

Pasi Särkkä

LEUKAMURSKAIMEN ASETUKSEN AUTOMATISOINTI

Insinöörityö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Kevät 2014



Koulutusala Tekniikka ja liikenne	Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka
Tekijä(t) Pasi Särkkä	
Työn nimi Leukamurskaimen asetuksen automatisointi.	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Koneen suunnittelu Tuotannon johtaminen	Toimeksiantaja Oulun seudun ammattiopisto Taivalkosken yksikkö
Aika Kevät 2014	Sivumäärä ja liitteet 33 + 3
<p>Insinöörityön aiheena oli Lokotrack LT106 leukamurskaimen toimintojen kehittäminen Taivalkosken ammattiopistolle. Työn tavoitteena oli saada murskaimeen automatisoitu asetus, jota on mahdollista ohjata etäältä langattomasti. Työn keskeisenä ideana oli hankkia sekä suunnitella automatisointiin sekä kalibrointiin tarvittavat laitteet. Työn päämääränä oli murskaustyön turvallisuuden sekä käyttömukavuuden parantaminen.</p> <p>Työn teoriaosuudessa käsitellään murskausprosessia ja sen kulkua. Murskausprosessista käsitellään yleisellä tasolla louhintaa, esimurskausta, välimurskausta, hienomurskausta ja seulontaa. Murskauslaitteista käsitellään yleisellä tasolla leukamurskainta, karamurskainta, kartiomurskainta, valssimurskainta ja iskumurskainta sekä niiden toiminta periaatteita. Lisäksi käydään katsaus kiviteknologiaan ja anturitekniikkaan. Työn suoritus sekä työn lopputulokset osiossa käsitellään työn kulkua, asetuksen automatisointiin liittyviä laitehankintoja, niiden asennukseen sekä asetuksen kalibrointityökalun suunnitteluun, valmistukseen ja käyttöön.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Leukamurskain, asetus.
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School Engineering	Degree Programme Mechanical and Production Engineering
Author(s) Pasi Särkkä	
Title Setting of Jaw Crusher.	
Optional Professional Studies Mechanical Planning Operations Management	Commissioned by Oulun seudun ammattiopisto, Taivalkoski
Date Spring 2014	Total Number of Pages and Appendices 33 + 3
<p>The topic of the thesis was to develop Lokotrack 106 jaw crusher operations for the company called Taivalkoski Vocational School. The goal was to get an automated setting in the crusher to be controlled wirelessly. The central idea in the work was to acquire the automation equipment needed and design the calibration. The aim is to improve the comfort and safety of the crushing work.</p> <p>The theoretical part includes the process of crushing, crushing equipment and other related issues in general. Finally, this thesis deals with the working process and equipment procurement, installation and design of the calibration tool.</p>	
Language of Thesis Finnish	
Keywords	Jaw crusher, setting.
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

ALKUSANAT

Opinnäytetyön aihe oli erittäin vaativa, mutta haasteellisuuden vuoksi hyvin mielenkiintoinen ja opettavainen. Asiantuntevasta avusta tahdon kiittää Taivalkosken ammattiopiston, Metson ja Kajaanin ammattikorkeakoulun henkilöstöä, jotka ovat osaltaan työhön osallistuneet ja auttaneet työn edistymisessä.

Kajaanissa 22.4.2014

Pasi Särkkä

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 TILAAJAN ESITTELY	2
3 MURSKAUSPROSESSI	3
3.1 Louhinta	4
3.1.1 Pengerlouhinta	4
3.1.2 Tunnelilouhinta	4
3.2 Esimurskaus	5
3.3 Välimurskaus	5
3.4 Hienomurskaus ja kuutiointi	5
3.5 Seulonta	6
3.6 Staattinen seula	6
3.7 Dynaaminen seula	6
4 MURSKAIMIA	7
4.1 Leukamurskain	8
4.1.1 Lokotrack LT106-leukamurskain	9
4.1.2 Nordberg C-sarjan leukamurskaimen rakenneosat	10
4.1.3 LT-106 leukamurskaimen prosessiohjauslaite.	11
4.1.4 Leukamurskaimen leuat	12
4.1.5 Leukamurskaimen syöttöaukko	13
4.1.6 Kitakulma	14
4.1.7 Leukamurskaimen asetus	15
4.1.8 Avoimen puolen asetus (OSS)	16
4.1.9 Suljetun puolen asetus (CSS)	17
4.2 LT 106:n Metso DNA -laitosautomaation rakenne	18
4.3 IC700-ohjausjärjestelmä	19
4.4 Kartiomurskain ja karamurskain	20
4.5 Valssimurskain	21
4.6 Iskumurskain	21
5 KIVITTEKNOLOGIA	22
6 ANTURIT	23
6.1 Ultraäänianturi	23

6.2 Ultraääni	24
7 TYÖN SUORITUS	25
7.1 Lisävarusteiden hankinta	25
7.2 Asetuksen asennus	26
7.3 Kalibrointityökalun suunnittelu	27
8 LOPPUTULOKSET	28
8.1 Automaattinen asetus	28
8.2 Asetuksen kalibrointi	29
9 YHTEENVETO	31
LÄHTEET	32
LIITTEET	

TERMILUETTELO

IC- järjestelmä	(Intelligent Controller) älykäs ohjausjärjestelmä.
Kalibrointi	Toimenpide, jonka avulla tietyissä olosuhteissa saadaan tietoon mittausjärjestelmän oikein näyttäminen.
LT 106	Lokotrack 106-leukamurskain
Partikkeli	Aineosanen

1 JOHDANTO

Insinööriyön kehityskohteena oli Oulun seudun ammattioppilaitoksen Taivalkosken yksikön opetuskäyttöön hankitun Lokotrack-106 leukamurskaimen toimintojen kehittäminen, joiden avulla parannettiin koneen käyttömukavuutta ja turvallisuutta koulutuskäytössä.

Insinööriyön tavoitteena oli kehittää LT-106 leukamurskaimen toimintoja, jotka liittyvät asetuksen automatisointiin sekä kalibrointiin. Työssä hyödynnetään anturitekniikkaa sekä Metso DNA-järjestelmää, joiden avulla asetuksen ohjaus ja luenta on mahdollista suorittaa langattomasti etäältä kaivinkoneesta sekä valvomokontista. Insinööriyössä käsitellään murskaimen toimintojen kehittämisen lisäksi yleisellä tasolla murskaustekniikkaa sekä insinööriyön kohteena olevan LT106-murskaimen toimintaa sekä asetukseen liittyviä seikkoja, leukamurskaimen toimintaperiaatteisiin sekä Metso DNA-järjestelmään. Insinööriyössä oli tavoitteena myös suunnitella asetuksen kalibrointia helpottava mittalaite, jolla murskaimen leukojen kuluminen saadaan mitattua ja kalibroitu IC-järjestelmään. Työssä käydään myös yleiskatsaus työturvallisuuteen, koska sen tavoittelemisen on tämänkin kehitystyön ydin.

Oulun seudun ammattioppilaitoksen Taivalkosken yksikön muodostavat Taivalkosken metsäoppilaitos ja Taivalkosken ammattioppilaitos.

Työssä saatiin toteutettua työn tilaajan tarpeet, tekemällä tarvittavat laitehankinnat sekä asennukset asetuksen automatisoinniksi. Lisäksi suunniteltiin asetuksen kalibrointiin tarvittava mittalaite sekä tutkittiin kalibroinnin suorittamista.

2 TILAAJAN ESITTELY

Oulun seudun ammattiopisto OSAO on osa Oulun seudun koulutuskuntayhtymää (Osekk). Osekin omistajakunnat ovat Hailuoto, Kempele, Liminka, Lumijoki, Muhos, Oulu, Tyrnävä ja Ii. Oulun seudun ammattiopisto tarjoaa koulutusta kahdessatoista eri koulutusyksikössä. Lisäksi yksiköiden toimintaa tukee yhteinen hallintoyksikkö. OSAOn koulutusyksiköt sijaitsevat Kempeleessä, Limingassa, Oulussa, Muhoksella, Pudasjärvellä ja Taivalkoskella.

Oulun seudun ammattiopisto OSAO on monialainen ammattiopisto, jossa opiskelee 11300 opiskelijaa, joista nuorten koulutuksessa on noin 6000 opiskelijaa sekä aikuiskoulutuksessa noin 5300 opiskelijaa ja henkilökuntaa noin 900. [1]

OSAO tarjoaa koulutusta seuraavilla aloilla:

- Kulttuuriala
- Luonnontieteiden ala
- Luonnonvara- ja ympäristöala
- Matkailu-, ravitsemis- ja talousala
- Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala
- Tekniikan ja liikenteen ala
- Yhteiskuntatieteiden, liiketalouden ja hallinnon ala
- Humanistinen ja kasvatusala

Taivalkosken yksikkö on kuulunut Oulun seudun ammattiopistoon vuodesta 2009 lähtien. Yksikön muodostavat kaksi toimipistettä, entisiltä nimiltään Taivalkosken metsäoppilaitos ja Taivalkosken ammattioppilaitos. [2]

3 MURSKAUSPROSESSI

Murskausprosessin tavoitteena on saada murskattavat kappaleet esimerkiksi kivilohkareet, lopputuotteen laatua ja määrää koskevien vaatimusten mukaiseksi. Murskattavaan kappaleeseen kohdistetaan voimakas isku tai puristusrasitus, jolloin murskattava kappale murtuu muodostaen aiempaa pienempiä rakeita. Suurimmat murskattavat kappaleet voivat olla kuutiometrin kokoisia ja hajoavat prosessin aikana kuutiosenttimetrin kokoisiin kappaleisiin. Tavallisin lopputuotteen raekoko on 5-20 mm. Murskaus tapahtuu yleensä kahdessa tai kolmessa vaiheessa ennen kuin haluttu raekoko saavutetaan. Murskausprosessissa syntyneestä kivi tuotteesta käytetään yleensä nimityksiä murske tai sepeli. Kuva 1 havainnollistaa murskausprosessia liikuteltavalla tela-alustaisella leukamurskaimella.



Kuva 1. Murskausprosessi. [3]

Murskattava materiaali hankitaan yleensä louhimalla eli räjäyttämällä kalliota, jota jalostetaan murskausprosessissa halutunkokoiseksi lopputuotteeksi. Liikuteltaviin murskaimiin, kuten insinööriyön kohteena olevaan LT106 leukamurskaimen murskattava kivimateriaali syötetään yleensä kaivinkoneella suoraan murskaimen syöttöaukkoon, jota pitkin kiviaines kulkeutuu murskaimen kita-aukkoon murskattavaksi. Murskausprosessi jaetaan yleensä kolmeen vaiheeseen, joista käytetään nimityksiä esi- eli karkeamurskaus, välimurskaus ja hienomurskaus. Murskausprosessissa syntyy erikokoista raekokoa, joten murske täytyy seuloa murskauksen jälkeen, jotta halutun kokoiset kappaleet saadaan eroteltua murskeen joukosta.

3.1 Louhinta

Louhinta on kaivos ja rakennusteollisuuden menetelmä, jonka tarkoituksena on irrottaa kiviainesta kallioperästä. Louhinta suoritetaan useimmiten räjäyttämällä. Suomessa käytetään lähes yksinomaan poraus-räjäytysmenetelmää. Louhinnalla on useita tarkoituksia. Tavallisin louhittu kivimateriaali jatkokäsitellään eli murskataan sopivan kokoiseksi kappaleiksi, riippuen halutusta lopputuotteesta. Kaivosteollisuudessa louhinta suoritetaan malmien tai mineraalien esiintymistavan mukaan avolouhintana tai maanalaisena louhintana. Rakennusteollisuudessa louhintaa käytetään usein kallioesteiden poistamiseen rakennusten tieltä. Suomessa yleisimpiä louhintamenetelmiä ovat pengerialouhinta, tunnelilouhinta, tarkkuuslouhinta sekä vedenalainen louhinta. [4 s.93]

3.1.1 Pengerlouhinta

Avolouhinnassa kallion pintaa räjäytetään porattuja reikiä hyödyntäen. Lyhythidastenallien käyttö avolouhinnassa alkoi 1950-luvulla ja on edelleen vallitseva menetelmä. Lyhythidastentalleilla saadaan porausrivit räjähtämään peräkkäin lyhyin aikavälein. Ensimmäisen rivin räjäyttäessä kalliota saa räjähdys takanaan olevan kallion värähtelytilaan. Kun kallion jännitys- ja värähtelytila on suurimmillaan, särkyy kallio helpommin ja pienemmillä räjähdysainemäärillä. Kiven irrotukseen perustuvassa pengerialouhinnassa reiän halkisijat voivat olla 250 mm suuria ja reikävälit jopa 10 metriä. Räjäytysaineena on perinteisesti käytetty Anfoa tai ANO:a, mutta nykyisin käytetään yleensä pumpattavia emulsioräjähteitä kuten kemiittia. Dynamiittia ja slurryä käytetään etupäässä pohjapanoksena. [5 s.34]

3.1.2 Tunnelilouhinta

Tunnelilouhinnassa edetään poraamalla kalliota, jonka jälkeen porausreikä panostetaan ja räjäytetään. Alkujaan poraaminen suoritettiin käsin, mutta nykyisin tekniikan kehittyessä käytetään pyörillä tai teloilla kulkevia porauskalustoja. Nykyisillä menetelmillä normaalissa graniitissa voidaan edetä 3 - 4 metriä tunnissa. Tunnelilouhinnan kehitys räjähdysaineiden kehityksessä on hyvin samanlainen kuin pengerialouhinnassa. [5 s.35]

3.2 Esimurskaus

Murskausprosessin ensimmäistä vaihetta kutsutaan yleensä esimurskaukseksi, joka on yleensä ensimmäinen mekaaninen murskaustoimenpide louhimisen jälkeen. Esimurskauksen tavoitteena on suurten louhittujen kivimateriaalien pienentäminen niin, että sitä voidaan jatkokäsitellä tai kuljettaa hihnalla tai nostokuilussa. Esimurskaimina käytetään yleensä leukamurskainta tai karamurskainta. Esimurskain varustetaan usein iskuvasaralla, jolla ylisuuret lohkarit voidaan pilkkoa ennen murskausta, mikä parantaa murskaimen kapasiteettia. [6 s.198]

3.3 Välimurskaus

Välimurskaus on yleensä seuraava murskausvaihe esimurskauksen jälkeen. Välimurskauksella voi olla monta tarkoitusta, ja sillä voidaan tuottaa useita karkeita tuotteita, esimerkiksi tiepohjaan käytettävää kiviainesta tai valmistella sopivan kokoista kiviainesta seuraavaa murskausvaihetta varten. Välimurskauksen vaatimuksena on yleensä se, että murskattu kiviaines soveltuu hienomurskaukseen. Useimmiten välimurskauksen tavoitteena on saavuttaa paras mahdollinen murskaussuhde, mahdollisimman alhaisilla kuluilla. Välimurskaukseen käytetään yleensä kartiomurskaimia, koska niillä on korkea kapasiteetti ja matalat käyttökulut. [6 s.198]

3.4 Hienomurskaus ja kuutiointi

Hienomurskauksen ja kuutiointin tavoitteena on saavuttaa lopputuotteen laatuvaatimukset, jotka voivat olla hyvinkin tarkkoja kiviainesteollisuudessa. Kiviainestuotannossa ja kaivostoiminnassa vaatimukset koskevat yleensä murskauskapasiteettia ja lopputuotteen laatua eli raekokoa. Kiviainesteollisuudessa tuotteen on lisäksi oltava kuutiomaista. Useimmissa tapauksissa hienomurskaus ja kuutiointi on yhdistetty yhteen murskausvaiheeseen. Hienomurskauksessa ja kuutiointissa käytetään yleensä kartio- ja iskumurskaimia. Ratkaisevia tekijöitä sopivan laitteiston valinnassa ovat murskattavan materiaalin kuluttavuus ja murskattavuus sekä haluttu raejakauma. [6 s.199]

3.5 Seulonta

Seulontaa tehdään murskausprosessin yhteydessä mineraalien partikkelikoon jakamiseen eri karkeusluokkiin. Seulat erottelevat kiviainekset seulaverkon läpi, jolloin "alitteet" eli seulan läpäisseet rakeet läpäisevät seulan ja "ylitteet" eli ylisuuret rakeet siirtyvät prosessin seuraavaan vaiheeseen. Seulonnalla voidaan poistaa kiviaineksesta myös vettä ja pölyä. Murskaimessa seulalla erotetaan hienoaines pois ennen murskainta, jotta murskauskapasiteetti paranee, tai seulotaan pois liian suuret lohkarit, jotka voisivat tukkia murskaimen. Seuloja on toimintaperiaatteen mukaan kahden tyyppisiä: staattisia ja dynaamisia. [7 s.7]

3.6 Staattinen seula

Yksinkertaisin staattinen seula on säleikkö, joka koostuu tasavälisistä vierekkäisistä tangoista. Säleikköjä voidaan käyttää myös kaatonousujen ja silojen päällä, missä ne erottavat ylisuuret lohkarit, tai yhdessä syöttimien kanssa seulomaan pois hienoaines ennen murskainta. [6 s.204]

3.7 Dynaaminen seula

Dynaamiset seulat ovat värähteleviä tai täriseviä seuloja tai säleikköjä, jotka voivat olla vaakatasoisia tai kaltevia. Liike voidaan tuottaa mekaanisesti tai sähkömagneettisesti. Täryseuloja ja -säleikköjä käytetään kappaleiden erotteluun koon perusteella sekä myös ylisuurten kappaleiden ja romun poistoon ennen murskainta. Seulan verkkomateriaali voi olla metallia, kumia tai polyuretaania. Seulat voivat olla yksi- tai monitasoisia. [6 s.204]

4 MURSKAIMIA

Yleisimpiä murskaintyyppjä ovat leukamurskain, kartio- ja karamurskain, valssimurskain ja iskumurskain. Leukamurskaimia on kahta eri tyyppiä heilurimurskain ja kiertomurskain. Maamme kallioperän ominaisuuksista, lähinnä kiven lujuudesta johtuen, meillä käytetään ensimmäisen vaiheen murskaimina leuka- ja karamurskaimia. Iskumurskaimet eivät yleensä menesty olosuhteissamme kiven lujuuden ja kuluttavuuden vuoksi. Kuva 2 havainnollistaa yleisimpiä murskaimia. [8 s.498]

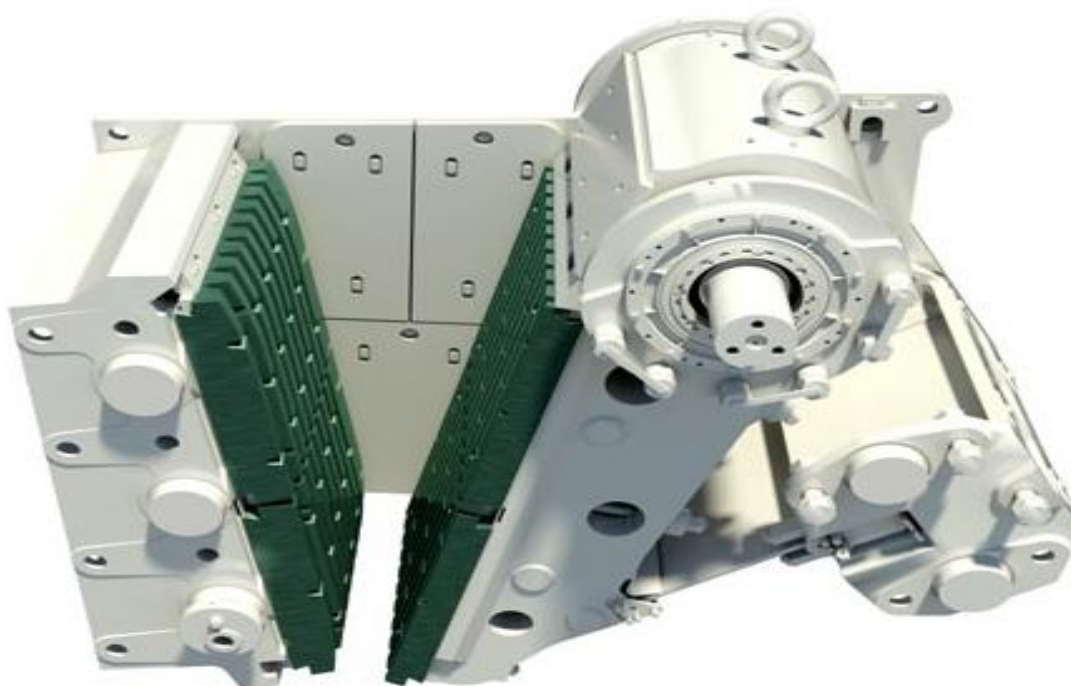


Kuva 2. Murskaimia. [9]

Kartio- ja karamurskaimet ovat tavallisesti käytettyjä väli- ja hienomurskaimia. Erityisesti karamurskaimilla on perinteisesti vahva asema tällä hienonnustekniikan osa-alueella. Leukamurskaimet soveltuvat huonosti väli- ja hienomurskukseen, sillä niiden kapasiteetti on kysymykseen tulevalla asetusalueella kovin pieni. Tässä osiossa käsitellään tarkemmin leukamurskainta, koska se on insinööriyön kehityskohteena oleva murskaintyyppi sekä yleisellä tasolla muita yleisimpiä murskaimia. [8 s.502]

4.1 Leukamurskain

Leukamurskain on puristusvoiman vaikutuksella murskaava kone. Murskattava kiviaines syötetään murskaimen kita-aukkoon, jossa liikkuva leuka puristaa kiveä kiinteää leukaa vasten, jolloin kivi hajoaa puristusvoiman vaikutuksella. Leukamurskaimella voidaan murskata kaikkia kivilaatuja. Se voi hajottaa muun muassa kovinta graniittia, tiiliä, betonia ja asfalttia. Leukamurskaimella saavutettava raekoko määräytyy leukojen alaosan etäisyydestä, jota kutsutaan murskaimen asetukseksi. Kuvassa 3 on esitetään leukamurskainta.

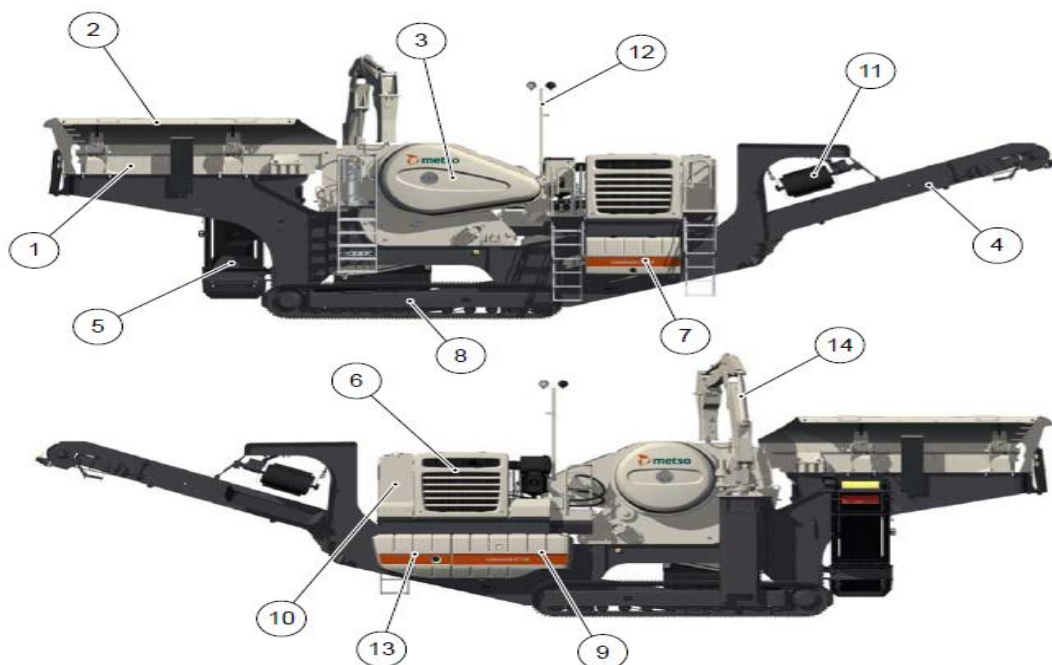


Kuva 3. Kiertotyyppinen leukamurskain [9]

Leukamurskaimesta, jossa liikkuva leuka on laakeroitu yläpäästään suoraan epäkeskoakselille, käytetään nimitystä kiertomurskain, kuten LT106. Nimitys kuvaa liikkuvan leuan liikerataa, joka on kiertoliike. Kiertomurskaimen rakenteesta johtuen liikkuvan leuan liike sekä ylä- että alapäässä on lähes yhtä suuri. Suurehko murskausliike leuan yläpäässä helpottaa isojen lohkeiden murskausta. Leukamurskain, missä liikkuva leuka tekee nimityksensä mukaisesti heiluriliikettä käytetään nimitystä heilurimurskain. Murskaimen liikkuva leuka on yläpäästä laakeroitu koneen runkoon ja heiluriliike saadaan aikaan työnninlaattojen ja epäkeskoakselin avulla. Murskaimen rakenteesta johtuen murskausliike on lähes suora puristusliike, joka on suurimmillaan leuan alapäässä ja pienenee suoraviivaisesti leuan yläpäättä kohti. [8 s.498]

4.1.1 Lokotrack LT106-leukamurskain

Lokotrack 106 on liikuteltava tela-alustainen murskainyksikkö, joka painaa noin 40 tonnia. LT106 on tarkoitettu teollisuuden ja rakentamisen tarpeisiin. Murskainta käytetään esimerkiksi jalostamaan erilaisia syötemateriaaleja, kuten kovaa kiveä, mineraalipohjaista kierrätysjätettä, asfalttia ja teollisuuden kuona-aineita. Kuvassa 4 on esitetty LT 106:n rakenneosat.



Kuva 4. LT 106:n rakenneosat: 1. tärysyötin, 2. syöttösuppilo, 3. leukamurskain, 4. pääkuljetin, 5. sivukuljetin, 6. moottorimoduuli, 7. pääohjauskeskus ja laitekaappi, 8. telat, 9. polttoainesäiliö, 10. hydraulikkaöljysäiliö, 11. magneettierotin, 12. valomasto, 13. hydraulikkakeskus, 14. puomillinen iskuvasara. [10]

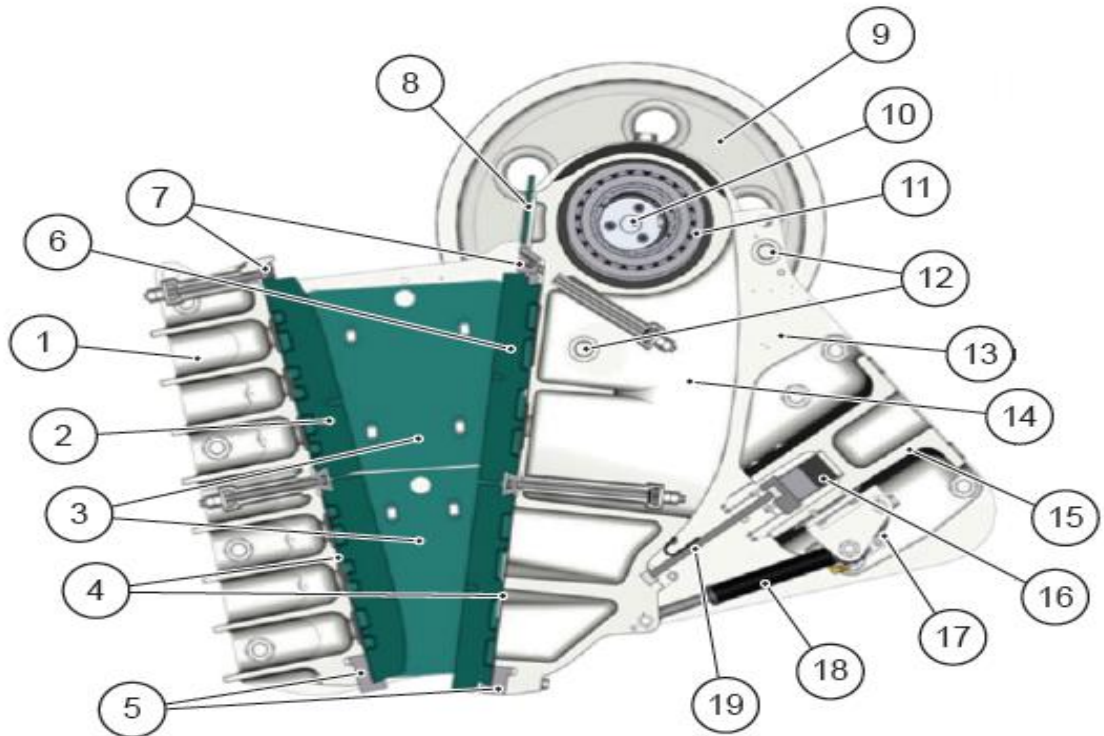
Taulukossa 1 esitetään LT106:n tekniset tiedot.

Taulukko 1. LT 106 tekniset tiedot [11]

Tekniset tiedot	
Murskain	Nordberg C106 -leukamurskain
Syöttöaukon koko	1060 x 700
Syöttösuppilo	6 m ³ / 9m ³
Syöttimen koko	4150 x 1100 mm
Kuljetusmitat	
Pituus:	14 200 mm
Leveys:	2800 mm
Korkeus:	3400 mm
Paino:	37 300 kg

4.1.2 Nordberg C-sarjan leukamurskaimen rakenneosat

Kuvassa 5 esitetään Nordberg C-sarjan leukamurskaimen rakenneosat.

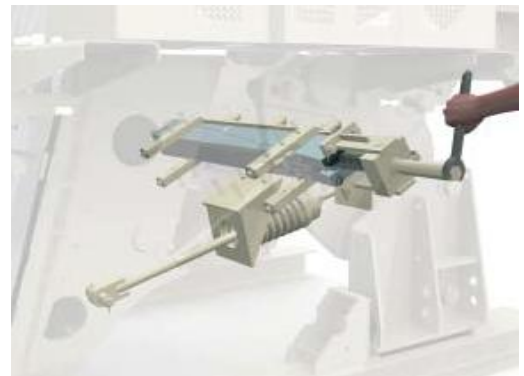


Kuva 5. Nordberg C-sarjan murskaimen rakenneosat: 1. eturunko, 2. kiinteä leuka, 3. sivukiilat, 4. suojalevyt, 5. alakiilat, 6. liikkuva leuka, 7. yläkiilat, 8. otsalevy, 9. vauhtipyörä, 10. epäkeskoakseli, 11. runko-/ heilurilaakerit, 12. raidetangot, 13. sivulevy, 14. heiluri, 15. takarunko, 16. säätökiilat, 17. paineakku, 18. lukitussylinteri, 19. työnninlaatta. [10]

C-sarjan murskaimia on saatavana sekä manuaalisella että hydraulisella asetuksen säädöllä, jotka on esitetty kuvissa 6 ja 7.



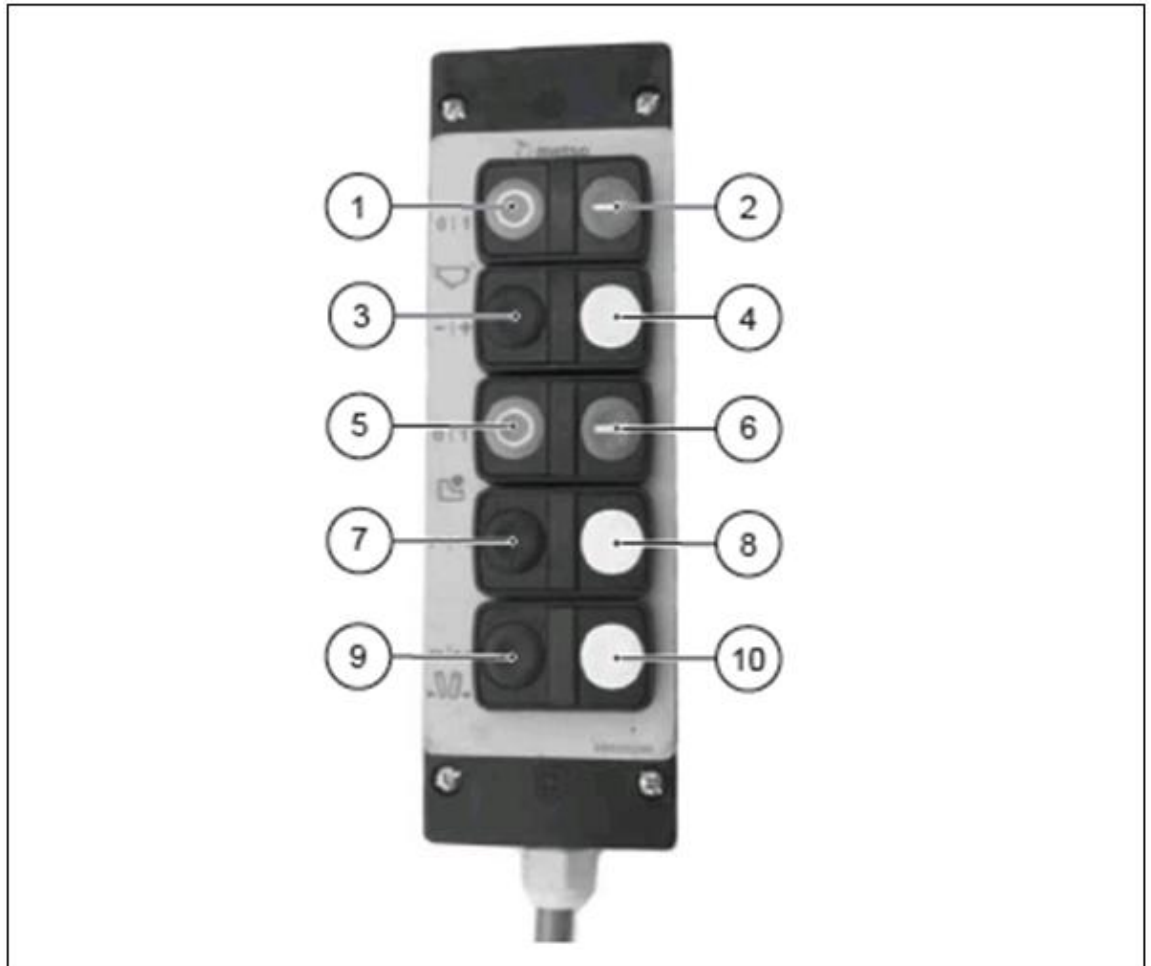
Kuva 6. Hydraulinen asetuksen säätö [12]



Kuva 7. Manuaalinen asetus. [12]

4.1.3 LT-106 leukamurskaimen prosessiohjauslaite.

LT 106-leukamurskaimen toimintoja voidaan ohjata koneen luota käyttäen murskaimeen liitettyä prosessiohjauslaitetta. Kuvassa 8 on esitetty prosessiohjauslaitteen toimintoja.



Kuva 8. LT-106 prosessiohjauslaitteen toiminta: 1. syöttimen pysäytys, 2. syöttimen käynnistys, 3. syöttimen nopeus -, 4. syöttimen nopeus+, 5.murskaimen pysäytys, 6. murskaimen käynnistys, 7. murskaimen heijaus vastapäivään, 8. murskaimen heijaus myötäpäivään, 9. murskaimen asetuksen lisäys, 10. murskaimen asetuksen vähennys. [10]

4.1.4 Leukamurskaimen leuat

Murskaimen leuat tekevät itse murskaustyön, jolloin leuat myös kuluvat prosessin aikana. Kuvissa 9 ja 10 on esitetty vasemmalla uusi leuka sekä oikealla vaihtokunnossa oleva leuka, josta on silmin havaittavissa leuan kuluneisuus.



Kuva 9. Uusi leuka.



Kuva 10. Kulunut leuka.

Murskaimen leuat valmistetaan kovamangaaniteräksestä, jolle on ominaista työstökarkeneminen, jonka rakenne on suuren hiilipitoisuuden ja runsaan mangaaniseostuksen ansiosta runsashiilistä austeniittia. Työstökarkenemisella tarkoitetaan pinnan karkenemista iskuista, jolloin leukojen kuluessa murskattavat kivet karkaisevat materiaalin pinnan aina uudelleen prosessin edetessä.

Leukamurskaimen on saatavana useita erityyppisiä leukavaihtoehtoja riippuen käyttötarkoituksesta, kiven kovuudesta, kuluttavuudesta jne. Murskaimen valmistajalta on saatavilla suosituksia leukatyyppin valitsemiseen. Joissain tapauksissa voidaan käyttää myös eriparileukoja, jolloin tietynlaista prosessia saadaan tehostettua. Kuvassa 11 on erityyppisiä leukavaihtoehtoja.



Kuva 11. Leukamurskaimen erityyppisiä leukoja. [9]

4.1.5 Leukamurskaimen syöttöaukko

Kita-aukko on leukamurskaimen syöttöaukko, jonka mitat yleensä ilmoitetaan murskaimen tyyppimerkinnässä. Esimerkiksi Lokotrack LT106-murskaimen kita-aukon leveys on 106 cm. Murskaimen kita-aukon koko määrittää kappalekoon, jonka murskain pystyy murskaamaan. Suurin murskattava kappale leukamurskaimella on noin 80 % syöttöaukon syvyydestä. Nordberg C-sarjan leukamurskaimessa syöttöaukko mitataan suorassa linjassa kiinteän leuan hampaan yläosasta liikkuvan leuan hammasuran pohjaan. Kuva 12 esittää leukamurskaimen kita-aukkoa. [8 s.495]

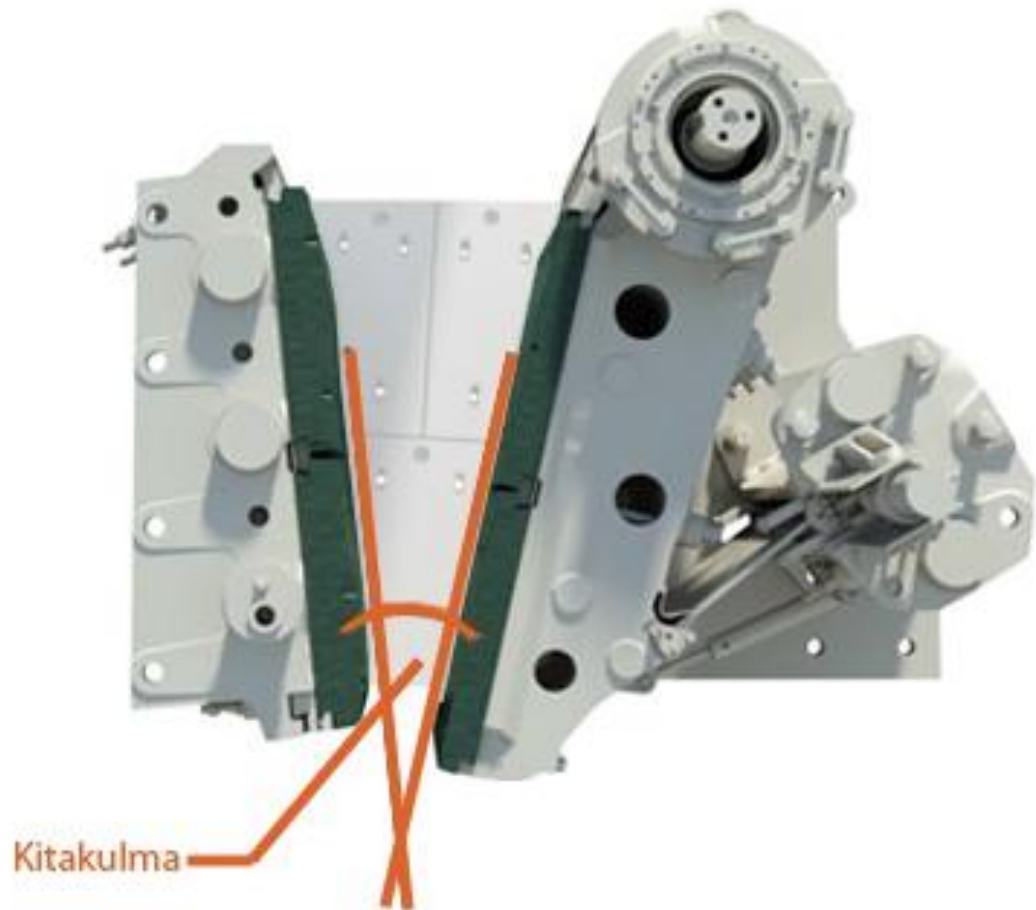


Kuva 12. LT 106:n Kita-aukko.

Yllä oleva kuva esittää insinööriyön aiheena olevan Lokotrack 106:n kita-aukkoa huoltotoimenpiteiden aikana. Kuvassa ylempi leuka, joka on kiinteä leuka on poistettu kulumisen vuoksi uusien leukojen asentamiseksi. Kuvassa paikoillaan oleva leuka tekee murskaustyön edestakaisella hieman epäkeskosti pyörivällä puristavalla liikkeellä. Kuvassa 10 on esitetty kulunut leuka nostettuna pois paikoiltaan murskaimen päälle.

4.1.6 Kitakulma

Kitakulma tarkoittaa kiinteiden ja liikkuvien leukojen välistä kulmaa. Liian suuri kitakulma pienentää kapasiteettia ja lisää kulumista, koska silloin syöttömateriaali hioo ja kovertaa leukoja pystysuunnassa puristusiskun aikana. Leukamurskaimen kitakulma on yleensä 20-25 astetta. Kuvassa 13 on havainnollistettu kitakulmaa.

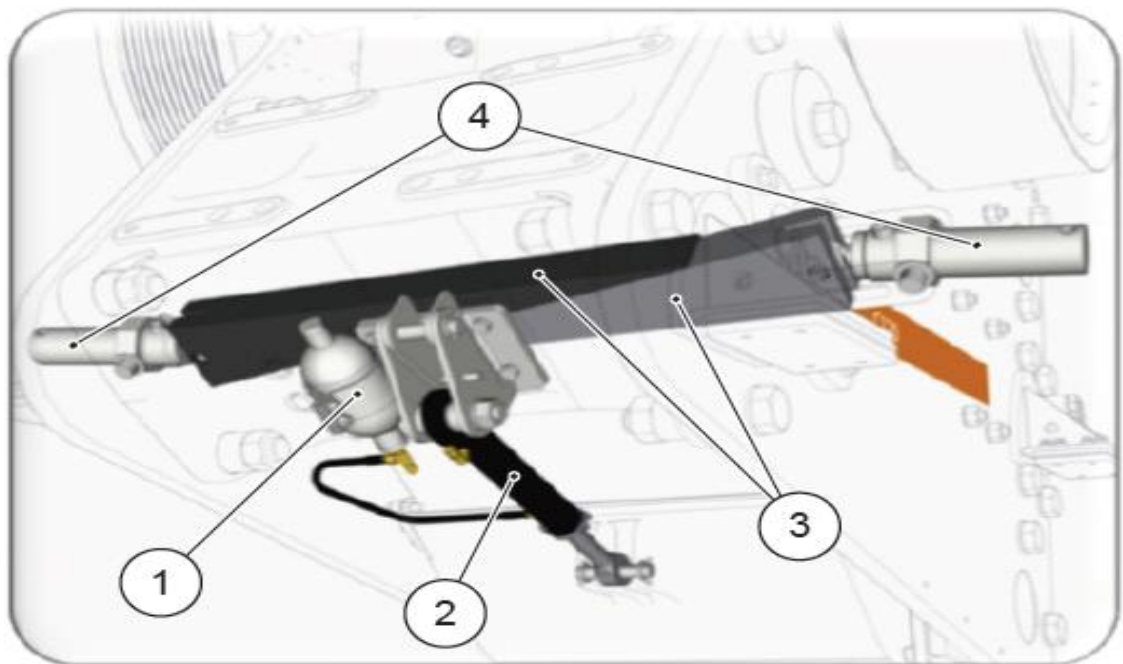


Kuva 13. Leukamurskaimen kitakulma. [9]

Kitakulma muuttuu jossain määrin asetusta muutettaessa. Kulma on suurimmillaan, silloin kun asetus on säädetty minimiin ja pienimmillään silloin kun asetus on ajettu maksimiasentoon. Liian pieni kitakulma voi tehdä murskauksesta tehottoman, koska leukojen ja murskattavien kappaleiden välinen kitka ei pidä murskattavia kappaleita enää paikoillaan ja kivet pyrkivät pomppimaan murskaimessa.

4.1.7 Leukamurskaimen asetus

Asetus on leukamurskaimen tärkein parametri, koska se määrittää murskaimen kapasiteetin sekä lopputuotteen enimmäiskoon. Asetuksella tarkoitetaan murskauspintojen alaosan pienintä etäisyyttä toisistaan. Asetuksen tulee olla muutettavissa, koska asetusarvo määrää murskaimesta ulostulevien partikkeleiden koon, mitä pienempi asetus sen hienompaa raetta syntyy. Valmistajat ilmoittavat kullekin koneelle pienimmän sallitun asetuksen, jonka alittamisesta aiheutuu usein koneen ylikuormittuminen ja siitä johtuva vaurioituminen. Kuvassa 14 on esitetty Nordberg C-sarjan leukamurskaimen hydraulisen asetuksen säädön rakenneosat. [2 s.497]

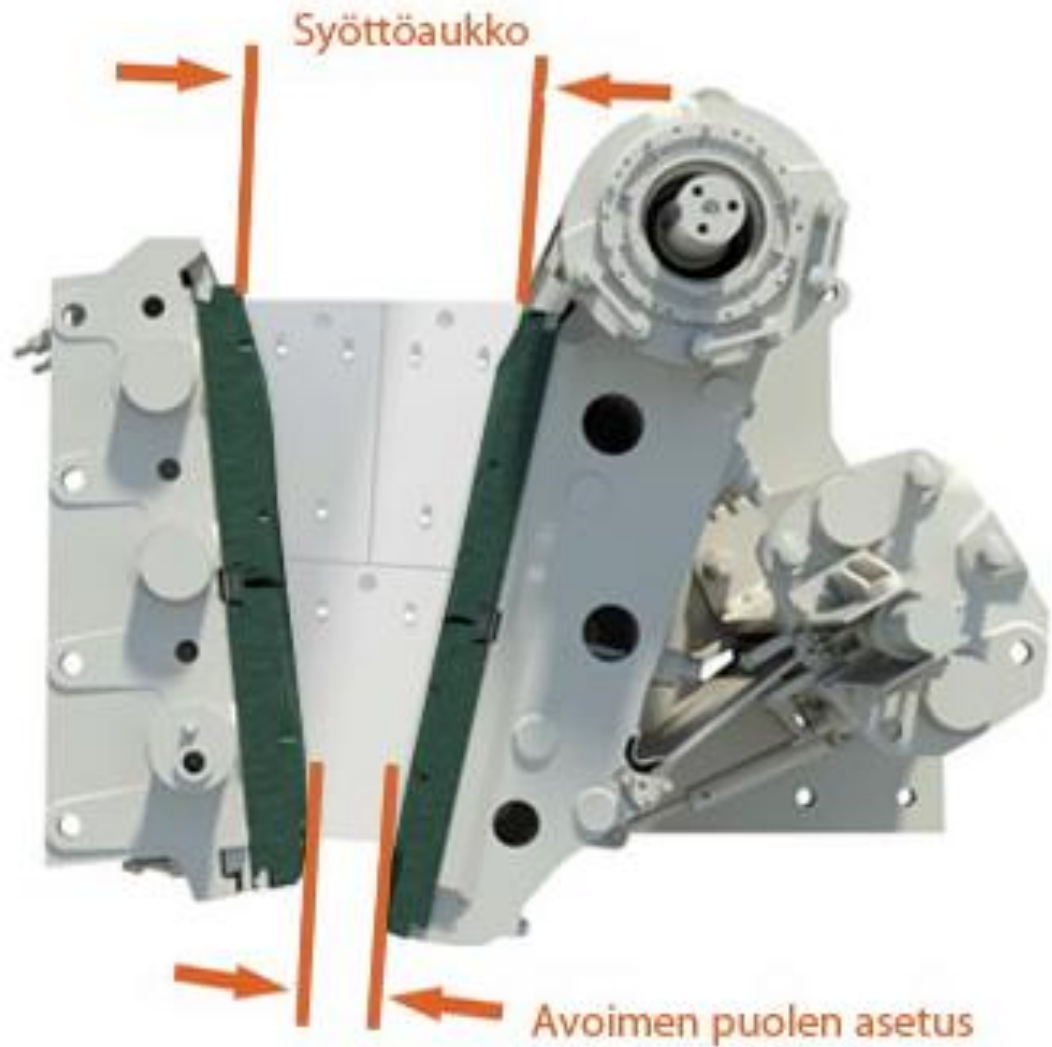


Kuva 14. Nordberg C-sarjan asetuksen säädön rakenneosat: 1. paineakku, 2. lukitusylinteri, 3. säätökiilat, 4. säätösylinterit. [10]

Insinööriyön kohteena oleva LT 106 on varustettuna hydraulisella asetuksen säädöllä, jonka käyttöä helpotetaan tässä insinööriyössä anturoinnilla, joka ilmoittaa asetusmitan kaivinkoneen ohjaamoon sekä erilliseen valvomoon. Mittaustietojen tuloksilla asetusta voidaan ohjata etäältä, joka lisää koneen käyttöturvallisuutta.

4.1.8 Avoimen puolen asetus (OSS)

Avoimen puolen asetuksella tarkoitetaan leukamurskaimen leukojen suurinta etäisyyttä toisistaan. Kuvassa 15 on havainnollistettu avoimen puolen asetusta.

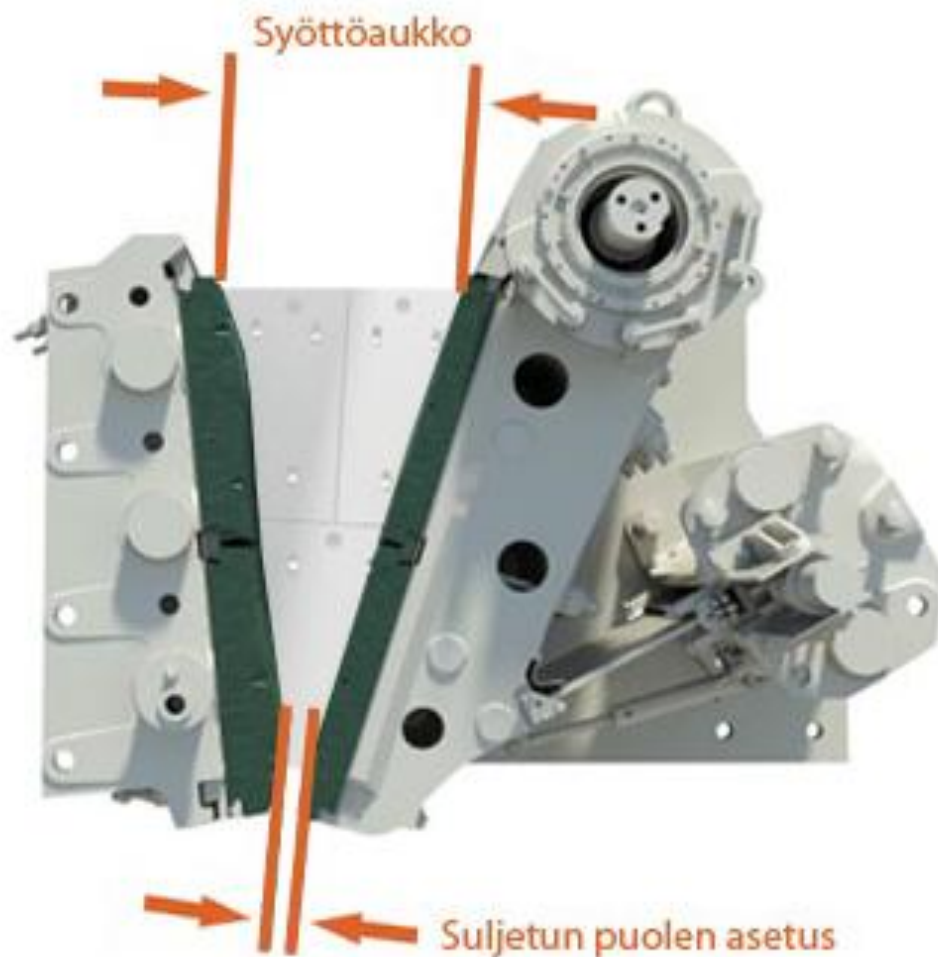


Kuva 15. Avoimen puolen asetus. [9]

Avoimen puolen asetus mitataan, kun murskain on levossa. Asetus mitataan joko hampaan kärjestä hampaan kärkeen tai uran pohjalta hampaan kärkeen leukojen hammasprofiilista riippuen. Nordberg C106-sarjan murskaimen avoimen puolen asetuksen mittaustuloksesta tulee vähentää 34 mm. [9]

4.1.9 Suljetun puolen asetus (CSS)

Suljetun puolen asetuksella tarkoitetaan leukamurskaimen leukojen ollessa pienimmällä etäisyydellä toisistaan. Suljetun puolen asetus voidaan laskea vähentämällä isku avoimen puolen asetukselta (OSS). Suljetun puolen asetus on tärkein murskainparametri, sillä se määrittää tuotteen enimmäiskoon ja vaikuttaa merkittävästi kapasiteettiin, tuotteen raekokoon, tehonkulutukseen ja kulumiseen. On hyvin tärkeää katsoa koneen käyttöoppaasta pienin suljetun puolen asetus. Kuvassa 16 on havainnollistettu suljetun puolen asetus. [9]



Kuva 16. Suljetun puolen asetus. [9]

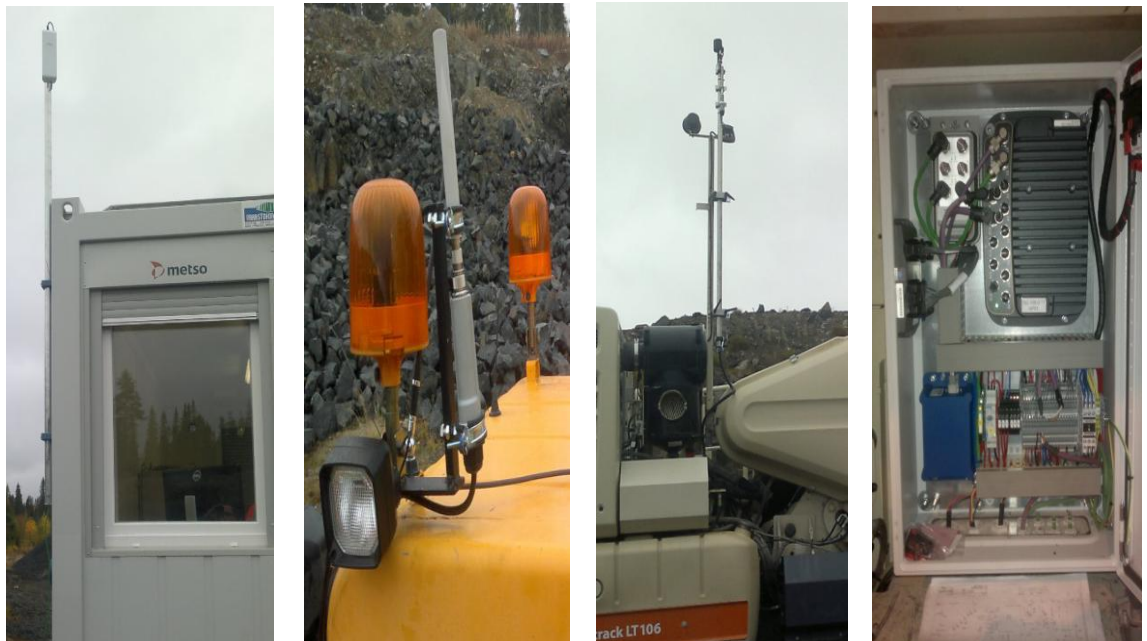
Taulukossa 2 on esitetty Nordberg-leukamurskaimen suositeltuja minimiasetuksia.

Taulukko 2. Sallitut minimiasetukset. [9]

	Suljetun puolen asetus	Avoimen puolen asetus
Kova kivi (>150 Mpa)	70 mm	107 mm
Pehmeä kivi (< 150 Mpa)	60 mm	97 mm
Kierrätys	45 mm	82 mm

4.2 LT 106:n Metso DNA -laitosautomaation rakenne

Metso DNA -järjestelmän tehtävänä on tulkita materiaalia ja näin säätää laitteistoa automaattisesti, mahdollistaen prosessin jatkuvan optimoinnin, jolloin kivilaadun vaihdellessa prosessi säätää itseänsä. Metso DNA tallentaa jatkuvasti tietokoneen kovalevyille prosessissa tapahtuvia muutoksia sekä tilastoi tapahtumat, joiden perusteella tutkitaan koko prosessin kannattavuutta sekä nähdään mahdolliset parannuskohdat. Ohjelmisto laskee jatkuvasti suurinta mahdollista tuotantomäärää energian kulutuksen, lopputuotteen ja kiertokiven määrän perusteella. Kuvat 17-20 esittää järjestelmän tukiasemia, sekä Metso DNA keskusta. [13]

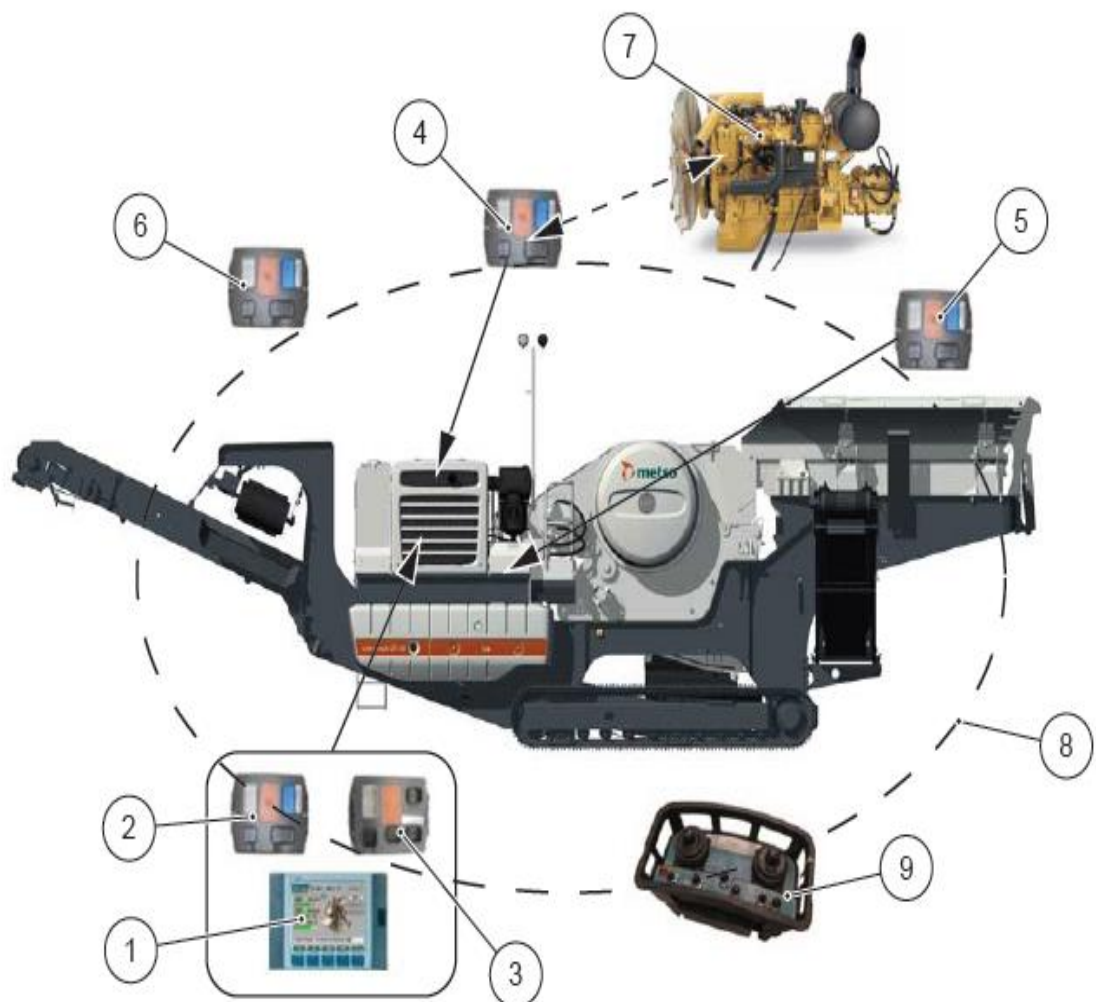


Kuvat 17, 18, 19 ja 20. Järjestelmän tukiasemia, sekä oikealla Metso DNA -keskus [10]

Metso DNA raportoi automaation käyttöasteen, energiankulutuksen, kiertokiven määrän, kiviaineksen syötön, käyntiajat sekä murskainten pinnat. Raporttiin on kirjattuna kokonaistuotanto (tonneina, t). Arvo saadaan vaakojen läpikulkeneen kiviaineksen määrästä, tuotanto (t/h). Metso DNA -järjestelmä kommunikoi langattoman paikallisverkon (WLAN) avulla. Langaton verkko käyttää yllä olevissa kuvissa esiintyviä suunnattavia sekä ympärisäteileviä tukiasemia (antenneja). [13]

4.3 IC700-ohjausjärjestelmä

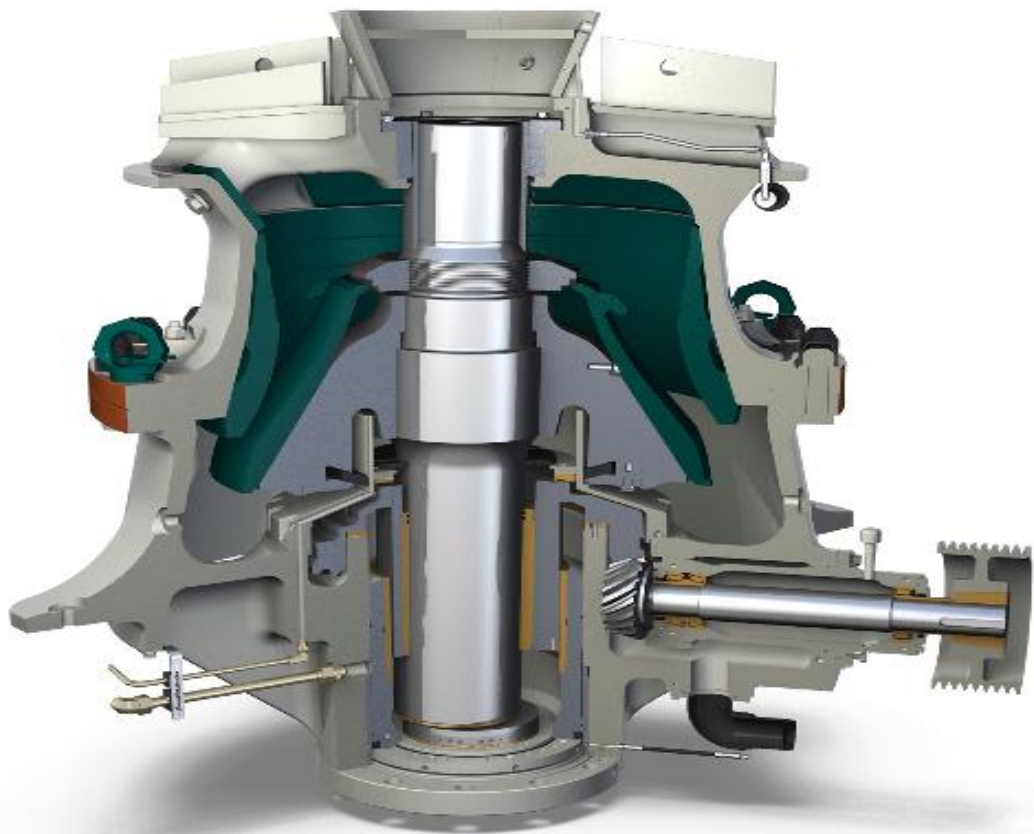
IC-automaatio eli Intelligent Controller -automaatoratkaisu lisää olennaisesti liikuteltavien ja kiinteiden murskainten käytettävyyttä ja luotettavuutta. Automaation ansiosta kone ei ylitä suorituskykyään, vaikka se pystyy toimimaan äärirajoillaan. Yksi IC-automaation ominaisuuksista on kalibrointi. Murskaimen terien eli kulutusosien kuluessa terien välinen etäisyys kasvaa, mikä muuttaa murskeen kokoa. Kalibroinnin avulla saadaan terien kulumisesta huolimatta mahdollisimman tasalaatuinen lopputuote. Terien välistä etäisyyttä voidaan säätää manuaalisesti tai automaattisesti. Kuvassa 21 esitetään IC700-ohjausjärjestelmän osat. [13]



Kuva 21. IC700-ohjausjärjestelmän osat: 1. näyttö (UCD), 2. laitteen ohjausmoduuli, 3. virransyöttö- ja HUB-moduuli (HUB), 4. moottorin ohjausmoduuli (EMC), 5. hydraulikan ohjausmoduuli, 6. lisämoduuli, 7. moottori, 8. CAN/J1939, 9. CAN-radio-ohjain. [10]

4.4 Kartiomurskain ja karamurskain

Kartiomurskaimia käytetään yleensä väli- ja hienomurskaimina. Murskaus tapahtuu sisäkkäin olevien kartiopintojen välissä, joista sisempi tekee pyörivää liikettä hienontaen murskattavat kappaleet. Materiaali murskataan murskauskammiossa ulkoisen maljaksi kutsutun kiinteän kartion ja sisäisen liikkuvan kartion välillä. Hammaspyörillä pyöritettävä epäkeskoakseli saa aikaan kara-akselin oskilloivan liikkeen. Kartiomurskaimen asetuksen säätö tapahtuu muuttamalla maljan asemaa pystysuunnassa. Kuva 22 esittää karamurskainta. [6 s.202]



Kuva 22. Kartiomurskain. [9]

Kartiomurskaimen ja karamurskaimen toimintaperiaate on hyvin samankaltainen. Suurimpana eroavaisuutena on kara-akselin tuenta, joka karamurskaimessa on tuettu sekä ylä- että alapäästä ja kartiomurskaimessa ainoastaan alapäästä. [6 s.503]

Karamurskaimen kammio on yleensä hieman pystympi ja pystyy käsittelemään hieman karkeampaa syötettä kuin kartiomurskain. Karamurskaimen asetusta säädetään nostamalla tai laskemalla kara-akselia [6 s.201]

4.5 Valssimurskain

Valssimurskaimissa on yleensä kaksi vaaka-akselista kovamanganiteräspinoitettua teräsvalssia, jotka pyörivät vastakkaisiin suuntiin ja joiden välissä murskaus tapahtuu. Valssimurskaimia käytetään yleensä hienomurskaukseen. Asetusta voidaan muuttaa valssien etäisyyttä muuttamalla. Valssimurskaimia käytetään yleensä pehmeän, ei-kuluttavan aineksen esi- ja jatkomurskauksessa. Ne soveltuvat hyvin myös kostealle materiaalille. [6 s.202]

4.6 Iskumurskain

Iskumurskauksessa murskaus tapahtuu nopeasti liikkuvan vasaran ja murskaimen sisäpinnan välisessä tilassa nimensä mukaisesti iskulla. Menetelmä soveltuu parhaiten pehmeiden materiaalien hienontamiseen, kuten talkille ja kalkkikivelle. Iskupalkkimurskaimen toiminta perustuu iskuenergian nopeaan siirtämiseen kivimateriaaliin. Iskupalkkimurskaimet tuottavat kuu- tiomaisia tuotteita, ja niiden murskaussuhde on korkea, kunhan syöte ei ole liian hienoa. Tämä tarkoittaa sitä, että joissakin tapauksissa on mahdollista suorittaa yhdellä iskupalkkimurskaimella tehtävä, johon normaalisti käytetään useita puristumurskaimia. Iskupalkkimurskaimia voidaan käyttää myös valikoivaan murskaukseen, jossa mineraalit erotellaan sivukivestä. [6 s.203]

5 KIVITEKNOLOGIA

Yleiskielessä puhuttaessa kivi on kaikkien maankuoren kiinteiden osien yleisnimitys, joista tieteellisesti puhuttaessa käytetään yleensä nimityksiä kivilaji tai mineraali. Kivilaji muodostuu yhdestä tai useammasta luonnollisesti syntyneestä mineraalista, joten myös hiekka ja savi luokitellaan kivilajeiksi. Kivilajeja tutkivasta tieteestä käytetään nimitystä petrologia. Mineraalit ovat rakenteeltaan yhtenäisiä ja syntyneet luonnollisella tavalla. Mineraaleilla on yleensä niille ominainen kidemuoto. Mineraaleja tutkivasta tieteestä käytetään nimitystä mineralogia. Kide on kemiallisesti yhtenäinen kappale, jossa atomit ovat järjestäytyneet hilarakenteeksi. Erilaiset hilarakenteet aiheuttavat mineraalien fysikaaliset ominaisuudet. Kiteitä tutkivaa tiedettä kutsutaan kristallografiaksi. Malmeiksi luokitellaan mineraalit ja mineraaliryhmät, joiden metallipitoisuutta voidaan taloudellisesti hyödyntää. Luonnonkivi on rakentamisen historian tärkein materiaali. Luonnonkiven suosio on perustunut sen suureen lujuteen, hyvään kestävyteen ja korkealaatuiseen ulkonäköön. [14 s.66]

Kivilajien luokitus tapahtuu yleensä geneettisin perustein eli kivilajien alkuperän mukaan. Kivilajit voidaan jaotella kolmeen pääryhmään magmakivet, sedimenttikivet ja metamorfiset kivet. Magmakivet muodostuvat magmaattisen aineksen kiteytyessä maanpinnalla tai maankuoren sisällä. Magmakivet jaotellaan vielä eruptiivisiin eli pintakiviin, hypabyssisiin eli puolipinnallisiin kiviin ja plutonisiin eli syväkiviin niiden kiteytymissyvyyteen perustuen. Sedimentit muodostuvat minkä hyvänsä kivilajin rapautuessa syntyvien jäänteiden kerrostuessa maalle tai mereen. Metamorfiset kivet muodostuvat toisten kivilajien muuttumistuloksina maankuoressa korkeiden lämpötilojen ja suurien paineiden vaikutuksesta. Magmakiveä sekä metamorfisia kiviä on nimetty myös peruskallioksi, koska niitä on pidetty maankuoren vanhimpina muodostumina. [14 s.68]

Suomen kallioperän näkyvissä olevat muodostumat koostuvat eri kivilajeista, jotka ovat syntyneet noin 2,5 miljardin vuoden kuluessa. Tämä on samalla likimain vanhimpien ja nuorimpien kivilajimuodostumien ikäero maamme kallioperässä. Rakennusteollisuudessa kivet luokitellaan usein koviksi ja pehmeiksi. Luonnonkiven ominaisuuksia ja käyttökelpoisuutta arvioidessa on kuitenkin muistettava, että kivi on luonnonmateriaali ja sen ominaisuudet vaihtelevat paljon. [15 s.33]

6 ANTURIT

Anturi, josta voidaan käyttää myös nimityksiä tunnistin, mittalaite tai sensori, on mittalaitteen osa, jonka tehtävänä on muuntaa mekaanisen järjestelmän fysikaaliset tai kemialliset suureet sähköisiksi suureiksi ja lähettää signaalit ohjausjärjestelmälle, jonka logiikka käsittelee anturitiedon ohjaten mekaanisia toimilaitteita päätelmien perusteella. Elektronisten antureiden ulostulo voi olla jännite tai virta tai niiden amplitudi, taajuus, vaihe, pulssin leveys, tai sähköisen värähtelyn syklit tai jaksot, taikka sähköinen parametri eli vastus, kapasitanssi tai induktanssi. Anturissa ei yleensä ole itsessään näyttöä tai osoitinlaitetta, vaan mittaustieto lähetetään eteenpäin mittarille tai automaatiojärjestelmälle. Anturit jaotellaan usein kahteen luokkaan analogisiin ja digitaalisiin. Analogiset anturit lähettävät viestin jonkin fysikaalisen suureen arvona ja digitaalisen anturin viesti on epäjatkuva esimerkiksi päällä tai pois. Teknisissä sovelluksissa riittävän spesifisen, tarkan ja kestävänt anturin valinta on avainasemassa. Tässäkin insinööriyössä vertaillaan erilaisia työhön soveltuvia antureita ja niiden soveltuvuutta käyttökohteeseen. [16 s.4]

6.1 Ultraäänianturi

Ultraäänianturit ovat mittauslaitteita, joista ilmassa etenevän äänen heijastukseen perustuvia antureita käytetään teollisuudessa esimerkiksi tilan valvontaan, liikkeiden havaitsemiseen sekä etäisyyksien mittaamiseen. Ultraäänianturi tuottaa ultraääntä lähettäen ultraäänien mitattavaan kohteeseen heijastuen takaisin ja anturin elektroniikka laskee äänen kulku-aikaa. Mitattavan kohteen etäisyys anturista on suoraan verrannollinen äänen palautumisaikaan vakioäänennopeudella. Ultraääniantureiden tunnistusetäisyys vaihtelee muutamista sentteistä kymmeneen metriin ja mittausalue on tarkasti asetettavissa. Ultraäänianturin etuna on tunnistusalueen valintamahdollisuus ja helppo asennettavuus sekä läpinäkyvien materiaalien tunnistaminen.

Äänen tuottaminen ultraääniantureissa toteutetaan tavallisesti joko sähköstaattisesti tai pietsosähköisesti. Sähköstaattisissa järjestelmissä korkea värähtelytaajuus on saatu aikaan värähtelypiirillä, jossa on esimerkiksi 300 V jännite. Pietsosähköisessä järjestelmässä kide saadaan värähtelemään vaihtojännitteellä, joka on alempi kuin sähköstaattisessa järjestelmässä. Antureiden ultraäänitaajuus on 40 - 200 kHz. Korkeilla taajuuksilla mittausetäisyys on muutama metri, ja matalammilla taajuuksilla voidaan mittausetäisyyttä kasvattaa noin 10 metriin. Ultra-

äänianturin tunnistusalue on kapea. Ultraäänikeilan avautumiskulma on noin 5 - 15 astetta, tosin tunnistusaluetta voidaan leventää käyttäen anturin edessä ääntä hajottavia laitteita. Tämä pienentää mittauspinnalle osuvan äänen intensiteettiä, ellei lähetystehoa nosteta. Ultraääni on häiriöaltis muiden ultraäänilähteiden äänille. Näitä ovat muut ultraäänianturit sekä mm. hitsauksessa, metallien leikkauksessa ja hionnassa syntyvät äänet. Ultraäänimenetelmä soveltuu erittäin hyvin vaikeisiin olosuhteisiin, koska se läpäisee pölyn tai muun ilman epäpuhtauden hyvin ja tunnistaa miltei minkä tahansa pinnan. Kuitenkin tunnistuskyky on heikko huonosti ääntä heijastavilla materiaaleilla, kuten pehmeät, huokoiset ja kuumat kappaleet. Ultraäänianturi tunnistaa riippumatta materiaalista, väristä ja tunnistettavan pinnan rakenteesta. Kuva 23 esittää ultraäänianturia. [17]



Kuva 23. Ultraäänianturi.

6.2 Ultraääni

Ultraääneksi kutsutaan ääntä, jonka taajuus ylittää kuuloalueen. Ultraäänen ylärajana on 10 GHz taajuus. Taajuusalue jaotellaan kahteen alueeseen; matalaan ja korkeaan. Matalan ultraäänen alueella 20 kHz...100 kHz ovat ilmassa etenevät ultraäänit. Korkeaa ultraäänen aluetta 1 MHz...10 GHz käytetään kiinteän aineen ja nesteiden tutkimiseen. Teknisesti ultraääntä voidaan tuottaa esimerkiksi sähkö- ja magnetostriktion avulla. Ultraäänellä on useita teknisiä sovelluksia, jotka perustuvat äänen kulkuajan mittaamiseen. Ultraäänellä voidaan havaita kuuloalueen ulkopuolelle jäävät äänet, ja esimerkiksi käytettäessä ultraäänianturia 100 Hz taajuudella voidaan mitata kohteen paikka sata kertaa sekunnissa eli kymmenen millisekunnin välein. Äänen kulku-aika on ilmassa edestakaisin noin 6 ms/m. [18 s.282]

7 TYÖN SUORITUS

Työ lähti käyntiin tammikuun puolessavälissä 2014, käymällä Taivalkoskella, jolloin koneissa oli huoltotoimenpiteet käynnissä. Ajankohta käynnille oli erinomainen koska koneet olivat sisällä hallissa ja mukana huoltotoimenpiteissä oli myös Metson huoltohenkilöstöä. Päivän tutustuminen koneeseen ja sen toimintoihin sekä keskustelut ammattioppilaitoksen henkilöstön ja Metson huoltohenkilöstön kanssa antoivat hyvän perehdytyksen koneeseen ja mahdollisiin Metsolta saataviin lisävarusteisiin joita voitaisiin hyödyntää koneen käyttömukavuutta ja työturvallisuutta lisäämään.

7.1 Lisävarusteiden hankinta

Tein useita tiedusteluja Metsolle lisälaitteista sekä hankin tietoa mm. internetistä, löytäkseni oikeaa ratkaisua, jolla murskain saataisiin kevääseen mennessä uusien toimintojen myötä käyttöön. Asetus sekä sen ohjaus ja valvonta haluttiin tehdä etäältä valvomokontista sekä kaivinkoneelta. Metsolta löytyi asetukseen lisätoimintoja, joista pyysin tarjouksia, joiden perusteella toimintoja saataisiin parannettua.

Metsolta löytyi lisävarusteena ultraääniasetusanturi tarvikkeineen asennettuna, joka sisälsi myös anturin kiinnitystelineen, johtosarjan ja asennustyön.

Metsolta oli saatavilla myös DNA -järjestelmän vaatimat muutokset, johon kuului anturin ohjelmointi IC-järjestelmään, joka mahdollistaa asetuksen ohjaamisen sekä lukemisen kaivinkoneelta ja valvomokontista erilliseltä näytöltä.

7.2 Asetuksen asennus

Koneeseen hankittiin Metsolta tarjouksen mukaiset tuotteet, jotka asennettiin Taivalkoskella ammattiopistolla. Kuvassa 25 on ultraäänianturi asennettuna telineeseensä, sekä oikeassa laidassa näkyy vastinlevy, josta anturi mittaa etäisyyden asetusta muutettaessa.



Kuva 25. Asetusanturi ja kiinnitysteline asennettuna.

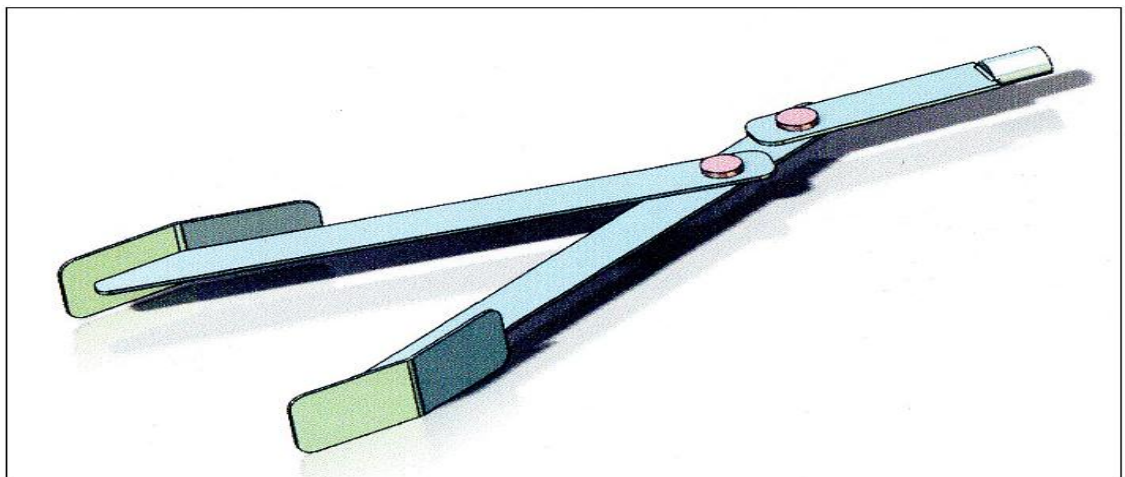


Kuva 26. Anturin johdotukset IC-järjestelmään.

Kuvassa 26 näkyy asetusanturin johtosarja asennettuna.

7.3 Kalibrointityökalun suunnittelu

Markkinoilta ei löytynyt valmiita mittalaitteita, joita tässä kohteessa olisi mahdollista käyttää, joten alkoi käyttökohteeseen sopivan mittalaitteen suunnittelu. Kalibrointiin yritettiin suunnitella myös anturointia, jolla leukojen kuluneisuus mitattaisiin, mutta useiden tutkimusten jälkeen päädyin siihen lopputulokseen, ettei murskaimen kita-aukkoon voi asentaa minkään tyyppistä kiinteää anturia, joka kestäisi olosuhteita, joten mittaimesta päätin valmistaa mekaanisen laitteen. Työkalun vaatimuksena oli suunnitella helppokäyttöinen, varmatoiminen sekä vaikeita olosuhteita kestävä mittaväline. Mittaustyökalun suunnittelun suoritin SolidWorks 3D -mallinnusohjelmalla. Mittalaitteella tulisi saada mitattua asetus 50 millimetristä kolmeen sataan millimetriin saakka. Kuvassa 27 on 3D-malli mittalaitteesta.



Kuva 27. Mittatyökalun prototyyppi.

Kuvan mittatyökalun leukojen pulttia kiristetään siipimutterin avulla sopivaan kireyteen, jolloin mittatyökalua työnnettäessä murskaimen leukojen väliin mittatyökalun leuat asettuvat siihen asentoon, jossa murskaimen leuat ovat pienimmillään. Tämän jälkeen mittatyökalun leukaväli mitataan esimerkiksi rullamitalla. Ylemmän nivelen tarkoituksena saada mittatyökalu haluttuun kulmaan, jotta mittaaminen helpottuu, etenkin maksimi, ja minimimittaa otettaessa. Myös ylempi nivel on varustettu siipimutterilla käytön helpottamiseksi. Peltilevitykset leukojen päissä helpottavat mittausta leukojen epätasaisesta pinnasta johtuen. Materiaaliksi valitsin ruostumattoman teräksen sen lujuuden ja korroosio-ominaisuuksien vuoksi. Mittalaitte vaatii myös jatkovarren, jotta mittausta voidaan suorittaa kita-aukon pohjalta noin kahden metrin etäisyydeltä. Jatkovarren materiaaliksi valitsin alumiiniputken sen keveydestä ja korroosio-ominaisuuksista johtuen.

8 LOPPUTULOKSET

8.1 Automaattinen asetus

Asetuksen ohjaaminen sujuu nyt kaivinkoneelta käsin langattomasti Metso DNA -järjestelmän kautta. Kuvassa 28 on näkymä kaivinkoneen ohjaamosta. Alempi näyttö on Metso DNA -kaivinkone näyttö, josta prosessia voidaan tarkkailla sekä ohjata. Asetuksen ohjaaminen onnistuu myös kosketusnäytön avulla. Ylempi on kameranäyttö, josta murskausprosessia voidaan tarkkailla kaivinkoneesta myös silmämääräisesti.



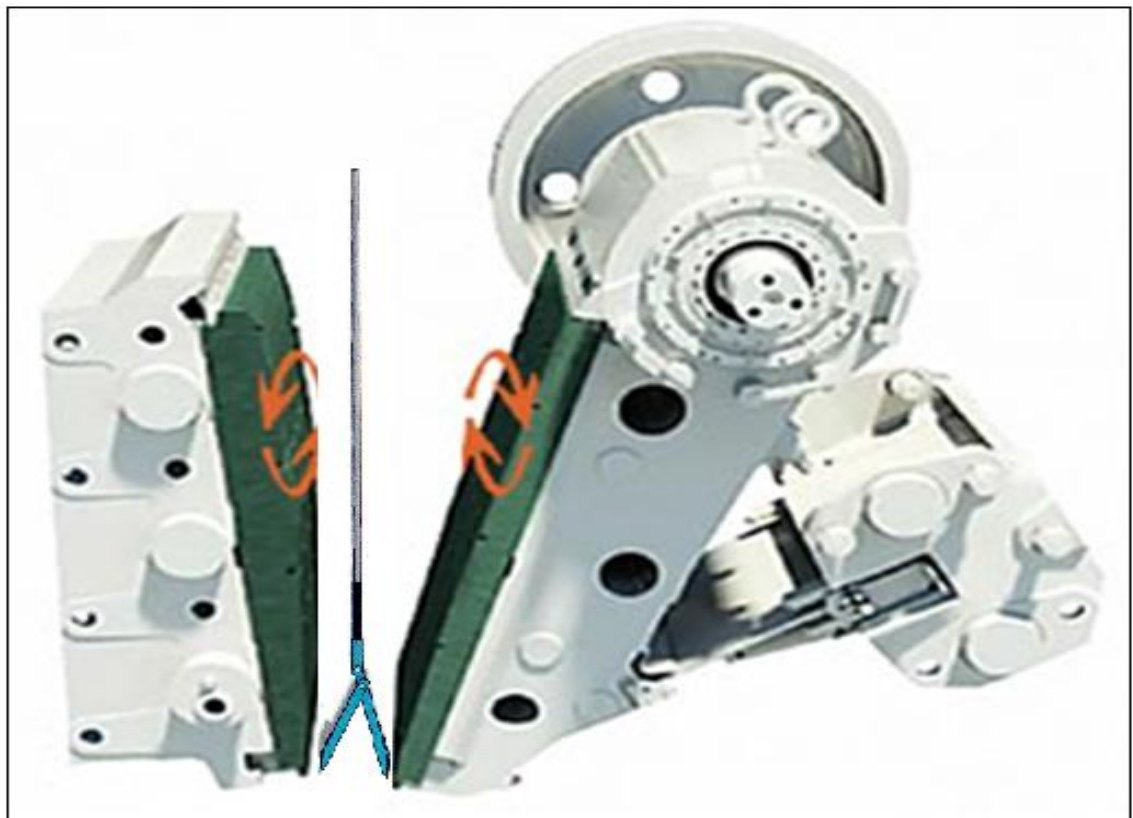
Kuva 28. Kaivinkoneen näkymä. [10]

Kaivinkoneen kuljettajan ei tarvitse poistua koneesta enää yhtä usein, mikä tekee työskenteilyn helpommaksi sekä turvallisemmaksi. Automatisoidulla asetuksella saadaan prosessista myös tehokkaampi ja luotettavampi.

8.2 Asetuksen kalibrointi

Murskainta käytettäessä murskausleuat kulumat, mikä aiheuttaa virheellisen leukavälin asetuksen. Kulumisesta johtuen tulee leukaväli aikavälein mitata, jonka perusteella IC-järjestelmä kalibroidaan, jotta asetus olisi luotettava.

LT 106:n asetus kalibroidaan säännöllisesti, jotta murskausprosessi pysyy tasalaatuisena. Kalibroinnilla saadaan kompensoitua murskaimen kulutusosien kulumisesta aiheutuvat mittavirheet. Leukojen kuluneisuus mitataan ja IC-järjestelmä kalibroidaan mittaustuloksen perusteella. Kuvassa 29 on havainnollistava esimerkki kalibrointimittauksen suorittamisesta.



Kuva 29. Asetuksen kalibrointimittaus. [9]

Kalibrointimittaus suoritetaan mittaamalla leukaväli siihen suunnitellulla mittalaitteella, joka insinööriyössä kehitettiin. Mittaus suoritetaan kolmesta kohdasta, johtuen leukojen epätasaisesta kulumisesta. Näistä mittaustuloksista lasketaan keskiarvo, jonka mukaan järjestelmä kalibroidaan. Kalibrointimittauksen tuloksella IC-järjestelmä kalibroidaan säännöllisin väliajoin, jotta asetus säilyy reaaliaikaisena.

Kuvassa 30 on murskaimessa kiinteästi sijaitseva IC-järjestelmä, johon kalibrointi suoritetaan.



Kuva 30. IC-ohjausjärjestelmä.

IC-järjestelmä on yhdistetty langattomasti kaivinkoneen hyttiin, josta murskainta voidaan ohjata, sekä valvomokontiin, josta murskausprosessia voidaan tarkkailla. Kuvassa 31 on IC-järjestelmän näkymä asetuksesta.



Kuva 31. Asetus näkymä.

9 YHTEENVETO

Työn kehityskohteena oli Lokotrack-106 liikuteltava tela-alustainen leukamurskain. Tavoitteena oli löytää ratkaisu murskaimen asetuksen automatisointiin. Työssä suunniteltiin myös automatisoituun asetukseen tarvittava kalibrointimittauslaite. Työn keskeisenä ideana oli parantaa murskaustyön käyttömukavuutta, työturvallisuutta sekä työskentelyn tehokkuutta.

Työn teoriaosuudessa käsiteltiin murskausprosessia, joka sisälsi louhinnan, esimurskauksen, välimurskauksen, hienomurskauksen ja seulonnan. Edelleen työssä selvitettiin murskauslaitteita, joita olivat leukamurskain, kartiomurskain, karamurskain, valssimurskain ja iskumurskain. Näistä leukamurskainta tarkasteltiin syvemmin, koska se oli insinööriyön kehityskohteena, ja muita murskaimia yleisellä tasolla. Työssä käsiteltiin myös anturitekniikkaa ja ultraäänianturin toimintaperiaatetta, koska sitä käytettiin työssä asetuksen mittaamiseen. Myös kiviteknologiaan käytiin lyhyt katsaus. Lopuksi käytiin läpi työn suoritusta ja työn lopputuloksia.

Insinööriyötä suorittaessa käytin tietoa lukuisista lähteistä, joita hyödynsin työn suorituksessa. Työssä tavoitettiin tilaajan toivomukset, ja murskaimeen saatiin hankittua sekä asennettua automatisointiin tarvittavat laitteet, sekä IC-järjestelmän ohjelmoinnit. Insinööriyö oli kokonaisuudessaan hyvin mielenkiintoinen ja opettavainen ja antoi laajasti uutta tietoa ja osaamista murskausprosessista ja murskauslaitteista.

LÄHTEET

1. OSAO [WWW-dokumentti] <http://www.osao.fi/index.php?1924>
OsekEsite2014.pdf - adobe Reader. (luettu 31.3.2014).
2. OSAO [WWW-dokumentti] <http://www.osao.fi/index.php?2199>. (luettu 1.4.2014).
3. Metso [WWW-dokumentti]
http://www.metso.com/fi/miningandconstruction/Mining_Construction_FI.nsf/WebWID/WTB-100630-22576-65CDC?OpenDocument. (luettu 20.1.2014).
4. Hakapää, Lappalainen. 2009. Kaivos- ja louhintatekniikka. Kaivannaisteollisuusyhdistys ry opetushallitus.
5. Vuolio, Halonen 2010. Räjätystyöt.
6. Hakapää, Lappalainen 2009. Kaivos- ja louhintatekniikka. Kaivannaisteollisuusyhdistys ry opetushallitus.
7. Tuija Mustonen. Opinnäytetyö Seulan kunnonvalvonnan suunnittelu.
8. Alaniska, Grönqvist 1982. Kaivos- ja louhintatekniikan käsikirja 1982.
9. Metso kulutusosaopas [WWW-dokumentti]
[http://www.metso.com/fi/miningandconstruction/Mining_Construction_FI.nsf/WebWID/WTB-111010-22576-960FE/\\$File/C-Jaw_fi.pdf](http://www.metso.com/fi/miningandconstruction/Mining_Construction_FI.nsf/WebWID/WTB-111010-22576-960FE/$File/C-Jaw_fi.pdf). (Luettu 2.4.2014).
10. OSAO koulutusmateriaali PP. Lokotrack-106.
11. Metso [WWW-dokumentti]
http://www.metso.com/fi/miningandconstruction/Mining_Construction_FI.nsf/WebWID/WTB-100630-22576-65CDC?OpenDocument. (luettu 12.4.2014).
12. Metso [WWW-dokumentti]
[http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/B8CF69AE17A2753342256AF800334C07/\\$File/CseriesFinnish.pdf](http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/B8CF69AE17A2753342256AF800334C07/$File/CseriesFinnish.pdf). (luettu 12.4.2014).
13. Metso [WWW-dokumentti]
[http://www.metso.com/corporation/info_eng.nsf/WebWID/WTB-070522-2256F-53803/\\$File/metso_rockcrushing_fin.pdf](http://www.metso.com/corporation/info_eng.nsf/WebWID/WTB-070522-2256F-53803/$File/metso_rockcrushing_fin.pdf). (luettu 18.1.2014).
14. Schumann W. Kivet ja mineraalit 1972.
15. Laitakari, Mesimäki 1998. Kiviteknologia 1 luonnonkiven ominaisuudet.

16. Zabler, Finkbeiner 2009. Autojen anturit.
17. [WWW-dokumentti] <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/1998/T1938.pdf>. (luettu 18.1.2014).
18. Inkinen, Manninen, Tuohi Momentti 2 Insinöörfysiikka.

LIITTEET

LIITE 1 ASETUSANTURIN ASENNUSKUVAT

LIITE 2 ASETUSANTURIN SÄHKÖKAAVIO

