

Antti Lehtonen

# Murskausaseman toiminnankuvaus

Selvitys Tytyrin kaivoksen murskausaseman toiminnasta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

26.4.2014

Tekijä(t) Otsikko	Antti Lehtonen Murskausaseman toiminnankuvaus
Sivumäärä Aika	22 sivua + liite 18 sivua 12.5.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Prosessiautomaatio
Ohjaaja(t)	Tuotantopäällikkö Esko Niemelä Lehtori Timo Tuominen
<p>Työnä oli kirjoittaa kattava toiminnankuvaus Tytyrin kaivoksen murskausasemasta eri tietolähteitä yhdistelemällä. Haasteina olivat puutteelliset sähkö- sekä logiikkakuvat, joiden paikansäilyvyys oli osin kyseenalainen. Mahdollinen puuttuva tieto hankittiin itse murskausprosessia seuraamalla ja havainnot tarkastettiin käytettävissä olevista sähkö- ja logiikkakuista.</p> <p>Toiminnankuvauksen kirjoittaminen jaettiin murskausprosessin ja laitteiston kannalta järkeviin kokonaisuuksiin, joiden avulla pystyy saamaan kuvan murskausaseman toiminnasta sekä valvomo-operoinnista.</p> <p>Toiminnankuvausta pitäisi pystyä käyttämään murskausaseman ohjausten modernisoinnissa sekä jonkinlaisena käyttöohjeena laitteistolle.</p> <p>Työssä oli tarkoitus myös pohtia kaivosturvallisuuteen liittyvää laakerointien lämpötilavalvontaa hihnakuljettimien rummuilla, joka jäi kuitenkin periaate tasolle.</p>	
Avainsanat	Kaivos, Nordkalk Oy Ab, Murskaamo, Toiminnankuvaus, Hihnakuljetin, Prosessinohjaus

Author(s) Title	Antti Lehtonen Function description of the crushing plant
Number of Pages Date	22 pages + appendix 18 pages 12 May 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Engineering
Specialisation option	Process Automation
Instructor(s)	Esko Niemelä, Production Manager Timo Tuominen, Senior Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to produce a comprehensive function description of the Tytyri mine's crushing plant using various source materials. There were many challenges caused by insufficient technical documents of electrical- and logical functions. Information of the existing documents was not reliable. Missing information was obtained from the researching process of the crushing plant and by comparing the information with all available technical documents.</p> <p>The text of the function description was divided to reasonable chapters that helps understanding and picturing the function of the crushing plant.</p> <p>The aim was to make the function description a usable tool for future modernization of the crushing plant and user manual at present.</p> <p>Secondary task was to find a solution for temperature supervising at the conveyor belts' main bearings. This reached only concept level without further research.</p>	
Keywords	Mine, Nordkalk Oy Ab, Crushing Plant, Function Description, Conveyor Belt, Process Control

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön toimeksiantaja	2
3	Murskaamo ja sen laitteet	5
3.1	Murskain ja murskaimen syöttäjät	7
3.2	Alasyöttäjä, alahihnakuuljetin sekä magneettinen metallinerottelija	10
3.3	Ylähihnakuuljetin ja siirtohihnakuuljetin	12
4	Opinnäytetyön lähtökohdat	12
5	Toiminnankuvauksen tekeminen	13
5.1	Lähdetietojen kartoitus	13
5.2	Toiminnankuvauksen rakenne	13
5.3	Valvomon käyttöliittymän toimintojen listaus	15
5.4	Murskausprosessin hallinta	16
6	Hihnakuuljettimien laakerointien valvonta rummuilla	18
7	Lopputulos ja päätelmät	20
	Lähteet	22
	Liitteet	
	Liite 1. Murskaamon toiminnankuvaus	

## 1 Johdanto

Monessa ikääntyneessä laitteessa tai tuotantolaitoksessa on vuosien varrella tehty sähköisiin kytkentöihin muutoksia joko häiriöiden tai toiminnan parantamisen takia. Koska huolto- ja käyttöhenkilökunta on ehtinyt vaihtua moneen otteeseen, mahdollinen dokumentointi muutoksista ei aina ole ollut johdonmukainen. Pienet väliaikaiset muutokset ovat jääneet syystä tai toisesta pysyviksi ja vuosien saatossa lopullinen laitteiston toiminnan tuntemus on jäänyt asentajien muistin sekä kokemuksen varaan. Tässä vaiheessa on ulkopuolisen henkilön haasteellista päästä sisälle laitteiston toimintaan liittyvissä asioissa ja mahdolliset vianhaku- tai muutostyöt vaativat huomattavasti enemmän aikaa.

Turvallisuusasiat kehittyvät teollisuudessa jatkuvasti ja kaivosteollisuudessa on monesti omia erityisvaatimuksia (1). Vanhojen laitteistojen määräykset ovat voineet muuttua ja tämä on otettava huomioon, kun modernisointeja tehdään. Suunnitelmat on tehtävä hyväksi koettujen standardien sekä käytäntöjen mukaan ja vanhan laitteiston uudistamisessa on yleensä käytössä vanhan laitteiston kokemuksista opittuja asioita.

Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus työstää kaivoksen murskausaseman modernisointiin liittyvää esisuunnittelua ja selvittää mahdollisimman tarkasti, miten laitteisto toimii. Jotta mahdollinen uuden murskausaseman suunnitelma tulevaisuudessa pystytään toteuttamaan, tulisi olemassa olevasta laitteistosta sekä sen toiminnasta olla riittävän tarkat tiedot (2). Tähän tarvitaan kunnollinen instrumentointi kaavio, joka tämän opinnäytetyön tuloksena pitäisi syntyä. Lisäksi tavoitteena olisi löytää ratkaisu murskauslaitoksen hihnakuljettimien laakerointien lämmön valvontaan, joka on tullut yrityksen oman turvallisuusselvityksen pohjalta vaatimuksena (1).

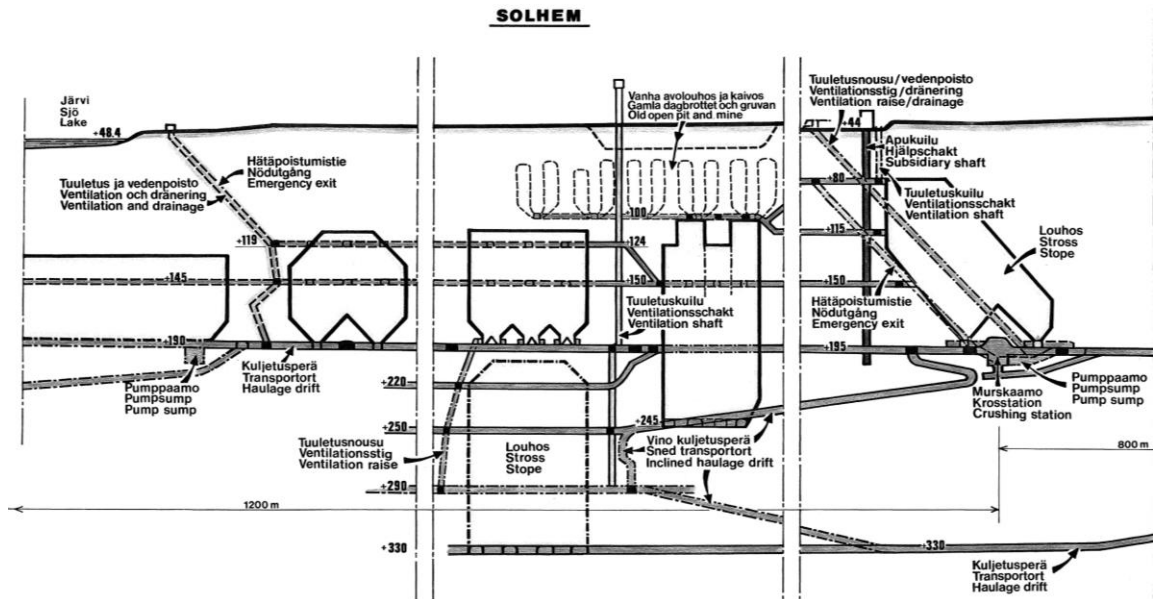
## 2 Opinnäytetyön toimeksiantaja

Lohjalla noin 60 km Helsingistä länteen sijaitsee Nordkalk-yhtiön Tytyrin kaivos. Kaivoksesta louhitaan kalkkikiveä ja maan alla toimivan kaivoksen tuotanto on noin 300 000 tonnia vuodessa. Kaivoksen yhteydessä on myös kalkkitehdas, jossa valmistetaan erilaisia kalkkiin perustuvia tuotteita teollisuuden tarpeisiin, kuten poltettu kalkki, sammu-tettu kalkki, kalkkikivijauheita sekä stabilointiseoksia, osa oman kaivoksen kivistä ja osa ulkomaalaisesta tuontikivestä Norjasta, Ruotsista sekä Virossa (3).

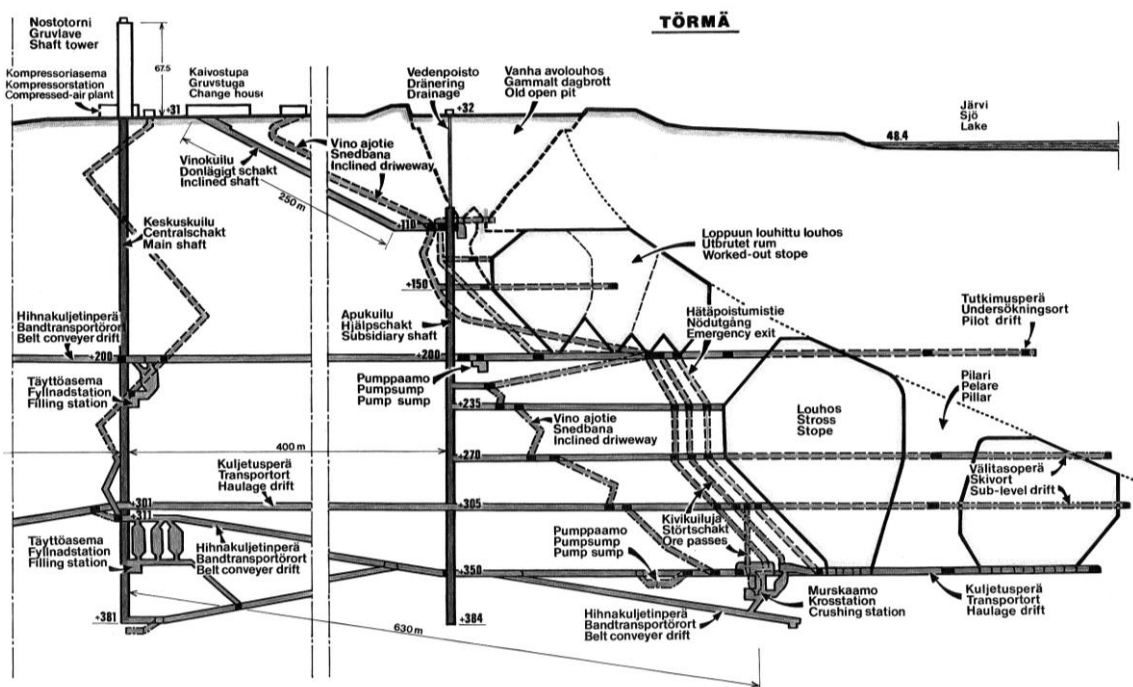


*Kuva 1, Tytyrin kalkkitehdas ja kaivos*

Tytyrin kaivoksen kivi nostetaan pystykuilussa kulkevan kivennostokoneen avulla +340-tasolta maanpinnalle hyödynnettäväksi eri tarpeisiin. Kivi louhitaan välitasolouhin-nalla Solhemin (Kuva 2) sekä Törmän (Kuva 3) kaivososista, josta louhe kuljetetaan kuorma-autoilla murskausasemalle Törmän kaivososaan murskattavaksi ja siirrettäväksi hihnakuljettimien avulla keskuskuilulle säiliöihin, joista pystykuilussa operoiva nostokone saa kiviaineksen nostettavaksi maanpinnalle.



Kuva 2, Esityskuva Solhemin kaivososasta



Kuva 3, Esityskuva Törmän kaivososasta

Ensimmäinen louhintasopimus Tytyristä on vuodelta 1896, jolloin voidaan kalkin louhinnan sanoa alkaneen Tytyrissä (4). Kalkin teollinen hyödyntäminen alkoi 1911 Törmän avolouhoksena ja 1940-luvun lopulla siirryttiin maanalaiseen louhintaan, jolloin myös kalkkitehtaan rakentaminen alkoi (3).

Kuva 3 näyttää Törmän kaivososan kaaviokuvan, josta näkee vanhan avolouhoksen sijoittumisen. Avolouhoksen louhittu kalkkikivi johdettiin alapuolella olevalle +110 tasolle murskattavaksi, jonka jälkeen se nostettiin vinokuilun hihnakuljettimella maanpintaan tehtaalte.

Varsinaiset maanalaiset louhokset otettiin käyttöön vuonna 1956 Törmän kaivososassa (3), jolloin myös valmistui maanpinnalta pystykuilu (keskuskuilu) +200 tasolle nostotorniineen. Nostotorni on edelleen hallitseva maamerkki Lohjan kaupungin keskustan tuntumassa.

Viisi vuotta myöhemmin alkoi Solhemin kaivososan maanalainen louhinta, josta kalkkikivi kuljetettiin murskaamolta keskuskuilulle hihnakuljettimella +195-tasolla (3).

Törmän kaivososa syvennettiin nykyiselle päätasolle +350, josta tuotanto alkoi vuonna 1974 (3). Tasolla sijaitsee tämän opinnäytetyön kohteena oleva murskausasema sekä korjaamo- ja henkilökunnan sosiaalitiloja.

Ajotie eri tasojen välillä +350-tasolta maanpinnalle valmistui 1984 ja Solhemin kaivososan nykyinen päätaso +330 aloitti tuotantonsa 1980-luvun lopulla (3).

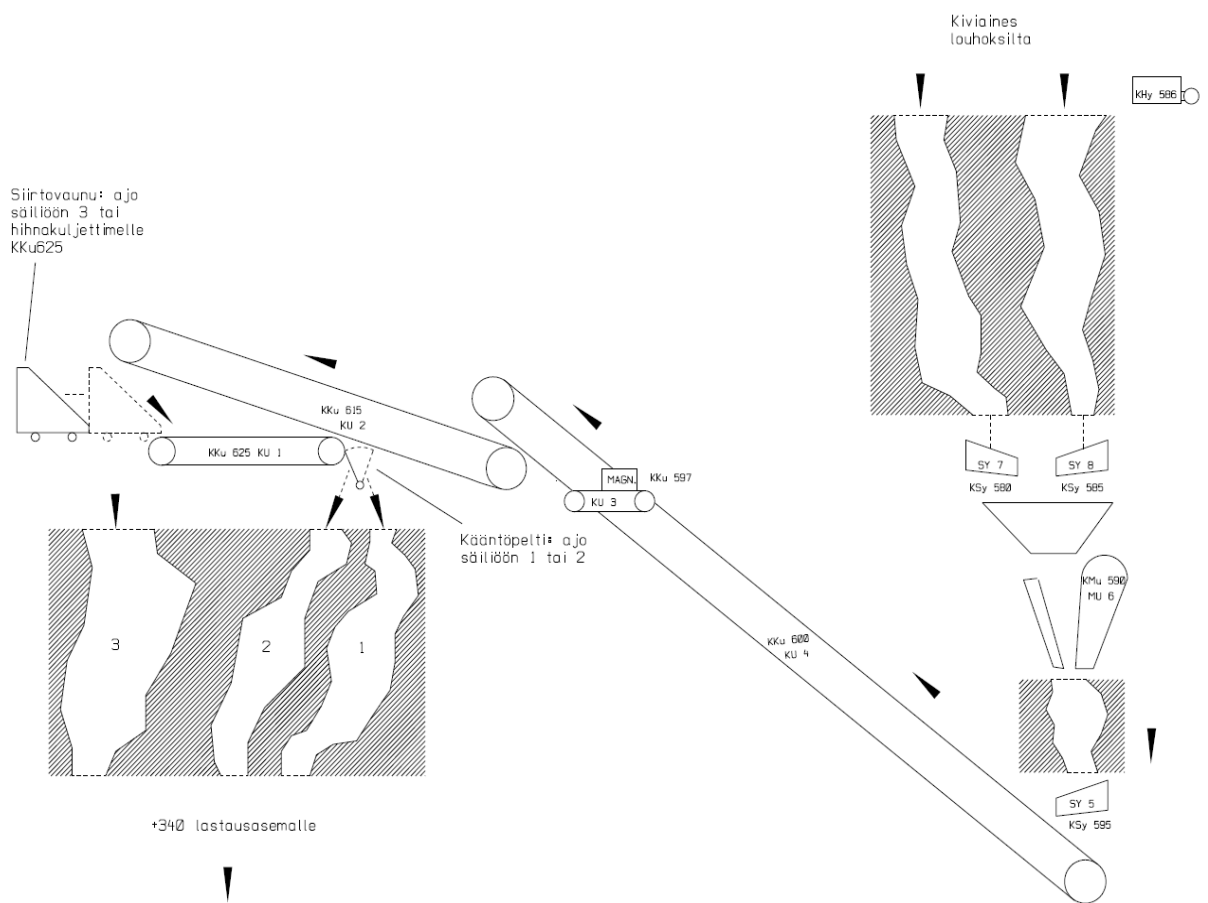
Vuosina 1911 – 2005 on Tytyristä louhittu yhteensä yli 35 miljoonaa tonnia kiveä (3).



### 3 Murskaamo ja sen laitteet

Kuten edellisessä luvussa tuli ilmi, murskausaseman tehtävänä on murskata louhosalu-eelta kuljetettu erikokoisista lohkeista koostuva louhe sopivan kokoiseksi ja kuljettaa murskattu kiviaines hihnakuljettimilla keskuskuilulle säiliöihin, josta nostokone voi nostaa kiven maanpinnalle.

Murskausaseman prosessikaaviosta (Kuva 4) nähdään laitteiden sijainti koko prosessissa. Toiminnankuvauksessa (Liite 1) käytetyt laitepositiotunnukset selventyvät myös prosessikaaviosta.



Kuva 4, Murskausaseman prosessikaavio

Murskausaseman pääasialliset tuotantolaitteiston muodostavat osat ovat kolme hihnakuljetinta, kolme hydraulista pöytäsyöttäjää sekä leukamurskain. Lisäksi on vielä metallinerotusmagneetti, jotta mahdolliset metallin palaset eivät pääse tukkimaan tai rikkoamaan mitään prosessin myöhemmissä osissa.

Murskausasemaa operoidaan valvomokopista (Kuva 5) ja operointi työllistää yhden henkilön. Kuva 6 näyttää näkymän murskainlaitteistoon valvomokopin perspektiivistä.



*Kuva 5, Murskaamon valvomokoppi*



*Kuva 6, Murskaimen laitteisto valvontakerroksesta nähtynä*

Käyttöliittymänä toimii painonapeilla, valintakytkimillä ja säätöpotentiometrillä varustettu ohjauspaneeli. Prosessin valvonta tapahtuu kameroiden sekä hihnakuljettimien virtamittareiden perusteella ja prosessia ohjaa Siemensin Simatic S5 logiikka (Kuva 7).



*Kuva 7, Logiikkakaappi LG1 ja Siemensin Simatic S5 logiikka*

### 3.1 Murskain ja murskaimen syöttäjät

Murskattava materiaali kuljetetaan louhosalueelta pääasiassa kuorma-autoilla ja kipaataan niin sanottuihin kaatonousuihin, jotka ovat ylemmiltä kaivostasoilta murskaamolle johtavia materiaalikanavia. Kaatonousujen pohja on murskaintasolla, ja siellä kiviaines annostellaan pöytäsyöttäjillä murskaimeen. Molemmille kaivoksen kalkkikivityypeille on omat kaatonousut ja syöttäjät (Kuva 8).



*Kuva 8. Murskaimen pöytäsyöttäjät*

Murskain on tyypiltään LOKOMO K-160 leukamurskain (Kuva 9) ja sen voimanlähteenä on 160kW liukurengasmoottori. Murskaimessa on massiivinen vauhtipyörä tasaamassa kuormituspiikkejä, jotka syntyvät lohcareita murskatessa.

Tämän takia murskain käynnistetään hitaasti liukurengasmoottorille tyypillisesti jolloin käynnistysvastukset kytkeytyvät vaiheittain. Kun moottori on saavuttanut lähes nimellisen pyörintänopeutensa, liukurenkaat oikosuljetaan, jolloin moottori vastaa tavallista oikosulkumoottoria. Käynnistysvastukset sijaitsevat erillisessä vastusyksikössä, joka suorittaa käynnistyssekvenssinsä itsenäisesti, kun logiikalta saadaan käynnistyssignaali.



*Kuva 9, Murskaimen "kita"*

Murskaimen syöttäjät toimivat sylinterien sekä hydraulikkayksikön (Kuva 10) voimalla. Valvomosta valitaan käytettävä syöttäjä ja hydraulikkayksikössä magneettiventtiilit ohjaavat öljyn kiertoa oikeaan paikkaan. Syöttäjäpöytien edestakainen liike saadaan aikaan magneettiventtiilien ja induktiivisten anturien avulla. Anturit rajoittavat pöydän liikkeen sylinterien liikeradan mukaisiksi.

Magneettiventtiilit on kytketty välireleiden kautta logiikan lähtöihin ja induktiiviset anturit suoraan sen tuloihin. Hydraulikkayksikössä on anturit öljyn yllämmölle, pinnan alarajalle sekä öljynsuodattimen tukkeutuneisuudelle, joista tiedot tulevat logiikkaan, kuten myös lämpöreleen tiedot.

Murskaamon operaattori pystyy säätämään syöttäjien nopeutta portaattomasti valvontaulun potentiometrillä. Tämä on toteutettu erillisellä hydraulikkaan liittyvällä ohjainkortilla, johon on potentiometri kytketty ja tämä ohjaa virtausta säätelevää venttiiliä.



Kuva 10, Hydraulikkayksikkö KHy586

### 3.2 Alasyöttäjä, alahihnakuuljetin sekä magneettinen metallinerottelija

Murskaimen jälkeen kiviaines päättyy alla olevaan pieneen puskurisäiliöön, josta alasyöttäjä (Kuva 11) annostelee sen hihnakuuljettimelle. Alasyöttäjän voimanlähteenä on hydraulikkayksikkö, joka sijaitsee syöttäjän läheisyydessä. Syöttäjän liikeradan rajoittaa induktiiviset anturit ja syöttönopeutta on mahdollista säätää Valvomon operointipaneelin painonapeista, jotka ohjaavat suoraan säätöventtiiliä hydraulikkayksikössä.



*Kuva 11. Alasyöttäjä KSy595 (Sy5)*

Alahihnakujuettimen pääkomponentit ovat 132kW sähkömoottori pehmokäynnistimiseen, vaihteisto ja jarrulaitteisto sekä noin 250 metrin pituinen hihnakujuetin. Kujuetinhinnan tehtävä on kujuetta kiviainesta hihnaperää ylös risteysasemalle, josta ylähigna jatkaa kujuetusta edelleen keskuskuiulle.

Kujuetinhinnan käynnistyksessä käytetään pehmokäynnistintä ja moottorin virta mitataan virtamuuntajalla, josta tulee tieto valvomon mittareille.

Alahihnakujuettimen loppupäässä on magneettinen metallinerottelija, jonka tarkoituksena on kerätä mahdolliset metallinpalaset, joita on voinut irrota tuotantoketjun eri laitteista ja koneista. Metallinerottimen toiminta perustuu lamellikujuettimeen, johon synnytetään voimakas magneettikenttä sähkövirran avulla. Laite on ripustettu noin 50 cm alahihnakujuettimen yläpuolelle, josta se pystyy poimimaan magneettikentän avulla metallinpalasia ja siirtämällä ne hihnakujuettimen vierelle talteen otettavaksi.

### 3.3 Ylähihnakuljetin ja siirtohihnakuljetin

Alahihnakuljettimen jälkeen on risteysasema, jossa kiviaines siirtyy alahihnakuljettimelta ylähihnakuljettimelle (Kuva 12). Ylähihnakuljettimen rakenne on sama kuin alahihnakuljettimella ja pituutta on noin 350 metriä.



*Kuva 12, Ylähihnakuljetin KKu615 (Ku2)*

## 4 Opinnäytetyön lähtökohdat

Opinnäytetyö pyrittiin alussa rajaamaan Nordkalk Oy:n automaatiosuunnittelija Pekka Särmölän avustuksella sopivaksi kokonaisuudeksi, jotta työn sisältö pysyisi hallittavalla tasolla. Suullisen haastattelun (2) tuloksena katsottiin, että toimintakuvaus nykyisestä murskausasemasta sekä mahdollinen hahmotelma modernisointiin olisi sopiva työmäärä tähän opinnäytetyöhön.

Heti alkuun oli tiedossa että sähkö- ja automaatiokumenttien puutteellisuus tulisi asettamaan haasteita nykyisen laitteiston toimintakuvauksen laatimisessa. Tietolähteinä oli käytettävissä lähinnä vanhoja sähkö- ja automaatiokaavioita, sekä kokemuseräisiä havaintoja murskausaseman toiminnasta. Laitoksen toiminta sinällään on suhteellisen yksinkertainen ja ohjaukset ovat suurimmilta osin päälle/pois- ohjauksia.



Modernisointia varten oli tarkoitus löytää ratkaisu Nordkalkin turvallisuusselvityksessä esiin tulleisiin hihnakuljettimiin liittyviin turvallisuusvaatimuksiin, tässä tapauksessa lämpötilanvalvonta jokaiseen hihnakuljettimen rummun laakerointiin. Lisäksi toiveena oli tarkastella murskaamon operaattorin näkökulmasta laitoksen käytön parantamista ja turvallisuuteen liittyvien toimintojen rakennetta uudesta näkökulmasta.

## 5 Toiminnankuvauksen tekeminen

### 5.1 Lähdetietojen kartoitus

Ensimmäisiä tehtäviä oli tutustua mitä dokumentteja ja teknisiä piirustuksia murskausaseman laitteista olisi saatavissa. Dokumentointi oli pääosin 1990-luvun alussa tehtyjä sähkö- ja logiikkakaavioita, joiden paikkansapitävyys oli monelta osin puutteellinen. Eri-tyisesti logiikan lähtöjen ja tulojen, sekä muutamien prosessilaitteistojen osalta ajanmukaista dokumentointia ei ollut käytännössä lainkaan olemassa. Logiikkaohjelma oli tehty ilman mitään symbolisia merkintöjä ohjelmassa, joten sen kautta ei selvitystyö tullut kyseeseen.

Lähdetietojen haasteet olivat yleisesti selvillä jo ennen työn aloittamista ja toiminnankuvausta varten tulisi teknisten kuvien oikeellisuus tarkastaa käytännössä. Tämä tarkoittaa sitä että seurataan prosessilaitteiden toimintaa eri tilanteissa ja kirjataan saatu tieto muistiin. Tätä tietoa käytettäisiin työkaluna yhdessä muiden murskausasemaan liittyvien sähkö- ja logiikkakaavioiden kanssa, jotta tietojen oikeellisuus voitaisiin tarkastaa toiminnankuvausta varten.

### 5.2 Toiminnankuvauksen rakenne

Tarkoitus oli lähteä kirjoittamaan toiminnankuvausta jonka sisältö olisi pääosin ymmärrettävissä myös prosessia tuntemattomankin. Monesti teknisten dokumenttien sisältö voi olla asiaan perehtymättömälle hankala sisäistää tekstissä esiintyvien ammatillisten erikoistermien ja nimitysten takia. Tätä ei tässä toiminnankuvauksessakaan pystynyt täysin välttämään, mutta lähtökohtaisesti voidaan todeta että prosessikaavio apuna voidaan toiminnankuvausta käyttää työkaluna moneen suunnittelu-, huolto- ja käyttötoimenpiteeseen, erityisesti jos laitteistosta ei ole asianomaiselle aikaisempaa kokemusta. Tekstissä

käytetään laitteiden positiotunnuksia joita on vielä nykyisessä laitteistossa sekä suuressa osassa sähkökuvia vanhan järjestelmän mukaan. Toiminnankuvaus on kirjoitettu siten, että laitteesta on kirjoitettu aina selkeä sitä kuvaava nimitys, uuden järjestelmän mukainen positiotunnus sekä suluissa vanhan järjestelmän positiotunnus. Tämä toivottavasti vähentää erehtymisen vaaraa ja helpottaa lukemista mikäli positiotunnuksia ei muista ulkoa..

Rakenne toiminnankuvaukseen muodostui siten, että alussa on kuvattu yleisesti murskausaseman kaikkien laitteiden toiminta ja tarkoitus. Tämän on tarkoitus helpottaa kuvauksen lukemista, mikäli prosessi tai laitteiden toimintaperiaate ei ole tuttu jo ennestään. Toiminnankuvauksen sisällysluettelosta nähdään, miten asiat on jäsennelty.

(Kuva 13)

<b>1.0</b>	<b>Prosessilaitteisto</b>	<b>2</b>
1.1	Murskain KMu590 (Mu6) ja murskaimen syöttäjät KSy580 (Sy7), KSy585 (Sy8)	2
1.2	Alasyöttäjä KSy595 (Sy5), alahihnakuuljetin KKu600 (Ku4) sekä magneettinen metallinerottelija KKu597 (Ku3)	3
1.3	Yläihnakuljetin KKu615 (Ku2) ja siirtoihnakuljetin KKu625 (Ku1)	3
<b>2.0</b>	<b>Prosessin käynnistys</b>	<b>4</b>
2.1	Ryhmäkäynnistys	4
2.2	Käynnistäminen laite kerrallaan	5
<b>3.0</b>	<b>Prosessin ylläpito</b>	<b>6</b>
3.1	Valvonta- ja merkinantolaitteet	6
3.2	Prosessin keskeyttävät toiminnot	9
3.3	Käynninaikaiset ohjaukset	12
<b>4.0</b>	<b>Prosessin pysäytys</b>	<b>14</b>

Kuva 13. Sisällysluettelo

Seuraavana toiminnankuvauksessa on selvitetty prosessin käynnistämiseen liittyvät toiminnot ja mahdolliset sen estävät lukitukset. Lukituksia on selvitelty tarkemmin toiminnankuvauksen myöhemmissä vaiheissa omassa luvussaan yhdessä muiden keskeytystoimintojen kanssa. Sekä ryhmäkäynnistyksessä, että laitekohtaisessa käynnistyksessä on kuvauksessa omat alaotsikot joihin on kirjoitettu kyseisen toiminnan kannalta oleelliset asiat.

Prosessin ylläpito on eritelty valvonta- ja merkinantolaitteisiin, prosessin keskeyttäviin toimintoihin sekä käynninajaksiin ohjauksiin. Kyseiset alaotsikot jakavat sopivasti kaikki prosessin hallintaan liittyvät tärkeimmät asiat kolmeksi kokonaisuudeksi.

Prosessin pysäytys on käsitelty viimeisessä luvussa jonka sisältöön on kirjoitettu murskausaseman hallitun alarajon oleelliset asiat.

### 5.3 Valvomon käyttöliittymän toimintojen listaus

Sähkö- sekä logiikkaohjelman kaavioista saatujen tietojen perusteella kerättiin joka laitteesta kaikki tiedot ohjauksista ja takaisinkytkennöistä, joiden vaikutus prosessin toimintaan selvitettiin ja varmistettiin vielä käytännössä murskausaseman prosessia seuraamalla.

Valvomon käyttöliittymä prosessiin on painonapein ja kytkimin sekä potentiometrein varustettu paneeli josta listattiin kaikki kyseiset ohjauslaitteet Excel -taulukoksi josta on nähtävissä myös ohjaus signaalin tyyppi, ohjauksen kytkentäpiste (ohjattava kohde). (Kuva 14)

Kaaviomerkintä	Laite	Toiminta	Signaali	Ohjattava kohde
S1	Painonappi	KKu625 (Ku1) käyntiin säiliö 1	230V 50Hz	Logiikka E3.4
S2	Painonappi	KKu625 (Ku1) käyntiin säiliö 3	230V 50Hz	Logiikka E5.2
S3	Painonappi	KKu615 (Ku2) käyntiin	230V 50Hz	Logiikka E3.5
S4	Painonappi	KKu597 (Ku3) käyntiin	230V 50Hz	Logiikka E3.6
S5	Painonappi	KKu600 (Ku4) käyntiin	230V 50Hz	Logiikka E3.7
S6	Painonappi	KHy593, KSy595 (Sy5) käyntiin	230V 50Hz	Logiikka E4.0
S7	Painonappi	KMu590 (Mu6) käyntiin	230V 50Hz	Logiikka E4.1
S8	Painonappi	Khy586 käyntiin	230V 50Hz	Logiikka E4.2
S9				
S10	1-0-2 katkaisija	Syöttäjän valinta: KSy580(Sy7), KSy585(Sy8)	230V 50Hz	Logiikka E7.4, E7.5
S10	Painonappi	Ryhmä1 käyntiin	230V 50Hz	Logiikka E4.4
S11	Painonappi	Ryhmä2 käyntiin	230V 50Hz	Logiikka E4.5
S12	Painonappi	Seis	230V 50Hz	Logiikka E4.6
S13	Hätäkatkaisija	Hätäseis	230V 50Hz	Logiikka E4.7
S14	Painonappi	Hälytyksen kuittaus	230V 50Hz	Logiikka E5.0
S15	Painonappi	Merkkivalo koestus	230V 50Hz	Logiikka E5.1
S16	0-1 katkaisija	Kippauspaikan sumutus		Veden magneettiventtiili Y1
S17	0-1 katkaisija	KSy580 (Sy7) Kastelu		Veden magneettiventtiili Y2
S18	0-1 katkaisija	KSy585 (Sy8) kastelu		Veden magneettiventtiili Y3
S19	Painonappi	KHy586 seis	230V 50Hz	Logiikka E6.7
?	Potentiometri	Syöttönopeus säätö KSy580 (Sy7), KSy585 (Sy8)	24VDC	A1 venttiilin ohjausyksikkö: A24, A26, A28
?	Painonappi	Syöttönopeus Ksy595 (Sy5) +	230V 50Hz	KHy593, KSy595 (Sy5) magneettiventtiili Y3
?	Painonappi	Syöttönopeus Ksy595 (Sy5) -	230V 50Hz	KHy593, KSy595 (Sy5) magneettiventtiili Y4

Kuva 14. Ohjaukset valvomosta.

Vastaava taulukko koottiin myös merkinantolaitteista, jotka liittyivät oleellisesti ohjauslaitteisiin ja valvontaan. (Kuva 15)

Kaaviomerkintä	Laite	Toiminta	Signaali	Ohjauksen lähde
H1	Merkkivalo	Merkkivalo, Lämpörele lauennut	230V 50Hz	Logiikka A12.7
H2	Merkkivalo	Merkkivalo, Pyörimisvartija	230V 50Hz	Logiikka A13.0
H3	Merkkivalo	Merkkivalo, Kenttälaitehäiriö	230V 50Hz	Logiikka A13.1
H4	Merkkivalo	Merkkivalo, Hihnan sivu- ja ruuhkaraja	230V 50Hz	Logiikka A13.2
H5	Merkkiänilaite	Hälytyssummeri	230V 50Hz	Logiikka A13.3
H1	Merkkivalo	Merkkivalo KHy 586 käy	24VDC	Logiikka A17.0
?	Merkkivalo	Merkkivalo KSy580 (Sy7) käy	230V 50Hz	Logiikka A12.2
?	Merkkivalo	Merkkivalo KSy585 (Sy8) käy	230V 50Hz	Logiikka A12.4
H1	Merkkivalo	Merkkivalo murskain KMu590 (Mu6) käy	230V 50Hz	Logiikka A12.0
H1	Merkkivalo	Merkkivalo KSy595 (Sy5) käy	230V 50Hz	Logiikka A11.5
H1	Merkkivalo	Merkkivalo KKu600 (Ku4) käy	230V 50Hz	Logiikka A11.1
H2	Merkkivalo	Merkkivalo KKu600 (Ku4) ylivirta	230V 50Hz	Logiikka A14.4
		<b>Magneetin tiedot puuttuu</b>		
H1	Merkkivalo	Merkkivalo KKu615 käy	230V 50Hz	Logiikka A10.5
H1	Merkkivalo	Merkkivalo KKu625 käy Säiliö 1	230V 50Hz	Logiikka A10.2
H2	Merkkivalo	Merkkivalo KKu625 käy Säiliö 3	230V 50Hz	Logiikka A10.3

Kuva 15. Merkinantolaitteet

Nämä olivat suureksi avuksi selvitystyössä ja eri kansioissa ja kaavioissa olevat käyttöliittymään oleellisesti kuuluvat liitännäiset olivat kätevästi listattu kahteen taulukkoon.

#### 5.4 Murskausprosessin hallinta

Murskaamon toiminnan luonteesta johtuen murskaamon prosessin ohjaus voidaan jakaa kolmeen eri toimintakokonaisuuteen, kuten alla (Kuva 16) nähdään.



Kuva 16, Prosessikaavio

Nämä olivatkin toiminnankuvauksen työstämisen kulmakivet joiden perusteella sen rakenne muodostui.

Prosessin käynnistykseen liittyvän toimintakokonaisuuden yksityiskohtiin päästiin käsiksi ottamalla tarkasteluun sekä prosessin operaattorin toiminta, että käyttäjärajapinnasta laitteiston suuntaan menevät toiminnot.

Esimerkkinä voidaan ottaa murskausprosessin käynnistäminen ryhmäkäynnistyksellä ajamalla kiviaines säiliöön 3:

1. Operaattori aloittaa prosessin käynnistämisen painonapista S11, joka ohjaa säiliöön 3 tarkoitetut toiminnot käyttöön.
2. Kuvan 5 taulukosta nähdään, että S11 painonapin ”Ryhmä 2 käyntiin” 230VAC signaali menee logiikan E4.5 tuloon.
3. Tässä vaiheessa otetaan tarkasteluun käytettävissä olevat logiikkaohjelman dokumentit tai seurataan online-tietoa ohjelmointilaitteelta.
4. Mikäli käynnistysvaiheessa ei tule mitään prosessin keskeyttävää toimintaa, ohjataan prosessilaitteita käyntiin logiikkaohjelmassa annettujen ehtojen mukaisesti.
5. Jokaisen prosessilaitteen piirikaaviokuvista selviää logiikalta tulevan ohjaussignaalin kohde, joka on useasti moottorin kontaktori (yleensä ohjaus välireleen kautta).

6. Prosessilaitteen toiminnan tilasta on kytketty logiikalle takaisinkytkentöjä, joiden avulla prosessia voidaan hallita, näin mahdolliset häiriöt eivät aiheuta odottamattomia materiaaliruuhtia esimerkiksi hihnakuuljettimilla. Näiden takaisinkytkentätiedot ovat yleensä ainakin:

- Moottorin lämpörele
- Pyörintävahti
- Kontaktorin apukoskettimelta käyntitieto.

Toiminnankuvauksen sisältö koostui myös muista prosessin hallintaan liittyvistä toiminnoista joita vaaditaan sähköisten ohjausten lisäksi, jotta murskausprosessi pysyisi toiminnassa. Tämä liittyy alussa esitettyyn tavoitteeseen saada toiminnankuvaus palvelemaan myös käyttöohjeena nykyiselle murskausaseman prosessille.

## **6 Hihnakuuljettimien laakerointien valvonta rummuilla**

Opinnäytetyön rajauksessa alun perin oli ajatuksena tutkia myös laakerointien lämpötilavalvontaa hihnakuuljettimien rummuilla (Kuva 17). Tämä on kirjattu yhtiön turvallisuus selvitykseen tulipaloja ehkäisevänä varotoimena ja olisi otettava huomioon mahdollisissa tulevaisuudessa muutostöissä murskausaseman laitteissa ja automaation modernisoinnissa, Tämä jäi käytännössä ajatustasolle, eikä aikataulu antanut myöden tarkempaan selvitykseen.



*Kuva 17, Hinnakuljettimen kiristysrumpu ja sen laakerointi*

Lämpötilan valvonta hinnakuljettimien laakeroinneissa asettavat haasteita, jotka pitäisi ottaa huomioon, kun lähdetään tekemään mittalaitteistoa sille:

- Pölyisä ympäristö
- Mekaaninen kestävyys asettaa haasteita
- Kosteus.

Itse mittaustapana voisi käyttää edullisimmillaan pelkkää KLIXON® -tyyppistä (Kuva 18) nappitermostaattia/lämpötilasuojaa. Malleja on lukuisia erilaisia, sekä eri lämpötiloissa katkaisevia. Pienen kokonsa vuoksi, kyseiset komponentit voisivat olla helpostikin asennettavissa hinnakuljettimen laakeripukkeihin. Tämä toimii siten, että katkaisee piirin, kun komponentin toimintalämpötila ylittyy. Tämä tieto voisi mennä suoraan I/O-kortille aiheuttaen halutun toimenpiteen järjestelmässä.



*Kuva 18, KLIXON -lämpötilakytkimiä*

Toinen vaihtoehto olisi käyttää lämpötila-anturia ja lähetintä jolta menisi analogiatieto automaatiojärjestelmään. Sinne voisi tehdä trendiseurannan ja mahdolliset hälytysrajat, joiden avulla laakerin kuntoa voisi seurata pidemmälläkin ajanjaksolla. Tämä toisi mukanaan enemmän kustannuksia, mutta vastapainona mahdollistaisi paremman seurannan laakerin kunnosta ja mahdolliset vikaantumiset pystyisi ennakoimaan nousevan lämpötilatrendin avulla.

## **7 Lopputulos ja päätelmät**

Valmis toiminnankuvaus tuli yllättävän kattavaksi ottaen huomioon lähdetietojen puutteellisuus sekä mahdollinen vanhentunut informaatio. Tässä helpotti se, että teksti käsiteli yksinomaan murskaamon toimintaa, eikä mahdollisiin sähköasennusten sekä sähkökuvien ristiriitaan tarvinnut kovinkaan paljoa kiinnittää huomiota. Kyseisessä tilanteessa, jossa ikääntynyt laitteisto ollaan kattavasti modernisoimassa lähitulevaisuudessa, ei olisi sikaan välttämättä järkevää käyttää aikaa johdotusten selvittämiseen. Toisin sanoen murskausprosessi ei paljoa muutu, mutta prosessin hallinta uusiutuu mikä tarkoittaa vanhojen ohjaukseen liittyvien johdotusten poistumista.



Yksi laite murskausprosessissa, jonka toimintaa ei täysin pystynyt varmistamaan ilman suurempaa ajankäyttöä oli magneettinen raudanerottelija alahihnakuljettimen loppupäässä. Tämän liitännästä ohjauksiin ei löytynyt mitään dokumenttia ja toiminta jäi lähinnä toteamiseksi silmämääräisellä tutkimuksella.

Itse toiminnankuvauksen sisällöstä voisi mainita sen, että olisi voinut käyttää enemmän kaavioita ja muita graafisia esitystapoja, jolloin yhdellä silmäyksellä saisi käsityksen, esimerkiksi mihin prosessin osaan jokin toiminto on vaikuttamassa. Tämä auttaisi myös niitä henkilöitä, joille kyseinen laitteistokokonaisuus ei ole tuttu, ymmärtämään asiaa paremmin.

## Lähteet

1. Maanalaisen kaivoksen turvallisuusjärjestelmä. 2011. Nordkalk Oy Ab.
2. Särmölä, Pekka. 2013. Automaatiosuunnittelija, Nordkalk Oy. Haastattelu 8. elokuu 2013.
3. Tytyrin kaivos ja kalkkitehdas. 2005. Yrityksen historiasta ja toiminnasta kertova esitenippu. Nordkalk Oy Ab.
4. Nyström, Annika. 2013. Geologi, Nordkalk Oy. Keskustelu syksyllä 2013.

# Toiminnankuvaus

## Tytyrin kaivoksen +350 – tason murskausasema

Antti Lehtonen  
Nordkalk Oy Ab  
2013



## Sisällys

1.0	Prosessilaitteisto .....	3
1.1	Murskain KMu590 (Mu6) ja murskaimen syöttäjät KSy580 (Sy7), KSy585 (Sy8)	3
1.2	Alasyöttäjä KSy595 (Sy5), alahihnakuuljetin Kku600 (Ku4) sekä magneettinen metallinerottelija Kku597 (Ku3)	4
1.3	Ylähihnakuuljetin Kku615 (Ku2) ja siirtohihnakuuljetin Kku625 (Ku1)	4
2.0	Prosessin käynnistys.....	5
2.1	Lukitukset ja suoja-aiirit	5
2.2	Ryhmäkäynnistys	6
2.3	Käynnistäminen laite kerrallaan	7
3.0	Prosessin ylläpito .....	8
3.1	Valvonta- ja merkinantolaitteet	8
3.2	Prosessin keskeyttävät toiminnot	11
3.3	Käynninaikaiset ohjaukset	15
4.0	Prosessin pysäytys .....	17

## 8 Prosessilaitteisto

Murskausaseman tehtävänä on murskata louhosalueelta kuljetettu erikokoisista lohka-reista koostuva louhe sopivan kokoiseksi (0-400mm) ja kuljettaa murskattu kiviaines hih-nakuljettimilla keskuskuilulle säiliöihin josta nostokone voi nostaa kiven maanpinnalle.

Murskausaseman pääasialliset tuotantolaitteet muodostavat 3 hihnakuljetinta, 3 hyd-raulista pöytäsyöttäjää sekä leukamurskain. Lisäksi on vielä metallinerotusmagneetti, jotta mahdolliset metallin palaset eivät pääse tukkimaan tai rikkomaan mitään prosessin myöhemmissä osissa. Murskausasemaa operoidaan valvomokopista ja prosessin val-vonta tapahtuu kameroiden sekä hihnakuljettimien virtamittareiden perusteella ja pro-sessia ohjaa Siemensin Simatic S5 logiikka.

### 1.0 Murskain KMu590 (Mu6) ja murskaimen syöttäjät KSy580 (Sy7), KSy585 (Sy8)

Murskattava materiaali kuljetetaan louhosalueelta pääasiassa kuorma-autoilla ja kipa-taan ns. kaatonousuihin jotka ovat ylemmiltä kaivostasoilta murskaamolle johtavia ma-teriaalikanavia. Kaatonousujen pohja on murskaintasolla ja siellä kiviaines annostellaan pöytäsyöttäjillä murskaimeen. Molemmille kaivoksen kalkkikivityypeille on omat kaa-tonousut ja syöttäjät.

Murskain KMu590 (Mu6) on tyypiltään LOKOMO K-160 leukamurskain ja sen voiman-lähteenä on 160kW liukurengasmoottori. Murskaimessa on massiivinen vauhtipyörä ta-saamassa kuormituspiikkejä, jotka syntyvät lohka-reita murskatessa. Tämän takia murs-kain käynnistetään hitaasti liukurengasmoottorille tyypillisesti, jossa vaihteittain kytkeytyy käynnistysvastukset ja lopuksi moottori on saavuttanut lähes nimellisen pyörintänopeu-tensa, liukurenkaat oikosuljetaan jolloin moottori vastaa tavallista oikosulkumoottoria. Käynnistys vastukset sijaitsevat erillisessä vastusyksikössä, joka suorittaa käynnistys-sekvenssinsä itsenäisesti kun logiikalta saadaan käynnistysignaali.

Murskaimen syöttäjät KSy580 (Sy7), KSy585 (Sy8) toimivat sylinterien ja hydraulikkayk-sikön KHy586 voimalla. Valvomosta valitaan käytettävä syöttäjä ja hydraulikkayksikössä magneettiventtiilit ohjaavat öljyn kiertoa oikeaan paikkaan. Syöttäjäpöytien edestakainen liike saadaan aikaan magneettiventtiilien ja induktiivisten anturien avulla. Anturit rajoitta-vat pöydän liikkeen sylinterien liikeradan mukaisiksi. Magneettiventtiilit on kytketty väli-

releiden kautta logiikan lähtöihin ja induktiiviset anturit suoraan sen tuloihin. Hydraulikkayksikössä on anturit öljyn yli-lämmölle, pinnan alarajalle sekä öljynsuodattimen tukkeutuneisuudelle joista tiedot tulevat logiikkaan kuten myös lämpöreleen tiedot.

Murskaamon operaattori pystyy säätämään syöttäjien nopeutta portaattomasti valvontapaneelin OK1 potentiometrillä. Tämä on toteutettu erillisellä hydraulikkaan liittyvällä ohjainkortilla johon on potentiometri kytketty ja tämä ohjaa virtausta säätelevää venttiiliä.

### *1.2 Alasyöttäjä KSy595 (Sy5), alahihnakuljetin KKu600 (Ku4) sekä magneettinen metallinerottelija KKu597 (Ku3)*

Murskauksen jälkeen kiviaines päätyy murskaimen olevaan pieneen puskurisäiliöön josta alasyöttäjä KSy595 (Sy5) annostelee sen KKu600 (Ku4) hihnakuljettimelle. Alasyöttäjän voimanlähteenä on hydraulikkayksikkö KHy593 joka sijaitsee syöttäjän läheisyydessä. Syöttäjän liikeradan rajoittaa induktiiviset anturit ja syöttönopeutta on mahdollista säätää Valvomon operointipaneelin painonapeista, jotka ohjaavat suoraan säästöventtiiliä hydraulikkayksikössä.

Alahihnakuljettimen pääkomponentit ovat 132kW sähkömoottori pehmokäynnistiminen, vaihteisto ja jarrulaitteisto sekä noin 250 metrin pituinen hihnakuljetin. Kuljetinhihnan tehtävä on kuljettaa kiviainesta hihnaperää ylös risteysasemalle josta ylähihna jatkaa kuljetusta edelleen keskuskuljelle. Kuljetinhihnan käynnistyksessä käytetään pehmokäynnistintä ja moottorin virta mitataan virtamuuntajalla josta tulee tieto valvomon mittareille.

Alahihnakuljettimen loppupäässä on magneettinen metallinerottelija KKu597 (Ku3), jonka tarkoituksena on kerätä mahdolliset metallinpalaset joita on voinut irrota tuotantoketjun eri laitteista ja koneista. Metallinerottimen toiminta perustuu lamellikuljettimeen johon synnytetään voimakas magneettikenttä sähkövirran avulla. Laite on ripustettu noin 50cm alahihnakuljettimen yläpuolelle, josta se pystyy poimimaan magneettikentän avulla metallinpalasia ja siirtämällä ne hihnakuljettimen vierelle talteen otettavaksi.

### 1.3 Ylähihnakuljetin KKu615 (Ku2) ja siirtohihnakuljetin KKu625 (Ku1)

Alahihnakuljettimen KKu600 (Ku4) jälkeen on risteysasema, jossa kiviaines siirtyy alahihnakuljettimelta ylähihnakuljettimelle KKu615 (Ku2). Ylähihnakuljettimen rakenne on sama kuin alahihnakuljettimella ja on pituudeltaan noin 350 metriä.

Ylähihnakuljettimen jälkeen kiviaines ohjataan paineilmatoimisella sylinterillä siirrettävän kivirännin avulla joko hihnakuljetin KKu625 (Ku1):lle tai suoraan säiliöön 3. Kivirännin ohjaus tapahtuu vieressä olevasta käsin ohjattavasta paineilmaventtiilistä.

Hihnakuljetinta KKu625 (Ku1) voidaan ajaa jaksoittain tai jatkuvasti, riippuen kumpaan säiliöistä prosessi on ohjattu. Tämä on selitetty tarkemmin kappaleessa [2.0 Prosessin käynnistys](#).

## 9 Prosessin käynnistys

Murskaamon laitteet voidaan käynnistää, joko ryhmäkäynnistyksellä tai jokainen laite erikseen. Ryhmäkäynnistyksessä laitteet menevät automaattisesti käyntiin prosessin loppupäästä alkaen ja ovat tahdistettuja viivepiireillä ja valvonnalla, jossa laite saa luvan käynnistyä vain kun edellä olevalta laitteelta tulee käyntitieto. Tällä estetään suurivirtaisten moottoreiden käynnistyminen samanaikaisesti sekä mahdollinen ruuhka tilanne hihnakuljettimilla, mikäli edellä oleva hihnakuljetin prosessissa ei jostain syystä ole lähtenyt käyntiin.

Prosessin ryhmäkäynnistyksessä tulee kentällä käynnistys hälytys äänitorven ja merkki-  
valon avulla.

### 2.1 Lukitukset ja suojapiirit

Prosessin tai laitteen käynnistyminen estyy mikäli jokin seuraavista lukituksista tai suo-  
jista on päällä:

- Hätä seis – piiri laukaistu
- Kenttälaittehäiriö päällä
- Lämpörele lauennut jostain laitteesta
- Jonkin laitteen turvakatkaisija avattu
- Pyörintävahti keskeyttää jo alkaneen käynnistymisen

Huomioitava on, että osa hätä seis- piiriä, kenttälaitehäiriö ja pyörintävahti voi antaa prosessin käynnistystä siihen asti kunnes häiriön aiheuttama laite saa vuoron käynnistystä. Katso laitteiden keskeytykset osassa: [3.2 Prosessin keskeyttävät toiminnot](#)

## 2.2 Ryhmäkäynnistys

Kun halutaan prosessi käynnistää ryhmäkäynnistyksellä, painetaan OK1 ohjauspaneelin painonappia S10 tai S11, riippuen halutaanko ajaa prosessia säiliöön 1 (S10) vai säiliöön 3 (S11).

Tämän jälkeen tulee kentällä 15 s pituinen käynnistyshälytys jonka jälkeen alkaa prosessin käynnistyminen seuraavien vaiheiden mukaisesti mikäli lukituksia ei ole päällä:

1. Hihnakuuljetin Kku625 (Ku1) käynnistyy 12 s ajaksi, mikäli painettiin painonappia S10. Kuuljetin jää tällöin jaksottaisen käynnin tilaan. Painonapista S11 Kuuljetin Kku625 käynnistyy ja jää toimintaan kunnes erikseen saa pysähtymiskäskyn.
2. Hihnakuuljetin Kku615 (Ku2) käynnistyy pehmokäynnistimen avulla, kun Kku625 (Ku1):lta tulee käyntitieto.
3. Magneettinen metallinerottelija Kku597 (Ku3) käynnistyy, kun Kku615 (Ku2):ta tulee käyntitieto.
4. Hihnakuuljetin Kku600 (Ku4) käynnistyy pehmokäynnistimellä, kun Kku597 (Ku3):lta tulee käyntitieto.
5. Kun Kku600 (Ku4):lta tulee käyntitieto, hydraulikkayksikkö KHy593 (Sy5) käynnistyy ja hydraulinen pöytäsyöttäjä KSy595 (Sy5) alkaa syöttämään kiveä hihnakuuljetin Kku600 (Ku4):lle.



6. Leukamurskain KMu590 (Mu6) käynnistyy kun KHy592 (Sy5) antaa käyntitiedon. Murskaimessa on suuri massa ja sen käynnistyminen pehmeästi suoritetaan liukurengasmoottorin ja käynnistysyksikön PEG 160 avulla. Kun murskain on suorittanut käynnistyssekvenssinsä ja täysi nopeus saavutettu, saadaan käynnistysyksiköltä käyntitieto.

Edellä suoritettujen vaiheiden jälkeen voidaan hydraulikkayksikkö KHy586 käynnistää S8 painonapista. Käytettävä syöttäjä valitaan 1-0-2 kytkimellä S10. Joko KSy580 (Sy7) tai KSy585 (Sy8) ja 0-asennossa kumpikaan syöttäjästä ei ole toiminnassa.

Huomioitavaa on että jokaisen vaiheen käynnistyksessä on noin 4 sekunnin viive käyntitiedosta huolimatta. Näin varmistetaan, etteivät laitteet käynnisty missään tilanteessa samanaikaisesti.

### 2.3 Käynnistäminen laite kerrallaan

Laitteita voi käynnistellä myös yksittäin, edellyttäen että käynnistettävän laitteen edellä oleva prosessi on käynnissä. Näin ei pääse kiviaines ruuhkautumaan mikäli jostain syystä laitteistoa käynnistellään väärässä järjestyksessä.

Käynnistäminen tapahtuu periaatteessa samalla tavalla kuin ryhmäkäynnistyksessä mutta operaattori joutuu käynnistämään jokaisen laitteen erikseen ohjauspaneelin OK1 painonapeista.

1. **S1** tai **S2** Hihnakuuljetin KKu625 (Ku1) käynnistys, joko jatkuvakäyttö (S1) tai jaksoittainen käyttö (S2).
2. **S3** Hihnakuuljetin KKu615 (Ku2) käynnistys.
3. **S4** KKu597 (Ku3) magneettierottelijan käynnistys.
4. **S5** Hihnakuuljetin KKu600 (Ku4) käynnistys.
5. **S6** Pöytäsyöttäjä KSy596 (Sy5) käynnistys.

6. **S7** Leukamurskain KMu590 (Mu6) käynnistys.
7. **S8** Hydraulikkayksikkö KHy586 käynnistys.
8. **S10** Syöttäjän valinta 1-0-2 katkaisijasta, joko KSy580 (Sy7) tai KSy585 (Sy8).

Laite kerrallaan käynnistettäessä ei käynnistyksessä ole minkäänlaista viivettä, joten on vaarana että operaattori suorittaa käynnistyksen liian nopeasti. Tämä voi aiheuttaa esimerkiksi hihnakuljettimien käynnistysvirtapiikin osumaan osittain päällekkäin joka kuormittaa hihnakuljettimien moottoreiden virransyötöstä huolehtivaa muuntamoja ja voi aiheuttaa suojiin laukeamisen sähkökatkoineen.

## 10 Prosessin ylläpito

Murskaamon prosessin ylläpito on suurelta osin operaattorin käsissä ja PLC:lle tuodaan vain käyntitilasta kertovia tietoja. Käytännössä tämä tarkoittaa, että syöttäjien KSy595 (Sy5), KSy580 (Sy7) ja KSy585 (Sy8) nopeutta täytyy operaattorin itse säätää hihnakuljettimien virtamittareiden perusteella kuten myös silmämääräisesti valvoa murskaimeen menevän kiven määrää.

### 3.1 Valvonta- ja merkinantolaitteet

Operaattoria informoidaan prosessin tilasta seuraavin tiedoin:

- Käyntitietoindikaattori merkkivalolla prosessikaaviossa jokaiselle laitteelle.

*KKu625 (Ku1) säiliö 1 tai 3, KKu615 (Ku2), KKu597 (Ku3), KKu600 (Ku4), KSy595+KHy593 (Sy5), KMu590 (Mu6), KHy586, KSy580 (Sy7), KSy585 (Sy8).*

- Lämpöreleen merkkivalo tulee mikäli jonkin laitteen lämpörele on lauennut, lisäksi häiriöstä tulee äänimerkki valvomoon.

*KKu625 (Ku1), KKu615 (Ku2), KKu597 (Ku3), KKu600 (Ku4), KHy593 (Sy5), KMu590 (Mu6), KHy586*

- Pyörintävahti- merkkivalo mikäli jokin hihnakuuljetin ei anna pyörintävahdilta tietoa.

*KKu625 (Ku1), KKu615 (Ku2), KKu600 (Ku4)*

- Kenttälaitehäiriö- merkkivalo tulee jos jokin laite ei anna käyntitietoa ohjauksesta huolimatta tai hätä seis- piiriin on tullut katkos.

1. Hihnakuuljettimien hätä seis- vaijerikatkaisijat yhteensä 7 kpl

2. Käyntitieto puuttuu laitteen pääkontaktorin apukoskettimelta tai apukontaktorin kelalta.

- Hihnakuuljettimen KKu600 (Ku4) ylikuorman merkkivalo, joka ilmoittaa vilkkumisella kun hihnakuuljettimen moottorin virta ylittää raja-arvon 150A.
- Jos virta tästä vielä kasvaa, pysäytetään hydraulikkayksikkö KHy593 (Sy5) ja syöttäjä KSy595 (Sy5) sekä hydraulikkayksikkö KHy586. Ylikuormasta ilmoittava merkkivalo jää palamaan ja se voidaan kuitata kunnes moottorin virta on pudonnut alle 150A.

- Hihnakuuljettimien Kku615 (Ku2) ja Kku600 (Ku4) sekä murskaimen Kmu590 (Mu6) Moottorin sähkövirran mittarit, joiden avulla operaattori saa jonkin verran tietoa kiviaineksen määrästä prosessissa.

Seuraavassa on valvomossa sijaitsevan OK1 ohjauspaneelin prosessin hallintaan liittyvät ohjaus- ja merkinantolaitteet:

### Ohjauslaitteet:

Kaaviomerkintä	Laite	Toiminta	Signaali	Ohjattava kohde
S1	Painonappi	KKu625 (Ku1) käyntiin säiliö 1	230V 50Hz	Logiikka E3.4
S2	Painonappi	KKu625 (Ku1) käyntiin säiliö 3	230V 50Hz	Logiikka E5.2
S3	Painonappi	KKu615 (Ku2) käyntiin	230V 50Hz	Logiikka E3.5
S4	Painonappi	KKu597 (Ku3) käyntiin	230V 50Hz	Logiikka E3.6
S5	Painonappi	KKu600 (Ku4) käyntiin	230V 50Hz	Logiikka E3.7
S6	Painonappi	KHy593, KSy595 (Sy5) käyntiin	230V 50Hz	Logiikka E4.0
S7	Painonappi	KMu590 (Mu6) käyntiin	230V 50Hz	Logiikka E4.1
S8	Painonappi	Khy586 käyntiin	230V 50Hz	Logiikka E4.2
S9				
S10	1-0-2 katkaisija	Syöttäjän valinta: KSy580(Sy7), KSy585(Sy8)	230V 50Hz	Logiikka E7.4, E7.5
S10	Painonappi	Ryhmä1 käyntiin	230V 50Hz	Logiikka E4.4
S11	Painonappi	Ryhmä2 käyntiin	230V 50Hz	Logiikka E4.5
S12	Painonappi	Seis	230V 50Hz	Logiikka E4.6
S13	Hätäkatkaisija	Hätäseis	230V 50Hz	Logiikka E4.7
S14	Painonappi	Hälytyksen kuittaus	230V 50Hz	Logiikka E5.0
S15	Painonappi	Merkkivalo koestus	230V 50Hz	Logiikka E5.1
S16	0-1 katkaisija	Kippauspaikan sumutus		Veden magneettiventtiili Y1
S17	0-1 katkaisija	KSy580 (Sy7) Kastelu		Veden magneettiventtiili Y2
S18	0-1 katkaisija	KSy585 (Sy8) kastelu		Veden magneettiventtiili Y3
S19	Painonappi	KHy586 seis	230V 50Hz	Logiikka E6.7
?	Potentiometri	Syöttönopeus säätö KSy580 (Sy7), KSy585 (Sy8)	24VDC	A1 venttiilien ohjausyksikkö: A24, A26, A28
?	Painonappi	Syöttönopeus Ksy595 (Sy5) +	230V 50Hz	KHy593, KSy595 (Sy5) magneettiventtiili Y3
?	Painonappi	Syöttönopeus Ksy595 (Sy5) -	230V 50Hz	KHy593, KSy595 (Sy5) magneettiventtiili Y4

### Merkinantolaitteet:

Kaaviomerkintä	Laite	Toiminta	Signaali	Ohjauksen lähde
H1	Merkkivalo	Merkkivalo, Lämpörelle lauennut	230V 50Hz	Logiikka A12.7
H2	Merkkivalo	Merkkivalo, Pyörimisvartija	230V 50Hz	Logiikka A13.0
H3	Merkkivalo	Merkkivalo, Kenttälaitehäiriö	230V 50Hz	Logiikka A13.1
H4	Merkkivalo	Merkkivalo, Hihnan sivu- ja ruuhkaraja	230V 50Hz	Logiikka A13.2
H5	Merkkiäänilaite	Hälytyssummeri	230V 50Hz	Logiikka A13.3
H1	Merkkivalo	Merkkivalo KHy 586 käy	24VDC	Logiikka A17.0
?	Merkkivalo	Merkkivalo KSy580 (Sy7) käy	230V 50Hz	Logiikka A12.2
?	Merkkivalo	Merkkivalo KSy585 (Sy8) käy	230V 50Hz	Logiikka A12.4
H1	Merkkivalo	Merkkivalo murskain Kmu590 (Mu6) käy	230V 50Hz	Logiikka A12.0
H1	Merkkivalo	Merkkivalo KSy595 (Sy5) käy	230V 50Hz	Logiikka A11.5
H1	Merkkivalo	Merkkivalo Kku600 (Ku4) käy	230V 50Hz	Logiikka A11.1
H2	Merkkivalo	Merkkivalo Kku600 (Ku4) ylivirta	230V 50Hz	Logiikka A14.4
		<b>Magneetin tiedot puuttuu</b>		
H1	Merkkivalo	Merkkivalo Kku615 käy	230V 50Hz	Logiikka A10.5
H1	Merkkivalo	Merkkivalo Kku625 käy Säiliö 1	230V 50Hz	Logiikka A10.2
H2	Merkkivalo	Merkkivalo Kku625 käy Säiliö 3	230V 50Hz	Logiikka A10.3

### 3.2 Prosessin keskeyttävät toiminnot

Seuraavat toiminnot keskeyttävät prosessin ja aiheuttavat häiriöilmoituksen. Ohjauspaneelin OK1 prosessikaavion laitetta kuvaava merkkivalo ilmoittaa vilkkumisella, mistä laitteesta hälytys tulee.

#### **KKu625 (Ku1)**

- Pyörintävahti S1
- Häätä seis- vaijerikatkaisijat S2 ja S3
- Lämpörele F5
- Ylitäytönestin

Pyörintävahti S1 antaa toimiessaan signaalin logiikalle. Mikäli signaalia ei 4 sekuntiin tule, prosessi pysäytetään ja valvomoon tulee hälytys pyörintävahdistä.

Häätä seis- vaijerikatkaisijat S2 ja S3 ovat suoraan pääkontaktoria ohjaavassa piirissä ja kyseisen piirin katkeaminen pysäyttää hihnakuljettimen sekä muun prosessin. Valvomoon tulee hälytys "Kenttälaittehäiriö" äänimerkein ja merkkivaloin.

Lämpöreleen F5 laukeaminen aiheuttaa myös prosessin pysähtymisen ja valvomossa tulee hälytys "kenttälaittehäiriö" äänimerkillä ja merkkivalolla.

Ylitäytönestin pysäyttää prosessin kun säiliö 3:n pinta on niin ylhäällä, että kivet liikuttavat mekaanisesti peltiä johon on katkaisija asennettu.

#### **KKu615 (Ku2)**

- Pyörintävahti S1
- Häätä seis- vaijerikatkaisijat S2 ja S3
- Lämpörele F5

Pyörintävahti S1 antaa toimiessaan signaalin logiikalle. Mikäli signaalia ei 4 sekuntiin tule, prosessi pysäytetään ja valvomoon tulee hälytys pyörintävahdistä.

Hätä seis- vaijerikatkaisijat S2 ja S3 ovat suoraan pääkontactoria ohjaavassa piirissä ja kyseisen piirin katkeaminen pysäyttää hihnakuljettimen sekä muun prosessin. Valvomoon tulee hälytys "Kenttälaitehäiriö" äänimerkein ja merkkivaloin.

Lämpöreleen F5 laukeaminen aiheuttaa myös prosessin pysähtymisen ja valvomossa tulee hälytys "kenttälaitehäiriö" äänimerkillä ja merkkivalolla.

### **KKu597 (Ku3)**

- Lämpörele F?

Magneettisesta metallinerottelijasta on tiedot puutteellisia, mutta ainakin lämpöreleen laukeaminen aiheuttaa "kenttälaitehäiriö" hälytyksen.

### **KKu600 (Ku4)**

- Pyörintävahti S2
- Lämpörele F2
- Hätä seis- vaijerikatkaisijat S8, S9 ja S10
- Moottorin sähkövirran valvonta virtamuuntajalla T1

Pyörintävahti S2 antaa toimiessaan signaalin logiikalle. Mikäli signaalia ei 4 sekuntiin tule, prosessi pysäytetään ja valvomoon tulee hälytys pyörintävahdistista.

Hätä seis- vaijerikatkaisijat S8, S9 ja S10 ovat suoraan pääkontactoria ohjaavassa piirissä ja kyseisen piirin katkeaminen pysäyttää hihnakuljettimen sekä muun prosessin. Valvomoon tulee hälytys "Kenttälaitehäiriö" äänimerkein ja merkkivaloin.

Lämpöreleen F2 laukeaminen aiheuttaa myös prosessin pysähtymisen ja valvomossa tulee hälytys "kenttälaitehäiriö" äänimerkillä ja merkkivalolla.

Moottorin virtaa valvotaan T1 virtamuuntajan, valvomopaneelin virtamittarin ja virranvalvontareleen avulla. Virtamuuntaja muuntaa moottorin päävirtajohtimen virran suhteessa 300/1A virranvalvontareleelle jossa on aseteltu kaksi toimintapistettä, toinen hälytykselle kun moottorin virta on yli 150A ja toinen syöttäjien pysäytykselle kun virta ylittää noin 160A rajan. Releen kosketintieto menee logiikalle ja hälytys- sekä pysäytystoiminnot suoritetaan logiikkaohjelmalla.

### **KHy593 (Sy5)**

- Lämpörele F5
- Virtamuuntaja KKu600 (Ku4) T1

Lämpöreleen F5 laukeaminen aiheuttaa hälytyksen ohjauspaneelin merkkivalolla ”kenttälaitehäiriö” sekä antaa äänimerkin. Tällöin myös prosessi keskeytetään.

Mikäli KKu600 (Ku4) hihnakuljettimen moottorin virta kasvaa noin 160A yli, virranvalvontarele OK1 kaapissa antaa logiikalle tiedon ja kaikkien murskausaseman syöttäjien toiminta (myös KHy593, KSy595 (Sy5)) keskeytetään ja valvontapaneelin ylivirran merkkivalo ilmoittaa asiasta. Keskeytys sammuttaa molemmat hydraulikkayksiköt KHy593 (Sy5) sekä KHy586 ja yksiköt saa käynnistettyä taas kun KKu600 (Ku4) hihnakuljettimen virta on laskenut alle 150A.

Virtarajan ylitys ei katkaise muuta prosessia ja syöttäjät saa taas käyntiin kuittaamalla häiriö siihen tarkoitetulla painikkeella sekä suorittamalla toimenpiteet kappaleen [1.2 Käynnistäminen laite kerrallaan](#) mukaan kohdasta 5 ja 7 jolloin prosessi jatkuu taas normaalisti.

Muita hälytyksiä ei hydraulikkayksiköltä tule.

### **KMu590 (Mu6)**

- Lämpörele F5

Lämpöreleen F5 laukeaminen aiheuttaa hälytyksen ohjauspaneelin merkkivalolla ”kenttälaitehäiriö” sekä antaa äänimerkin. Tällöin myös prosessi keskeytetään.

### **KHy586**

- Lämpörele F2
- Öljyn lämpötila T1
- Öljyn pinta P1

- Hydrauliiikkapaine lähdössä P2
- Hydrauliiikkapaine paluupuolella P3
- Turvakatkaisija Q2
- Virtamuuntaja KKu600 (Ku4) T1

Lämpöreleen laukeaminen sammuttaa hydrauliikkayksikön ja aiheuttaa ”lämpörele”-hälytyksen valvomon ohjauspaneelissa OK1:ssä äänimerkein ja merkkivaloin.

Ilmoitus ”kenttälaittehäiriö” tulee, mikäli turvakatkaisija Q2 katkaisee ohjauspiirin tai hydrauliikkayksikön paine- (P2,P3), pinta- (P1) tai lämpötilakytkin (T1) katkaisee valvontapiirin.

Sarjaan kytketyt avautuvat kosketintoiminnot sisältävä valvontapiiri T1, P1, P2 ja P3 menevät omaan logiikkatuloon, mutta erillistä hälytystä ei logiikkaohjelmassa ole näistä tehty, vaan ilmoitus on normaali ”kenttälaittehäiriö” ilmoitus, jossa KHy585:n merkkivalo ja äänisummeri ilmaisevat sen lisäksi häiriön aiheuttajaa.

Mikäli KKu600 (Ku4) hihnakuljettimen moottorin virta kasvaa noin 160A yli, virranvalvontarele OK1 kaapissa antaa logiikalle tiedon ja kaikkien murskausaseman syöttäjien toiminta (myös KHy586, KSy580 (Sy7), KSy585 (Sy8)) keskeytetään ja valvontapaneelin ylivirran merkkivalo ilmoittaa asiasta. Keskeytys sammuttaa molemmat hydrauliikkayksiköt KHy593 (Sy5) sekä KHy586 ja yksiköt saa käynnistettyä taas kun KKu600 (Ku4) hihnakuljettimen virta on laskenut alle 150A.

Virtarajan ylitys ei katkaise muuta prosessia ja syöttäjät saa taas käyntiin kuittaamalla häiriö siihen tarkoitetulla painikkeella sekä suorittamalla toimenpiteet kappaleen [1.2 Käynnistäminen laite kerrallaan](#) mukaan kohdasta 5 ja 7 jolloin prosessi jatkuu taas normaalisti.

### **Valvomon ohjauslaitteet OK1**

- Hätä seis- painike



Valvomon OK1 kaapin hätä seis- painike katkaisee välittömästi koko prosessin ja aiheuttaa "kenttälaitehäiriö" hälytyksen.

### 3.3 Käynninaikaiset ohjaukset

Murskausprosessin useat laitteet toimivat pääasiallisesti staattisilla ohjauksilla, joiden tila ei muutu kuin operaattorin toimesta tai jonkin häiriön seurauksena. Kuitenkin syöttäjien toiminta edellyttää anturitietoa ja takaisinkytkentää logiikalle. Tämä on toteutettu logiikan ohjaamilla magneettiventtiileillä sekä syöttäjäpöydän asennon tunnistavilla induktiivisilla antureilla.

Myös KKu600 (Ku4) hihnakujujettimen sähkövirtaa mitataan ja tätä tietoa hyödynnetään ylikuorman valvonnassa ja siten syöttäjien automaattisella pysäytyksellä.

Lisäksi vielä hihnakujujettimen KKu625 (Ku1) käynti on jaksotettu, mikäli prosessia ajetaan 1-säiliöön.

- **KHy586, KSy580 (Sy7), KSy585 (Sy8):**

Syöttäjiä KSy580 (Sy7) ja KSy585 (Sy8) ohjataan hydraulikkayksikön magneettiventtiilien Y2, Y3, Y4 ja Y5 avulla. Lisäksi on vielä vapaakiertoventtiili Y1, joka päästää öljyn kiertämään hydraulikkayksikössä vapaasti mikäli katkaisija S10, OK1 ohjauspaneelissa on asennossa 0. Venttiilien Y1-Y5 ohjaukset tulevat suoraan logiikalta. Syöttöpöydän asentotieto saadaan induktioantureiden S2, S3 sekä S4, S5 avulla.

#### **Toiminta:**

KSy580 (Sy7) syöttäjän pöytä liikkuu eteen kun magneettiventtiiliä Y2 ohjataan logiikalta. Pöytä liikkuu eteen kunnes tavoittaa induktiorajan S3. Induktiorajan tieto saa logiikkaohjelman muuttamaan ohjauksen magneettiventtiililtä Y2 magneettiventtiili Y3:lle, jolloin pöytä alkaa liikkumaan taaksepäin. Liikeradan rajoittaa taka-asennossa induktioraja S2 ja ohjaus siirtyy takaisin magneettiventtiilille Y2, jolloin kierto jatkuu alusta edestakaisen liikkeen saamiseksi syöttäjälle.

Syöttäjälle KSy585 (Sy8) on omat magneettiventtiilit sekä induktiorajat, joiden avulla vastaava toimintaperiaate on toteutettu. Y4 magneettiventtiili ohjaa pöytää eteen kunnes induktioraja S5 pysäyttää sen ja magneettiventtiili Y5 alkaa ohjaamaan taakse jolloin induktioraja S4 pysäyttää sen jne.

#### **Syöttäjän pysäytys ylikuormatilanteessa:**

Mikäli KKu600 (Ku4) hihnakuljettimen virtaraja ylittyy (noin 160A), hydraulikkayksikkö pysäytetään ja siitä tulee ilmoitus valvomoon kuljettimen ylikuorman merkkivalolla. Ennen pysäytystä on alempi virtaraja 150A, joka antaa varoituksen vilkuttamalla ylikuorman merkkivaloa. Jos virta laskee kyseisen rajan alapuolelle, varoitus poistuu ja prosessi jatkuu normaalisti.

- **KHy593, KSy595 (Sy5):**

Syöttäjän KSy595 (Sy5) toiminta saadaan aikaiseksi hydraulikkayksikön KHy593 ja sen venttiilien Y1, Y2 sekä Induktiivisten raja-antureiden S1, S2 avulla.

#### **Toiminta:**

KSy595 (Sy5) syöttäjän pöytä liikkuu eteen kun magneettiventtiiliä Y1 ohjataan logiikalta. Pöytä liikkuu eteen kunnes tavoittaa induktiorajan S1. Induktiorajan tieto saa logiikkaohjelman muuttamaan ohjauksen magneettiventtiililtä Y1 magneettiventtiili Y2:lle, jolloin pöytä alkaa liikkumaan taaksepäin. Liikeradan rajoittaa taka-asennossa induktioraja S2 ja ohjaus siirtyy takaisin magneettiventtiilille Y1, jolloin kierto jatkuu alusta edestakaisen liikkeen saamiseksi syöttäjälle.

#### **Syöttäjän pysäytys ylikuormatilanteessa:**

Mikäli KKu600 (Ku4) hihnakuljettimen virtaraja ylittyy (noin 160A), hydraulikkayksikkö pysäytetään ja siitä tulee ilmoitus valvomoon kuljettimen ylikuormasta kertovalla merkkivalolla. Ennen pysäytystä on alempi virtaraja 150A, joka antaa varoituksen vilkuttamalla

ylikuorman merkkivaloa. Jos virta laskee kyseisen rajan alapuolelle, varoitus poistuu ja prosessi jatkuu normaalisti.

- **KKu625 (Ku1):**

Ajettaessa prosessia säiliöön 3 kohdassa [1.0 Prosessin käynnistys](#), kuljetinhihna KKu625 (Ku1) käy ainoastaan jaksottaisesti. Tarkoituksena on poistaa yläpuolella kulkevan KKu615 (Ku2) hihnakuljettimelta putoava hieno kiviaines säiliöön 1, jotta sen määrä ei kasva niin suureksi ettei hihnakuljetin KKu625 (Ku1) jaksa käynnistyä.

Hihnakuljettimen käynti on jaksotettu aikapiirillä logiikassa 15 minuutin välein 12 sekuntia kerrallaan. Mikäli prosessi on käynnistetty säiliöön 1, käynnin jaksotusta ei ole ja hihnakuljetin pyörii kunnes jokin häiriö tai operaattori keskeyttää prosessin.

## 11 Prosessin pysäytys

Murskausprosessin pysäytys voidaan suorittaa operaattorin toimesta valvomon OK1 ohjauspaneelista painamalla SEIS- painonappia S12 jolloin Hydrauliiikkayksikkö KHy586 sammuu pysäyttäen syöttäjät KSy580 (Sy7) ja KSy585 (Sy8), mutta jättäen prosessin muut laitteet käyntitilaan 10 minuutin ajaksi.

Tarkoitus on, että prosessin linjastolla mahdollisesti oleva kiviaines ehtisi kulkeutua säiliöön ja hihnakuljettimet jäisivät prosessin pysähtyttyä tyhjäksi.

Mikäli prosessia jostain syystä halutaan vielä jatkaa vaikka SEIS- painonappia S12 olisi painettu, saadaan 10 minuutin pysäytyslaskenta nollattua painamalla jotain seuraavista käynnistyksistä:

- S8 – Khy586 käyntiin
- S13 – Häätä seis- katkaisija
- S10 – Ryhmä 1 käyntiin

- S11 – Ryhmä 2 käyntiin
- S2 – Kku625 (Ku1) käyntiin säiliöön 3
- S1 – Kku625 (Ku1) käyntiin säiliöön 1

Kaikki normaalit prosessin keskeyttävät toiminnot ja valvontapiirit ovat käytössä myös SEIS- painikkeen S12 painamisen jälkeenkin jotka ovat lueteltu kappaleessa [2.2 Prosessin keskeyttävät toiminnot](#).

Prosessi on myös mahdollista pysäyttää HÄTÄSEIS- painikkeesta S13, jolloin kaikki laitteet pysähtyvät välittömästi. Luonnollisesti myös mikä tahansa kentällä olevista HÄTÄSEIS- katkaisijoista pysäyttää välittömästi prosessin.

