

KIVIAINEEN MURSKAUS JA SEULONTA

Putula Matti

Opinnäytetyö
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

2022

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri AMK

Tekijä	Matti Putula	Vuosi	2022
Ohjaaja	Juha Vesa		
Toimeksiantaja	Lapin ammattikorkeakoulu rakennuslaboratorio		
Työn nimi	Kiviaineen murskaus ja seulonta		
Sivu- ja liitesivumäärä	20 + 8		

Opinnäytetyössä käytiin läpi kiviaineen murskaukseen ja seulontaan liittyvää teoria sekä käytäntöä. Lisäksi käsitellään kiviaineita, joita murskauksessa käytetään ja mihin käyttöön murske menee seulonnan jälkeen. Tavoitteena oli saada mahdollisimman toisistaan poikkeavia mittaustuloksia. Työssä myös käytiin läpi laitehuoltoon liittyviä asioita.

Käytännön osuus suoritettiin Lapin ammattikorkeakoulun laboratoriotiloissa. Työhön käytettiin koulun omaa leukamurskainta ja seulaa sekä koulun omia kiviaineita, jotka tässä tapauksessa olivat ratasepeiliä.

Lopulliset tulokset olivat tarpeeksi vaihtelevia ja täyttivät opinnäytetyön tekokriteerin hyvin. Jokaisessa kolmessa näytteessä tulokset olivat toisistaan poikkeavia näytemäärien ja seulontatapojen erilaisuuden takia. Kuitenkin valtaosa seulotusta näytteestä oli yli 16 mm raekoko luokassa olevaa mursketta.

Civil Engineering
Bachelor of engineering

Author	Matti Putula	Year	2022
Supervisor	Juha Vesa		
Commissioned by	Lapin ammattikorkeakoulu rakennuslaboratorio		
Subject of thesis	Aggregate crushing and screening		
Number of pages	20 + 8		

The aim of this thesis study was to review the theory and practice related to aggregate crushing and screening and to obtain as different measuring results as possible.

The experiments were carried out at the Lapland University of Applied Sciences laboratory facilities where the crusher and sieve are located. The school's own jaw crusher and sieve, as well as the school's own aggregate, which in this case was a track game, were used. Matters involving the maintenance and cleaning of the used equipment were also looked into, so that the equipment will work also after using it without malfunctions changing results.

The results of the crushing and the screening are reported in this thesis. All three samples differed from each other and most of them represented grain size 16 millimetres. This thesis also describes what happens with the aggregate after crushing and screening. The results were varied enough and met the thesis criteria well. The results can be compared in the table at the end of the thesis.

Key words

crushing, screening, aggregate

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 KIVIAINE	6
3 LAITTEISTO	9
4 MURSKAUS	10
4.1 Murskainmalleja	10
4.2 Murskauksen käytäntö	11
5 SEULONTA	13
5.1 Seulamalleja	13
5.2 Seulonnan käytäntö	14
6 LAITTEIDEN KUNNOSSAPITOA JA SIIVOUS.....	17
LÄHTEET	19

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää ja toteuttaa kiviaineen murskaukseen ja seulontaan liittyvää teoriaa ja selvittää käytännössä, mitä nämä kaksi asiaa tarkoittavat ja miksi niitä pitää tehdä rakennusalalla. Työ tehdään Lapin ammattikorkeakoulun tiloissa leukamurskaimella ja seulalla. Murskauksessa käytetään koululta saatavia kiviaineita, joista saadaan eri kokoluokan murskeita tietyömaita varten. Tarkoituksena on murskata 40–80 millimetrin raekokoista ratasepeliä ja saada siitä 0–16 mm mursketta. Tämän jälkeen murske seulotaan ja tulokset otetaan ylös minkä kokoista mursketta ja paljon näytteestä lopulta tulee.

2 KIVIAINE

Tietyössä käytettäviä murskeita (kalliomurske, soramurske) saadaan murskaamalla ja seulomalla eri kiviaineita. Kalliota murskataan, jotta räjäytetty kivimateriaali saadaan haluttuun ja työmaalla tarvittavaan raekokoon. Tätä mursketyyppiä kutsutaan kalliomurskeeksi. Myös räjäytyksessä voidaan räjäytystiheydellä määrittää, kuinka suurta mursketta kalliosta irtoaa. Soramursketta saadaan murskaamalla kivikkoa tai soraa. Tällä tavalla räjäytetty kivimateriaali ei ole esimerkiksi liian suuri murskattavaksi. Murskeen maksimikoko on murskainkohtainen. Murskaus voidaan suorittaa kolmessa eri murskausvaiheessa: esimurskaus, välimurskaus ja hienomurskaus. Esimurskauksessa suuret kivet, jopa halkaisijaltaan yli metrin kivet saadaan noin sentin kokoiseksi. Välimurskauksella pyritään saamaan karkeaa kiviaineista, jota käytetään tienpohjassa (yli 100 mm). Hienomurskauksella saadaan laatuvaatimuksia täyttävä kiviaine ja tarkin raekoko työtä varten. Hienomurskaukseen käytetään yleisesti kartio- ja iskumurskaimia. Kolmessa vaiheessa tehtävät murskaukset auttavat saamaan hienointa kiviaineista tarvittavia työkohteita varten. (Hakapää & Lappalainen 2009, 198–199.)

Murskeita käytetään töissä rakennekerroksittain ja ne jaotellaan eriluokkiin rakennekoon perusteella. Pintamurskeena on 0–8 mm, kunnossapitomurske 0–16 mm, kantavamurske voi olla joko 0–32 tai 0–65 mm ja jakavamurske 0–100, 0–150 tai 0–200 mm. Myös hiekkaa ja sepeliä käytetään tietyössä ja se on joko seulottua tai seulottamatonta. Sepeli on kalliomursketta, josta on seulottu hieno kiviaine pois. Sepeliä käytetään yleisesti kivijalan koristukseen, kapilaarikatkona ja salaojituksissa. (Napapiirin kuljetus Oy.)

Kiviaineiden käyttökohteet on pääasiallisesti jaettu neljään eri osuuteen. 50 % kiviaineista menee tie- ja radanrakennukseen, 10 % asfalttiin, 10 % betonituotteisiin ja 15 % talonrakennukseen. Vuonna 2018 kiviaineita käytettiin noin 70 miljoonaa tonnia. Kymmenen vuotta aiemmin luku oli noin 110 miljoonaa tonnia. (Sorri 2018, 3.)

Kiviaineen tilaaja määrittää, millaista kiviainesta he tahtovat. Näiden vaatimusten pohjana toimii eurooppalaiset standardit ja kansalliset normit. Mikäli asiakas haluaa, hän voi vaatia laatua, joka on standardien yläpuolella.

(Sorri 2018, 5.)

Kuvassa 1. näkyy perinteinen 80–100 mm raekoossa oleva ratasepeli. Opinnäytetyön käytännön osuudessa käytettiin kyseistä kiviaineita murskausta ja seulontaa tehdessä.

Murskeiden hinta riippuu tarjoajasta, mutta yleisesti hinnastot ovat yleensä samaa luokkaa alueittain. Suomessa kiviaineiden hinta on kilpailun takia poljettu hyvin matalaksi. Suurin hintaan vaikuttava tekijä urakan yhteydessä on välimatka läjitysalueelta tai montulta, missä ikinä kyseinen kiviaine sijaitsee, kohteeseen mihin se pitää tuoda. Joskus kalliimman tuotteen valinta voi säästää urakassa, mikäli etäisyys on liian suuri. Alapuolella hieman hinnastoa tiessä käytettävistä materiaaleista tonneittain ilman arvolisäveroa (24 %) satunnaisen palvelutarjoajan sivustolta. Hintaan ei sisälly kuljetus vaan pelkästään materiaalin kuutiohintaa.

Suodatin hiekka	2,00 €
Seulottu hiekka 0/8 mm	4,00 €
Soramurske 0/16 mm	6,50 €
Soramurske 0/32 mm	6,50 €
Kalliomurske 0/8 mm	7,50 €
Kalliomurske 0/32 mm	8,50 €
Kalliomurske 0/90 mm	8,50 €
Kalliosepeli 8/16 mm	9,00 €
Kalliosepeli 16/32 mm	9,00 €

Hinnasto on saatu kiviaineita myyvän yrityksen sivuilta. Niin kuin hinnastosta näkyy, murskeiden hinta ei vaihtelee raekokojen mukaan myynnissä. Ainoastaan hiekan myyntihinta hienommalla hiekalla on korkeampi, koska sen prosessointi kestää pitempään. (Multalan Sora.)



Kuva 1. 80–100 mm ratasepeli

3 LAITTEISTO

Murskaukseen käytetään eri laitteistoja. Koulun laboratoriossa on käytössä leukamurskain, jolla käytännön osuus tehdään. Murskaus voidaan suorittaa joko iskemällä tai puristamalla. Leukamurskain kuuluu puristaviin murskaajiin. Muita puristavia murskaimia ovat kartio-, kara- ja valssimurskaimet. Iskumurskaimia ovat iskupalkkimurskain ja vasaramylly. Murskaimessa säädellään tarvittava raekoko, joka tuodaan sen jälkeen seulaan hihnastoa pitkin kaivosalueilla. Koulun tiloissa massat ovat sen verran pienet, että siirto voidaan suorittaa kantamalla. Leukamurskainen toimintaperiaate on se, että murskaimen säädöistä asetetaan rakeleveys ja sen avulla asetetaan minkä kokoista murskettä tarvitaan. Murskain puristaa kiviaineen ja syöttää sen laitteen alla olevaan keräilyastiaan.

(Vesa 2021.)

Työkohteissa, jotka ovat suurempia (yrityksien omistamat kiviainemontut) ja joissa kiviaine itse tuotetaan ja murskataan, käytetään suuremman koon murskaamoita. Yleisesti murskaamoita on kolmea eri tyyppiä. Ne ovat joko kiinteitä, osittain mobiileita ja kokonaan mobiileita laitoksia. Työkohteiden kestoiän rajallisuuden vuoksi nykyään suositaan enemmän mobiileita laitoksia niiden liikutettavuuden takia. Murskaamon eri osia ovat syöttimet, murskaimet, seulat, kuljetusjärjestelmät ja siilot. (Hakapää & Lappalainen 2009, 199.)

Murskaimia voi olla kaksi tai monivaiheisia. Kaksivaiheinen murskaamo murskaa kiviaineen, seuloa ja läjittää sen. Monivaiheinen murskaamo voi murskata osan kiviaineesta tiettyyn raekokoon, lajittelee sen seulan läpi ja siirtää kiviaineen seuraavan murskaajaan, joka taas murskaa kiviaineen pienempään raekokoon.

(Sorri 2018, 21–22.)

Syöttimien tarkoituksena on syöttää materiaali murskaimelle, seulaan tai hihnakuljettimelle. Syötintyyppejä on erilaisia ja niistä käytetyimpiä ovat lamelli, pöytä, tärä ja hihnasyöttimet. Materiaalin määrä ja laatu määrittävät käytettävän syötintyyppin. (Hakapää & Lappalainen 2009, 199–200.)

4 MURSKAUS

Murskaus on kiviaineen hajottamista pienempään raeluokkaan, jotta sitä voidaan käyttää sitä tarvittavissa tilanteissa eri rakennuskohteissa. Kalliota tai sepeliä murskattaessa voidaan säätää murskaimella, minkä raekoon mursketta tarvitaan juuri silläkin hetkellä joko myyntiin tai omaan käyttöön.

4.1 Murskainmalleja

Kiviaineiden murskaukseen käytettäviä murskaimia on neljää eri tyyppiä. Leuka-murskaimia käytetään yleensä esimurskaimena kaivoksilla, kierrätyksessä ja kiviainestuotannossa.

Iskupalkkimurskaimet ovat tehokkaita tilanteissa, joissa murskattava materiaali on pehmeää tai keskikovaa. Murskaimen hyviä puolia on se, että jopa suuresta kiviaineesta saadaan suhteellisen pientä mursketta. Murskaimen kulutusosien kulut kuitenkin kasvavat suuresti, mikäli sitä käytetään kovan kiven murskaamiseen. Sen takia sen käyttö on siirtynyt kierrätysmateriaalejen suuntaan.

(Vimelco.)

Kara- ja kartiomurskaimet tuottavat tasaista murskausjälkeä. Niitä käytetään tilanteissa, kun murskeesta pitää saada erittäin hienoa kiviaineista. Niitä myös käytetään välimurskaus vaiheessa. Kartiomurskaimen sisällä oleva murskattava kiviaines puristuu kiinteän kartion ja liikkuvan manttelin välissä ja tällöin pienee. (Metso:Outotec.)

Tilanteissa, joissa tarvitaan kuutiomaista tuotetta, käytetään keskipakomurskainta. Murskaimen kammiossa partikkelit murskaantuvat törmätessä toisiinsa keskipakoliikkeen energialla. Tämä poikkeaa muista murskaimista sillä, ettei kiviaineen murskaamiseen käytetä hierovaa, puristavaa tai iskevää metallipintaa.

(Vimelco.)

4.2 Murskauksen käytäntö

Opinnäytetyötä suoritettavassa tehtävässä, jossa ratasepeliä murskataan pienempään raekokoon (0–16 mm) ja seulotaan, käytössä on koulun laboratoriotilassa olevat leukamurskain ja seula. Teoriassa murskain puristaa kiviaineen ja syöttää sen laitteen alla olevaan keräilyastiaan. Murskauksen jälkeen keräilyastiassa oleva murske siirretään seulaan. Seula lajittelee murskeet säleikköjen avustuksella oikeisiin raekokoihin.

Murskain, keräysastia sekä seula täytyy puhdistaa joka käytön jälkeen. Mikäli näin ei tehdä, näytteiden mukana voi tulla edellisten murskausten ja seulontojen rippeitä, jotka muuttavat tuloksia. Myös yleinen siisteys on tärkeää työturvallisuuden kannalta.

Koulun laboratoriossa on käytössä leukamurskain BB300, joka kuuluu puristaviin murskaimiin. Opinnäytetyötä varten koululle hankittiin ratasepeliä, joka on kokoluokaltaan 40–80 mm. Rakoleveys säädetään 16 millimetriin eli murskain ei käytännössä päästä läpi mursketta, jonka läpimitta on yli 16 mm. Ennen laitteen käyttöä laite puhdistetaan ja keräysasti siivotaan niin ettei laitteistoon ole jäänyt mursketta edellisiltä murskaus kerroilta. Rakoleveys asetetaan vapauttamalla lukkomutteri laitteen etuosasta ja karaa pyörittämällä myötäpäivään, joka säätelee raon koon pienemmäksi. Asetuksen jälkeen lukkomutteri kiristetään uudelleen.



Kuva 2. Leukamurskain

Laitteeseen voidaan asettaa kivimateriaalia, joka on raekooltaan enintään 130 mm. Opinnäytetyötä varten käytettiin ratasepeliä, jonka raekoko on 40–80 mm, joten sitä voidaan käyttää koulussa olevalla leukamurskaimella. Laitetta saa täyttää vain koneen ollessa murskaimen ollessa käynnissä. Syöttösuppilon kautta materiaali kulkee murskauskammioon, joka puristaa kiviaineen vaadittuun koko luokkaan, tässä tapauksessa 16 mm. Murskauksen jälkeen murske valuu keräysastiaan. Murskaus suoritettiin kahteen kertaan. Ensimmäisellä murskaus kerralla murskain oli asetettu raekokoon 16 mm ja toisella 12 mm. Tämän jälkeen näyte seulotaan.



Kuva 3. Murskattu kiviaines

5 SEULONTA

Seulonta tarkoittaa murskeen lajittelua raekokoihin. Pienemmässä mittakaavassa murske siirtyy keräilyastioihin. Suuremmassa mittakaavassa eli työelämässä murske voidaan suoraan läjittää joko kuorma-autoihin ja kasoihin kaivosalueella. Murskaamoissa seulojen avulla erotetaan hienoaine pois ennen murskainta murskauskapasiteetin parantamiseksi ja myös suurempien lohcareiden poistamiseksi, jottei murskain mene tukkoon. Seulat kuuluvat kahteen eri luokkaan: staattisiin ja dynaamisiin.

Staattisen seulan sisällä on säleikkö eli tasavälisiä vierekkäisiä tankoja. Värähtelevät tai tärisevät seulat ovat dynaamisia seuloja. Niiden liike tuotetaan mekaanisesti tai sähkömagneettisesti. Kappaleita erotellaan koon perusteella täryseuloilla ja säleiköillä. Myös ylisuurten kappaleiden ja romun erottelu ennen murskainta toimii tällä tavalla. Seulat voivat olla yksi tai monitasoisia ja niiden verkkomateriaali voi olla polyuretaania, kumia tai metallia. (Hakapää & Lappalainen 2009, 204.)

Koululla käytössä oleva seula on monitasoinen ja säleikköjen koot ovat nollan ja 16 millin välillä. Murskettava ratasepeliä pyritään saamaan raekokoon 0–16 ja näiden säleikköjen avulla saadaan tarkat lukemat kuinka suurta ja paljon tiettyä raekokoa seulaan saadaan.

5.1 Seulamalleja

Teollisuudessa käytetään yleisesti neljää erityyppistä seulaa. Nämä ovat taso, rumpu, täry ja tähtiseulat. Kaikkien seulojen toimintaperiaate on sama, eli kiviaine jaotellaan raekoon mukaan.

Täryseulassa nimensä mukaisesti kiviaine lajitellaan moottorin tuoman tärinän avulla. Kiviaines valuu seulojen läpi tärinän aikana. Tärinän tiheyttä, aikaa ja vahvuutta säätämällä saadaan kiviaines lajiteltua mahdollisimman tarkkaan omiin raekokoihin.

Rumpuseulassa materiaali lastataan rummun sisälle ja rummun pyöriessä pienempi kiviaines valuu seulan läpi ja tätä kautta se läjitetään. Suuremmat roskat ja liian suuret kivet siirtyy rummun päähän ja tätä kautta läjitetään toiseen kasaan. Rumpuseulat ovat yleisiä esimerkiksi mullan lajitellussa.

Tasoseulassa materiaali kaadetaan seulaan, joka kuljettaa sen hihnastoa pitkin eteenpäin. Matkalla tarvittavan raekoon kiviaineet valuvat seulan ritilöiden läpi ja läjitetään sitä kautta. Tasoseulassa voi olla monta eri tasoa, joiden avulla saadaan useampaa eri raekoon kiveä läjitettyä samaan aikaan.

Tähtiseulassa lajiteltava materiaali kaadetaan kuljetushihnalle, joka tuo sen seulalle. Seula sisältää useita tähden muotoisia ”lajittelijoita” rullassa, jotka erittelevät liian suuret kivet lajiteltavasta kasasta linjaston päähän. Hienempi materiaali valuu tähtirullien välistä toiselle kuljetusmatolle, joka läjittää sen toiseen kohteeseen. (HS Tekniikka.)

5.2 Seulonnan käytäntö

Kun kiviaine on murskattu säädettyyn raekokoon, se on siirtynyt murskauskammioista leukamurskaimen alla olevaan keräysastiaan. Keräysastiasta murske siirrettiin pienempään astiaan ja punnitaan. Murskauksen jälkeen kiviaineen paino oli 969,5 grammaa. Punnituksen jälkeen seulat käydään yksitellen läpi ja puhdistetaan mahdollisimman hyvin, jotta vanhat kiviaineet eivät muuta saatuja tuloksia niiden irrotessa seulojen säleiköstä. Tämän jälkeen näyte jaettiin kolmeen pienempään osaan satunnaisesti kaatamalla keräysastiasta pienempiin astioihin. Näytteiden koot vaihtelivat jakamistavan puolesta ja viimeinen näyte oli suunnitellusti suurempi kuin kaksi edellistä tarkoituksella.



Kuva 4. Haver Eml Digital Plus seula

Näytteet kaadetaan seulaan vuorotellen ja säleikköihin keräytyneet kiviaineet punnitaan yksitellen mahdollisimman tarkan tuloksen saamiseksi. Asetukset kahden ensimmäiseen seulontaan olivat 0,1 amplitudin tärähdys ja se tapahtui kahden sekunnin välein. Kokonaiskesto seulonnalle oli minuutti. Viimeisen näytteen kohdalla seulonnan kestoksi säädettiin kaksi minuuttia ja amplitudi 0,2, jotta saadaan hieman vaihtelevia tuloksia. Seulonnasta saadut tulokset punnittiin erikseen ja kirjoitettiin ylös. Tuloksista tehtiin erillinen taulukko.

Taulukko 1. Seulonnasta saadut tulokset

NÄYTE	1	2	3
NÄYTTEEN KOKO (g)	154	167,5	230
KIVIAINEEN MÄÄRÄ SEULASSA			
16 mm	68,5	121	165,5
8 mm	48,5	26,5	37
4 mm	16,5	11,5	12,5
2 mm	6,5	3	3,5
1 mm	3,5	1	2,5
0,5 mm	2,5	0,5	2
0,25 mm	2,5	0,5	2
0,125 mm	3	1	2,5
0 mm	0,5	0,5	1,5
Yhteensä	152	165,5	229

Seulonnan jälkeen näytteen paino on pienempi kuin alkuperäinen näyte jokaisessa kolmessa tilanteessa. Syitä tähän on muutamia esimerkiksi puntarin tarkkuus. Myös osa näytteestä on voinut jäädä kiinni seuloihin eikä sitä voinut saada irti. Suurin syy luultavasti on puntari, joka antoi tuloksia 0,5 gramman tarkkuudella per punnitus. Kahdeksassa eri tilanteessa punnitut näytteet voivat tällöin antaa pienen virhe marginaalin.

Alkuperäinen kiviaine murskattiin kahteen kertaan, 16 mm ja 12 mm raekokoon. Tästä huolimatta seulassa on suuri määrä yli 16 mm raekoossa olevaa mursketta. Taulukkoa katsoessa jokaisen näytteen kohdalla suurin grammapaino kohdistuu yli 16 mm koossa oleviin kiviin. Tämä johtuu kahdesta asiasta. Suuremmassa raekoossa olevat kivet painavat enemmän sekä tavasta, jolla näytteet lajiteltiin. Koululla ei ollut erillistä pienempää jakajaa, joten näytteet jaettiin ottamalla kädellä kiviaineesta suurin piirtein tietty määrä kaiken kokoisia kiviaineita ja kaadettiin toiseen astiaan. Näin tehdessä pienimmät raekoon kivet jäivät astian pohjalle. Saadaksemme tarkemman lopullisen tuloksen murskauksen tuloksesta, koko murskattu näyte pitäisi seuloa ja punnita. Opinnäytetyön tarkoituksena kuitenkin oli saada mahdollisimman erilaisia tuloksia seulonnasta, ja taulukon mukaan ne ovat vaihtelevia.

Seulonta itsessään onnistui hyvin laitteen valmistajan ohjekirjaa käyttäen. Edellisten käyttökertojen jälkeen jääneitä pieniä kiviä seulaan huolimatta, alkuperäinen punnittu näyte on hyvin lähellä seulonnan jälkeistä tulosta, vaikka käytössä oleva puntari tuo pientä virhemarginaalia.

6 LAITTEIDEN KUNNOSSAPITO JA SIIVOUS

Niin koulun tiloissa kuin suuremmilla työmailla käytettävissä olevien laitteiden kunnosta pitää huolehtia. Tämä lisää laitteiden käyttöikää ja vähentää rahallista tappiota mahdollisten korjausten ajalta. Myös laitteiden siivoaminen erityisesti pienimillä laitteilla, kuten koulussa olevalla leukapuristimen kohdalla on tärkeää. Murskaimessa oleva lika tai murskejäämät voivat vaikuttaa saatuihin testituloksiin. Jopa muutamien grammojen muutos seulontaa tehdessä voi tehdä suuren muutoksen saatujen tuloksien kohdalla. Tämän takia ennen murskaimen käyttöönottoa laitteille tehdään puhdistus.

Ennen seulan käyttöä jokainen seula kannattaa käydä läpi ja puhdistaa vanhasta kiviaineesta. Koulun seuloissa 2 millin seulasta pienempään kaikissa oli jäänyt jumiin vanhoja seulottuja materiaaleja eikä niitä puhdistuksesta huolimatta saanut irti. Kuitenkin puhdistaminen jokainen seulonnan jälkeen on kannattavaa.

Murskain on ollut koululla käytössä opiskelija töitä varten ja esimerkiksi tila johon kiviainetta kerätään, oli vanhojen murskeiden peitossa. Ennen murskausta murskain imuroitiin ja keräysastia sekä tila puhdistettiin perusteellisesti.



Kuva 5. Koululla käytössä oleva murskain siivouksen jälkeen

POHDINTA

Opinnäytetyön aihe tuli koulun puolesta ja sen tekeminen oli mielenkiintoista. Alkuperäisenä tarkoituksena oli tehdä työ ehkä jostakin muusta aiheesta, mutta ehdotettu aihe kiinnosti sen verran että sen mielellään vaihtoi. Aihe on hyvin lähellä tekijän opiskelualaa, jossa käytetään murskattuja kiviaineita päivittäin. Myös henkilökohtaista kokemusta kiviaineiden murskauksesta ja seulonnan työelämästä pystyi käyttämään hyväksi työtä tehdessä, mutta suurin osa tästä prosessista oli tuntematonta. Työtä tehdessä päästiin syvemmälle siihen, mitä murskauksessa ja seulonnan tapahtuu. Ennen tilanteesta oli vain pinnallinen käsitys siitä, mitä tapahtuu, kun kone laitetaan päälle ja otetaan pois.

Lähteiden ja tiedon hankkiminen työtä varten oli suhteellisen helppoa alan suuruuden vuoksi. Kaivos- ja louhintatekniikan kirja oli suuri apu työn loppuun saamiseen, sillä se käsitteli hyvin yksityiskohtaisesti juuri tätä aihetta, kuitenkin suuremmissa mittakaavassa.

Tulokset olivat vaihtelevia niin kuin alkuperäinen tarkoitus oli opinnäytetyötä aloittaessa. Työtä tehdessä ei haettu täydellistä lopputulosta vaan mahdollisimman paljon varianssia näytteiden väliltä. Henkilökohtaisesti uskon, että tässä onnistuttiin hyvin.

LÄHTEET

Hakapää, A., Lappalainen, P. 2009. Kaivos- ja louhintatekniikka. Vammalan kirjapaino.

Haver & Boecker OHG 2021. Sieve Analysis of up to 15 kg Sample weight. Viitattu 17.11.2021 <https://www.haverparticleanalysis.com/en/sieve-analysis/haver-test-sieve-shakers/haver-eml-450-dp/>.

HS Tekniikka 2021. Ympäristöalan koneet materiaalien käsittelyyn. Viitattu 31.1.2022 <https://hstekniikka.com/tuotteet/>.

Kasala, M. 2013. Kaikovo-hanke. Kiviaineen murskaus- ja seulontatehtävät.

Metso:Outotec 2021. Kartiomurskaimet. Viitattu 31.1.2022 <https://www.mo-group.com/fi/tuotteet-ja-palvelut/laitteet-ja-laitokset/murskaimet/kartiomurskaimet/>.

Moilanen, M. 2022. Lapin ammattikorkeakoulu. Lehtorin haastattelu. 23.11.2021.

Multalan sora 2021. Viitattu 4.11.2021 <http://www.multalansora.fi/hinnasto/>

Napapiirin kuljetus Oy 2021. Maa-ainekset kaikkeen käyttöön. Viitattu 3.11.2021 <https://napapiirinkuljetus.fi/>.

Retsch GmbH 2021. Jaw crusher BB 300. Viitattu 18.11.2021 <https://www.retsch.com/products/milling/jaw-crusher/bb-300/function-features/>.

Sorri, E. 2018. Kiviaineksen murskausprosessi. Viitattu 18.1.2022 https://vayla.fi/documents/25230764/35601560/12_EeroSorri_Kiviainesten+murskaus+prosessi.pdf/9743a3da-d246-493e-ac16-a59fd88a66e1/12_EeroSorri_Kiviainesten+murskaus+prosessi.pdf?t=1574857465545

Vesa, J. 2021. Rakentamisen louhinta- ja murskaustekniikka. Syksyn 2021 luentomateriaali.

Vimelco 2022. Ore Sizer keskipakomurskaimet. Viitattu 31.1.2022 <https://www.vimelco.fi/tuotteet/ore-sizer/>.

Vimelco 2022. Powerscreen iskupalkkimurskaimet. Viitattu 31.1.2022 <https://www.vimelco.fi/tuotteet/powerscreen-iskupalkkimurskaimet/>.

LIITTEET

- Liite 1. Haver, käyttöopas
- Liite 2. Leukamurskain BB300, käyttöopas
- Liite 3. Lapin ammattikorkeakoulun murskaustehtävät
- Liite 4. Lapin ammattikorkeakoulun seulontatehtävät

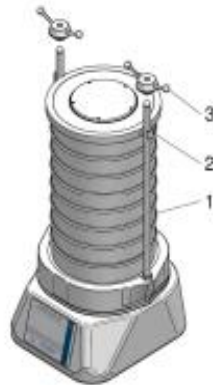
9. Assembly



1. Put the machine on a **stable, vibration free table. Do not use a rubber support!**
2. Screw the guide rods (3) into the drilled holes of the vibration plate (1) and drive in the counter nuts (2) by the key.



Minimum of three test sieves (height 50 mm) and one sieve pan is necessary when using guide rods with lengths of 660 mm



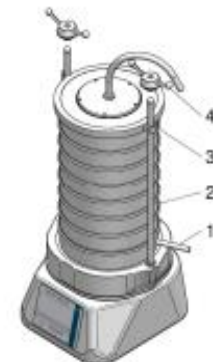
- EML 315 digital plus T**
1. Put on the test sieve set (1) and fill the sieving material in the upper test sieve.
 2. Put on the cover (2) and fix it **simultaneously** with the two tension nuts (3).



Please notice item 9, Test sieving according to ISO 2591-1!



Connect the mains plug, pay attention to the power supply!



- EML 315 digital plus N**
1. Put on the sieve pan with outlet (1), the test sieve set (2) and fill the sieving material in the upper test sieve.
 2. Put on the cover (3) and fix it simultaneously with the two tension nuts (4).
 3. Slip the PVC- water hose over the wide spreading spray diffuser and connect the discharge hose to the outlet of the sieve pan.
 4. Fix the holding device and the separate control gear to the wall.



Please notice item 9, Test sieving according to ISO 2591-1!

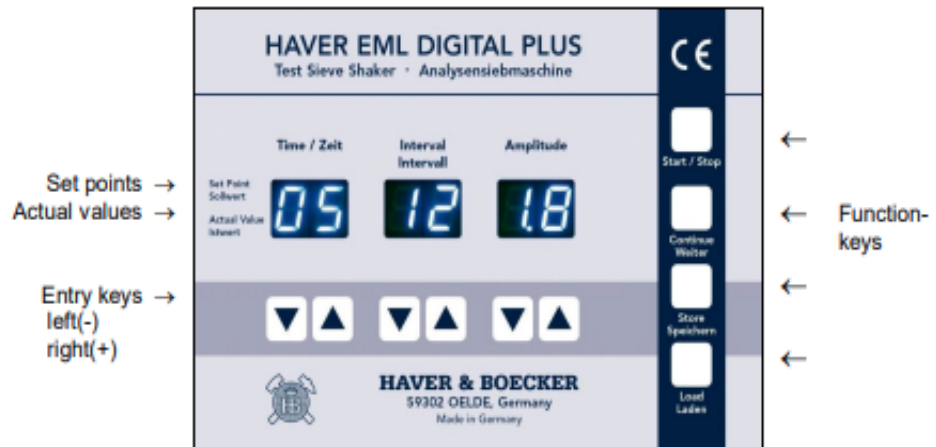


Connect the mains plug, pay attention to the power supply!



Only connect the control gear delivered with the test sieve shaker to the drive!

12. Starting and operating



The sieving time, interval and amplitude can be fed by one pair of entry keys for each function. With the left key the set point **descends**, with the right key it **ascends**. When pressing one of the keys for a longer period, the numbers pass quickly.

Starting the machine

Switch on the machine with the **main switch** (on the bottom side of the Separate Control Gear), all indications of the display read 0.

Zeit / Time

The sieving time is preset in minutes (99 minutes maximum) and appears in the indication field of set values. After the start the preset time runs backwards. The remaining time appears in the indication field of actual values (lower indication field). Once the preset time has run down, the test sieving is finished. Without feeding the sieving time (set point 00) the machine operates continuously.

Interval

Indication 00 = permanent use without interruption (do not use). Indication 01 - 99 = Sieving time in seconds, interruption 1 second. The indication field of actual values shows the interval time running down.

Amplitude

The preset value for the amplitude can be fed by steps of 0.1mm up to 2.0 mm.

The indication field of actual values shows the value of the amplitude measured during the test sieving.

Start / Stop

This key starts the machine. The remaining sieving time appears in the indication field of actual values. During the test sieving process the insert keys for the set points are blocked. After a stop, the remaining sieving time appears in the indication field of actual values and the insert keys for the set points are deblocked.

Continue

By pressing this key a test sieving interrupted with „Stop“ is continued.

Store

By pressing this key 10 set points (time, interval, amplitude) can be stored and **protected from power failure**. Insert the set points and press the key „Store/Speichern“. Insert the storage place (01-10) flashing in the left field of the indication of actual values and press again the key „Store / Speichern“. The values are stored.

Load

By pressing this key the desired storage place (01-10) can be called. After having pressed again on this key and on the key „Start / Stop“, the test sieving can be started.

Delete: Call the storage place by pressing the key „Load/Laden“, set the values to 0 and press the key „Store / Speichern“.

Information: The additional functions for the drying process with the HAVER SGT Drying Machine are described in the operating instructions HAVER SGT.

BB 300:n käynnistäminen

BB 300:n voi käynnistää vain murskainkammion ollessa tyhjä. Murskainkammioon tai syöttösuppiloon ennen käynnistystä syötetty prosessimateriaali aiheuttaa tukoksia, ja mekaaniset komponentit voivat vahingoittua.

Virtakytkin sijaitsee BB 300:n etuosassa oikealla (kuva 4).

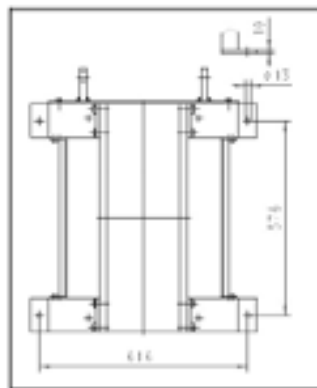


Fig.2

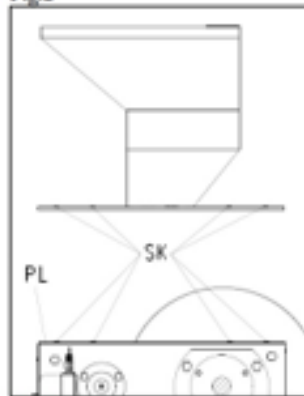


Fig.2a

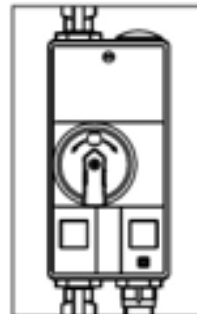


Fig.4

- Käännä kytkin ON-asentoon.

Moottori käynnistyy, ja liikkuva murskainvarsi alkaa liikkua.

Murskausprosessin voi aloittaa vasta, kun luukku on suljettu ja lukittu.

Kun luukku on auki, rajakytkin estää BB 300 -laitetta käynnistymästä.

BB 300:n pysäyttäminen

Virtakytkin ja moottorin suojakytkin sijaitsee BB 300:n etuosassa oikealla (kuva 2).

- Käännä kytkin OFF-asentoon.

Moottori irrotetaan virtalähteestä, ja liikkuva murskainvarsi pysähtyy.

Pysäytä BB 300 vasta sitten, kun murskainkammiossa ei enää ole yhtään prosessimateriaalia.

Tukokset voivat vaurioittaa mekaanisia komponentteja.

Rakoleveyden asettaminen (kuva 5)

- Käynnistä BB 300 (ilman kuormaa).
- Vapauta lukkomutteri **N** (vastapäivään).
- Karan **O** kääntäminen myötäpäivään pienentää rakoa.
- Karan **O** kääntäminen vastapäivään kasvattaa rakoa.
- Osoitin **L** näyttää raon karkeasti asteikolla **M**, väli 2,5 mm.
- Kiristä lukkomutteri **N** uudelleen (myötäpäivään)

Rakoleveyden osoittimen nollakohtan säätäminen (kuva 5)

- Käynnistä BB 300 (ilman kuormaa).
- Vapauta lukkomutteri **N** (vastapäivään).
- Käännä karaa **O** huolellisesti sisäänpäin (myötäpäivään), kunnes kuulet murskainvarsien juuri ja juuri koskettavan toisiaan.
- Vapauta kuusio- tai sormiruuvit **S1** 8 mm:n ruuviavaimella.
- Liu'uta asteikon **M** nollakohta osoittimen **L** nollakohtaan.
- Kiristä kuusio- tai sormiruuvit **S1** uudelleen.

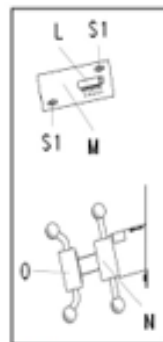


Fig.5

Älä aseta BB 300:n rakoleveyttä pienemmäksi kuin 1 mm.

Tukokset voivat vaurioittaa mekaanisia komponentteja.

Prosessimateriaalin syöttö

Syöttösuppilo **B** voi vastaanottaa prosessimateriaalia, jonka raekoko on enintään 130 mm. Täytä syöttösuppilo ja murskainkammio vain koneen ollessa käynnissä. Syöttösuppiloa ei kuitenkaan ole tarkoitettu prosessimateriaalin säilyttämiseen, vaan sen ainoa toiminto on syöttää materiaalia murskainkammioon. Se myös estää käsien joutumisen tahattomasti murskainkammioon ja pysäyttää prosessimateriaalin ulostyöntymisen.

Laboratorioharjoitus

Murskaus leukamurskaimella

Työn tarkoituksena on tutustua leukamurskaimen rakenteeseen ja toimintaan sekä suorittaa murskaus sekä raekoon jakautuman määrittäminen leukamurskaimella eri asetusarvoilla murskattaessa.

Työssä käytettävät laitteet ja aineet

Leukamurskain
40-80 mm ratasepeli

Työn suoritus

1. Tutustu käytettävissä olevan murskaimen rakenteeseen ja toimintaan. Puhdista murskain ja sen vastaanottoastia harjalla.
2. Piirrä käytettävissä olevan murskauslaitteiston periaatekuva ja numeroi kuvaan seuraavat osat:

Leukamurskain

1. runko
2. Kiinteä leuka
3. liikkuva leuka
4. kita-aukko
5. kulutuslevyt
6. asetusarvon säätö

3. Määritä leukamurskaimen kita-aukon koko.

Kita-aukko	16 mm
------------	-------

4. Määritä leukamurskaimen suurin ja pienin asetusarvo.

Asetusarvo	
------------	--

5. Mikä on leukamurskaimen käyttöjännite ja sähkömoottorin teho?

Käyttöjännite	
Moottorin teho	

Murskaus suoritetaan kolmessa vaiheessa 5,3,1

4. Säädä leukamurskaimen asetusarvo maksimiin.
5. Punnitse noin 100 g Huom! Käytä suojalaseja koko murskausharjoituksen ajan.
6. Käynnistä murskain ja syötä malmikivilohkareet rauhallisesti murskaimeen.
7. Suorita murskaus myös asetusarvon minimiarvolla.

Mittaa syöte ennen murskausta kpl koko mm:

Murskattu materiaali koko mm:
Leuan asetusarvo _____:

Seula-analyysi

Näyte	1		
Päivämäärä	1.12.2021		
Punnitus, g	134		
Seulonta-aika, min	1		
Seulontatapa	Kuiva: X	Märkä:	
Jauhatus	Kuiva:	Märkä:	
Jauhinkappaleet	kg	Kuulat:	Tangot:

Seula N:o	Seula- aukko mm	Seula ennen g	Seula jälkeen g	Seulalle jäänyt		Seulan läpäissyt %
				g	%	
1	16					
2	8					
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
Pohja						
Yhteensä						
Häviöt						

80 %:n läpäisy, k80, µm	
Päiväys	
Analyyysin tekijä	

Laboratorioharjoitus Seula-analyysi

Työn tarkoituksena on tutustua laboratorioseulontaan suorittamalla murskatun näytteen seulonta

Työssä käytettävät laitteet ja aineet:

Seulontalaita (*tärytinlaite*)
Seulasarja
0-16 mm ratasepeli

Työn suoritus

1. Tutustu tärylaitteen toimintaan ja rakenteeseen.

2. Tutki silmämäärin analysoitavan materiaalin suurimpien rakeiden koko ja ota hiekasta analysointia varten edustava näyte, jonka määrä grammoina on 100 kertaa suurimpien rakeiden halkaisija, pyöristettynä lähimpään 100 g:n. Punnitus 0,1 g:n tarkkuudella.

3. Valitse seulontaan sopivat seulat siten, että suurin seulakoko vastaa karkeimpia rakeita. Ylimääräiset seulat voi jättää pois analysistä.

4. Puhdista seulat huolellisesti pienellä harjalla. Koputa seuloja tarvittaessa varovasti pöytää vasten. Huom! Tiheimpiä seulaverkkoja puhdistessa on oltava erittäin varovainen, etteivät ne vahingoitu.



5. Punnitse seulat kukin erikseen yläkuppivaa'alla 0,1 g:n tarkkuudella. Merkitse painot taulukkoon.

6. Lado seulat päällekkäin siten, että hienoimman seulan alle tulee pohja ja karkein seula tulee päällimmäiseksi.

7. Kaada seulottava näyte tasaisesti ylimmän seulan päälle ja sulje seulasarja kannella.

8. Kiinnitä seulasarja tärtynlaitteeseen, sääda seulonta-aika (min) ja tärtytysvoimakkuus (asento) sekä käynnistä tärtynlaite.

Keskustele opettajan kanssa sopivasta seulonta-ajasta.

9. Kun seulonta-aika on loppunut, irroita tärtynlaite laitteesta, punnitse kukin seula erikseen vaa'alla ja merkitse tulokset taulukkoon.

10. Puhdista seulasarja ja tarkista seulapintojen kunto sekä palauta laitteet omille paikoilleen.

