



Valimohiekan laadunvalvonta- järjestelmä Tevo Lokomon te- räsvalimolle

Jaakko Hakamaa

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2020

Konetekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikan koulutusohjelma
Tuotekehitys

HAKAMAA, JAAKKO:

Valimohiekan laadunvalvontajärjestelmä Tevo Lokomon teräsvalimolle

Opinnäytetyö 32 sivua, joista liitteitä 4 sivua
Huhtikuu 2020

Tevo Lokomo Oy:n Tampereen teräsvalimossa aloitettiin 2019 syksyllä projekti, jonka aikana luotiin valimohiekan laadunvalvontaan liittyen testausjärjestelmä kromiitti- ja kvartsikiertohiekalle. Vuosien aikana henkilöstön vaihtumisen myötä on hiekan testaaminen valimossa jäänyt riittämättömälle huomiolle. Vanha toimintaohje ei myöskään kaikilta osin ollut ajantasainen.

Opinnäytetyössä perehdytään valimohiekoilta ja sideainejärjestelmiltä vaadittaviin ominaisuuksiin sekä hiekoille tehtäviin kokeisiin. Tevo Lokomo käyttää prosessissaan furaanihartsijärjestelmää, jossa raakahiekkoina käytetään kvartsihiekkaa ja kromiittihiekkää.

Opinnäytetyön lopussa esitetään ratkaisu toimintamalliksi hiekantestauksen suhteen. Uudessa toimintamallissa seurataan hiekan ominaisuuksia furaanihartsijärjestelmän asettamien vaatimusten puitteissa sekä valvotaan päivittäin hiekan elvytyslaitoksen toimintaa. Työssä pohditaan myös, miten toimintaa voi kehittää edelleen, kunhan testausdataa kertyy riittävästi.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Mechanical Engineering
Product Development

HAKAMAA JAAKKO:

Foundry sand quality control system for Tevo Lokomo Steel Foundry.

Bachelor's thesis 32 pages, appendices 4 pages
April 2020

In the autumn 2019 Tevo Lokomo Ltd. started a project with an objective to create a quality control system for its reclaimed foundry sand. Changes in the personnel during recent years have caused a decline in sand testing. There were also concerns whether the old programme for sand testing was up to date.

The thesis introduces different types of foundry sand systems, the qualities that foundry sand is required to have and testing procedures to verify those qualities. The processes employed by Tevo Lokomo use both silica and chromite sands that are hardened by furan resin.

Process for sand testing at Tevo Lokomo was created on basis of a literature review and by assessing which pieces of equipment were already available. The tests for quality controlling were chosen with an objective both to assess sand qualities and to inspect whether the sand reclamation facility is working properly. Suggestions are also made on some further development areas based on the data collected from testing.

Key words: foundry sand, furan resin, chromite, silica

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TEVO LOKOMO OY	7
3	KAAVAUSHIEKAT JA SIDEAINEJÄRJESTELMÄT	8
	3.1 Kaavaushiekat.....	8
	3.1.1 Kvartsi	8
	3.1.2 Kromiitti	8
	3.1.3 Oliiviini.....	9
	3.1.4 Zirkoni.....	9
	3.2 Sideainejärjestelmät.....	9
	3.2.1 Savisideaineet	10
	3.2.2 Kemiallisesti kovettuvat epäorgaaniset sideaineet	10
	3.2.3 Kemiallisesti kovettuvat orgaaniset sideaineet	11
4	KAAVAUSHIEKKOJEN LAADUNVALVONTA	13
	4.1 Hiekan laatuvaihteluiden aiheuttamia ongelmia	13
	4.2 Seurattavia muuttujia	14
	4.2.1 Kosteuspitoisuus	15
	4.2.2 Kaasunläpäisevyys.....	15
	4.2.3 Lämpötila.....	16
	4.2.4 Seula-analyysi	16
	4.2.5 Hiekan pH-arvo.....	17
	4.2.6 Lujuus.....	17
	4.2.7 Hehkutushäviö.....	18
	4.2.8 Tilavuuspaino	18
	4.2.9 Mikroskooppitarkastelu.....	18
	4.3 Muuttujien välinen korrelaatio	19
5	HIEKKAJÄRJESTELMÄ LOKOMOLLA	20
6	HIEKKAKOKEET LOKOMOLLA	22
	6.1 Vanhat toimintaohjeet	22
	6.2 Toimintaohjeiden päivittäminen.....	23
7	POHDINTA	26
	LÄHTEET.....	28
	LIITTEET	29
	Liite 1. Tevo Lokomo Oy. Kaavaushiekan laadunvalvonta, vanha toimintaohje.....	29
	Liite 2. Tevo Lokomo Oy. Kromiitti- ja kvartsihiekkojen laadunvalvonta, vanha toimintaohje	30

Liite 3. Päivitetty toimintaohje kaavaushiekköjen laadunvalvontaan
1(2) 31

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on Tevo Lokomon teräsvalimo. Opinnäytetyön tavoitteena on luoda toimintaohje käytettävien valimohiekkojen laadunvalvontaan. Tässä työssä keskitytään elvytettyjen kiertohiekkojen laadunvalvonnan kehittämiseen, koska ohjeistus uusien hiekkojen tulotarkastuksista oli olemassa ja riittäväksi todettu.

Opinnäytetyön aihe syntyi toimeksiantajan tarpeesta elvyttää hiekan testaustoiminta sekä päivittää toimintaohjeet kirjallisuuskatsauksen perusteella. Viime vuosien aikana on ollut tilanteita, joissa joko valumuotissa tai itse valukappaleessa on ollut virheitä, joiden epäillään olleen hiekkaperäisiä. Aiheuttajaa ei tällöin kuitenkaan pystytty todentamaan, koska käytettävän hiekan ominaisuudet eivät olleet jatkuvassa seurannassa.

Työn alussa perehdytään valimohiekoilta ja sideainejärjestelmiltä vaadittaviin ominaisuuksiin sekä tutustutaan raakahiekoille ja sideaineellisille hiekoille tehtäviin kokeisiin.

Opinnäytetyön aikana luotiin valimolle testaukseen toimintaohje, jolla testaustoiminnassa päästään hyvin alkuun. Valimokohtaisia raja-arvoja testeille ei tämän työn puitteissa määritetä, koska se vaatisi pidemmältä aikaväliltä kerättyä dataa. Työn lopussa pohditaan lisäksi hiekkajärjestelmään liittyviä tulevia kehityskohteita.

2 TEVO LOKOMO OY

Tevo Lokomo on Tampereen Hatanpäällä sijaitseva teräsvalimo. Valimo palvelee komponenttitoimittajana esimerkiksi kaivosteollisuutta, meriteollisuutta, puunjalostusteollisuutta ja terästeollisuutta. Valettavat teräslaadut ovat pääosin hiiliterästä, kulutusta kestävästä mangaaniterästä, nuorrutusterästä ja ruostumatonta terästä.

Valettavien kappaleiden koot vaihtelevat puolesta tonnista aina noin 50 tonniin asti. Muotteja valmistetaan kahdella eri puoliautomaattilinjastolla sekä kahdella käsinkaavauslinjalla. Puoliautomaattilinjastoilla muottien sullonta tapahtuu tärypöydällä.

Linjastoilla kaavattavien valukappaleiden paino on enimmillään noin 3000 kg; tätä suuremmat kappaleet kaavataan käsinkaavauksena. Muotit ovat linjastoilla enimmäismitoiltaan noin 2,5 m x 2,5 m x 1,5 m ja painavat enimmillään noin 7000 kg. Käsinkaavauksessa päästään näitä huomattavasti suurempiin muottikokoihin suurimpien muottien painaessa lähes 100 t kaavauskehien ulkomittojen ollessa noin 5 m x 5 m x 3 m.

3 KAAVAUSHIEKAT JA SIDEAINEJÄRJESTELMÄT

3.1 Kaavaushiekat

Kaavaushiekoilla tarkoitetaan hieikkoja, jotka soveltuvat ominaisuuksiensa puolesta valumuottien valmistamiseen. Valaminen asettaa monenlaisia vaatimuksia käytettävälle hiekalle, kuten esimerkiksi lujuus, tulenkestävyys, kaasujen läpäisevyys, ympäristöystävällisyys ja taloudellisuus. (Ihalainen 1995, s. 78.)

Kaavaushiekkojen yleisimmät raeainekset ovat kvartsi, oliviini, kromiitti ja zirkoni. Hiekkamenetelmät voidaan ryhmitellä myös kovettumistavan perusteella. Näitä ovat mm. sullomalla kovettuvat, kylmänä kovettuvat, kuumana kovettuvat ja sideaineeton hiekka. (Ihalainen 1995, s. 80.)

3.1.1 Kvartsi

Kvartsi on valimohiekkojen yleisin hiekkalaatu. Runsasta kvartsin käyttöä puoltaa korkea sulamislämpötila (puhtaalla kvartsilla noin 1700 °C, käytännössä alempi), suuri kovuus, mekaaninen kestävyys, hyvä kemiallinen kestävyys ja hinta. Haittapuolina etenkin uuden kvartsin osalta voidaan pitää suurta äkillistä lämpölaajenemista matalakvartsin muuttuessa korkeakvartsiksi 573 °C lämpötilassa. Lisäksi valukappaleiden laadun kannalta huono ominaisuus on kvartsin taipumus muodostaa rautaoksidin kanssa fayaliittia. Hieno kvartsipöly on myös terveysriski, koska se voi aiheuttaa silikoosia eli kiviöpölykeuhkoa. (Autere, Ingman, Tennilä 1986, s. 135 – 136.)

3.1.2 Kromiitti

Kromiittihiekkojen käyttö valimoissa alkoi 1970-luvulla. Kromiittihiekan sulamispiste on kvartsia korkeampi ja sitä käytetäänkin yleensä sellaisissa muotin ja keernan osissa, jotka altistuvat suurelle lämpörasitukselle. Valukappaleiden pinnan laatu ja puhdistettavuus saadaan kromiittihiekalla yleensä paremmaksi kuin

muilla raeaineilla. Tämä johtuu kromiitin äkillisestä sintraantumisesta 1000 – 1200 °C lämpötilassa, mikä muodostaa muotin pintaan metallin tunkeutumista estävän 3 – 8 mm vahvuisen kerroksen. Korkeamman sulamispisteen lisäksi kromiitin hyviin ominaisuuksiin kuuluu pieni lämpölaajeneminen. Kromiitin huonoina puolina voidaan pitää kvartsiä korkeampaa hintaa, suurta ominaistiheyttä (noin 75 % painavampaa kuin kvartsi) ja kvartsihiekkää huonompaa kierrätettävyyttä. (Autere, Ingman, Tennilä 1986, s. 139 – 141.)

Käytön myötä kromiittihiekoissa oleva rauta hapettuu ja reagoi kvartsin tai sideaineiden kanssa, jolloin muodostuu fayaliittia. (Höök, Meskanen 2015. s. 10.)

3.1.3 Oliviini

Oliviinihiekkalla on monia hyviä ominaisuuksia, kuten esimerkiksi pienempi lämpölaajeneminen kvartsiin verrattuna ja uuden hiekan lisäämisen tarve on pienempi kuin kvartsilla. Oliviinihiekkä ei kuitenkaan ole valimokäytössä yleistynyt johtuen sen kvartsiä korkeammasta hinnasta sekä sen emäksisyydestä, mikä rajoittaa happokovetteisten kylmähartsien käyttöä sideaineena. (Autere, Ingman, Tennilä 1986, s. 141.)

3.1.4 Zirkoni

Zirkonihiekka on valuteknisiltä ominaisuuksiltaan paras valimohiekka. Sillä on käsitellyistä hiekkalaaduista pienin lämpölaajenemiskerroin ja korkein sintraantumislämpötila. Zirkonihiekan käyttöä kuitenkin rajoittavat lievä radioaktiivisuus, hinta ja pieni raekoko. (Höök, Meskanen 2015. s. 11.)

3.2 Sideainejärjestelmät

Kertamuottien peruskoostumus on raakahiekan, sideaineen ja lisäaineiden seos. Sideaineet voidaan jaotella kolmeen luokkaan:

- savisideaineet (bentoniitti)

- kemiallisesti kovettuvat epäorgaaniset sideaineet (sementti, vesilasi)
- kemiallisesti kovettuvat orgaaniset sideaineet (hartsit).

3.2.1 Savisideaineet

Savilajeilla on merkittävä kyky sitoa itseensä vettä siten, että ne muodostavat taikinamaisen ja tahmean seoksen. Savisideaineella sidottu kaavaushiekkaseos saadaan aikaan lisäämällä raakahiekkaan sideainetta ja vettä, jolloin savi muodostaa hiekkarakeiden välille pintajännitysvoimien vaikutuksesta sillan. Savisideaineet kovettuvat mekaanisesti sullomalla. (Autere, Ingman, Tennilä. 1986 s. 148 – 150.)

3.2.2 Kemiallisesti kovettuvat epäorgaaniset sideaineet

Sementti soveltuu sideaineeksi tilanteissa, joissa tarvitaan jäykempiä muotteja kuin mitä muilla sideainejärjestelmillä on saavutettavissa. Tämä on tarpeellista esimerkiksi joskus valurautoja valettaessa. Haittapuolena on menetelmän hitaus ja muottien tyhjentämisen vaikeus, minkä takia menetelmän käyttö onkin vähäistä. Sementin kovettuminen perustuu useisiin kemiallisiin reaktioihin. Reaktiot voivat kestää useita tunteja ja muotin lujittumista tapahtuu joidenkin vuorokausien ajan. (Höök, Meskanen 2015. s. 12.)

Vesilasi valmistetaan kvartsin ja soodan seosta sulattamalla. Saatu lasi liuotetaan 5 – 10 kertaiseen vesimäärään. Vesilasin ja hiekan muodostama kaavaushiekka kovetetaan kasvattamalla vesilasin viskositeettia haihduttamalla seoksesta vettä joko fysikaalisesti tai kemiallisen reaktion avulla. Kovettamismenetelmiä ovat mm. hiilidioksidikaasutus, kuumailmapuhallus, reaktiokykyiset aineet, uunikuivaus ja dielektrinen kuivaus. (Autere, Ingman, Tennilä 1986. s. 152 – 155.)

Vesilasihiekkoja voidaan käyttää kaikkien valumetallien kanssa ja niistä saadaan aikaan hyvinkin lujia muotteja. Muotin purku on kuitenkin ongelmallista, koska vesilasihiekkojen lujuus on suuri vielä valun jälkeenkin. Muottien ja keernojen varastoitavuus on myös huono, koska vesilasihiekalla on taipumus imeä kosteutta

ympäristöstä ja sateisina päivinä lujuus voikin pudota puoleen verrattuna lämpimiin päiviin. (Höök, Meskanen 2015. s. 13.)

3.2.3 Kemiallisesti kovettuvat orgaaniset sideaineet

Orgaaniset sideaineiden valmistamiseen käytetään esimerkiksi furfuryylialkoholia, fenolia, ureaa, formaldehydiä ja isosyanaatteja. Kovettimena voidaan käyttää mm. happoja ja estereitä. Muottihiekan ja orgaanisen sideaineen seos kovetaan puhaltamalla kovetinkaasua hiekan läpi, lämmön avulla tai seostamalla hiekaan nestemäinen kovetin. Sideaineen ja kovetteen reaktion lopputuloksena on polymeeri. Orgaanisille sideaineille yhteistä on, että ne hajoavat valun tuottamissa lämpötiloissa, joten muottien tyhjennys on melko vaivatonta. Osa orgaanisista sideaineista tai niiden kovetteista sisältävät typpeä tai fosforia, jolloin on vaarana näiden alkuaineiden rikastuminen hiekkään sitä kierrätettäessä. (Höök, Meskanen 2015. s. 14.)

Käsinkaavaukseen soveltuvia orgaanisia sideainemenetelmiä ovat furaanihartsimenetelmä, Alphaset-menetelmä ja happokovetteinen fenoli-formaldehydihartsimenetelmä. Furaanihartsissa sideaineen pääkomponentit ovat furfuryylialkoholi (FA) ja ureaformaldehydi (UF) tai formaldehydi (F). Mitä enemmän furaanihartsin sisältää furfuryylialkoholia, sitä vähemmän kovettumisreaktiossa muodostuu vettä. Teräsvaluissa ureaformaldehydiä sisältäviä sideaineita on vältettävä sen tyypipitoisuuden vuoksi. (Höök, Meskanen 2015. s. 15.)

Alphaset-menetelmä on esterikovetteinen resolytyypinen fenoli-formaldehydi (PH). Muotin irrotusaika on 5 – 75 min ja valamaankin päästään jo 2 – 3 tunnin kuluttua hiekan valmistumisesta. Kovettumisaikaa säädellään esterin tyypillä ja hiekka lujittuu vielä valun aikanakin. (Höök, Meskanen 2015. s. 15.)

Polyuretaanimenetelmä, resolytyypinen fenoli-formaldehydihartsin ja hiilidioksidikovetteiset fenoli-formaldehydihartsin- ja furaanihartsimenetelmät soveltuvat Cold-Box-keernojen valmistukseen keernatykillä. Yhteistä näille on, että kovete on kaasumaisessa muodossa ja puhalletaan hiekkamassan läpi. Kuorimuottien

valmistukseen käytetään novolakkatyypistä fenoli-formaldehydihartsia. (Höök, Meskanen 2015. s. 15 – 16.)

4 KAAVAUSHIEKKOJEN LAADUNVALVONTA

4.1 Hiekan laatuvaihteluiden aiheuttamia ongelmia

Valettaessa muotteihin ja keernoihin kohdistuu kolmenlaisia rasituksia – termisiä, mekaanisia ja kemiallisia. Rasitukset ovat jossain määrin yhteydessä toisiinsa, esimerkiksi teräksen juoksevuus lisääntyy jokseenkin suoraviivaisesti valulämpötilan noustessa ja siten termisen rasituksen lisäksi vaikuttaa mekaaniseen rasitukseen. Korkea lämpötila vaikuttaa myös muotin pinnalla tapahtuviin kemiallisiin reaktioihin. (Autere, Ingman, Tennilä 1986. s. 113.)

Muottiperäisten valuvirheiden määrään vaikuttaa merkittävästi hiekkajärjestelmässä tapahtuva vaihtelu (Lehtinen 2002). Taulukossa 1 on Metalliteollisuuden keskusliiton Teknisen tiedotuksen julkaisusta (3/85) Valuvirhekäsikirja syysanalyysin Nordlundin (1997) kokoama valuvirhekooste.

TAULUKKO 1. Valuvirheitä, joihin hiekkajärjestelmän seurannalla voidaan vaikuttaa

VIRHE	Väärä koveteipitoisuus	Liian pieni sideainepitoisuus	Liian suuri sideainepitoisuus	Tehoton hiekan sekoitus	Liian suuri palohäviö
Liian suuri ainevahvuus	X	X		X	
Liian pieni ainevahvuus	X	X		X	
Virheellinen osa tai reikä	X	X		X	
Vuotanut muotti	X	X		X	X
Karkea pinta	X	X		X	X
Kiinnipureutunut hiekka	X	X		X	X
Metallin tunkeuma	X	X	X	X	X
Jakopintapurse	X		X	X	X
Halkeamapurse	X		X		X

Paisuma	X	X		X	
Hiekkaputoama	X	X		X	X
Hiekkahuhtouma	X	X		X	X
Hiekkareikä	X	X		X	X
Pintarakkula			X		
Hiekkasulkeuma	X	X		X	X
Keernakaasusauma			X		
Imuhalkeama			X		
Kuumahalkeama			X		

4.2 Seurattavia muuttujia

Kaavaushiekoista voidaan mitata monenlaisia ominaisuuksia, kuten esimerkiksi:

1. kosteuspitoisuus
2. kaasunläpäisevyys
3. lämpötila
4. pölypitoisuus
5. raejakauma
6. pH-arvo ja haponkulutusarvo
7. taivutus- ja puristuslujuus
8. hehkutushäviö
9. tilavuuspaino.

Hiekkajärjestelmän valinnan perusteella hiekalta vaadittavat ominaisuudet vaihtelevat jonkin verran ja siksi myös mitattavat ominaisuudet vaihtelevat järjestelmän mukaan (Höök, Meskanen. 2015. s. 17). Raakahiekan ja sideaineellisen hiekan lisäksi on syytä seurata myös kaavausolosuhteita, koska ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus vaikuttavat hiekan kovettumiseen (Keskinen, Niemi 2011. s. 9).

Osa mitattavista ominaisuuksista korreloi vahvasti keskenään, joten kaikkien ominaisuuksien seuraaminen jatkuvasti ei ole enää tehokasta (Nordlund 1996. s. 7). Valimoissa onkin pyrittävä löytämään oman prosessin kannalta keskeisimmät mittaukset ja tehtävä sekä mittaamisesta että tulosten seurannasta mahdollisimman helppoa (Autere, Ingman, Tennilä 1986. s. 217 – 218).

Hiekkakokeita tehtäessä on aina muistettava, että otettu näyte edustaa vain pientä osaa järjestelmän koko hiekkamäärästä. Näytteenotto ja -käsittely vaikuttavat myös saatuihin tuloksiin. AFS:n (2014) Mold & Core Test Handbookin mukaan hiekkänäyte olisikin otettava juoksevasta hiekasta, koska seisova hiekka on aina enemmän tai vähemmän lajittunutta. Edellä mainitun perusteella yksittäisten tulosten vuoksi ei vielä ole syytä tehdä radikaaleja muutoksia prosessiin ja useimmissa kokeissa onkin parempi seurata pidemmän aikavälin keskiarvoa. (Nordlund, Orkas 1999. s. 7 – 8.)

4.2.1 Kosteuspitoisuus

Tuorehiekoilla kosteuspitoisuuden pitäisi pysyä 3 – 3,5 % välillä. Hartsihiekkasysteemeissä kaavaushiekan on ehdottomasti oltava kuivaa. Hartsihiekoissa kosteus hidastaa kovettumista sekä pienentää saavutettavia loppulujuuksia. (Höök, Meskanen 2015. s. 19.)

Myös ympäröivän ilman suhteellinen kosteus vaikuttaa furaanihartsihiekan taivutuslujuuteen. Lopullinen taivutuslujuus voi tippua jopa kolmannekseen ilman suhteellisen kosteuden ollessa 75 % verrattuna 15 % ilman kosteuteen. (Keskinen, Niemi 2011. s. 9.)

4.2.2 Kaasunläpäisevyys

Hiekan hyvä kaasunläpäisevyys on tärkeää, jotta valutapahtumassa muotissa syntyvät kaasut pääsevät vapautumaan ilmaan, eivätkä liukene sulaan (Keski-

nen, Niemi 2011. s. 7). Kaasunläpäisevyyden tutkimiseen on olemassa omia laitteita, mutta yleensä hiekan riittävä kaasunläpäisevyys voidaan todeta raejakauman ja raekoon perusteella.

4.2.3 Lämpötila

Hartsihiekoilla sekä hiekan että ympäröivän ilman lämpötila vaikuttaa sideaineiden kovettumisnopeuteen. Hiekan ihanteellinen lämpötila on 25 °C. Kovettumisaika puolittuu 10 °C:een nousun myötä ja vastaavasti 10 °C:een pudotus kaksinkertaistaa kovettumisajan (Nordlund, Orkas 1996. s. 11 – 12.)

Hiekan lämpötilan olisi hyvä olla jonkin verran kaavaamon lämpötilaa korkeampi. Tällöin minimoitaisiin riski kosteuden tiivistymisestä hiekkarakeiden pinnalle. (Nordlund, Orkas 1996. s. 12.)

4.2.4 Seula-analyysi

Seula-analyysillä voidaan todeta hiekan pölypitoisuus, keskiraekoko ja raejakauma. Suuria valukappaleita kaavattaessa käytetään karkearakeisempaa hiekkaa kuin pienille kappaleille. Käytännön prosessissa on myös huomioitava, että pienempi raekoko vaatii enemmän sideaineita kuin suurempi. Tämä johtuu hiekan ominaispinta-alan kasvusta raekoon pienetessä. (Höök, Meskanen 2015. s. 1 – 6.)

Raekoon lisäksi on tarkasteltava raejakaumaa. Jakauman kuvaajan tulisi noudattaa normaalijakaumaa siten, että keskiraekokoa vastaavan seulan lähistöllä oleville 2 – 5 seulalle jäisi suurin osa rakeista. Jos hiekan raejakauma levenee liikaa, pakkautuu se muottia sullottaessa helposti liian tiiviiksi ja kaasunläpäisevyys heikkenee. Kvartsin kohdalla liian tiivis muotti on myös altis kuoriutumavaluviolle. (Höök, Meskanen 2015. s. 4 – 9.)

4.2.5 Hiekan pH-arvo

Hiekan happamuus vaikuttaa sideaineiden kovettumisnopeuteen. Furaanihartsijärjestelmässä hapan, kuuma hiekka saattaa kovettua jo hiekansekoittimeen (Nordlund 1996). Hiekan pH-arvo kertoo myös, soveltuuko hiekka hapoilla tai estereillä kovetettaville sideaineille (Höök, Meskanen 2015. s. 20.)

Hiekan happamuutta voidaan seurata joko suoraan pH-mittauksella tai hiekan haponkulutusarvolla. Jos ei ole vaaraa veteen liukenemattomista epäpuhtauksista, riittää pH:n selvittämiseen yksinkertainen pH:n mittaus, joka on haponkulutusarvon määrittästä nopeampi tehdä (Nordlund, Orkas 1999. s. 7). Lokomolla tehdyssä tutkimuksessa havaittiin kuitenkin pH-luvun ja haponkulutusarvon korreloivan vahvasti keskenään, joten tämäkin puoltaisi nopeamman pH-mittauksen tekemistä (Nordlund 1996. s. 10.)

Haponkulutusarvo (ADV) tarkoittaa happomäärää, joka tarvitaan tietyn pH:n saavuttamiseksi. ADV-mittaus huomioi myös hiekassa olevat happoliukoiset epäpuhtaudet, joten se vastaa normaalia tuotantotilannetta paremmin. (Nordlund 1996. s. 10)

4.2.6 Lujuus

Tuorehiekoista seurataan hiekan puristuslujuutta ja hartsihiekoista taivutuslujuutta. Taivutuslujuuskoe tehdään standardin mukaisilla leikkauspinnaltaan neliönmuotoisilla koesauvoilla eikä siten vastaa täysin käytännössä muoteissa esiintyviä lujuusarvoja (Höök, Meskanen 2015. s. 18.)

Koesauvan katkaiseva taivutusjännitys on kuitenkin hyvin pieni, joten tulosten hajonta on suhteellisesti suurta. Koesauvojen tekemisessä on myös monia tuloiseen vaikuttavia muuttujia, kuten esimerkiksi sullonta, lämpötila ja keernalaattikon kunto. Sullonnan osalta vaihtelua voi minimoida teettämällä sauvat aina samalla henkilöllä. (Nordlund, Orkas 1999. s. 7.)

4.2.7 Hehkutushäviö

Hehkutushäviö ilmaisee kiertohiekassa olevan sideainejäämien määrän, joten hehkutushäviö ilmaisee hyvin elvytyksen tehokkuuden (Höök, Meskanen 2015. s. 20). Sideainekertymät ja muu epäpuhtaus hiekassa heikentää hiekan lujuutta ja tulenkestävyyttä ja lisää kaasunmuodostusta valun aikana (Nordlund 1996. s. 10). Kokeessa näyte kuumennetaan 950 °C:een kahdeksi tunniksi, jonka jälkeen näyte punnitaan. Pois palaneen aineen määrä ei saisi ylittää 2 %.

4.2.8 Tilavuuspaino

Kiertohiekan painoa mittaamalla voidaan seurata elvytyslaitoksen kromiittierottimen toimintaa. Puhdas kromiittihiekka on 75 % kvartssia painavampaa, joten kromiittihiekan sekoittuminen kiertokvartsiin näkyy nopeasti punnituksissa. Kromiitin määrä kiertohiekassa pitäisi olla alle 5 % (Nordlund 1996. s. 6 – 7). Kvartsin kromiittipitoisuus voi johtaa haponkulutuksen kasvuun kromiitin emäksisyyden kautta (Höök, Meskanen 2015. s. 9). Kromiittihiekka vaatii särmikkään raemuotonsa takia myös enemmän sideainetta kuin kvartsihiekka (Nybergh 2014. s. 34 – 35). Koe voidaan suorittaa tilavuudeltaan litran vetoisella astialla, joka täytetään piripintaan ja punnitaan astian painon mukaan taaratulla vaa'alla. Litra puhdasta kvartssia painaa noin 1,6 kg ja litra puhdasta kromiittia noin 2,7 kg. Näin toteutettuna mittaustapa ei kuitenkaan yksistään ole kovin tarkka, koska hiekan painoon vaikuttaa myös esimerkiksi pölypitoisuus.

4.2.9 Mikroskooppitarkastelu

Raakahiekkojen sekoittumista voidaan tarkastella myös silmämääräisesti mikroskoopin avulla. Tämä tarkastelu voidaan tehdä hehkutushäviön mittauksen jälkeen, kun hiekasta on poltettu sideaineet pois ja vaaleat kvartsikiteet erottuvat mustista kromiittikiteistä.

4.3 Muuttujien välinen korrelaatio

Nordlund (1996) tutkimusraportissaan luetteloii muuttujien välisiä korrelaatioita. Taulukossa 2 on korrelaatio sekoittimelta ja taulukossa 3 esitetään korrelaatiot elvytyslaitoksen jälkeen, ennen hiekan lähettämistä välisiiloihin. Taulukoissa on lihavoituna itseisarvoltaan yli 0,4 suuruiset arvot, mikä tarkoittaa melko selvää korrelaatiota muuttujien välillä. Taulukoissa LOI (Loss on ignition) tarkoittaa hehkutushäviötä.

TAULUKKO 2. Muuttujien väliset korrelaatiot hiekansekoittimella

	Kosteus	LOI	pH	Pöly-%
Kosteus	1			
LOI	-0,119404	1		
pH	-0,135406	-0,335861	1	
Pöly-%	0,2551739	-0,156562	0,61347	1

TAULUKKO 3. Muuttujien väliset korrelaatiot elvytyksen jälkeen

	Lämpötila	Kosteus	LOI	pH	Pöly-%
Lämpötila	1				
Kosteus	-0,032927	1			
LOI	-0,70063	0,1835373	1		
pH	-0,248912	0,1875458	0,41825	1	
Pöly-%	-0,243602	0,0654625	0,2681833	0,1647391	1

5 HIEKKAJÄRJESTELMÄ LOKOMOLLA

Tevo Lokomolla on käytössä furaaiahartsijärjestelmä. Sideaineena on Kiillon toimittama kylmäharts F-930, joka on typpi- ja formaldehydivapaata ja vähintään 75 % furfuryylialkoholia. Lokomon furaaiahartsin tilausspesifikaatio asettaa furfuryylipitoisuuden alarajaksi 85 %. Kovetteena on Kiillon kovete K-1900, joka on 50 – 75 % paratolueenisulfonihappoa (PTS) ja rikkihappoa siinä on 1 – 8 %. Kovetteen tilausspesifikaation mukainen PTS-hapon osuuden tulisi olla 65 – 67 %. Raeaineista käytössä on kvartsihiekkä ja kromiittihiekka. Hiekkaa käytetään sekä uutena että elvytettynä. Mallihiekkana käytännössä kaikissa kappaleissa on kromiittihiekka ja täytehiekkana käytetään täysin kierrätettyä kvartsihiekkää.

Lokomolle tilattavan uuden kvartsihiekan keskiraekoko DIN 4118 mukaan pitäisi olla 0,32 mm ja vaihteluvälin 0,3...0,36 mm. Raemuodon tulee olla pyöreä tai pyörösärmikäs.

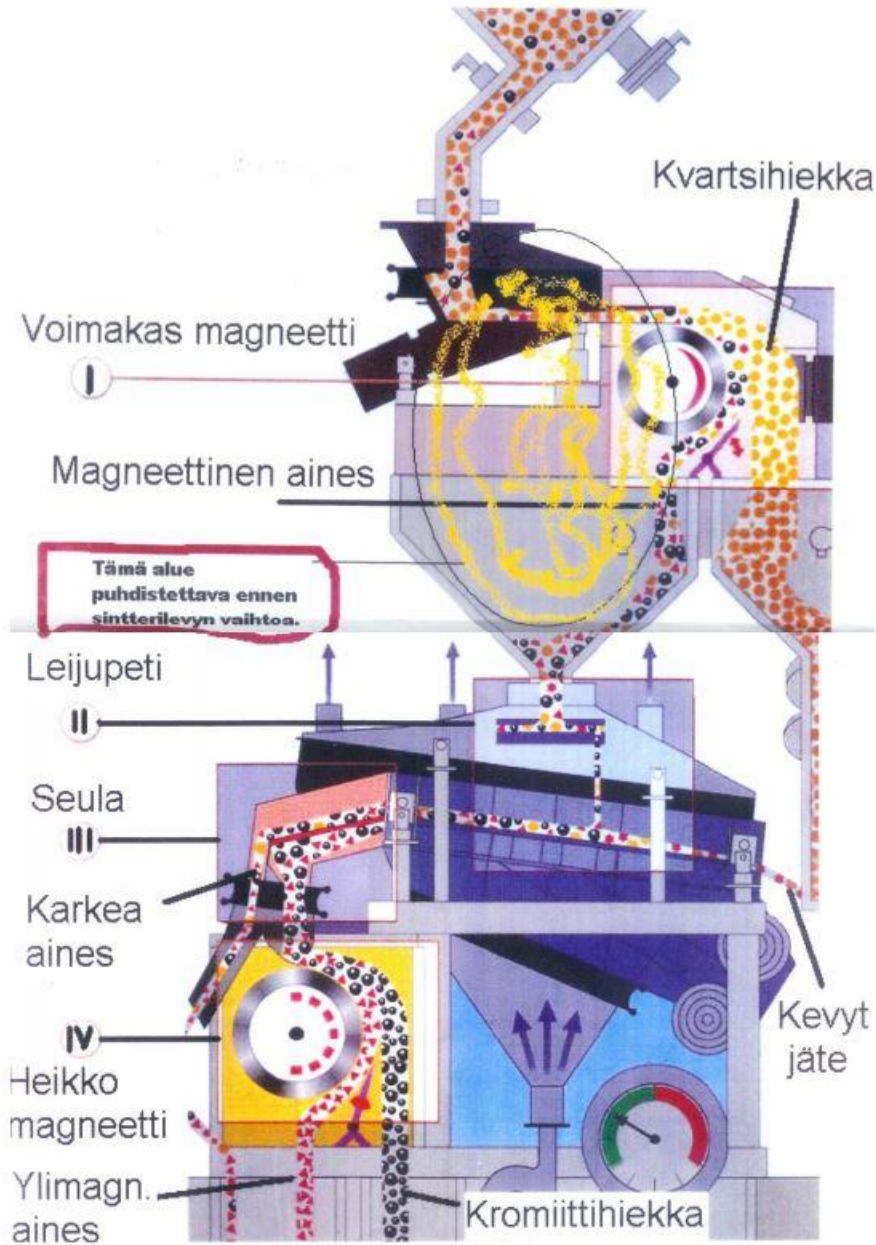
Kromiittihiekan ostospesifikaation määrää keskiraekooksi 0,26 mm ja sallittu vaihteluväli on 0,26...0,35 mm.

Lokomolla käytetty hiekka elvytetään mekaanisesti hiertämällä. Elvytyslaitos koostuu tärypöydästä, jossa muotit tyhjennetään, murskasta ja kromiittihiekkaerottimesta. Näiden lisäksi elvytyslaitokseen sisältyy magneettierotin, seuloja ja leijupeti, joiden avulla hiekasta erotellaan sinne kuulumattomat ainekset.

Jo tärytysvaiheessa muottihiekka hajoaa suhteellisen pieniksi kokkareiksi. Tärypöydän ristikon silmäkoko on noin 5 x 20 cm, mikä myös erottelee hiekasta esimerkiksi jäädytysraudat ja ison osan hiekkakoukuista. Tärytyksen jälkeen hiekka siirtyy murskalle, jossa hiekkakokkareista hierretään loputkin sideaineet pois.

Sideaineista puhdistettu hiekka siirtyy kromiitinerottimelle (kuva 1), jossa tapahtuu raeainesten erottelu, sekä viimeisten epäpuhtauksien poisto. Ensimmäisessä vaiheessa kvartsihiekkasta erotellaan kromiitti ja muu magneettinen aines, minkä

jälkeen leijupedillä erotellaan magneettisesta aineksesta kevyt jäte pois. Seuraavaksi seula erottelee massasta karkeamman aineksen pois ja viimeisenä heikko magneetti poistaa kromiittihiekasta ylimagneettisen aineksen.



KUVA 1. Lokomon kromiitinerotin (Keskinen, Niemi 2011)

6 HIEKKAKOKEET LOKOMOLLA

6.1 Vanhat toimintaohjeet

Toimintaohjeiden päivittäminen aloitettiin perehtymällä tietokannasta löytyneisiin vanhoihin toimintaohjeisiin, joita verrattiin alan tutkimustietoon.

Vanhat ohjeet olivat kahdessa eri paikassa otsikkojen ”Kaavaushiekan laadunvalvonta” (liite 1) ja ”Kromiitti- ja kvartsihiekan laadunvalvonta” (liite 2) alla. Taulukossa 4 on listattu kaavaushiekan laadunvalvonnan alle listatut molemmille hiekkalaaduille tehtävät kokeet.

TAULUKKO 4. Vanha toimintaohje, kaavaushiekan laadunvalvonta

	Seula	Palohäviö	Taivutuslujuus
Kiertokvartsi	1 kerta / vko	1 kerta / vko	1 kerta / 2 vkoa
Kiertokromiitti	1 kerta / vko	1 kerta / vko	1 kerta / 2 vkoa

Palohäviön sallittu enimmäisosuus on 2,5 %, seula-analyysissä pohjalle tulevan jakeen 0,5 % ja seulan 0,09 mm alitteen 2,5 %. Taivutuslujuuden sallitut vaihteluvälit 24 tunnin lujuuksille ovat vanhan toimintaohjeen mukaan kvartsihiekoille 50 – 150 N/cm² ja kromiittihiekalle 50 – 200 N/cm².

Kiillon toimittaman furaanihartsin tuote-esite antaa viitearvoiksi 24 tunnin lujuudelle 400 – 450 N/cm². Kiertokvartsille tehdyt taivutuslujuuskokeet antoivat tuloksiksi kahden tunnin kovettumisen jälkeen 170 – 200 N/cm². Nämä jäävät aavistuksen matalammiksi kuin Kiillon kahden tunnin lujuudeksi lupaama 320 – 360 N/cm², mutta kuitenkin ylittävät selvästi vanhan toimintaohjeen hyväksytyn vaihteluvälin.

Kromiitti- ja kvartsihiekkojen laadunvalvonta -ohjeessa määritettyjä kokeita olivat polttokoe ja seula-analyysi. Polttokokeella on tässä tarkoitus polttaa hiekasta si-deaineet pois ja tarkastella silmämääräisesti kromiitin osuus kvartsihiekkassa ja päinvastoin. Taulukossa 5 listataan toimintaohjeen määrittämät sallitut arvot. Tässä ohjeessa tarkastellaan myös jätehiekan osalta kromiittierottimen toiminta.

TAULUKKO 5. Kromiitti- ja kvartsihiekkojen laadunvalvonta ja kokeiden raja-arvot

	Seula-analyysi	Polttokoe
Kromiitti	0,125 mm alite enintään 2 %	Kvartsia 0 – 3 %
Kvartsi	0,125 mm alite enintään 8 %	Kromiittia 0 – 5 %
Jätehiekkä	-	Kvartsia 0 – 10 %

Kvartsin suuri sallittu hienojae ihmetyttää ja se saattaakin olla puhdas näppäilyvirhe ohjeissa. Käytännössä hiekkojen seula-analyyseissä 0,125 mm seulan alite on ollut alle 1 %. Polttokokeesta ei vanhaa dataa löytynyt. Kyseessä on ollut silmämääräinen tarkastelu hiekkojen sekoittumisesta ja tulos joko hyväksytty tai hylätty, eli johtanut toimenpiteisiin. Pidemmän aikavälin seurannalle ei ole kuitenkaan ollut tarvetta.

Tietokannasta löytyneiden toimintaohjeiden perusteella ohjeistuksessa ei sinällään ole paljoa päivitettävää. Muutoksia tulee jonkin verran hiekalle tehtäviin kokeisiin sekä tarkennuksia joidenkin kokeiden raja-arvoihin.

Suurimpia ongelmia ovat olleet ohjeistuksen sekava sijainti kahdessa eri paikassa sekä sen puutteellinen noudattaminen. Kattavaa testausta vaikeuttaa myös kunnollisen hiekkalaboratorion puuttuminen. Osa testeihin tarvittavasta laitteistosta on kaavaamossa ja osa erillään materiaalilaboratoriossa.

6.2 Toimintaohjeiden päivittäminen

Toimintaohjeiden päivittämisessä oli kaksi tavoitetta – elvytyslaitoksen toiminnan seuraaminen sekä hiekan ominaisuuksien seuraaminen. Taulukossa 6 on listattuna hiekkakokeet, joiden avulla kaavaushiekan laatua seurataan. Uusi toimintaohje kokonaisuudessaan liitteessä 3.

TAULUKKO 6. Uuden ohjeistuksen hiekkakokeet

	Kromiittihiekka	Kvartsihiekka
Punnitus	Päivittäin	Päivittäin
Palohäviö	1 kerta / vko	1 kerta / vko
Seula-analyysi	1 kerta / vko	1 kerta / vko
Taivutuslujuus	1 kerta / vko	1 kerta / vko
pH-mittaus	Tarvittaessa	Tarvittaessa
Haponkulutusarvo	Tarvittaessa	Tarvittaessa

Hiekan punnituksella voidaan seurata nopeasti päivittäin elvytyslaitoksen ja kromiittierottimen toimintaa, koska painoon vaikuttaa hiekkojen sekoittumisen lisäksi myös pölypitoisuus. Vaikka testi ei ole kovin tarkka, on se helppoutensa ja nopeutensa takia käyttökelpoinen päivittäiseen seurantaan. Painon ollessa kaukana punnitulle hiekalle määritellystä ohjearvosta on aiheuttajan selvittämiseksi suoritettava täydentäviä kokeita. Vanhat toimintaohjeet määrittivät kromiittihiekan kvartsipitoisuuden ylärajaksi 3 % ja kvartsihiekan kromiittipitoisuudeksi enintään 5 %. Koska punnitus on epätarkempi mittaustapa, on toimenpiteisiin johtava painoero määritettävä erikseen, kunhan mittausdataa kertyy riittävästi.

Palohäviön ja seula-analyysin määrittäminen kerran viikossa todettiin riittäväksi. Palohäviön suurin sallittu osuus on kirjallisuuden mukaan teräsvalimoille 2 %. Lokomolla tehdyissä hiekan hehikutushäviökokeissa käytännössä hehikutushäviön suuruus kiertohiekassa on ollut 1,8 – 2,5 %. Rajana pidetään toistaiseksi 2,5 %. Palohäviön jälkeen voidaan hehikutetulle hiekalle tehdä mikroskooppitarkastelu, jolla voidaan silmämääräisesti todeta hiekkalaatujen mahdollinen sekoittuminen.

Seula-analyyseja kiertohiekoille tehtäessä Lokomon hiekoista suurin osa on jäänyt kolmelle perättäiselle seulalle, kuten kuuluukin. Keskiraekoko kvartsihiekalla on ollut 0,32 – 0,37 mm. Uuden kvartsin ostospesifikaation mukaan keskiraekoon pitäisi olla 0,32 mm ja vaihteluvälin 0,3 – 0,36 mm. Kromiittihiekan keskiraekoko seula-analyyseissa on ollut 0,31 – 0,33 mm. Uuden tilattavan kromiitin keskiraekoon pitäisi olla 0,26 mm ja vaihteluvälin 0,26 – 0,35 mm. Molempien hiekkojen seula-analyyseissa kiertohiekan keskiraekoko vaikuttaisi olevan hiukan uutta hiekkaa suurempi, mutta pysyy kuitenkin sallitun vaihteluvälin sisällä. Keskiraekoon suureneminen voi johtua hiekan pintaan kerrostuvista sideainejäämistä.

Seula-analyysillä määritettävä pölypitoisuus on kiertohiekoissa ollut käytännössä alle 1 %. Näiden testien suhteen raja-arvot määritetään teorian ja vanhojen toimintaohjeiden perusteella.

Näiden lisäksi säännöllisenä testinä tehdään taivutuslujusmittaus jokaisen hiekansekoittajan jokaiselle hiekkaohjelmalle kerran viikossa. Tämän mittauksen kohdalla täytyy mahdollisesti säätää raja-arvoja, koska vanhan toimintaohjeen 24 h lujuuden sallittu vaihteluväli kvartsihiekalle on 50 – 150 N/cm² ja kromiittihiekalle 50 – 200 N/cm². Vaihteluvälin tarkentaminen tehdään, kun taivutuslujuuden arvoista kertyy riittävästi dataa.

pH-luvun ja haponkulutusarvon säännölliseen seurantaan ei nähty tarvetta. Näitä mitataan kiertohiekasta tarvittaessa, jos on syytä epäillä emäksisen aineen sekoittumista hiekkaan. Uuden hiekan tulotarkastuksen yhteydessä hiekasta mitataan aina pH-luku ennen uuden hiekan ajamista siloihin.

Hiekan ominaisuuksien lisäksi olisi suotavaa kirjata kaavaushetken lämpötila ja ilmankosteus ylös, jotta niidenkin vaikutuksesta saadaan kerättyä dataa. Tämän perusteella voitaisiin tulevaisuudessa arvioida pitäisikö varsinkin vaativien kappaleiden kaavausta siirtää, jos hallissa on kylmää ja ilma kosteaa.

7 POHDINTA

Työn käytännön suoritus selkiytyi paljon vanhojen toimintaohjeiden löydyttyä. Jatkossa hiekan laadunseurannassa olisi hyvä kertyneen datan perusteella muokata raakahiekan ja sideaineellisen hiekan ominaisuuksien raja-arvoja. Tämän työn puitteissa raja-arvot määritettiin kirjallisuuden ja vanhojen toimintaohjeiden perusteella.

Jatkossa hiekkalaboratorion toimintaa voisi laajentaa raaka-aineiden laadun valvonnasta käytötapojen kehittämiseen. Esimerkiksi mitä paremmin raaka-aineen laatu saadaan vakioitua, sitä paremmin voisi sideainelisäyksen määrää optimoida muotteja ja keernoja kaavatessa.

Hyödyllistä voisi olla myös mitata koesauvojen taivutuslujuus puhdistetun hiekansekoittimen tuottamalla hiekalla ja viikon loppupuolella, kun sekoittimen siivet ovat jo likaantuneet. Tällä pystyisi määrittämään onko tämänhetkinen sekoittimen puhdistusohjelma riittävä vai pitäisikö sekoittimelle tehdä jonkinlainen puhdistus päivittäin. Kovettuneen hiekan taivutuslujuus myös laskee ajan kuluessa, joten pidemmän aikavälin testeillä voidaan mahdollisesti määrittää kuinka nopeasti kaavauksen jälkeen muotit olisi viimeistään valettava.

Mahdollisesti myös hiekan kuljetuslaitteiston vaikutusta raaka-aineen laatuun voisi alkaa seurata tekemällä hiekkakokeita elvytyslaitoksen jälkeen ja hiekan sekoittimelta tulevasta hiekasta. Jos tällä välillä esimerkiksi pölymäärä kasvaa merkittävästi, voi olla syytä tutkia onko putkistoissa tai siiloissa jokin rakenteellinen vika, joka lisää pölymäärää vai onko hiekansekoittimen pölynpoisto puutteellinen. Tämä on huomioitava varsinkin, jos tavoitteena on sideainemäärän optimointi.

Kaikkia hiekan aiheuttamia valuvirheitä ei saada tarkimmallakaan testauksella poistettua, koska esimerkiksi hiekan sullonnallakin on suuri vaikutus muotin tiiveyteen ja sitä kautta myös lujuuteen ja kaasunläpäisevyyteen. Lisäksi hieksiiloissa hiekka pääsee lajittumaan, jolloin on erityisen tärkeää, että siiloa ei ajeta kokonaan tyhjäksi missään vaiheessa.

Tärkeintä olisi kuitenkin saada luotua hyvä testausrutiini ja käynnistää mittausdatan kerääminen, jolloin hiekan käyttötapojen kehitystä on helpompi jatkaa tutkimuksen pohjalta. Tulevien investointien vertailu on myös helpompaa, kun tiedetään tarkasti nykyisen järjestelmän vahvuudet ja heikkoudet.

LÄHTEET

AMERICAN FOUNDRY SOCIETY. (2014). Mold and core test handbook. [S.I.], American Foundry Society.

Autere, E., Ingman, Y. & Tennilä, P. 1986. Valimotekniikka: 2. [Tark. ja uud. p.]. Helsinki: Insinööritieto.

Höök, T., Meskanen, S. 2015. Valu-atlas – Valimotekniikan perusteet. Kaavaus-hiekan raaka-aineet ja sideainemenetelmät. Internet-julkaisu.

Ihalainen, E. K. 1995. Valmistustekniikka. 5. uud. p. Espoo: Otatiето.

Keskinen, R., Niemi, P. 2011. Valu-atlas – Kaavausaineet. Internet-julkaisu.

Lehtinen, A. 2002. Esterikovetteisen fenolihartsihiekan elvytyksen kehittäminen. Diplomityö. Espoo: Otaniemi

Nordlund, H. 1997. Hartsihiekkojen on line -ohjaus. Raportti VAL 4/97. Espoo: Otaniemi

Nordlund, H., Orkas, J. 1996. Kemiallisesti kovettuvien hiekkojen on line -ohjaus. Raportti VAL 1/96. Espoo: Otaniemi

Nordlund, H., Orkas, J. 1999. Hiekkaprosessin ohjaus valimossa. Raportti VAL 2/99. Espoo: Otaniemi

Nordlund, H. 1996. Muottiperäisten valuvikojen eliminointi. Tutkimusraportti. Espoo: Otaniemi

Nybergh, C. 2014. Kromiittihiekka ja sen uudelleenkäyttö. Valimoviesti 4/2014. Kerava.

LIITTEET

Liite 1. Tevo Lokomo Oy. Kaavaushiekan laadunvalvonta, vanha toimintaohje

ASIAKIRJA

Tulostettuna valvomaton kopio - ei päivitätä

Kaavaushiekan laadunvalvonta

1. VALVOTTAVAT HIEKAT

1.1 Kiertohiekat

Tehtävään nimitetty henkilö ottaa taulukon 1 mukaan hiekanäytteet käytettävistä hiekoista ja toimittaa näytteet laborantille palohäviömääritystä ja seula-analyysiä varten. Furaanihiekan ja kromiittihiekan näyte otetaan kromiittierottimen jälkeen.

Taulukko 1

	Seula	Palohäviö
Kiertohiekka (furaani)	1 kerta/vko, tiistai-aamupäivisin	1 kerta/vko, tiistai-aamupäivisin
Kiertokromiitti	1 kerta/vko, tiistai-aamupäivisin	1 kerta/vko, tiistai-aamupäivisin

1.2 Sideaineelliset muottihiekat

Kaikista muottihiekoista eli hartshiekoista (uusi kvartsi, seoshiekka, kiertohiekka ja kromiittihiekka) tehdään taivutuskoesauvat sekoittimelta muotin täytön yhteydessä.

2. VALVOTTAVAT OMINAISUUDET JA TULOSTEN KIRJAAMINEN

Palohäviömäärityksessä punnitaan upokkaassa oleva pieni määrä hiekkaa (noin 20 grammaa) ennen ja jälkeen yhden tunnin hehkutusta 900°C lämpötilassa. Laborantti kirjaa tulokset hiekkalaboratorio-ohjelmaan.

Vaatus: Palohäviö alle 2,5 %

Seula-analyysissä 100 grammaa hiekkaa asetetaan seulasarjaan ja seuloja täytetään 10 minuutin ajan. Seula-analyysin tulokset laborantti kirjaa hiekkalaboratorio-ohjelmaan.

Vaatimukset (kiertohiekat ja elvytetty kromi):

Pohja (<0,063 mm) ei saa ylittää 0,5 % , seulan 0.09 mm alite ei saa ylittää 2,5%.

Muottihiekkojen taivutuslujuuksia määrittää tehtävään nimetty henkilö valikoivasti furaanihiekoista kerran kahdessa viikossa tai useammin jos siihen on tarvetta. Taivutussauvoista määritetään lujuudet 24 tunnin kovettumisajan jälkeen. Tulokset kirjataan taulukkopohjalle ja säilytetään mapissa, jonka ylläpito on tehtävään nimetyn henkilön vastuulla. Muottihiekoissa käytettävä hartsin määrä on 0.7 - 1,1 % hiekan määrästä ja kovettajan määrä on 0.25 - 0,55 % hartsin määrästä.

Taulukko 2 (Sallitut vaihteluvälit taivutuslujuuksille)

	Uusi kvartsi 24 h N/cm2	Seoshiekka 24 h N/cm2	Kiertohiekka 24 h N/cm2	Kromiittihiekka 24 h N/cm2
Furaani hiekka	50 - 150	50 - 150	50 - 150	50 - 200

3. KORJAAVAT TOIMENPITEET

Mikäli joku hiekkakokeiden tuloksista poikkeaa normaalista, niin uusi kyseinen koe. Jos kokeen tulos on vielä uusinnan jälkeen normaalia heikompi, niin tuloksista ilmoitetaan kaavauksen työnjohtajille ja valmistuspäällikölle, jotka ovat vastuussa jatkotoimenpiteistä.

Liite 2. Tevo Lokomo Oy. Kromiitti- ja kvartsihiekköjen laadunvalvonta, vanha toimintaohje

ASIAKIRJA

Tulostettuna valvomaston kopio - ei päivitystä

Kromiitti- ja kvartsihiekköjen laadunvalvonta

1. YLEISTÄ

Kromiitti- ja kvartsihiekköjen laadunvalvonta kuuluu kaavaamon nimeämälle henkilölle. Seula-analyysien ja polttokokeiden tulokset tallennetaan hiekkalaboratoriossa. Hiekoista tehdään kokeita ja tulosten mukaisia toimenpiteitä seuraavasti:

2. POLTTOKOE

Kromiitti	Tulos	Toimenpiteet
1/viikko	Kvartsia 0-3 % Kvartsia 3-10 % Kvartsia 0-5 %	Laite kunnossa Tarkasta vaiheen 1 magneetti, leijupeti ja erotinlevy Pysäytä laite, etsi virhe, säädä
Kvartsi	Tulos	Toimenpiteet
1/viikko	Kromiittia 0-5 % Kromiittia > 5 %	Laite kunnossa Tarkasta vaiheen 1 magneetti, syötteen määrä ja erotinlevy
Jätehiekkä	Tulos	Toimenpiteet
1/viikko	Kvartsia >10 %	Tarkasta vaiheen 1 magneetti, syötteen määrä ja erotinlevy

3. SEULA-ANALYYSI

Kromiitti	Tulos	Toimenpiteet
1/viikko	Seulan 0.125 alite >2 %	Tarkasta leijupedin toiminta, puhdistus ohjeen mukaisesti
Kvartsi	Tulos	Toimenpiteet
1/viikko	Seulan 0.125 alite >8 %	Tarkasta tuuliluokittimen toiminta (ilmamäärä)

Polttokokeen periaattena on polttaa hartsijäämät pois hiekkarakeiden pinnalta, jolloin kvartsi erottuu valkoisena ja kromiitti mustana silmämääräisessä tarkastelussa. Kokeen suorittamiseksi laitetaan ohut kerros n. 2 mm hiekkaa teräslavyn päälle ja kuumentetaan se nestekaasuliekillä läpikotaisin vaaleanpunaiseksi. Jäähdyneestä näytteestä arvioidaan kromiitti/kvartsi-jakauma. Jos arviointi halutaan tehdä tarkemmin, otetaan poltetusta hiekasta näyte teipinpalaan ja määritetään jakauma tarkastelemalla näytettä stereomikroskoopilla ja laskemalla raemäärät otoksena.

Laastija:	Tommi Ala-Salmi	Koodi:	00227	Versio:	1 / 25.08.2011
Tarkastettu:	Markku Eljaala	Voimassa:	21.07.2011 -		
Hyväksytty:	Tony Puukkonen				

Sis.luettelo:

Prosessi: Toimintajärjestelmä



TOIMINTAKÄSIKIRJA

VI. KAAVAUSHIEKAN LAADUNVALVONTA

1. VALVOTTAVAT HIEKAT

1.1 Raaka-kiertohiekat

Tehtävään nimitetty henkilö ottaa taulukon 1 mukaan hiekanäytteet käytettävistä hiekoista ja toimittaa näytteet laborantille kokeiden suorittamista varten. Kvartsihiekan ja kromiittihiekan näyte otetaan kromiittierottimen jälkeen.

TAULUKKO 1.

	Kiertokromiitti	Kiertokvartsi
Punnitus	Päivittäin	Päivittäin
Palohäviö	1 kerta / vko	1 kerta / vko
Seula	1 kerta / vko	1 kerta / vko
pH-mittaus	Tarvittaessa	Tarvittaessa
Haponkulusarvo	Tarvittaessa	Tarvittaessa

1.2 Sideaineelliset muottihiekat

Kaikkien hiekansekoittimien muottihiekoista eli hartsihiekoista (uusi kvartsi, seoshiekka, kiertohiekka ja kromiittihiekka) tehdään taivutuskoesauvat sekoittimelta muotin täytön yhteydessä vähintään kerran viikossa.

2. VALVOTTAVAT OMINAISUUDET JA TULOSTEN KIRJAAMINEN

2.1 Palohäviömäärityksessä punnitaan upokkaassa oleva pieni määrä hiekkaa (noin 20 grammaa) ennen ja jälkeen yhden tunnin hehikutusta 900°C lämpötilassa. Laboranti kirjaa tulokset hiekkalaboratorio-ohjelmaan.

Palohäviön yhteydessä hehikutetulle hiekalle suoritetaan mikroskooppitarkastelu, jonka tuloksia verrataan punnituskokeen raja-arvoihin. Tarvittaessa pätee samat toimenpidesuosituksat.

Vaatus: Palohäviö alle 2,5 %

2.2 Hiekkaa punnitsemalla selvitetään kiertokvartsihiekkassa olevan kromiitin määrä ja kromiittihiekassa oleva kvartsin määrä. Punnituskokeessa punnitaan yksi litra hiekkaa ja painon perusteella arvioidaan hiekkojen sekoittumisaste. Kokeen raja-arvot taulukossa 2.

Laatija:	Jorma Aronen	Koodi:	-	Versio:	1 / 12.2019
Tarkastettu:	Juho Mäkinen	Voimassa	10.12.2019 -		
Hyväksytty:	Esa Vallius				



TOIMINTAKÄSIKIRJA

TAULUKKO 2. Hiekan punnituksen raja-arvot

Kromiitti	Tulos	Toimenpiteet
Päivittäin	Kvartsia 0-3 % Kvartsia 3-10 %	Laite kunnossa Tarkasta vaiheen 1 magneetti, leijupeti ja erotinlevy Pysäytä laite, etsi virhe, säädä
Kvartsi	Tulos	Toimenpiteet
Päivittäin	Kromiittia 0-5 % Kromiittia > 5 %	Laite kunnossa Tarkasta vaiheen 1 magneetti, syötteen määrä ja erotinlevy
Jätehiekkä	Tulos	Toimenpiteet
1/viikko	Kvartsia >10 %	Tarkasta vaiheen 1 magneetti, syötteen määrä ja erotinlevy

2.3 Seula-analyysissä 100 grammaa hiekkää asetetaan seulasarjaan ja seuloja täytetään 10 minuutin ajan. Seula-analyysin tulokset laborantti kirjaa hiekkalaboratorio-ohjelmaan.

Vaatimukset ja toimenpiteet (taulukko 3):

Pohja (<0,063 mm) ei saa ylittää 0,5 %, seulan 0,09 mm alite ei saa ylittää 2,5 %.

TAULUKKO 3. Toimenpiteet, jos seula-analyysin tulos ei ole hyväksyttävä

Kromiitti	Tulos	Toimenpiteet
1/viikko	Seulan 0,125 alite >2 %	Tarkasta leijupedin toiminta, puhdistus ohjeen mukaisesti
Kvartsi	Tulos	Toimenpiteet
1/viikko	Seulan 0,125 alite >2 %	Tarkasta tuuliluokittimen toiminta (ilmamäärä)

Muottihiekköjen taivutuslujuuksia määrittää tehtävään nimetty henkilö valikoivasti furaanihiekoista kerran viikossa tai useammin jos tarvetta ilmenee. Taivutuskoesauvoista määritetään lujuudet 24 tunnin kovettumisajan jälkeen. Tulokset kirjataan taulukkopohjalle, jonka ylläpito on tehtävään nimetyn henkilön vastuulla. Muottihiekoissa käytettävä hartsin määrä on 0,7 - 1,1 % hiekan määrästä ja kovetteen määrä on 0,25 - 0,55 % hartsin määrästä. Raja-arvot taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Taivutuslujuuskokeen raja-arvot

	Uusi kvartsi 24 h N/cm ²	Seoshiekka 24 h N/cm ²	Kiertohiekka 24 h N/cm ²	Kromiittihiekka 24 h N/cm ²
Furaanihiekkä	50 - 150	50 - 150	50 - 150	50 - 200

3. KORJAAVAT TOIMENPITEET

Mikäli joku hiekkakokeiden tuloksista poikkeaa normaalista, niin uusi kyseinen koe. Jos kokeen tulos on vielä uusinnan jälkeen normaalia heikompi, niin tuloksista ilmoitetaan kaavauksen työnjohtajille ja valmistuspäällikölle, jotka ovat vastuussa jatkotoimenpiteistä.

Laatija:	Jorma Aronen	Koodi:	-	Versio:	1 / 12.2019
Tarkastettu:	Juho Mäkinen	Voimassa	10.12.2019 -		
Hyväksytty:	Esa Vallius				

