

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikka

Tutkintotyö

Ilari Nikula

VALVOMOJÄRJESTELMÄ KIVENMURSKAIMIIN

Julkinen versio luottamuksellisesta tutkintotyöstä, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi insinööritutkintoa varten Tampereella 06.03.2006

Työn valvoja
Työn ohjaaja
Työn teettäjä

Jorma Punju
Ari Posti
Metso Minerals (Tampere) Oy

Tekijä:	Ilari Nikula
Työn nimi:	Valvomojärjestelmä kivenmurskaimiin
Päivämäärä:	06.03.2006
Sivumäärä:	32 sivua
Hakusanat:	valvomo, SCADA, HMI, kivenmurskaus, koneautomaatio
Koulutusohjelma:	Tietotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto:	Tietoliikennetekniikka

Työn valvoja:	Yliopettaja Jorma Punju
Työn ohjaaja:	Ari Posti Metso Minerals (Tampere) Oy

Tässä työssä tutkitaan sopivaa valvomoratkaisua Metso Mineralsin kiinteissä murskauslaitoksissa oleville kivenmurskaimille. Valvomojärjestelmä sisältää tietoliikenneyhteydet murskaimen automaation ja valvomon välillä sekä valvomossa käytettävän käyttöliittymän.

Tällaiselle valvomojärjestelmälle on kysyntää murskausalalla. Muutamalla alan toimijalla on jo käytössään jonkinlainen valvomojärjestelmä.

Tämän työn tavoitteena on määrittellä teknisesti ja toiminnallisesti sopiva valvomoratkaisu Metso Mineralsin kiinteisiin murskaimiin.

Työn rakenne on seuraava. Johdannon ja Metson yritysesityksen jälkeen luvuissa 3 ja 4 esitellään kivenmurskaimen toimintaa sekä koneautomaatiota ja luvussa 5 tehdään lyhyt vilkaisu alalla jo oleviin valvomoratkaisuihin. Luvuissa 6 ja 7 käydään läpi tutkittavat teknologiat ja erilaiset ratkaisumahdollisuudet. Sen jälkeen luvussa 8 määritellään valvomo-ohjelmiston toiminnot. Luvussa 9 esitetään työn tuloksena ehdotus Metso Mineralsille valvomojärjestelmän toteuttamisesta. Lopuksi luvussa 10 tarkastellaan lyhyesti ratkaisua myynnin ja huollon kannalta.

Tämä on insinöörityön julkinen versio. Alkuperäinen työ sisältää luottamuksellista tietoa, joka tästä karsitusta versiosta on poistettu. Muun moassa työn tulokset ovat poistettu.

Author:	Ilari Nikula
Name of the thesis:	Control system for mineral crushers
Date:	06.03.2006
Number of pages:	32 pages
Keywords:	control room, SCADA, HMI, mineral crushing, automation
Degree programme:	Computer Systems Engineering
Specialisation:	Telecommunication Engineering
Thesis Supervisor:	Principal lecturer Jorma Punju
Thesis Instructor:	Ari Posti Metso Minerals (Tampere) Oy
<p>This thesis researches a suitable control and monitor system for Metso Minerals' stationary crushers in crushing plants. The control and monitor system consists of data communications between a crusher and a control room and the user interface of the system.</p> <p>There is demand for this kind of control system in the crushing business. Some companies already have some sort of control system for their crushers.</p> <p>The objective of this thesis is to technically and functionally define a suitable control system solution for crushers of Metso Minerals.</p> <p>The structure of the thesis is as follows. The functioning of a crusher and machine automation are presented in the beginning of the thesis in chapters 3 and 4. After that in chapter 5, follows a glance to control system solutions already used in the business. Different technologies and solutions are then examined in chapters 6 and 7. In chapter 8 there are the definitions of the interface. The thesis concludes in chapter 9 with a solution for Metso Minerals how to implement the control and monitor system. The conclusion also includes a few words about the solution from the sales and maintenance point of view in chapter 10.</p> <p>This is the public version of the thesis. Original thesis includes confidential information which have been removed from this version.</p>	

ALKUSANAT

Metso Minerals on ollut tärkeässä roolissa valmistumisessani insinööriksi. Olen suorittanut opintoihin liittyvää työharjoittelua Mineralsilla ja se mahdollisti myös tämän tutkintotyön tekemisen. Tämän tutkintotyön tekeminen oli mielenkiintoista. Opin uusia asioita tietoliikennetekniikasta ja valtavasti kivenmurskainten toiminnasta.

Haluan kiittää monia Metso Mineralsin työntekijöitä, jotka auttoivat minua työn tekemisessä. Erityiskiitokset kuuluvat työn ohjaajalle Ari Postille, joka teki tämän työn mahdolliseksi, sekä työn valvojalle Jorma Punjulle.

Tampereella 27.02.2006

Ilari Nikula

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	i
ABSTRACT	ii
ALKUSANAT	iii
SISÄLLYSLUETTELO	iv
KÄYTETYT LYHENTEET	v
1 JOHDANTO	1
1.1 HMI/SCADA-järjestelmät	2
2 METSO MINERALS	2
3 MURSKAIN	3
3.1 Karamurskain	4
4 KONEAUTOMAATIO	8
4.1 IC-koneautomaatio ja CAN-väylä.....	9
4.2 Tulossa oleva automaatio HP-murskaimiin ja profibus	12
5 - POISTETTU -	14
6. KÄYTTÖLIITTYMÄVAIHTOEHDOT - HMI.....	14
6.1 iFIX	15
6.2 LabVIEW	16
6.3 InTouch	18
6.4 WinCC.....	19
7 TIEDONSIIRTO - SCADA.....	20
7.1 Ethernet	20
7.2 TCP/IP	22
7.3 CAN-Ethernet-gateway	22
7.4 Profinet.....	24
7.5 WLAN	25
7.6 OPC	26
8 - POISTETTU -	27
9 - POISTETTU -	27
10 MYYNTI JA HUOLTO.....	27
10.1 Myynti	27
10.2 Huolto.....	28
11 TULOSTEN TARKASTELU JA JATKOKEHITYS	28
LÄHTEET	30

LIITTEET

Liite 1. - POISTETTU -

KÄYTETYT LYHENTEET

CAN	Control Area Network, automaation kenttäväylä
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection, Ethernetin siirtotien varausmenetelmä
CSR	Crushing and Screening, Metso Mineralsin liiketoimintalinja
FCS	Frame Check Sequence, virheentarkastusjakso
HMI	Human-Machine Interface, käyttöliittymä
I/O	Input Output, signaalien vastaanotto ja lähetys
IC	Intelligent Controller, Metson koneautomaatiomalli
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, tietoliikenne-standardeja kehittävä organisaatio
LabVIEW	Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench
MAC	Media Access Control, median varausjärjestelmä
OLE	Object Linking and Embedding, spesifikaatio sovellusten välisten objektien toteutukseen
OPC	OLE for Process Control, automaatiostandardi
PLC	Programmable Logic Controller, ohjelmoitava logiikanohjauslaite
Profibus	Process Field Bus, automaation kenttäväylä
RTU	Remote Terminal Unit, laite joka kerää ja lähettää dataa
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition, valvomon tietoliikennejärjestelmä
SOF	Start Of Frame, jakson aloitus-bitti
TCP/IP	Transfer Control Protocol / Internet Protocol, protokollaperhe
WLAN	Wireless Local Area Network, langaton lähiverkko

1 JOHDANTO

Metso Minerals Oy:ssä on keskusteltu mahdollisuudesta tarjota asiakkaille valmis valvomopaketti liitettäväksi osaksi kiinteitä murskauslaitoksia.

Murskaimia voidaan hallita niiden kyljessä olevalla, yksittäisen murskaimen automaatiota hallitsevalla käyttöpaneelilla. Laitoksissa, joilla on useita murskaimia, on tarve hallita kaikkia murskaimia keskitetysti yhdestä valvomosta. Jos asiakas on pitänyt tätä tarvetta tarpeeksi suurena, hän on voinut ostaa koko laitoksen kattavan hallinta- ja valvontajärjestelmän kolmannelta osapuolelta. Tällainen ratkaisu on asiakkaalle kuitenkin kallis.

Tämän työn tarkoitus on tutkia mahdollisuuksia, miten Metso Minerals voi tulevaisuudessa itse vastata tähän asiakkaan tarpeeseen. Usealle asiakkaalle riittäisi yllä kuvattua koko laitoksen kattavaa järjestelmää yksinkertaisempikin ratkaisu. Työssä tutkitaan Metso Mineralsille soveltuvia eri tekniikoita toteuttaa kevyt valvomo, jolla voidaan hallita yksittäisten murskainten toimintoja ja joka mahdollisuuksien mukaan tulisi voida liittää asiakkaalla jo olevaan valvomojärjestelmään.

Työn tavoitteena on määritellä teknisesti ja toiminnallisesti sopiva valvomoratkaisu Metso Mineralsin kiinteisiin murskaimiin, eli tutkia mahdollisuuksia toteuttaa tällainen järjestelmä ja antaa Mineralsille valmiudet teknisestä toteutuksesta sekä selvittää, mitä asioita tällaisten järjestelmien toteutuksessa tulee ottaa huomioon.

1.1 HMI/SCADA-järjestelmät

Ammattikielellä tämä työ tutkii HMI/SCADA-järjestelmäratkaisuja. HMI tulee sanoista Human-Machine Interface. Käytännössä se tarkoittaa käyttöliittymää, jolla tässä tapauksessa voidaan valvoa ja muuttaa automaatioprosessin eri arvoja.

SCADA:ksi (Supervisory Control And Data Acquisition) taas kutsutaan koko järjestelmää, jota käytetään teollisuuden sovelluksissa valvomaan ja kontrolloimaan hajautettuja järjestelmiä yhdestä valvomosta. SCADA on käsite, joka sisältää laajan kirjon erilaisia ratkaisuja monen alan tarpeisiin. SCADA-järjestelmä käsittää aina kolme rakenneosaa:

1. Useita PLC:itä (ohjelmoitavia logiikkapiirejä) tai RTU-yksiköitä (Remote Terminal Unit), jotka ovat yhteydessä esim. kytkimiin, antureihin tai pumppuihin.
2. Valvomopiste, jossa on isäntätietokone
3. Laitteiden välinen kommunikointi-infrastruktuuri

Valvomopisteestä SCADA mahdollistaa kaikkien valvottavien laitteiden tarkkailun ja ohjaamisen. /27/

Tässä tapauksessa PLC:t ja niiden välinen kommunikointi on jo olemassa (murskaimen koneautomaatio), ja tarkoituksena on tutkia valvomopisteen käyttöliittymän tekniikoita (HMI) sekä tekniikoita liikennöinti-infrastruktuuria varten (SCADA) valvomon ja koneautomaation välille.

2 METSO MINERALS

Metso Minerals on osa Metso-konsernia. Sen toiminta on jaettu neljään liiketoimintalinjaan: murskaus ja seulonta, mineraalien käsittely, kulutussuojat ja kuljetinhihnat sekä kierrätys. Metso Minerals on yksi Metso-konsernin

ydintoimialoista, joita lisäksi ovat kuitu- ja paperiteknologiaan keskittynyt Metso Paper sekä automaatio- ja prosessiteknologiaan keskittynyt Metso Automation.

Metso Minerals syntyi vuonna 2001, kun kaksi murskausalaa yhdistettiin, ruotsalainen Svedala ja Metson omistama Nordberg. Metso Mineralsilla on noin 8000 työntekijää ja sillä on liiketoimintaa yli sadassa maassa. Vuonna 2004 Metso Mineralsin liikevaihto oli 1 343 milj. euroa. /25/

Metso Mineralsin asiakkaita ovat muun muassa louhokset, kaivosyhtiöt ja urakoitsijat. Vajaa puolet Metso Mineralsin liikevaihdosta tulee murskeentuotannon laitteista. Tämä työ keskittyy juuri näihin laitteisiin eli murskaimiin sekä niiden hallintaan. Seuraavassa luvussa on tarkahko kuvaus näistä laitteista. /24/

Metso Mineralsin neljästä liiketoimintalinjasta suurin on murskaus ja seulonta, CSR (crushing and screening). CSR työllistää melkein 4000 työntekijää. Sen tuotetarjontaan kuuluvat muun muassa kiinteät, siirrettävät ja liikkuvat murskaimet, syöttimet, seulontalaitteistot, erilaiset kuljettimet sekä huoltopalvelut.

3 MURSKAIN

Tässä luvussa esitellään lyhyesti, minkälaisia murskaimia Metso Minerals valmistaa. Luvun on tarkoitus selkeyttää käsitystä siitä, mikä on murskain ja miten se toimii. Luvussa 3.1 selitetään vielä tarkemmin yhden murskaintyyppin toiminta.

Metso Minerals valmistaa kolmentyyppisiä murskaimia: leukamurskaimia, iskupalkkimurskaimia ja karamurskaimia. Tämä työ rajoittuu vain kiinteissä murskainlaitoksissa käytettyjen karamurskainten automaatioon ja kaukovalvontaan.

Karamurskaimet voidaan jakaa kolmeen ryhmään; HP-, GP- ja MP-murskaimiin. Näistä GP on kevyin malli. MP-malli on karamurskaimista suurin ja se on suunniteltu erityisesti raskaalle kaivosteollisuudelle. GP-murskaimissa on huippulaakeri, jota kahdessa muussa mallissa, HP- ja MP-murskaimissa, ei ole. Huippulaakeri mahdollistaa entistä monipuolisemman asetuksen säädön. Karamurskainten rakenne ja toiminta käydään läpi seuraavassa kappaleessa.



Kuva 1. Eri karamurskaintyyppit.

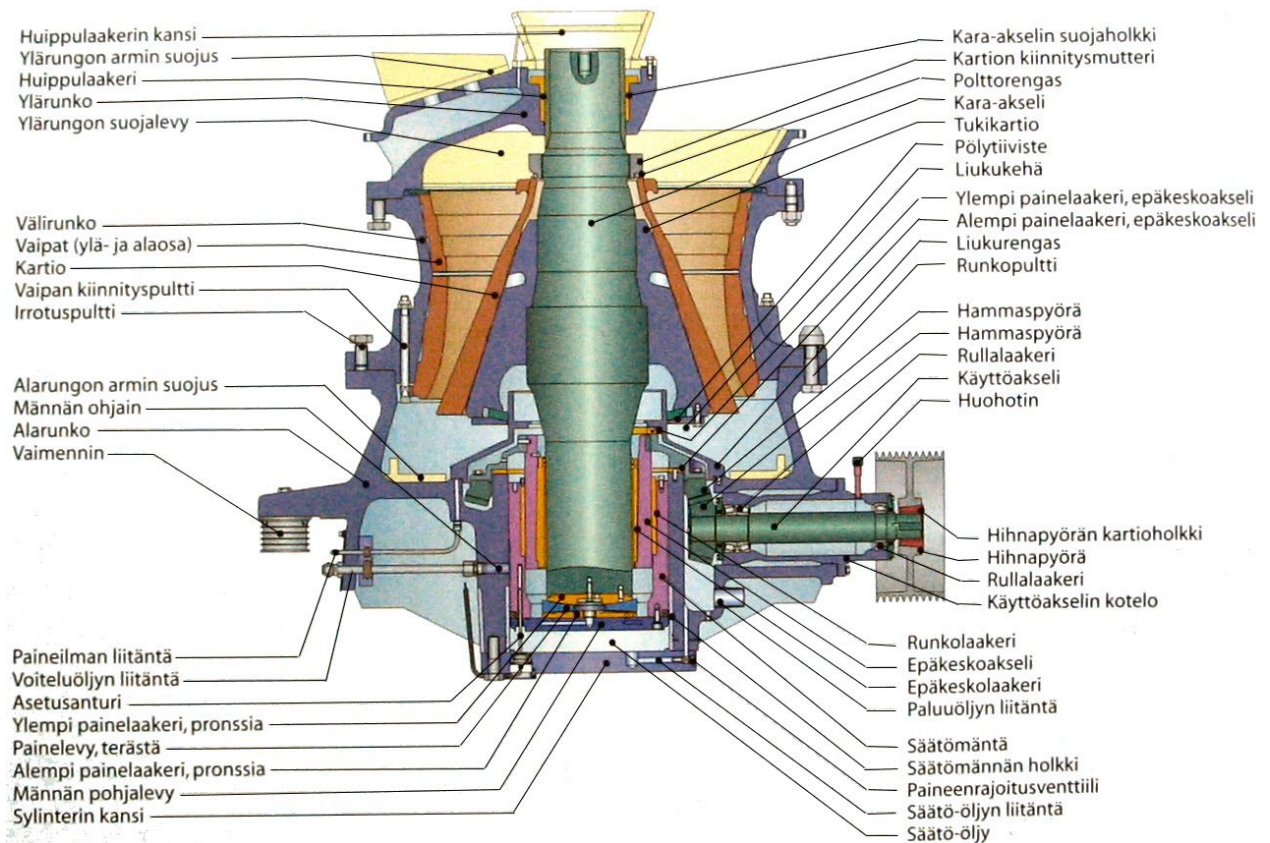
Kuvassa 1 näkyvät kaikki kolme karamurskaintyyppiä. Karamallin murskaimet painavat tyyppin mukaan kevyimmän GP100:n 5700 kilosta aina MP1000:n 143 tonniin.

3.1 Karamurskain

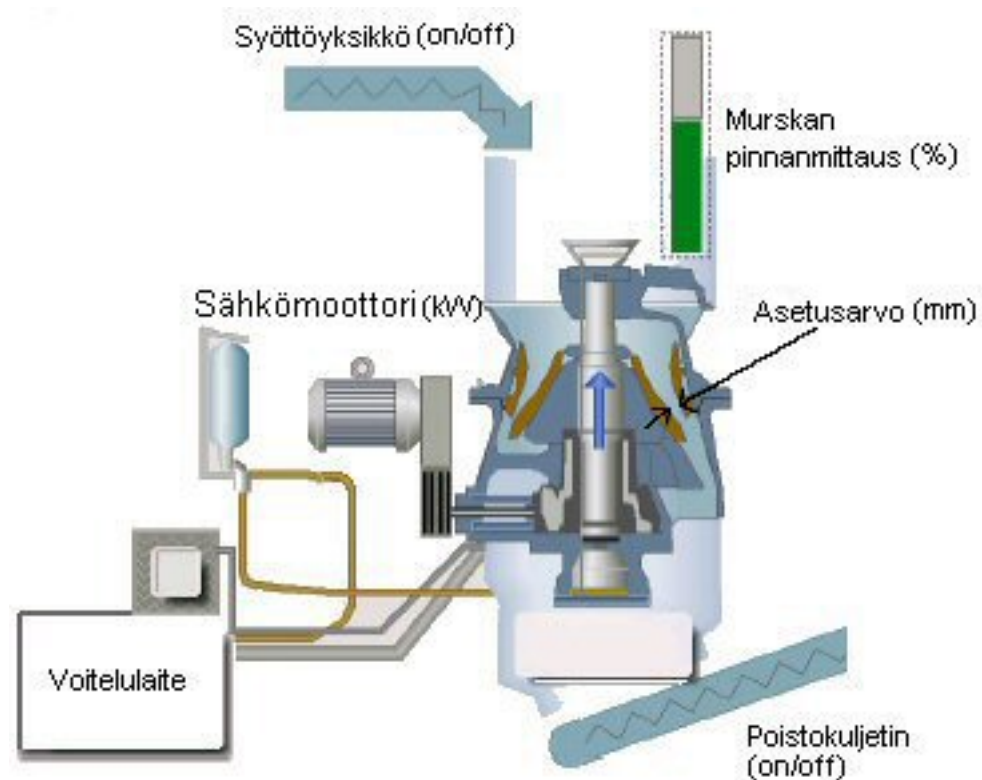
Seuraavaksi on selitetty karamurskaimen toimintaa. Murskaimen voimanlähteenä toimii sähkömoottori. Se pyörittää kiilahihnaa, josta voima siirtyy hihnapyörän kautta käyttöakselille. Käyttöakseli pyörittää hammaspyörän kautta epäkeskoakselia, joka taas liikuttaa kara-akselia. Kara-akselin päälle ja ympärille asennetaan kuluva osa, mantteli, joka liikkuu kara-akselin mukana vaippaa vasten

edestakaisin. Tämän liikkeen ansiosta murskauskammion läpi putoava kivimateriaali murskautuu vaipan ja liikkuvan manttelin välissä halutun kokoiseksi kappaleiksi. Jatkuvan hiovan liikkeen vuoksi mantteli ja vaippa kuluvat hitaasti ja ne pitää vaihtaa tietyin väliajoin. /10/

Kuvassa 2 on GP-murskaimen poikkileikkaus, josta näkee hyvin kaikki voimavälityksen osat sekä murskaimen rakenteen.



Kuva 2. GP-murskaimen poikkileikkaus. /3/



Kuva 3. Karamurskaimen ympärilleen tarvitseman laitteet ja muutamia mitattavia arvoja.

Seuraavaksi on esitelty murskaimen tarvitsemat laitteet sekä niiden tehtävät. Hydrauliyksikköä lukuun ottamatta nämä laitteet näkyvät kuvassa 3.

Murskaimella täytyy olla syöttöyksikkö, joka tuo murskattavan aineksen. Käytännössä se on joko tärisevä syötin tai kumihihnakuljetin. Murskaimen alla on poistokuljetin, joka nimensä mukaan kuljettaa murskatun aineksen pois seuraavalle laitteelle, kiinteissä murskauslaitoksissa yleensä seulalle tai kuljettimelle, joka kuljettaa kiviaineksen lopulliseen murskekasaan.

Murskaimen asetusarvo tarkoittaa pienintä etäisyyttä manttelin ja vaipan välillä. Tämä arvo määrää, miten pieniksi kappaleiksi kiviaines murskautuu. Kun mantteli ja vaippa kuluvat, on koneautomaation säädettävä asetusarvoa, jotta mursketuote

pysyisi halutun kokoisena. Tämä on hankalaa, koska todellista kulumaa ei päästä mittaamaan.

Toinen tärkeä murskaimen mitta-arvo on moottorin käyttämä teho. Moottorin ottamaa tehoa tarkkailemalla koneautomaatio voi säätää murskaimelle tulevan murskattavan aineksen syöttönopeutta. Tehokkaimmillaan murskausprosessi on silloin, kun syöttö toimii lähes tukahduttavalla nopeudella ja moottorista otetaan suurin mahdollinen teho.

Voitelulaite pumpkaa öljyä murskaimen laakereille. Se sijaitsee voiteluyksikössä. Koneautomaatio seuraa voiteluöljyn määrää, säiliön öljyn lämpötilaa ja öljyn paluulämpötilaa. Lämpötilat mitataan analogisilla antureilla. Öljyn pinnankorkeutta tarkkaillaan rajakytkimellä. /10/ Jos öljyn lämpötila ylittää asetetut arvot, voiteluöljyn lämmitin tai öljyä viilentävä lauhdutin kytkeytyy päälle. Karamurskaimessa voiteluöljyn lämpötila on tarkoitus pitää välillä +45°C...+55°C.

Myös hydrauliyksikkö ja -pumppu sijaitsevat voiteluyksikössä. Hydraulipumppu syöttää voimansa hydrauliseen asetuksen säätöön. HP- ja MP-malleissa se syöttää voimansa myös lukitussylintereille, joita GP-mallissa ei ole.

Tärkeimpänä hydrauliyksikön tehtävänä voidaan pitää asetuksen säätöä (kara-askelin liikuttaminen pystysuunnassa). HP- ja MP-malleissa hydrauliyksiköllä on muunlainen tehtävä. GP eroaa muista karamurskainmalleista siten, että ylikuormatilanteessa (kun murskauskammioon joutuu erityisen kovaa ainesta, esimerkiksi rautaa) kara-akselin alapuolella olevan öljypatjan painetta säätelevät paineventtiilit aukeavat. HP- ja MP-malleissa asetuksen säätö tapahtuu eri tavalla ja ylikuormatilanteessa kara-akseli ei liiku, vaan liikkuvana osana toimii koko ylärunko. Näissä malleissa hydrauliyksikkö lukitsee ylärunkoa paikallaan pitävät lukitussylinterit ja estää näin sitä kääntymästä murskauksen aikana. HP- ja MP-malleissa hydrauliyksikön tehtävänä on myös murskausreittien avaaminen, jos

murskain on jumissa. Näin kiviaines valuu murskauskammion läpi ja murskain saadaan tyhjäksi. /26/

Hydraulijärjestelmän öljyn pinnankorkeutta, öljyn lämpötilaa ja lukituspainetta tarkkaillaan rajakytkimillä, jotka suojaavat murskainta vaarallisilta mekaanisilta virhetilanteilta. /10/

Kuvassa 3 näkyvä murskan pinnanmittaus tarkoittaa murskauskammioon syötetyn murskeen pinnankorkeutta. Jos murskeen pinta nousee liian korkealle, tulee syöttävän hihnan nopeutta hidastaa tai tehdä muita tilannetta helpottavia toimia. Murskan pinnanmittaus voidaan toteuttaa kahdella tavalla. Murskauskammion poikki voidaan syöttää lasersäde. Jos säteen kulku estyy, on pinta liian korkealla. Murskeen pinnankorkeutta voidaan tarkkailla myös ylhäältä päin lähetettävän ultraäänen avulla. Takaisin lähettimeen heijastuvan äänen perusteella voidaan päätellä, kuinka kaukana murskeen pinta lähettimestä on. Ultraäänimittaus lähettää datan eteenpäin analogisena, lasermittaus lähettää tiedon digitaalisena.

4. KONEAUTOMAATIO

Tässä kappaleessa esitellään murskaimissa käytetävä automaatio. Kappaleessa kerrotaan, miksi automaatiota tarvitaan ja mitä hyötyä siitä murskaimen käytössä on. Myös koneautomaation käyttämään tekniikkaan sekä sen hyödyntämään kenttätyönsä perehdytään.

GP-mallin murskaimissa on käytössä IC-automaatio. HP-murskaimiin tulee uusi automaatio, joka on nyt (vuoden 2006 alkupuolella) lanseerausvaiheessa. Tämä uusi automaatio perustuu Siemensin tekniikkaan ja eroaa muiltakin osin muutaman vuoden vanhasta IC-automaatiosta, mutta sen tarkoitus on täsmälleen sama kuin IC-automaation.

Koneautomaation tarkoitus on suojella konetta virhetilanteissa sekä optimoida murskausprosessi, jotta tuotettu murske olisi halutun kokoista.

4.1 IC-koneautomaatio ja CAN-väylä

Metso Minerals toi ensimmäiset IC-automaatoratkaisut markkinoille vuonna 2002. Lyhenne IC tulee sanoista Intelligent Controller.

IC-järjestelmä rakentuu 5,6 tuuman näytöllä varustetusta keskusyksiköstä ja keskenään samanlaisista I/O-moduuleista, joihin ladataan erilaiset ohjelmat konetyypin mukaan. Myös I/O-moduulien määrä riippuu konetyypistä. Moduuleita on yleensä yhdestä kolmeen ja ne on sijoitettu eri puolille konetta, lähelle eri toimintoja mittaavia antureita. I/O-moduulit on yhdistetty toisiinsa ja keskusyksikköön CAN-väylällä.

CAN-väylä (Controller Area Network) on suunniteltu vankaksi ja vikasietoiseksi, alun perin ajoneuvojen ja koneiden paikallisväyläksi. Nykyään sitä käytetään myös monissa teollisuuden sulautetuissa hallintasovelluksissa erityisesti häiriöisissä ympäristöissä. CAN-väylän liikennöinti-protokolla on määritelty ISO 11898-1-standardissa. Standardi kuvaa lähinnä OSI-mallin siirtoyhteyskerroksen toimintaa, mutta myös fyysisen kerroksen toimintaa. Väylän suurin nopeus on 1 Mbit/s, jolloin sen maksimipituus on 40 metriä. Nopeutta laskemalla maksimipituutta voidaan lisätä. Esimerkiksi 250 kbit/s nopeudella väylän maksimipituus on jo 250 metriä. Metso Mineralsin murskainten koneautomaation käyttämä väylänopeus on oletuksena 250 kbit/s. Se on kuitenkin konfiguroitavissa. /20/ /21/

Ennen automaatiota murskaimen useat eri laitteet, kuten voitelulaite, murskain, sähkömoottori, generaattori, kuljetin ja seula, on tarvinnut käynnistää ja sammuttaa manuaalisesti tietyssä järjestyksessä. Nykyään automaatio hoitaa laitteiden käynnistyksen ja sammutuksen yhdellä napinpainalluksella, mikä helpottaa ja

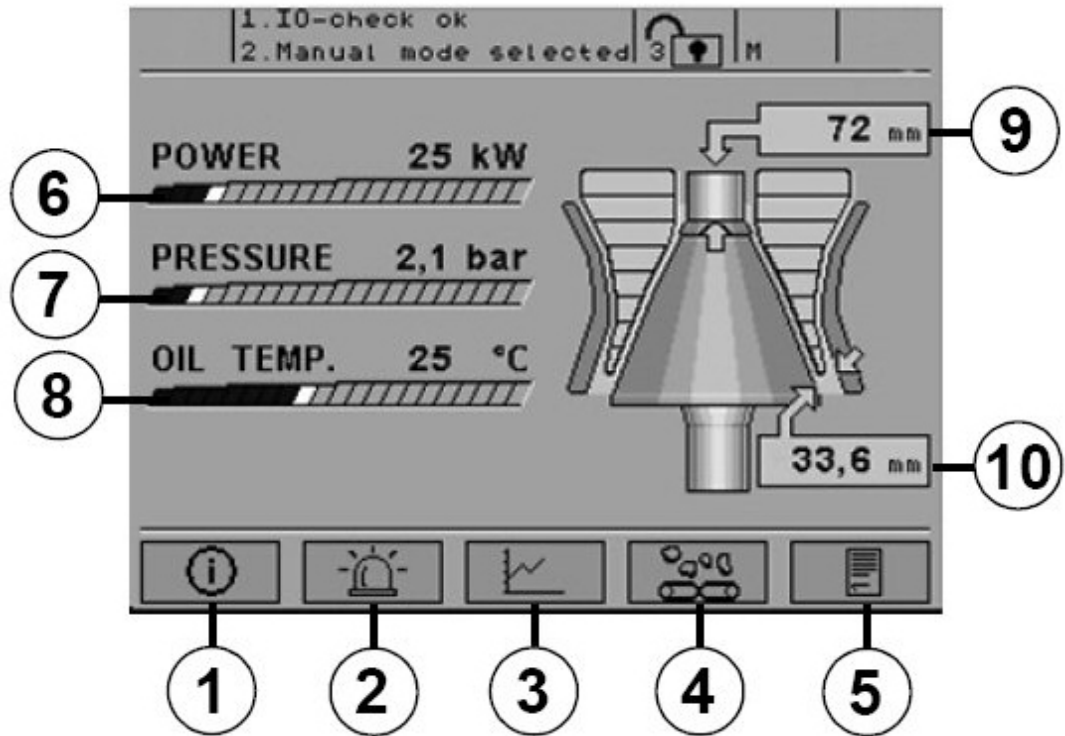
nopeuttaa asiakkaan toimintaa. Tätä automaation toimintaa sanotaan sekvenssikäynnistykseksi.

Murskaimen automaatio mahdollistaa myös muokattavat ajotavat eri mursketyypeille. Mursketyypin mukaan murskainta kannattaa ajaa hieman eri tavalla, koska suoritusarvojen optimi on eri mursketyypeillä erilainen. IC-automatio auttaa varmistamaan lopputuotteen oikean laadun.

IC-automaaation Winter Mode -ominaisuuden avulla voi kylmissä oloissa säästää aikaa tunnista kahteen, koska se alkaa lämmittää ja kierrättää koneen öljyä jo yöllä, ja näin murskain on toimintavalmis aamulla heti töiden alkaessa.

Automaation yksi tärkeä ominaisuus on kalibrointi. Murskaimen kulutusosien (vaipan ja manttelin) kuluessa niiden välinen etäisyys kasvaa, mikä taas muuttaa murskeen kokoa. Automaation avulla vaipan ja manttelin välistä etäisyyttä voidaan hienosäätää käsin tai automaattisesti, jolloin murske pysyy osien kulumisesta huolimatta halutun kokoisena.

Automaatio myös tallentaa murskaimen toiminnoista koko ajan tietoa, joka kertoo niin asiakkaalle kuin Metso Mineralsin huoltomiehillekin, kuinka murskain on toiminut kulloisissakin olosuhteissa ja tilanteissa. Nämä historiatiedot ovat asiakkaalle erittäin hyvä työkalu toiminnan kehittämiseksi. /5/



Kuva 4. IC50-automaation päänäyttö. /1/

IC50 on GP-murskaimelle tehty versio IC-automaatiosta. Kuvassa 4 näkyy IC50-automaation ohjauspäätteen päänäyttö. Alla ovat kuvan selitykset.

1. Prosessinäyttö
2. Hälytyslokit
3. Trendikäyrät
4. Tuotantotiedot
5. Diagnostiikkatiedot
6. Murskaimen tehon mittaus
7. Murskaimen paineen mittaus
8. Paluuöljyn lämpötilan mittaus
9. A-mitta (kara-akselin nostovara)
10. Asetusarvo

A-mitta tarkoittaa kara-akselin nostovaraa. Vaikka asetusvara vielä sallisikin kara-akselin noston, voi ylärungon raja tulla vastaan. A-mitta lasketaan kara-akselin alapäässä olevan asetus-anturin luvusta, kun tiedetään murskaintyyppin fyysiset mitat.

Yhteenvedona automaation tehtävistä todetaan vielä, että automaatio suojelee käyttäjää ja murskainta ja se helpottaa murskaimen käyttöä sekä huoltoa ja vikatilojen diagnosointia. Automaatiolla myös lisätään murskaimen tuottavuutta ja käyttöikä. Se antaa käyttäjälle hänen tarvitsemansa tiedot ja tarjoaa murskaimen käyttöä optimoivia ohjaustoimintoja ja viimeisimpänä, tärkeimpänä toimintona tätä työtä ajatellen automaatio mahdollistaa viestinnän muiden järjestelmien kanssa. /1/

4.2 Tulossa oleva automaatio HP-murskaimiin ja profibus

Metso lanseeraa pian uuden automaation HP-murskaimiin. Se parantaa muun muassa murskainten viestintää muiden järjestelmien kanssa. Tällä on suuri merkitys kun puhutaan liitettävyydestä laitosautomaatiojärjestelmiin eli murskauslaitosta ohjaavaan ja monitoroivaan automaatiojärjestelmään. Uusi automaatio tulee vain kiinteisiin laitoksiin asennettaviin murskaimiin ja se käyttää Siemensin laitteistoa.

Tässä uudessa automaatiossa kenttäväylänä tullaan käyttämään CAN-väylän sijasta Siemensin profibus-väylää. Profibus on kenttäväylä, joka on suunniteltu erityisesti teollisuuden automaation käyttöön. Sen nimi tulee sanoista Process Field Bus. Se on tällä hetkellä ehkä käytetyin kenttäväylä uusissa järjestelmissä maailmalla.

Profibusin väylänopeus voi olla 9,6 kbit/s - 12 000 kbit/s. Nopeudella 93,75 kbit/s yhden väyläsegmentin maksimipituus on 1200 metriä. Kun väylänopeutta kasvatetaan, väylän maksimipituus lyhenee taulukko 1:n mukaisesti. 3000 kbit/s nopeudella väyläsegmentin maksimipituus on enää vain 100 metriä. /11/

Taulukko 1. Profibus-väylän nopeuden ja väyläsegmentin maksimipituuden suhde.

/11/

Väylänopeus[kbit/s]	Väyläsegmentin maksimipituus [m]
9,6; 19,2; 45,45; 93,75	1200
187,5	1000
500	400
1500	200
3000; 6000; 12000	100

Metso Mineralsille tuleva automaatiojärjestelmä käyttää Profibus-väylää 500 kbit/s nopeudella. Se on myös Siemensin väylälle antama oletusnopeus ja se sallii väyläsegmentille 400 metrin pituuden.

Profibus käyttää liikennöintitekniikkana aikajakoista multipleksointia. Profibusin väylänvaraus on kontrolloitu ja se käyttää master/slave -metodia yhdistetynä token passing -menettelyyn. Väylän yksi asema toimii kerrallaan masterina, joka voi viestiä slave-asemiin. Master-aseman status siirtyy tokenina tietyn ajan kuluessa toiselle asemalle. Tästä menettelystä johtuen jokaiseen väylän solmukohtaan tarvitsee implementoida monimutkainen ja kallis token-vuoronhallinta. Yhtenä hyötypuolena on, että maksimi vasteaika voidaan taata järjestelmän deterministisestä luonteesta johtuen.

Jotta Profibus yltäisi tiukkiin reaaliaikaisuusvaatimuksiin, on sen protokollaa yksinkertaistettu siten, että se toteuttaa vain välttämättömimmät toiminnallisuudet. Muun muassa pitkien viestien (yli 235 bittiä) segmentointia ei tueta. Myöskään useamman lyhyen viestin yhdistämistä yhdeksi pidemmäksi viestiksi ei tueta. Vaikka Profibussin yksinkertaistaminen on hieman vähentänyt sen toiminnallisuutta, on se kuitenkin lisännyt sen tehokkuutta. /11/

Profibusista on viisi eri versiota eri käyttötarkoituksiin. Tuleva HP-murskainten automaatio käyttää Profibus DP:tä (Distributed Peripherals), joka on tarkoitettu

hajautettuun hallintaan. Profibus PA on laajennettu versio DP:stä ja se on tarkoitettu prosessiautomaation tarpeisiin. Profisafe on turvallisuustoimintoihin, Profidrive liikkeenohjauslaitteisiin ja uudempi Profinet perustuu ethernet-väylän käyttöön. /10/

- POISTETTU -

5 - POISTETTU -

6 KÄYTTÖLIITTYMÄVAIHTOEHDOT - HMI

Tässä kappaleessa kuvataan vaihtoehtoja valvomo-ohjelmiston toteutus pohjaksi. Tarkoitus on antaa lyhyt kuvaus harkittavista ratkaisuista.

Ihmisen ja ohjelmoitavan logiikan välisessä kommunikaatiossa käytettävästä käyttöliittymästä käytetään termiä HMI (Human-Machine Interface). Käyttöliittymän kautta voidaan esimerkiksi syöttää ja valvoa haluttuja muuttujia, esimerkiksi lämpötilaa tai painetta, joita logiikan pitää ylläpitää prosessissa.

Markkinoilla on useita PC-valvomo-ohjelmistoja, mutta Suomen markkinoita hallitsevat Wonderware Intouch ja Intellution iFIX. Pienemmän markkinaosuuden ovat saaneet Siemens WinCC ja GE Fanuc Cimplicity. Lisäksi markkinoilla on joukko muita vähemmän käytettyjä ohjelmistoja. Tässä työssä esittelen iFIX:n, LabVIEW:n, InTouchin ja WinCC:n. /28/

6.1 iFIX

iFIX on PC-pohjainen prosessinohjaus- ja valvomo-ohjelmisto. iFIX-ohjelmistolla voidaan toteuttaa yksittäisen koneenohjauksen käyttöliittymä tai kokonaisen tehtaan verkotettu valvomojärjestelmä.

GE-Intelluellin valmistaman iFIX:n toiminta perustuu lukuisiin teollisuuden standardeihin rajapintoihin ja tekniikoihin. iFIX:ssä on muun muassa reaaliajassa muokattava prosessitietokanta, hälytysten käsittely, historiatiedon keruu, reaaliaika- ja historiatrendit sekä aika- ja tapahtumapohjaset ohjaukset.

iFIX vaatii Windows-käyttöjärjestelmän ja tukee OPC-standardia (OPC:sta on tarkempi kuvaus luvussa 7.6). /22/

iFIX on lisensoitu fyysisellä 'lisenssipalikalla' (tai 'suojapalikalla'), joka toimitetaan jokaisen iFIX-asennuksen mukana. Lisenssipalikka kytketään tietokoneen USB- tai rinnakkaisporttiin. Lisenssit voi ostaa toimittajalta usean kappaleen erissä, jotta vältetään maksuliikenteeltä jokaisen asennuksen yhteydessä.

iFIX:llä toteutettua käyttöliittymää pystyy käyttämään demo-moodissa kaksi tuntia kerrallaan, minkä jälkeen sovellus on käynnistettävä uudelleen. Jos sovellus halutaan todelliseen tuotantokäyttöön, niin silloin tarvitaan lisenssi. /29/

6.2 LabVIEW

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) on National Instrumentsin tekemä graafinen ohjelmointiympäristö, jossa ohjelmointi tapahtuu graafista käyttöliittymää käyttäen. LabVIEW on tarkoitettu pääasiassa hitaiden prosessien ohjausjärjestelmien, testausympäristöjen ja analysointiohjelmistojen toteutukseen.

Labview on lähes standardi mitta- ja testaussovelluksissa, mutta kypsyytensä ja helppokäyttöisyytensä ansiosta se soveltuu myös yleiskäyttöön. /14/ Ohjelmointi on perinteisen lausekielisen ohjelmoinnin sijasta valmiisiin moduuleihin perustuva. Kuvassa 7 oikealla puolella näkyy graafista ohjelmakoodia vastaava lohkokaavio, jossa on useita moduuleita. Kieli on helppo oppia ja se on optimoitu tehokkaaksi.



Kuva 7. LabVIEW vasemmalla mittauksia seuraava etupaneeli, eli käyttöliittymä ja oikealla graafista ohjelmakoodia vastaava lohkokaavio. /12/

LabVIEW on monipuolinen sovelluskehitin mitta- ja testausjärjestelmän ohjelmiston suunnittelussa. LabVIEW:ssa on valmiina laaja objektikirjasto ja

kattava laitetuki. Samasta ohjelmointiympäristöstä löytyvät työkalut mittaustietojen keruuseen, signaalin analysointiin, ja tulosten havainnolliseen esittämiseen.

Metso Mineralsin huoltokorjaamon murskaimen koekäyttöjärjestelmän käyttöliittymä ja tietokoneen I/O-hallinta ja mittausten keruu on toteutettu LabVIEW:lla. Kuvassa 8 on järjestelmän käyttöliittymän yksi näyttö.



Kuva 8. Metso Mineralsin murskaimen koekäyttöjärjestelmän LabVIEW:lla toteutettu käyttöliittymä ja mittausten seuranta. /13/

Järjestelmästä toteutusvastuussa olleen huoltosinööri Jari Laukan mukaan /19/ se toteutettiin LabVIEW:lla, koska sen avulla järjestelmän ohjelmointi voitiin toteuttaa useita kertoja nopeammin kuin normaalilla lausepohjaisella ohjelmoinnilla.

Koekäyttöjärjestelmän käyttöliittymällä hallitaan ja seurataan paljon useampia murskaimelta tulevia mittaustuloksia kuin valvomosovelluksessa tarvitsee.

LabVIEW on kuitenkin tarkoitettu etupäässä mittaus- ja testaussovelluksiin. Toisaalta koulutuksessakin LabVIEW alkaa yleistyä ja yhä useampi vastavalmistunut suunnittelija on jo opintojensa aikana tutustunut LabVIEW-ohjelmointiin. Tällä tosin ei ole merkitystä Metso Mineralsin tämän hetken tarpeelle.

6.3 InTouch

InTouch on Wonderwaren graafinen HMI-ohjelmisto automaatioprosessien visualisointiin, kontrollointiin ja valvontaan. Wonderware sanoo olevansa maailman suurin automaation PC-ohjelmistojen toimittaja. Wonderware julkaisi ensimmäisen InTouch-version jo vuonna 1987. Timo Linna ja kumppanit kirjoittavat projektityössään /28/, että InTouch on monelta osin ollut edelläkävijä ja tiennäyttävä muille PC-valvomo-ohjelmistoille.

Wonderware-ohjelmistoissa on valmiit liitännät kaikkiin merkittäviin automaatiolaitteisiin, muun muassa Siemensiin sekä Metso DNA:han. InTouch antaa hyvät valmiudet prosessin visualisointiin ja kontrollointiin.

InTouch-ohjelmistoa voi käyttää vain Windows-käyttöjärjestelmässä. Myös InTouch tukee OPC-standardia.

Metsolla on InTouch-toimittaja Klinkmannin kanssa valmiit sopimukset, joilla voi kerralla ostaa kuinka monta lisenssiä tahansa. InTouchin lisensointi tapahtuu joko pelkällä lisenssitiedostolla tai sekä lisenssitiedostolla että aikaisemmin mainitun kaltaisella suojapalikalla. Suojapalikkaa käytetään yleensä vain, kun tuote

toimitetaan maahan, jossa kopiointi on uhkana (toimittaja mainitsi esimerkkeinä Kiinan ja Venäjän).

InTouch-käyttöliittymää voi käyttää ilman lisenssitiedostoa, mutta tällöin muuttujien määrä on rajoitettu 64:ään. Tilapäisdemoiluun löytyy myös 30 päivän lisenssi ilman muuttujarajoituksia. Klinkmann voi toimittaa Metsolle myös spesiaalilisenssit, jotka ovat voimassa vuoden kerrallaan.

/30/

6.4 WinCC

WinCC Flexible on Siemensin graafinen ohjelmointiympäristö HMI-sovelluksille. WinCC on Siemensin Simatic-tuoteperheen yksi osa. Koska Siemens on useiden eri teollisuuden alojen maailmanlaajuinen toimittaja, on WinCC:ssä valmiina suuri määrä erilaisia funktiota ja ohjelma-osasia. WinCC:llä on Suomessa ehkä kolmanneksi suurin markkinaosuus HMI-valvomo-ohjelmistoista iFIXin ja InTouchin jälkeen. Se on tehokas, mutta käytöltään myös hieman monimutkainen alusta.

WinCC mahdollistaa Visual Basic skriptien käytön HMI:ssä. Ohjelmointiympäristö on raskas ja vaatii tietokoneelta paljon laskentatehoa ja muistia, joten se voi olla myös melko hidas. Hannu Hemanin /10/ mukaan WinCC on kuitenkin hyvä työväline käyttöliittymien ohjelmointiin.

/10/

Kuten edellä esiteltyt iFIX ja InTouch, myös WinCC tukee OPC-standardia ja vaatii Windows-alustan.

7 TIEDONSIIRTO - SCADA

Tässä luvussa tullaan käsittelemään erilaisia tekniikoita, jotka liittyvät tavalla tai toisella tiedonsiirtoon koneautomaation ja valvomon tietokoneen välillä.

Tarkoitus on antaa syvällisempää teknistä tietoa ratkaisuista, jotka liittyvät valvomon liikennöinti-infrastruktuuriin. Kaikki tässä luvussa esitellyt tekniikat eivät kuulu tämän tutkintotyön lopulliseen ehdotukseen valvomoratkaisuksi, mutta ne ovat tulleet esille työtä tehdessä, niitä on tutkittu, ja on myöhemmin todettu, että ne soveltuvat paremmin hieman toisenlaisiin tarpeisiin.

Suurimmassa osassa tietokoneista on valmiina Ethernet-verkkokortti tai se on integroitu suoraan tietokoneen emolevyille. Tämä tarkoittaa, että ne voidaan liittää Ethernet-verkkoon ilman sen kummempia lisälaitteita. Muilla ratkaisuilla toteutettuihin verkkoihin tietokoneissa ei juurikaan ole valmiuksia ilman, että niihin lisättäisiin lisäkortteja.

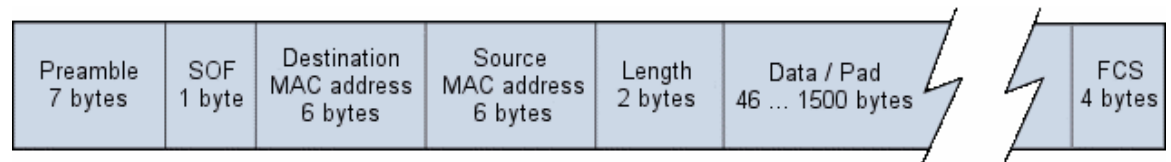
Kun automaatioväylän datan valvonta on mahdollistettu Ethernetistä, on tiedon edelleenvälitys sen jälkeen helppoa lukuisilla tavoilla ja sovelluksilla. Näillä tarkoitan muun muassa Internetin välityksellä tapahtuvaa ylläpitoa.

7.1 Ethernet

Ethernet on pakettipohjainen lähiverkkoratkaisu (LAN), joka on yleisin ja ensimmäisenä laajasti hyväksytty lähiverkkotekniikka. "Ethernet" viittaa joukkoon lähiverkkojen toteutustapoja, jotka käyttävät CSMA/CD-kilpavaraustekniikkaa jakaessaan siirtotien työasemien kesken. Ethernet toteuttaa OSI-mallin kerrokset 1 ja 2, eli fyysisen- ja siirtoyhteyskerroksen. IEEE on standardoinut Ethernet-tekniikoita 802.3-työryhmässä.

Edellä mainittu Ethernetin medianvarausmenetelmä on siis CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). Kuten mainittu, se on kilpavarausmenetelmä: jos mikään muu laite ei lähetä (Carrier Sense), kaikilla laitteilla on oikeus aloittaa lähetys (Multiple Access). Jos kaksi tai useampi laite alkaa lähettää samanaikaisesti, ne havaitsevat törmäyksen (Collision Detection) ja keskeyttävät lähetyksen. Törmäykseen osallistuneet laitteet joutuvat odottamaan satunnaisen ajan ennen kuin ne saavat yrittää lähetystä uudestaan.

Eri verkkolaitteet tunnistetaan MAC-tason (Media Access Control) osoitteilla, joka on 48-bittinen yksilöllinen osoite jokaiselle verkkolaitteelle. Ethernet version 2 kehys on pituudeltaan 64–1518 tavua ja pystyy kantamaan 1500 tavua kuormaa.
/15/



Kuva 9. Standardin IEEE 802.3 kehysrakenne.

Kuvassa 9 näkyy ethernetin kehysrakenne. Kehyksen ensimmäisen bitit, preamble-bitit ovat synkronisointia varten. SOF-bitti (Start-of-frame) kertoo koska preamble-bitit loppuvat ja kohdeosoite alkaa. Tämän jälkeen kehys sisältää kehyskohdeosoitteen, lähdeosoitteen, pituuskentän, datakentän sekä FCS-osan (Frame check sequence). FCS-osan tehtävänä on virheenkorjaus. Jos datakentän bittimäärä jää alle 46 bittiin, täytetään se täytebiteillä (Pad), jotta 46 bitin minimipituus saavutetaan. /15/

7.2 TCP/IP

TCP/IP-protokollaperhe (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) on yleisin tietokoneverkoissa käytettävä liikennöinti-protokolla. Se on usean tietoverkkoprotokollan yhdistelmä, jota käytetään Internet- ja lähiverkko-liikennöinnissä. IP-protokolla on alemman tason protokolla, joka vastaa päätelaitteiden osoitteistamisesta ja pakettien reitittämisestä verkossa. Sen päällä voidaan ajaa useita muita verkko- tai kuljetuskerroksen protokollia, joista TCP-protokolla on yleisin. TCP vastaa kahden päätelaitteen välisestä tiedonsiirto-yhteydestä, vuonhallinnasta, luotettavuudesta, kuittauksista ja pakettien laittamisesta oikeaan järjestykseen sekä hukkuneiden pakettien uudelleenlähetyksestä. Vaikka TCP/IP-protokollaperheeseen kuuluu monia muitakin protokollia, pääosa liikennöinnistä tapahtuu TCP-yhteyksinä IP-protokollien päällä. Tämän takia protokollaperhe yleensä tunnetaan nimellä TCP/IP.

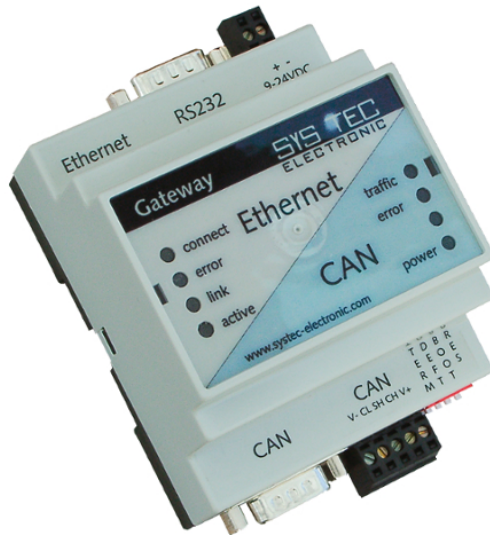
Verkkokerroksen IP-protokolla on TCP/IP-protokollan ydin. Verkossa tietoa välittävät reitittimet välittävät ainoastaan IP-paketteja eivätkä ne tutki paketin sisällä olevaa protokollaa ollenkaan. IP-protokollaa voidaan ajaa lähes minkä tahansa verkon päällä, joten sillä on helppo yhdistää erilaisia verkkoja isommiksi kokonaisuuksiksi. /16/

7.3 CAN-Ethernet-gateway

Kun kriteerinä on tekniikan edullisuus, on murskaimelta tuleva data viisainta muuttaa Ethernetin käsiteltävissä olevaan muotoon. Jotta automaatioväylän data voidaan muuttaa Ethernettiin sopivaksi ja toisin päin, tarvitaan jonkinlainen gateway.

Gateway on yhdyskäytävä. Sillä tarkoitetaan tietoverkon solmua, joka mahdollistaa liikennöinnin toiseen verkkoon, jossa voidaan käyttää eri protokollia. Tämän

toiminnon toteuttaminen vaatii fyysistä tekniikkaa. Markkinoilta löytyy monia erilaisia vaihtoehtoja, joista kevyimpiin ratkaisuihin kuuluu SYS TEC electronicin CAN-Ethernet gateway kuvassa 10.



Kuva 10. SYS TEC:n CAN-Ethernet gateway.

CAN-väylän ja Ethernetin välille sijoitettava gateway mahdollistaa CAN-verkon valvonnan ja kontrolloinnin Ethernetistä käsin.

Laitteen konfiguroitavissa oleva suodatus sallii välitettävien CAN-viestien rajoittamisen, joka takaa vain oleellisen tiedon siirron Ethernetin puolelle. SYS TEC:n gateway pystyy toimimaan Ethernet-puolelle 10 Mbit/s nopeudella. Minimoidakseen välitettävien CAN-viestien viiveen, se käyttää oletuksena UDP/IP-pohjaista verkkoprotokollaa. UDP kuuluu TCP/IP-protokollaperheeseen. UDP eroaa TCP:sta siten, että paketin perille menoa ei varmisteta ja siten saavutetaan suurempi nopeus.

Muita CAN-Ethernet-gateway tuotteita tarjoaa Ruotsissa päämajaansa pitävä HMS-networks sekä Saksalainen Berghof.

CAN-Ethernet-gatewaytä on markkinoilla tarjolla myös tietokoneeseen asennettavana korttina. Tällaisen asennus vaatisi kuitenkin tietokoneen kotelon avaamista ja kortin hankalaa asennusta sekä kortin ajurien asentamista koneeseen.

Gateway-koteloiden suojausluokka on yleensä IP20 eivätkä ne kestä pakkasta. SYSTE:n gateway vaatii käyttöjännitteekseen 24 voltin tasavirran (90mA). /17/

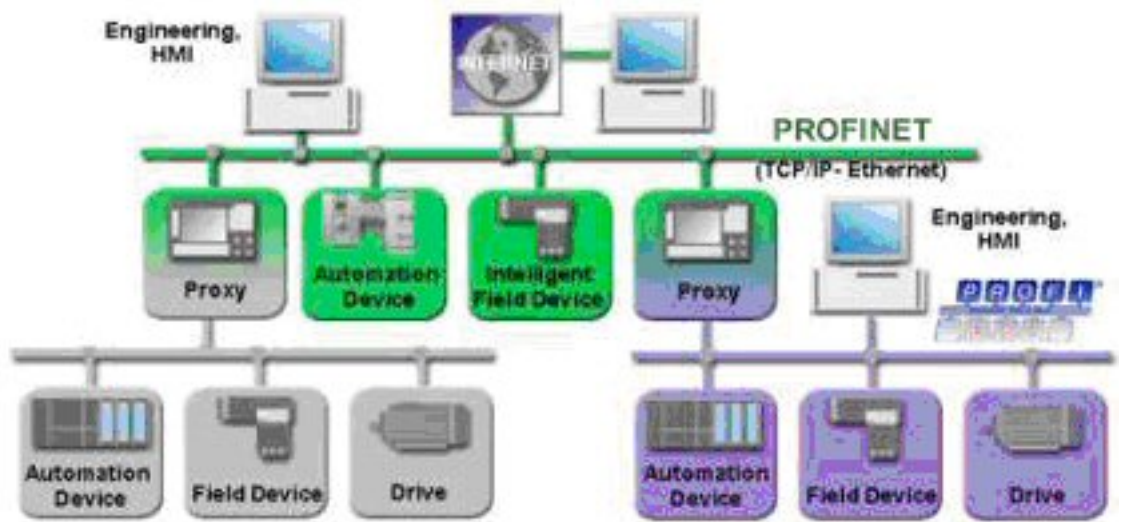
7.4 Profinet

Profinet on Siemensin TCP/IP-pohjainen, avoin teollisuus-Ethernet standardi. Siemens markkinoi Profinetiä Profibus-väylän kanssa helppona ja saumattomana ratkaisuna kenttäväylästä Ethernetiin.

Profinet-järjestelmässä gatewayn roolia kenttäväylän ja Ethernetin välillä hoitaa välityspalvelin (proxy). Se on fyysisesti gatewayta suurempi kokonaisuus. Välityspalvelin pystyy hoitamaan lukuisia erilaisia verkkoliikenteen hallintaan liittyviä asioita, joista ei Mineralsin valvomototeutuksessa kuitenkaan ole juuri hyötyä, koska niitä ei yksinkertaisesti tarvita.

Kuvasta 11 näkee Profinet-järjestelmän rakenteen ja myös sen, että Profinet on tarkoitettu isompiin automaatioverkkoihin ja monimutkaisempiin tarkoituksiin, kuin mitä Metso Minerals tarvitsee.

Profinet tukee OPC-standardia. Profinet voisi olla vaihtoehto uuden HP-automaation kanssa, koska uuden automaation kenttäväylänä käytetään Siemensin Profibusia.



Kuva 11. Siemensin markkinointikuva Profibus-kenttäväylän liittämistä Ethernetiin Profinetin avulla.

7.5 WLAN

WLAN on langaton lähiverkko, joka käyttää radioaaltoja tiedonsiirtoon. Tällä tekniikalla erilaiset verkkolaitteet voivat kommunikoida keskenään ilman kaapeleita. WLAN on vaihtoehto kaapeleilla toteutetulle lähiverkolle paikoissa, joissa kaapelointi on vaikeaa tai mahdotonta.

WLAN-tekniikka toimii yleisellä 2,4 GHz:n taajuusalueella. Tällä alueella toimii myös bluetooth-laitteet ja mikroaaltouunit, jotka voivat aiheuttaa häiriöitä. Yleensä häiriötekijät eivät kuitenkaan ole vakava ongelma.

Luvussa 6.2 mainittu huoltokorjaamon murskaimen koekäyttöjärjestelmässä on käytössä WLAN, joka mahdollistaa mittausten seurannan kannettavasta kämmenmikrosta. Valvomojärjestelmän yhteydessä WLAN-tekniikan käyttö mahdollistaisi muun muassa murskaimen tietojen seurannan kiviainesta syöttävän kauhakuormaajan hytistä. WLAN-tekniikan mahdollisuuksista ja rajoituksista valvomojärjestelmän yhteydessä kerrotaan enemmän luvussa 9.3.

7.6 OPC

OPC on alunperin vuonna 1996 kehitetty standardi, joka asettaa spesifikaatiot eri valmistajien automaatiolaitteiden väliselle kommunikaatiolle. Lyhenne OPC tulee sanoista Object Linking and Embedding (OLE) for Process Control. OPC-määrittelyiden kehittämistä jatketaan edelleen.

OPC:n tavoitteena on luoda avoimet standardit automaatiosovellusten integrointiin ja prosessidatan siirtoon. Tästä on merkittävää hyötyä automaatioteollisuuden laitevalmistajille. OPC:n määrittelyiden ansiosta esimerkiksi HMI-sovellusten tekijöiden ei tarvitse luoda omaa sovelluskohtaista rajapintaa jokaiselle PLC-valmistajalle erikseen. Nykyiset OPC-määrittelyt ovatkin saavuttaneet hallitsevan aseman tiedonsiirrossa automaatiosovellusten välillä.

Tunnetuimmat OPC-määrittelyt ovat DA (Data Access), A&E (Alarms & Events) ja HDA (Historical Data Access). Näistä DA on tarkoitettu reaaliaikaisen prosessidatan siirtoon prosessilaitteista (esim PLC:t) ja ohjausjärjestelmistä käyttöliittymille ja muille näyttöpäätteille. A&E on tarkoitettu hälytys ja tapahtumatietojen välittämiseen ja HDA puolestaan on tarkoitettu jo tallennettujen historiatietojen siirtoon. Edellä mainittujen määritelmien lisäksi OPC on määrittelyt myös joukon muita rajapintoja. /18/ /19/

OPC toimii server-client-periaatteella. Murskaimen dataa seurattaessa, palvelin on koneautomaation päässä ja valvomon käyttöliittymä toimii asiakkaana.

Vaikka OPC-standardit luotiin alunperin microsoftin OLE:en (Object Linking and Embedding) pohjautuen, näin sitoen sen vain windows-käyttöjärjestelmiin, nykyään OPC tukee myös Unix/Linux-alustoja. /23/

8 - POISTETTU -

9 - POISTETTU -

10 MYYNTI JA HUOLTO

Tässä luvussa valvomoratkaisua tarkastellaan myynnin ja huollon kannalta ja tuodaan esiin muutamia myyntiin liittyviä kysymyksiä ja asioita, joita sekä myynti-että huoltopuolella tulee ottaa huomioon valvomojärjestelmän edetessä.

10.1 Myynti

Yksi myyntiin liittyvä kysymys on tuleeko valvomojärjestelmä olemaan murskaimen ja automaation mukana tuleva lisä, jolloin se lähinnä tukisi murskaimien myyntiä, vai myydäänkö sitä erikseen maksullisena optiona automaation päälle? Pitkälti tämän päätöksen pohjalta ratkeaa myös suorittaako Minerals valvomojärjestelmän asennuksen asiakkaan laitokselle, eli käyttöliittymän asennuksen valvomon tietokoneelle ja tietoliikenteen järjestämisen murskaimelta valvomoon, vai antaako Minerals asiakkaalleen vain ohjeet järjestelmän toteuttamisesta ja käyttöliittymän CD:llä, jolloin asiakkaan tulee itse järjestää sen toteutus? Maksullinen optio ja järjestelmän itse asentaminen taitaa olla paras vaihtoehto.

Joka tapauksessa tuotteistamisen yhteydessä tarvitsee koota ja luoda selkeät ohjeet ja tiedot koko järjestelmästä, käyttöliittymä-ohjelman vaatimuksista tietokoneelta, ja muista tarvittavista asioista.

10.2 Huolto

Valvontajärjestelmä tuo uusia vaatimuksia myös huoltohenkilöstölle. Olipa valvomojärjestelmä sitten minkäläinen tahansa, on asennus- ja huoltohenkilöstön osaavuus tärkeässä asemassa.

Huoltohenkilöstöön tarvitaan valvomojärjestelmän hyvin tuntevia henkilöitä. Tulisi tuntea valvomojärjestelmän tarkka tekniikka, gatewayt, kytkimet ja käyttöliittymä. Tämä vaatii henkilöstön koulutusta, rekrytoimista tai työtehtävien uudelleen määrittelyä.

Kun työskennellään pitkälle automatisoitujen laitosten kanssa ja jos järjestelmää kehitetään pitemmälle ja Internet otetaan mukaan kuvioihin, tulisi tiimissä olla vielä tietokone ja ohjelmisto-osaajiaakin. Tietokone- ja ohjelmistoavun voi saada helposti myös kolmannelta osapuolelta, mutta kun yhä useampia laitosten toimintoja automatisoidaan, voi olla että näitä osaajia tarvitaan ympäri vuorokauden aivan kuin muutakin huoltohenkilöstöä.

Myös puhelintuen tarve tulee järjestelmän käyttöönoton jälkeen kasvamaan. Tähän kannattaa mielestäni panostaa erityisesti.

11 TULOSTEN TARKASTELU JA JATKOKEHITYS

Työssä tutkittiin Metso Mineralsille soveltuvia eri tekniikoita toteuttaa kevyt valvomo. Tavoitteena oli antaa Mineralsille valmiudet teknisestä toteutuksesta sekä selvittää mitä asioita niiden toteutuksessa tulee ottaa huomioon. Nämä tavoitteet saavutettiin. Tässä työssä on tuotu esille erilaisia vaihtoehtoja ja esitetty niiden hyvät ja huonot puolet. Näistä vaihtoehtoista on löydetty paras ratkaisu Metso Mineralsin tarpeisiin.

Käyttöliittymäohjelmistojen tutkimus jäi ehkä toivottua vähäisemmäksi. Tähän vaikutti, ettei ohjelmistoista ole saatavilla käytännön vertailevaa tietoa. Jos ohjelmistoja olisi päässyt testaamaan ja niiden laajuutta itse tarkastelemaan olisi tilanne voinut olla toinen, mutta myös aikaa ja resursseja olisi tähän vaadittu enemmän.

Tulokset ovat käyttökelpoisia ja käytännönläheisiä. Työssä otettiin huomioon työn teettäjän tarpeet ja vältettiin menemästä liian syvälle teknisiin yksityiskohtiin. Joissakin aiheissa teknisiä yksityiskohtia kuitenkin tarkasteltiin, jotta vaatimukset tietoliikennetekniikan insinööriyölle tulisi täytettyä.

Kun valvomojärjestelmää aletaan viemään ja kehittämään eteenpäin, on seuraavina askelina varmasti kustannusarvion ja toteutuksen aikatauluarvion tekeminen sekä tietoliikenteen käyttämän tekniikan valinta ja sen toiminnan testaus yhdessä murskaimen automaation kanssa. Tämän jälkeen tulee selvittää käyttöliittymäohjelmiston lisenssiasiat sekä myyntiin liittyvät kysymykset. Käyttöliittymän tarkempi määrittely ja suunnittelu ovat myös seuraavia askelia järjestelmän toteuttamisessa.

Kun koneautomaation kenttäväylän data avataan Ethernet-verkkoon tietokoneiden käyttöön, on tulevaisuudessa valvomosovellusten mahdollisuudet laajoja. Esimerkiksi jos tulevaisuudessa järjestelmää kehitetään enemmän niin, että laitoksen murskainten dataan päästään käsiksi Internetin kautta, tulee tämä helpottamaan huoltohenkilöstön työtä huomattavasti. Mahdollisia vikoja tai vahinkoja voidaan analysoida ilman välttämätöntä tarvetta matkustaa paikan päälle. Myös ennaltaehkäisevää huoltoa voidaan tämän kautta parantaa.

LÄHTEET

1. IC50-automaation käyttöohjekirja, Metso Minerals, 02/2005.
2. Fernando Romero, Sandvik's ASRI, CSR Waukesha, Metson sisäinen raportti.
3. Nordberg GP-sarjan karamurskaimet, Metson esite. Saatavissa:
[http://www.metsominerals.com/inetMinerals/MaTobox7.nsf/DocsByID/BD5B028F123CD50642256B57004CC815/\\$File/GP_series_finnish.pdf](http://www.metsominerals.com/inetMinerals/MaTobox7.nsf/DocsByID/BD5B028F123CD50642256B57004CC815/$File/GP_series_finnish.pdf)
4. IP-suojausluokat. [WWW-dokumentti]. Saatavissa:
<http://www.eagledata.fi/suojausluokitus.htm>
5. Jorma T. Mattila, Kivenmurskauksen tuottavuus nousee IC-automaatiolla, Metson sijoittajalehti Index, 1/2005
6. Telsmith brochures, SBS Cone Crushers, esite. Saatavissa:
http://www.telsmith.com/Product%20Literature/2005_sbs.pdf
7. Trac10 Remote SBS crusher automation control system, esite. Saatavissa:
http://telsmith.com/Product%20Literature/2005_trac10_auto.pdf
8. A2020 for HP Features & Benefits, Metso Mineralsin sisäinen ppt-esitys.
9. Laukka, Juha, huoltoinsinööri. Haastattelu 14.12.2005, Metso Minerals.
10. Heman, Hannu, Machine automation in crushing plants. Diplomi-insinöörityö. Tampereen Teknillinen yliopisto. Automaatio-osasto. Tampere 2005. 64 s.
11. Profibus technology and application, system description and open solutions for the world of automation. Tekninen dokumentti. Profibus International Support Center. Saatavissa:
http://www.profibus.cz/mambo/staticfiles/dokumenty/technical_description/4002_vOctober2002-English.pdf
12. LabVIEW introduction, Virtual instrumentation with LabVIEW, National Instruments. Saatavissa:
http://www.csee.umbc.edu/~plusquel/415/labview/LV_Intro_Six_Hours.pdf
13. Hukotest, murskaimen koekäyttöjärjestelmä, käyttöjäohje versio 1.0, HL-palvelut 30.8.2005
14. Wikipedia, vapaa tietosanakirja, LabVIEW. <http://fi.wikipedia.org/wiki/LabVIEW> [viitattu 28.11.2000]

15. Wikipedia, vapaa tietosanakirja, Ethernet. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Ethernet> [viitattu 14.12.2000]
16. Wikipedia, vapaa tietosanakirja, TCP/IP. <http://fi.wikipedia.org/wiki/TCP/IP> [viitattu 15.12.2000]
17. CAN-Ethernet Gateway, System manual, Phytec.
<http://www.phytec.com/manuals/L-1032e.pdf>
18. Suomen automaatioseura ry,
<http://www.automatioseura.fi/index/toiminta.php?id=1032&sivu=opcesittely>
[viitattu 1.12.2005]
19. OPC-foundation, What is OPC?.
http://www.opcfoundation.org/Default.aspx/01_about/01_what_is_opc.aspx
[viitattu 7.12.2005]
20. Wikipedia, vapaa tietosanakirja, CAN, Controller Area Network.
http://en.wikipedia.org/wiki/Controller_area_network [viitattu 15.11.2000]
21. Wikipedia, vapaa tietosanakirja, CAN-väylä.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/CAN-v%C3%A4yl%C3%A4> [viitattu 15.11.2005]
22. Novotek Finlandin asiakaslehti 1/2005.
<http://www.novotekfinland.fi/HTML/ajankohtaista/news/news%201%202005.pdf>
23. The code project, the OPC technology. [WWW-dokumentti]. Saatavilla:
<http://www.codeproject.com/useritems/opctechnology.asp>
24. Metso-konsernin vuosikatsaus 2004
25. Metso Minerals Suomessa, Metso Minerals, 05/2003, esite.
26. Hydraulic unit for HP100 to HP500, pfd-esitys, 10/2001, Metro Minerals
27. Wikipedia, vapaa tietosanakirja, SCADA.
<http://en.wikipedia.org/wiki/SCADA> [Viitattu 08.11.2005]
28. Timo Linna, Petri Koskinen, Jouko Kaleva, Osmo Repo, Projektityö, PC- ja selainvalvomot: Wonderware InTouch valvomo-ohjelmisto, Espoon-Vantaan teknillinen AMK, 2002.

29. Sähköpostinvaihto iFIX-toimittaja Novotekin Tommi Kylä-Kailan kanssa tammikuussa 2006.
30. Sähköpostinvaihto InTouch-toimittaja Klinkmannin Pekka Pyhälöudon kanssa tammikuussa 2006.