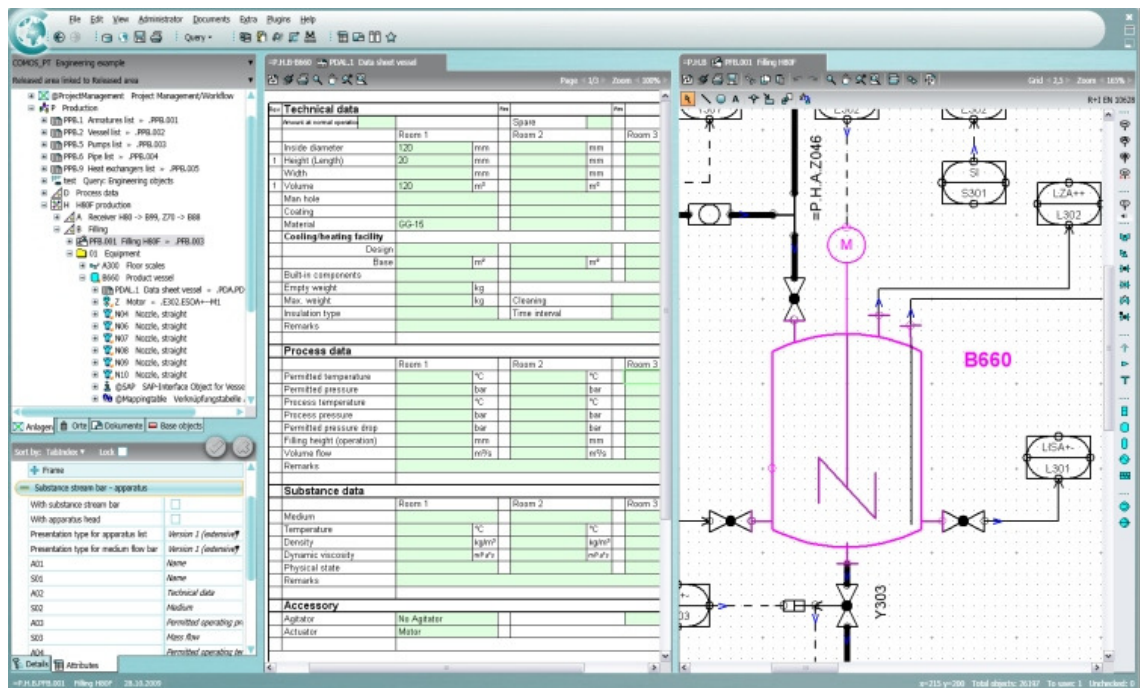


Kuva 7. Comos-järjestelmän ratkaisut (Siemens Comos Plant Engineering Software www-sivut 2013, hakupäivä 5.11.2013)

Comos-järjestelmän moduulit tarjoavat kattavan kokonaisuuden eri käyttötarkoituksiin, kuten prosessitekniikkaan, prosessi- ja putkisuunnitteluun, putki- / isometrisuunnitteluun, tekniseen piirtämiseen, sähkö-, instrumentointi- ja säätötekniikkasuunnitteluun, sekä käyttöön, tarkastukseen ja projektijohtamiseen. (Siemens Comos Plant Engineering Software www-sivut 2013, hakupäivä 5.11.2013.)

Järjestelmä perustuu keskitettyyn tiedonhallintaan, jolloin kaikki tiedot tallentuvat yhteen reaaliaikaiseen tietokantaan. Tämä tietokanta on kaikkien suunnittelutyökalujen käytettävissä ja muokattavissa. Näin tietoja ei tarvitse erikseen siirrellä eri suunnittelualustojen välillä. Mahdollisten muutosten tekemiseen riittää, että muutokset tehdään vain yhteen paikkaan. Tehdyt muutokset päivittyvät automaattisesti järjestelmän kaikkiin dokumentteihin ja tehdyt muutokset näkyvät kaikkialla järjestelmässä. Tällöin tietojen muokkaaminen helpottuu, virheiden määrä vähentyy ja voidaan varmistua siitä, että tieto on aina ajan tasalla. (Siemens Comos Plant Engineering Software www-sivut 2013, hakupäivä 5.11.2013.)

Ohjelmiston suunnittelunäkymässä asiat esitetään hierarkkisesti vasemmassa reunassa olevassa valikossa (kuva 8). Valikosta päästään lukemaan esimerkiksi prosessissa käytössä olevaan venttiilin laitetietoja tai muita toimintoja, jotka löytyvät yleensä pikavalikoista. Tietojen navigointi onnistuu myös kaksisuuntaisesti grafiikasta tietokantaan ja tietokannasta grafiikkaan. Tämä helpottaa tietojen löytämistä, sillä aina löytyy linkki, jonka avulla laitteeseen liittyvät tiedot löytyvät. Ohjelmiston rakenteen syvyys riippuu käyttäjätasosta, joka voidaan määritellä käyttäjäkohtaisesti. Kuitenkin ohjelmiston käyttöliittymä on kaikille käyttäjille samannäköinen. (Nykänen 2010, 14; Siemens Comos Plant Engineering Software www-sivut 2013, hakupäivä 5.11.2013.)



Kuva 8. Comos-järjestelmän suunnittelu näkymä (Siemens Comos Plant Engineering Software www-sivut 2013, hakupäivä 5.11.2013)

Comos-järjestelmästä löytyy valmiita dokumenttipohjia, joita on mahdollista muokata käyttäjän tarpeiden mukaan. Lisäksi standardidokumenttien luominen on mahdollista automatisoida. Dokumenttien revisiointia varten järjestelmästä löytyy sisäänrakennettu revisioproessi, joka noudattaa vakiintuneita teollisuuden käytäntöjä. (Siemens Comos Plant Engineering Software www-sivut 2013, hakupäivä 5.11.2013.)

Huoltotoimenpiteissä tarvittavat dokumentit kuten tarkastuslistat, piirustukset, huolto-ohjeet ja lomakkeet saadaan automaattisesti haettua järjestelmästä heti kun huoltotarve ilmenee. COMOS-ohjelmiston standardirajapinnoissa on liitännät useisiin ERP-järjestelmiin, jolloin esimerkiksi materiaalihankinnat voidaan tehdä samasta työkalusta. (Siemens Comos Plant Engineering Software www-sivut 2013, hakupäivä 05.11.2013.)

### 5.2.1 Comos Basic

Comos Basic on järjestelmän perusmoduuli, joka muodostaa ohjelman rungon. Se muodostaa perustan järjestelmän tietojenhallinnalle ja sen avulla halutut moduulit saadaan liitettyä toisiinsa. Se toimii siis tiedonvälityskanavana eri moduulien välillä sekä Comos-ohjelmiston ja muiden ohjelmistojen, kuten Excelin välillä. Basic-moduulia ei siis käytetä itse suunnitteluun, vaan sen avulla itse suunnittelutyökalut

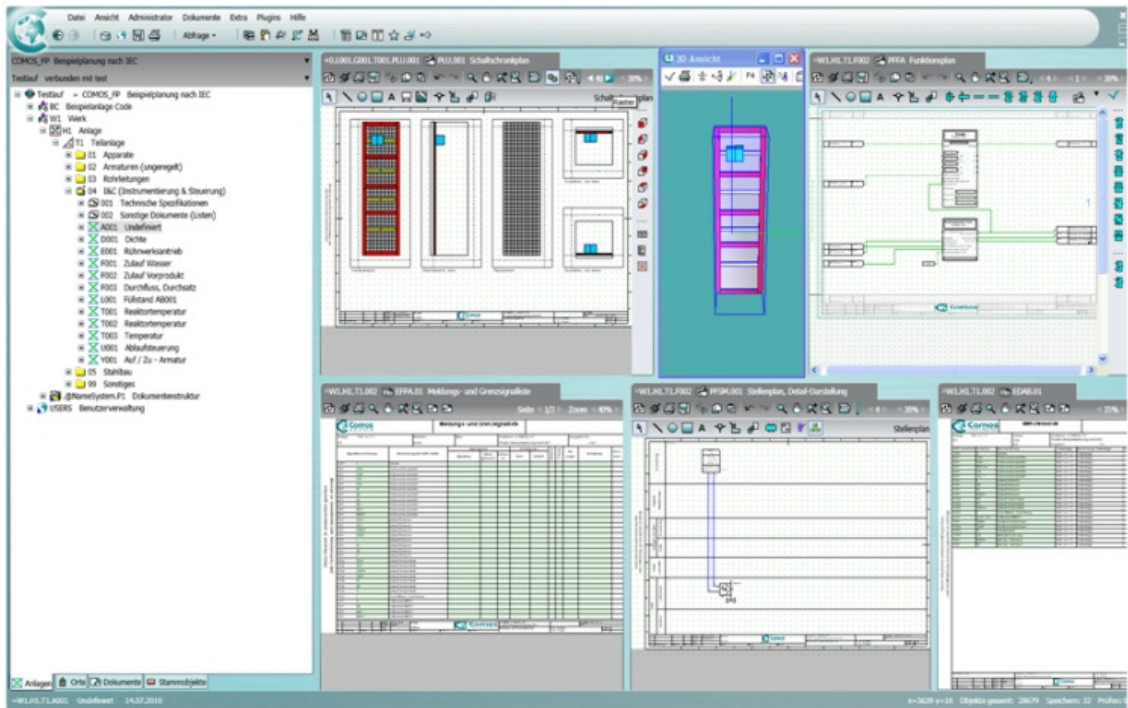
saadaan toimimaan. (Siemens Comos Plant Engineering Software www-sivut 2013, hakupäivä 18.11.2013.)

Comos Basic käyttämä Working Layer-tekniikka mahdollistaa järjestelmässä olevien tietojen käsittelyn ilman alkuperäisen tiedon muokkaantumista. Mikäli järjestelmässä olevaa tietoa halutaan muokata, voidaan se irrottaa alkuperäisestä tiedosta toiselle työtasolle. Tämän jälkeen tietoa voidaan muokata toisella työtasolla ja alkuperäinen tieto säilyy muuttumattomana muille käyttäjille. Kun tietojen muokkaaminen on valmis, voidaan ne julkaista takaisin alkuperäiselle työtasolle. Tämän jälkeen tehdyt muutokset tulevat näkyviin kaikkialle järjestelmään. Työtasoja voidaan avata useampia, jolloin samoja lähtötietoja voidaan muokata eri suunnittelijoiden toimesta. (Siemens Comos Plant Engineering Software www-sivut 2013, hakupäivä 18.11.2013.)

### 5.2.2 Comos EI&C

Comos EI&C on laitoksen ja laitteiden sähkö-, instrumentointi- ja säätötekniikkasuunnitteluun sekä dokumentointiin tarkoitettu moduuli (kuva 10). Sen avulla suunnittelija pystyy luomaan mm. piirikaavioita (single- / multi-line circuit diagram) ja ristikytkentäkuvia, sekä tekemään ohjauskotelosuunnittelua (2D/3D). (Siemens Comos Plant Engineering Software www-sivut 2013, hakupäivä 20.11.2013.)

Comos IE&C:llä luodut dokumentit voidaan esittää IEC tai JIC standardin mukaan. Standardien muuttaminen on mahdollista molempiin suuntiin, jolloin dokumenttien muokkaaminen nopeutuu. Ohjelma sisältää standardien mukaiset kirjastot eri piirrosmerkeille. Erilaisten listojen, kuten kaapeli- ja osalistojen luominen onnistuu automaattisesti. Yksittäisten laitteiden tai kokonaisten verkkojen kuormitukset ja tehot voidaan määrittellä ohjelmaan. Mikäli asetetut arvot ylitetään, ilmoittaa ohjelma niistä visuaalisesti. (Siemens Comos Plant Engineering Software www-sivut 2013, hakupäivä 20.11.2013.)



Kuva 9. Comos EI&C moduulin eri suunnittelunäkymiä (Siemens Comos Plant Engineering Software www-sivut 2013, hakupäivä 20.11.2013)

### 5.2.3 Comos Logical

Comos Logical on ohjausjärjestelmän toimintakaavioiden suunnitteluun, tuottamiseen ja niihin liittyvien tietojen hallintaan tarkoitettu moduuli. EI&C moduulilla määriteltyjä signaalitietoja (signaalin tyyppi ja parametrit) voidaan käyttää hyväksi Comos Logical toimintakaaviosuunnittelussa, jolloin suunnittelua saadaan yhtenäistettyä. Tämän ansiosta muutokset havaitaan helpommin ja virheiden mahdollisuus pienenee. (Siemens Comos Plant Engineering Software www-sivut 2013, hakupäivä 27.11.2013.)

Comos Logical esittää toimintakaaviot IEC- tai VGB-standardien mukaan. Piirtämistä varten Comos Logicalissa on toimilohkokirjasto, josta lohkoja voidaan lisätä kaavioon. Toimintakaavioiden piirtämistä helpottaa lohkojen välisten signaalien automaattinen yhdistäminen. Tuotetut toimintasuunnitelmat, yksittäiset toiminnot tai kokonaiset ohjelmat voidaan siirtää suureen osaan eri ohjausjärjestelmiä. (Siemens Comos Plant Engineering Software www-sivut 2013, hakupäivä 27.11.2013.)

## 6 SUUNNITTELUJÄRJESTELMIEN OMINAISUUKSIEN YHTEENVETO

Molemmat järjestelmät tarjoavat erittäin kattavat ominaisuudet erilaisten dokumenttien ja tietojen hallintaa varten. Näiden tietojen pohjalta järjestelmät mahdollistavat erilaisten suunnittelutietojen ja dokumenttien tuottamisen, sekä suunnittelun hallinnan ja organisoinnin. Ohjelmistoja käyttävät erilaiset ja erikokoiset yritykset ympäri maailmaa, joten ne soveltuvat hyvin erilaisten organisaatioiden suunnittelujärjestelmiksi.

ALMA- ja Comos-järjestelmien modulaariset rakenteet mahdollistavat niiden ominaisuuksien rajaamisen tiettyyn käyttötarkoitukseen, tai niistä voidaan tehdä erittäin laajoja kokonaisuuksia hallitsevia järjestelmiä. Molemmista järjestelmistä löytyy sähkö- ja automaatio-suunnitteluun tarkoitetut ohjelmistot, joiden avulla tuotantolaitokseen tai yksittäiseen laitteeseen liittyvät sähkö- ja automaatiidokumentit voidaan hallita.

Ohjelmistot käyttävät tietojen hallintaan tietokantaa, josta tietoja voidaan hakea, muokata ja tallentaa. Kaikki ohjelmistoon tallennetut tiedot on tallennettuna tietokantaan, josta ohjelman eri osat hakevat tiedon. Tietojen muuttaminen ja päivittäminen on tehty helpoksi, sillä muutosten tekemiseen riittää, että ne tehdään ainoastaan yhden kerran yhteen paikkaan. Kun muutokset on tehty, tiedot tallentuvat tietokantaan, jolloin muutokset näkyvät muissakin järjestelmän osissa. Tämä vähentää päivittämiseen käytettyä aikaa huomattavasti ja vähentää virheiden määrää eri dokumenttien välillä.

Järjestelmillä voidaan hallita suunniteltavan kohteen tietoja sen koko elinkaaren ajan. Uusien kohteiden suunnittelua varten voidaan luoda uusia projektitasoja, joissa suunnittelua voidaan tehdä, olemassa olevan laitosmallin rinnalla. Näin projektissa olevat tiedot saadaan pidettyä erillään niin kauan kunnes ne ovat valmiita julkaistavaksi. Dokumenttien eri versioiden seuranta varten järjestelmissä on dokumenttien revisiointi-ominaisuus, jonka ansiosta dokumenttien eri versiot on helpompi erottaa toisistaan. Se mahdollistaa myös aikaisempien dokumenttien selaamisen.

Järjestelmien eroista ehkä suurimpana erona on Comos -ohjelmiston piirto-ominaisuudet, jolla voidaan luoda muun muassa piirikaaviokuvia, sekä layout -kuvia ohjauskoteloista. Tämän lisäksi Comos -ohjelmistolla voi tehdä Siemens tuoteperheeseen liittyvää software- ja hardware-suunnittelua. Suunnittelussa syntyneet



tiedot laitteiston kokoonpanosta ja ohjelmalohkoista voidaan siirtää suoraan PSC7-automaatiojärjestelmään. Tiedonsiirto on kaksisuuntainen, eli automaatiojärjestelmässä olevat tiedot voidaan myös ladata suoraan Comos-ohjelmistoon. Käytön aikana automaatiojärjestelmään tehdyt muutokset saadaan ladattua Comos-ohjelmistoon, jonka jälkeen automaatiojärjestelmän tiedot on päivitetty suunnittelujärjestelmään.

ALMA:ssa tietojen hallinta rakentuu hierarkkisesti, jolloin sähkö- ja automaatiojärjestelmien keskuskeskukset, kotelot, liittinumero, toimilaitteet lisätään pisteiksi laitoshierarkiaan. Laitteeseen liittyvät tiedot tallennetaan laitekortille, johon voidaan liittää myös tarvittavia dokumentteja. Esimerkiksi piirikaaviodokumentit voidaan liittää näihin pisteisiin. Piirikaavioiden luomista ja muokkaamista varten on kuitenkin oltava erillinen ohjelma, esimerkiksi AutoCad.

Ohjelmistoihin on mahdollista saada lisenssit myös ulkopuolisille suunnittelutoimistoille, ja niiden avulla suunnittelutoimistoille voidaan antaa oikeudet lukea ja muokata tiettyä osaa laitosmallia. Tämä ominaisuus vaatii kuitenkin sen, että suunnittelutoimistolla on käytössä kyseinen ohjelmisto.

Koska Alman on kehittänyt suomalainen Alma Consulting, on sen käyttökieleksi mahdollista valita englannin lisäksi myös suomen kieli. Tämä tekee ohjelman käyttämisestä ja opettelusta helpompaa. Molemmille ohjelmistoille on Suomessa tarjolla myös tekninen tuki ja erilaisia koulutuksia.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kunnossapidon toimivuuden kannalta on erityisen tärkeää, että olemassa olevan laitteiston tiedot ja dokumentit olisivat täysin ajan tasalla ja kunnossapidon käytettävissä. Näin laitoksen huoltaminen ja korjaaminen sekä mahdollisten parannusten ja muutosten suunnittelu on tehokkaampaa. Tämän lisäksi tietojen tulisi olla nopeasti käytettävissä, jotta aikaa ei kuluisi tiedonhakuun.

### 7.1 Suunnittelujärjestelmän merkitys sähkö- ja automaatiokunnossapidolle

Suunnittelujärjestelmästä saatavat hyödyt sähkö- ja automaatiokunnossapidolle saavutettaisiin aikaa myöten, sillä ohjelmiston käyttöönotto tapahtuisi vaiheittain. Ohjelmiston käyttöönotto voitaisiin jakaa karkeasti kolmeen eri vaiheeseen, jolloin laitosmallin tiedot tarkentuisivat vastaamaan olemassa olevaa laitosta ja jonka aikana käyttäjät oppisivat käyttämään ohjelmistoa tehokkaammin muun muassa työtapoja yhtenäistämällä. Mitä tarkemmaksi ja luotettavammaksi järjestelmän sisältämät tiedot tulisivat, sitä enemmän kunnossapito siitä hyötyisi.

Ensimmäisessä vaiheessa järjestelmään pyrittäisiin saamaan kaikki olemassa olevat sähköön ja automaatioon liittyvät tiedot nykyisestä laitoksesta, tällöin saataisiin pohjatiedot tulevaan laitosmalliin. Suurin osa tiedoista pyrittäisiin lataamaan järjestelmään massalistana esim. Excel-taulukon avulla. Näiden tietojen tarkastaminen ja lataaminen järjestelmään veisi oman aikansa. Tämän vaiheen aikana käyttäjiä voitaisiin kouluttaa käyttämään ohjelmiston perusominaisuuksia.

Toisessa vaiheessa järjestelmää voitaisiin käyttää jo sähköön ja automaatioon liittyvien tietojen hakuun ja muutosten päivittämiseen. Koska kaikki tiedot olisivat keskitettynä yhteen järjestelmään, helpottuisi töiden suunnittelu sekä tiedonhakuun ja itse työn suorittamiseen käytetty aika vähenisi. Jotta suunnittelujärjestelmää voitaisiin käyttää tulevien töiden tai muutosten suunnitteluun, on järjestelmässä olevien tietojen oltava ajan tasalla. Mikäli laitokseen tehtäisiin muutoksia, päivitetäisiin tehdyt muutokset järjestelmään. Pääkäyttäjät huolehtisivat tietojen päivittämisestä ja järjestelmän ylläpidosta.

Viimeisessä vaiheessa järjestelmästä saataisiin kaikki hyöty irti, sillä järjestelmästä löytyvät sähkö- ja automaatiidokumentit olisivat ajan tasalla. Tässä vaiheessa ohjelman käyttäjät olisivat oppineet käyttämään ohjelmaa monipuolisemmin ja pystyisivät käyttämään ohjelmaa tulevien muutosten suunnitteluun eri projektien muodossa. Myös ulkopuolisille suunnittelijoille voitaisiin antaa oikeudet käyttää ohjelman tiettyä osaa, jonne voitaisiin liittää kaikki suunnittelijan tarvitsemat tiedot.

## 7.2 Esitetyt jatkotoimenpiteet

Mahdollista järjestelmän hankintaa varten olisi hyvä selvittää vielä tarkemmin järjestelmien ominaisuuksia. Esimerkiksi PI-kuvien luominen sekä mahdollinen etäkäyttöominaisuus olisivat tärkeitä ominaisuuksia. Järjestelmien vertailua varten olisi hyvä ottaa mukaan useampi järjestelmä. Tällöin ohjelmistojen erot tulisivat mahdollisesti paremmin esille. Tarjouspyyntöjä varten järjestelmän rajausta pitäisi myös lähteä tarkentamaan. Tarkemman rajauksen jälkeen voitaisiin toimittajille lähettää tarjouspyynnöt, joissa selviäisivät mahdollisimman tarkasti, minkälaisen kokonaisuuden asiakas haluaa.

Järjestelmiä vertailtaessa yksi tärkeimmistä kriteereistä on hinta. Järjestelmien hinnat muodostuisivat tarjouspyyntöjen perusteella. Jotta hintoja voitaisiin vertailla, pitäisi järjestelmien tarjouspyynnöt olla samanlaiset. Järjestelmistä pyrittäisiin muodostamaan mahdollisimman samanlaiset kokonaisuudet. Näiden tarjouspyyntöjen perusteella järjestelmien toimittajat voisivat tehdä tarjoukset.

Hankintahinnan muodostaisivat seuraavien osa-alueiden kustannukset:

- järjestelmän eri moduulit
- lisäosat ja -ominaisuudet
- järjestelmän käyttöönotto
- järjestelmään siirrettävän datan määrä
- käyttäjämäärät ja -lisenssit.

Järjestelmän hankintahinnan lisäksi käytön aikaisia kustannuksia olisivat tulevat järjestelmän laajennukset, päivitykset, käyttäjien koulutukset ja teknisen tuen palvelumaksut.

## 8 POHDINTA

Alkuperäisen työn rajauksen mukaan työhön kuuluivat lisäksi tarjouspyynnön teknisen osion laadinta, suositus suunnittelujärjestelmäksi ja implementointiprojektin suunnitteluun. Työtä päätettiin kuitenkin rajata sen laajuuden vuoksi.

Opinnäytetyön aikana olin töissä Kevitsan kunnossapidossa. Sen aikana sain kokemuspohjaista tietoa Kevitsan kunnossapidon dokumenttien hallinnasta ja suunnittelun toiminnasta. Se auttoi minua hahmottamaan nykyisen tilanteen paremmin sekä ymmärtämään, kuinka tärkeää dokumenttien hallinta on kunnossapidolle. Työtehtäviini kuului muun muassa kerätä kaikki mahdollinen rakennusvaiheessa syntyneet dokumentaatio ja tallentaa se kunnossapidon omalle verkkoasemalle. Tähän liittyi dokumenttien analysointi, jonka aikana piti kartoittaa hallittavan dokumentaation sisältö. Samalla sain huomata kuinka osa tehdyistä muutoksista jäi päivittämättä dokumentteihin, sillä kunnossapidossa ei ollut käytössä minkäänlaista suunnitteluohjelmaa, kuten esimerkiksi AutoCADia. Työskentelyn aikana tuli erilaisia tilanteita, joissa ongelmaksi syntyi päivitettyjen dokumenttien puute. Tilanteet liittyivät hyvin useasti esimerkiksi tuleviin muutoksiin, korjaavaan kunnossapitoon ja huoltoseisokkien suunnitteluun.

Haettaessa tietoa suunnittelujärjestelmistä, lähteenä toimi valmistajien kotisivuilta löytyvät erilaiset tuote-esitteet. Tuote-esitteet sisälsivät pääasiassa yleistä tietoa ja niitä tutkimalla oli aluksi vaikea hahmottaa suunnittelujärjestelmien ominaisuuksia. Järjestelmien hahmottamista kuitenkin auttoi kaivoksella järjestetyt tuote-esitykset, joissa suunnittelujärjestelmien toimittajat kävivät esittelemässä järjestelmiään. Tuote-esityksissä sai nähdä ohjelmistojen käyttöä ja esittää kysymyksiä toimittajille. Tarkempi tutustuminen järjestelmiin olisi vaatinut esimerkiksi lisää esittelyä kaivoksella, toimittajien tiloissa tai yrityksissä, missä kyseisiä järjestelmiä on käytössä. Internetistä löytyi myös muutama opinnäytetyö, jotka liittyivät kohdistetusti tiettyyn järjestelmän ominaisuuteen tai sen kehittämiseen.

Järjestelmien vertailu osoittautui olemassa olevien tietojen pohjalta vaikeaksi. Arviointikriteerit olisi pitänyt määritellä selvemmin. Esimerkiksi käytettävyyden ja ohjelmistojen eri toimintojen tarkempi vertailu olisi vaatinut ohjelmien käyttöä tai

ohjelmien käytön asiantuntijoiden haastatteluja. Vertailua olisi saattanut helpottaa jos järjestelmiä olisi ollut vertailussa useampi.

Työssä kävi hyvin selväksi, että jonkin asteiselle suunnittelujärjestelmälle olisi paljon käyttöä ja se auttaisi hallitsemaan kaivoksella olevaa tietoa paremmin. Kaivos on toiminut vasta muutaman vuoden, mutta jo nyt prosessiin on tehty paljon muutostöitä sekä laajennuksia. Tulevaisuudessa olemassa olevat tiedot vanhentuvat, jolloin laitteistosta olevat tiedot siirtyvät suurelta osin työntekijöiden harteille. Tulevaisuutta ajattelen olisi järkevää panostaa laadukkaaseen suunnittelujärjestelmään, josta tietoja voisi helposti hakea.

Opinnäytetyön aikana sain paljon uutta tietoa ja kokemusta suunnittelutoiminnasta ja älykkäistä suunnittelujärjestelmistä. Olisi ollut hienoa saada viedä suunnittelujärjestelmän hankinta loppuun asti ja päästä näkemään järjestelmän käyttöönotto sekä sen tehokas käyttö.

## LÄHTEET

- Ajo, Risto 2001. Laatu automaatioissa - parhaat käytännöt. Verkkojulkaisu, Suomen Automaatioseura ry. Hakupäivä 29.8.2013.  
<<http://www.automaatioseura.com/automaatioseura/tiedostot/viewcategory/17>>
- Alma Consulting www-sivut 2013. Hakupäivä 16.9.2013.  
< <http://www.alma.fi/>>
- Comos Plant Engineering Software www-sivut 2013. Hakupäivä 20.11.2013.  
<<http://www.siemens.fi>>
- First Quantum Minerals Ltd www-sivut 2013. Hakupäivä 20.9.2013.  
<<http://www.first-quantum.com>>
- Kaivos www-sivut 2013. Hakupäivä 18.11.2013. <<http://www.kaivos.fi/>>
- Kevitsan kaivos. Esite. FQM Kevitsa Mining, 12.7.2013.
- Kevitsan ilmakehu. Kuvatiedosto. FQM Kevitsa Mining Oy 20.9.2013
- Kevitsa PID's. PID-kuvat. FQM Kevitsa Mining 15.8.2013.
- Kynkäänniemi, Mikko 2013. Kevitsan malmin jauhatustapojen vertaileva kustannuslaskelma. Insinööriyö. Kajaanin Ammattikorkeakoulu, Kajaani.
- Nykänen, Elke 2010. Comos-käyttöohje talteenottodivisioonalle. Insinööriyö. Savonia-Ammattikorkeakoulu, Varkauden yksikkö.
- Scandinavian Minerals Limited, Kevitsan kaivoshankkeen ympäristövaikutusten arviointiselostus, Lapin Vesitutkimus Oy, 2006.
- Tuukkanen, Pia 2013. Tutkimus: Kevitsa tuo työtä ja ihmisiä pohjoiseen. Yle 27.6.2013. Hakupäivä 20.11.2013.  
<[http://yle.fi/uutiset/tutkimus\\_kevitsa\\_tuo\\_tyota\\_ja\\_ihmisia\\_pohjoiseen/6707969](http://yle.fi/uutiset/tutkimus_kevitsa_tuo_tyota_ja_ihmisia_pohjoiseen/6707969)>
- Strömman, Mika & Hirvonen, Juhani & Hukki, Kristiina & Tommila, Teemu & Mikkonen, Mika & Pyyskänen, Seppo 2007. Automaatiosuunnittelun prosessimalli. Verkkojulkaisu, Suomen Automaatioseura ry. Hakupäivä 29.8.2013.  
<<http://www.automaatioseura.com/automaatioseura/tiedostot/viewcategory/17>>

**LIITTEET**

- Liite 1. Kevitsan Engineering & Maintenance, organogram
- Liite 2. Kevitsan prosessin virtauskaavio, valokuva

