

Kuivapuristusmassan valmistus ja käyttö

Mari Paikkari
Keramiikan materiaalioppi
Tutkimusraportti
Keramiikka- ja lasitaiteen osasto
Taideteollinen korkeakoulu
kevät 2010

Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitettiin millä eri tavoilla valmistetaan kuivapuristusmassaa. Tutkituista kuivapuristus eli granulaattimassan valmistusmenetelmistä valittiin yksi, jota sovellettiin käytännössä. Tutkimusta varten rakennettiin ”laite”, jolla pystyttiin valmistamaan granulaattimassaa. Lisäksi tutkittiin kipsimuotin soveltuvuutta kuivapuristusmuotin materiaaliksi.

Kirjallisessa pohjatutkimuksessa tutustutaan eri kuivapuristusmassojen valmistusmenetelmiin ja käytössä oleviin muottimateriaaleihin.

Tutkimuksessa tehtiin kaksi erilaista massaa, joiden kuiva-ainekoostumukseen otettiin esimerkkiä Arabian tuotannossa käytetystä kuivapuristusmassasta (sivu ?).

Johdanto

Kuivapuristus poikkeaa täysin muista keramiikan valmistustavoista, massan ns. esikäsittelystä johtuen. Kuivapuristetut esineet valmistetaan suuren paineen avulla pieniksi jyväsiksi valmistetusta massasta, eli granulaatista.

Granulaattijyvänen koostuu raaka-aineiden yhteen liittyneistä hiukkasista. Granulaatin valmistus voi tapahtua joko sekoittamalla jauheita sopivasti sideaineen kanssa tai spraykuivausmenetelmällä. Spraykuivaus on investoinneiltaan kallis, mutta kaikkein yleisin menetelmä keraamisten jauheiden granuloimiseksi.

Sisällysluetteolo

Tiivistelmä	1
Johdanto	2
Sisällysluettelo	3
Esipuhe	4
1. Tutkimus	5
1.1 Teoreettiset lähtökohdat	5
2. Kuivapuristusmassa	5
2.1 Tutkittujen massojen kuiva-aineosat	6
2.2 Tutkittujen massojen sidosaineet	6
3. Granulaattimassa ja sen valmistus periaatteessa	7
3.1 Massanvalmistus vaihtoehtoja	7
4. Granulaattimassa ja sen valmistus käytännössä	8
5. Muotti	10
5.1 Muottimateriaalit	10
6. Puristus	12
6.1 Puristuskoneet	12
6.2 Puristusvaiheet	13
7. Kuivapuristuksen etuja ja haittoja	15
8. Tulokset ja niiden tarkastelu	17
9. Johtopäätökse, ongelmat ja jatkosuunnitelmat	17
Liitteet	19
Lähteet	22

Esipuhe

Suunnitelma ja halu ryhtyä tutkimaan kuivapuristusmassan valmistamista syntyi kiinnostuksesta kuivapuristusmassan käyttöön piensarjatuotannossa. Piensarjatuotannossa käytettynä, hyvien muottien ja puristuslaitteiden avulla kuivapuristuksella voidaan aikaan saada nopea, siisti ja tehokas piensarjatuotanto.

Halusin tutkia onko mahdollista valmistaa käyttökelpoista kuivapuristusmassaa. Tämän lisäksi tutkimukseen sisältyi myös puristuksessa käytettävä muotti ja sen materiaali.

Haluan kiittää Tomi Pelkosta positiivisesta asenteesta tutkimukseen ja siinä käytettyjen menetelmien uskomiseen silloinkin, kun niihin itse vähiten uskoin.

1. Tutkimus

Tutkimuksessa selvitetään mahdollisuutta valmistaa kuivapuristusmassaa. Lisäksi tutkittiin mahdollisuutta valmistaa puristusmuotti, jolla massasta voitaisiin valmistaa pieniä puristettuja kappaleita.

Konkreettisesti tutkimuksessa ja siinä käytetyissä materiaaleissa huomioitiin tutkimukseen käytettävät taloudelliset resurssit sekä aika.

1.1 Teoreettiset lähtökohdat

Teollisuudessa kuivapuristusta käytetään erilaisten sähkökeramiikan, teknisen keramiikan ja oksidialueen keramiikan tuotteissa. Keramiikkateollisuus käyttää kuivapuristusta mm vatiin ja kulhojen, jopa kuppien valmistuksessa. Kuivapuristusta käytetään yleensä suurta mittatarkkuutta vaativien hienokeraamisten tuotteiden valmistuksessa. (Opetusministeriön Taik 2000) Granulaattimassa ostetaan yleensä sekä teollisuudessa että pienpajatuotannossa valmiiksi granuloina. Tällöin massan kosteusprosentti, ja granulointirakeiden suuruus ovat tasalaatuisia. Granulaattimassaa voi karkeudeltaan verrata hienosokeriin.

Granulaattimassan valmistaminen alusta alkaen itse on ilmeisen harvinaista ja työlästä. Lähdetessä valmistamaan granulaattimassaa alusta alkaen itse on ensin tutustuttava erilaisiin massanvalmistustekniikoihin, muottimateriaaleihin, puristuslaitteisiin, puristuslujuuteen sekä massan konkreettiseen koostumukseen ja polttolämpötiloihin.

Edellä mainituissa vaiheissa valitaan kulloisiinkin resursseihin ja aikatauluihin parhaiten sopiva tekniikka. Vasta tämän jälkeen voidaan aloittaa konkreettinen massanvalmistus.

Tutkimusta varten tutustuttiin erilaisiin massan valmistus tekniikoihin ja –mahdollisuuksiin. Tätä kautta löydettiin tutkimukseen käytettävien resurssien ja aikataulun kautta se vaihtoehto ja muottimateriaalit, joita tutkimuksessa käytettiin.

2. Kuivapuristusmassa

Kuivapuristus- eli granulaattimassanjyvänen koostuu raaka-aineiden yhteen liittyneistä hiukkasista. Koossapitävä voima voi perustua hiukkasten välissä olevan nesteen kapillaarivoimaan tai hiukkasten välissä olevaan sideaineeseen. Yleensä nestevoimat pitävät jyvistä koossa granulaation valmistusvaiheessa ja sideaineet valmiissa, kuivassa granulaatissa.

Granulaatin valmistus voi tapahtua joko sekoittamalla jauheita sopivasti sideaineen kanssa tai spraykuivausmenetelmällä. Näistä spraykuivaus on kaikkein yleisin menetelmä keraamisten jauheiden granuloinnaksi. Se on kuitenkin investoinneiltaan erittäin kallis.

Kuivapuristusmassan kuiva-aineiden osuus on keskimäärin noin 95%, tällöin kosteusprosentti on noin 2-7 % (granuloidussa massassa). Sidosaineen osuus on noin 0,05-3 %. Yleisimmin käytetyt sidosaineet ovat selluloosaeettereitä, joko natriumkarboksyyli- eli metyyli- selluloosaa eli CMC:tä tai metyyli- selluloosaa. Selluloosaeetteri vaikuttaa oleellisesti myös lietteen viskositeettiin riippuen käytettävän selluloosan konsentraatiosta ja molekyylipainosta. Näihin voidaan vaikuttaa

eetteröintiprosessin aikana (selluloosaa ei suoraan voida käyttää sideaineena, koska se ei ole vesiliukoinen toisin kuin eetteröity selluloosa). Mitä pidempi molekyyliketju muodostetaan, sitä suurempi on veteen sekoitetun sideaineseoksen viskositeetti.

Sideaineiden on tarkoitus parantaa granulaattijyvän raakalujuutta. Sideaineet toimivat sementtisidoksen tapaan tukien hiukkasia kunnes ne poltossa sitoutuvat keraamisesti toisiinsa.

”Kivitavaratyypin” kuivapurismassan pääraaka-aineita ovat pallosavi, kaoliini, kvartsihiekkä ja maasälpä. Tämän lisäksi kuivamassaan voidaan lisätä esimerkiksi alumiinioksidia, liitua, mangaanioksidia, dolomiittia, tinaoksidia tai wollastoniittia

Tutkimukseen valittujen kuiva-aineiden viitteellisenä lähtökohtana käytettiin Arabian tehtaan tuotannossa käyttämää kuivapuristusmassaa jonka kuiva-ainekoostumus on esitetty alla

Pääraaka-aineet: Pallosavi, Kaoliini, Kvartsihiekkä, Maasälpä
Lisäksi: alumiinioksidia, talkkia ja sideainetta
Kosteusprosentti: 1,8-2,6%

Tutkimusta varten valmistettiin kaksi massaa: massa 1. ja massa 2. Kumpaakin massaa valmistettiin kuivamassaosuudeltaan 1 kg 4g.

2.1. Tutkittujen massojen kuiva-ainesosat

Massa 1.	Kvartsi FFQ 200 Kemiö	300g
	Pallosavi, Hyplas 71 elc Imerys	250g
	Kaoliini Standardporcelain	250g
	Kalimaasälpä FFF K7	195g
	Talkki XXXX	9g
Massa 2.	Kvartsi FFQ 200 Kemiö	300g
	Pallosavi, Hyplas 71 elc Imerys	250g
	Kaoliini Standardporcelain	250g
	Kalimaasälpä K7	195g
	Liitu	5g
	Talkki	4g

2.2. Tutkittujen massojen sidosaineet

Kumpaankin massaan lisättiin sidosainetta (=CMC) 3g, joka oli sekoitettu 150g:n kuumaa vettä. Sidosaime lisättiin massaan ruiskuttamalla (Kuva 1.)



Kuva1.

3. Granulaattimassa ja sen valmistus periaatteessa

Granular suom. jyväinen, rakeinen

Granulaatti= massa, joka koostuu tasasuuruiseksi seulotuista jyvistä
tai
massa, joka koostuu tasakokoon valmistetuista jyvistä

3.1 Massanvalmistus vaihtoehtoja

1. Spraygranulointi on teollisuudessa yleisimmin käytetty granulointimenetelmä. Raaka-aine seos sekoitetaan veteen, ja syötetään kuivaimeen veden kanssa, eli massalietettä ruiskutetaan pisaroina kuumailmakuivuriin. Atomisointisuutin hajottaa seoksen hyvin pieniksi pisaroiksi, jotka kiinnittyvät toisiinsa muodostaen palloja. Tällöin (= säätelemällä ruiskua, lietettä ja ilmavirtaa) saadaan syntymään jyväsiä, joilla on haluttu läpimitta. Karkeudeltaan massaa voi verrata sokeriin. Liite 1.

2. Granulointimassaa voidaan valmistaa myös valmistetaan rouhimalla kuivattuja massakakkuja muruiksi ja seulomalla haluttu välikarkeus rouheesta pois.

3. Kallistetun levyn avulla. Tällöin pyörivälle, reunalliselle levyllä tuodaan jauhemaiset raaka-aineet. Jauheiden sekaan sumutetaan veden ja sideaineen (esim. karboksyyylimetyyliselluloosa CMC) seosta. Pyöriessä seos rakeistuu ja kun rae kasvaa tietyn koon yli, se poistetaan levyllä. Kallistettuun levyyn perustuva tekniikka tuottaa yhdenkokoisia jyviä. Jyvän koko riippuu levyn kallistuskulmasta, poistorenkään korkeudesta, pyörimisnopeudesta ja sideaineen määrästä. Mikäli sideainetta käytetään liikaa tai käytettävä jauhe on liian hienojakoista saattaa jyvästen kasvunopeus olla liian suuri, mikä puolestaan aiheuttaa epämääräisen muotoisia jyviä.

Periaatteessa kaikista savimassatyypeistä voidaan valmistaa granulaattia.

4. Granulaattimassan valmistus käytännössä

Tässä tutkimuksessa granulaattimassa valmistettiin kallistetun, pyörivän tason avulla. Tällä tavalla valmistetusta massasta ei heti saada raekooltaan tasalaatuista vaan raekoko on jälkeenpäin seulottava halutun suuruiseksi.

Massan valmistusta varten rakennettiin ”laite”, jolla massaa pystyttiin valmistamaan. Laite koostui dreijaan kiinnitetystä muovireunallisesta vanerilevystä (halk 85cm, reunan korkeus 12cm).

Dreija ja sillä oleva levy asetettiin kaltevaan asentoon (kulma noin 30°) Kuva 2. Dreija laitettiin pyörimään ja siihen kaadettiin tehdyn kuivapuristusmassan kuiva-aineet Kuva 3.

Kuivamassan päälle ruiskutettiin tasaisella suihkulla vesi-CMC –seosta* Kuva 1. Massan annettiin pyöriä tasaisella nopeudella noin 5 minuuttia, jonka jälkeen granulaattirakeita alkoi muodostua. Kuva 4.



Kuva 2.



Kuva 3.



Kuva 4.

Granulaattirakeet kerättiin levytä ja pakattiin tiiviisiin purkkeihin, jotta saatu kosteusprosentti pysyisi halutunlaisena (= kosteusprosentti on sama kuin kuiva-aineiden ja niiden sekaan ruiskutetun vesi-CMC -seoksen suhde). Kuva 5.

Granulaattimassaa seuloittiin erikokoisilla seuloilla siten, että massa saatiin raekoolta tasakokoiseksi (noin 0,3-0,01mm). Kuvat 6 ja 7



Kuva 5.



Kuva 6.



Kuva 7.

* Pussista otettu valmis CMC –jauhe sekoitetaan mahdollisimman kuumaan veteen. Seosta painellaan morttelilla, jotta jauhe saadaan sekoittumaan veteen. Lopuksi vesi-CMC –seos seulotaan.

5. Muotti

Puristimen vaihdettava muottiosa on puristustyökalu. Puristustyökalu on kahtia-avautuva tai se koostuu kahdesta erillisestä palasta. Esine syntyy puristamalla sopiva määrä granulaattia työkalun osien eli pistimien väliin. Jokaisessa puristustyökalussa on ylä- ja alapistin. Yläpistimessä on puristettavan lautasen yläpuolen muoto. Alapistin noudattaa lautasen alapinnan muotoa.

Periaatteessa pienteollisuudessa puristusmuotti voidaan tehdä mistä tahansa materiaalista joka kestää puristusta ja johon saadaan kaiverrettua tai valettua haluttu muoto. Tällöin myös muotin ala- ja yläpuolen kiinnitys puristuslaitteeseen suunnitellaan, jotta muotin ylä- ja alapuolen kohdistus saadaan mahdollisimman täsmälliseksi.

5.1. Muottimateriaalit

Metallimuotti

Yleisimmin kuivapuristuksessa käytetty muottimateriaali on metallia. Metalliset kuivapuristusmuotit ovat teräksestä tai teräsvaipalla tuetusta synteettisestä kumista. Muottien kestoikä on moninkertainen verrattuna kipsimuotteihin. Kuivalujuuden varmistamiseksi muoteissa käytetään liima-aineita.

Pienpajatuotannossa metallimuotit teetetään valmiiksi, jolloin muottiin jyrsitään halutunmallinen kolo. Metallimuottien teettäminen on kallista; pienpajatuotannossa käytettävä, jyrsimellä tehty pyörähdyskappaleen metallimuotti, maksaa joitain kymmeniä tuhansia, ei-pyörähdyskappaleen muotti jopa 60 000 - 70 000€.

Arabian tehtaalla osassa tuotanto kuten vatien, lautasten ja kulhojen muovaamiseen käytetään kuivapuristusmuottia. Puristustyökalu on valmistettu erilaisista metalliosista. Mahdollisimman hyvän lopputuloksen aikaan saamiseksi teollisuudessa käytetään toimintaperiaatteeltaan isostaattista puristusta. Tämä tarkoittaa sitä, että työmuotin alapuolen teräsmuotti on varustettu muovikalvolla, jolloin kappaleeseen saadaan tasainen puristus. Menetelmässä granulaattimassa suljetaan joustavaan koteloon. Puristusvaiheessa muotin ja kalvon väliin pumpattava neste (öljy) joutuu hydrostaattiseen

paineeseen pumppujen avulla. Muottia ympäröivä teräsrunko määrää paineen vaikuttaessa tulevan muodon.

Puristuksessa on siis kaksi vaihetta: esipuristus ja varsinainen isostaattinen puristus. Granuloitu massa pakkautuu puristuksen aikana tiiviisti muodostaen koossa pysyvän esineen. Muotin avauduttua esine joko tipahtaa kuljetushihnalle tai siirto tapahtuu imukupeilla varustettujen työkalujen avulla (Vepsäläinen 1999). Liitteet 2., 3. ja 4.

Kovamuovi

Muovimuottia käytettäessä mallinnetaan Rhino –piirustusohjelmalla haluttu puristuskappaleen muoto. Tietokoneella mallinnetun muotin etuna on, että muotista saadaan tarkasti halutun kokoinen. Tällöin yläpuoli on aavistuksen pienempi (= noin 0,01-0,1 mm) kuin alapuolen. Puristettaessa muotin yläosa painautuu aavistuksen muotin alakappaleen sisälle. Mallintamalla haluttu muottikuva Rhino –mittapiirustusohjelmalla ja syöttämällä tiedot koneelle, voitaisiin CNC –jyrsimellä saada aikaan kovamuoviin muotin ala- ja yläpuolet. Muotin etuna on sen kestävyys ja mittatarkkuus. Haittoja mm. materiaalin hinta; ”lautatavarana” myytävä kovamuovin metrihinta on noin 100€/m.

Kipsimuotti

Tutkimuksessa päätettiin käyttää kovakipsistä puristusmuottia. Tutkimuksessa käytettiin kovakipsistä valmistettua muottia. Kyseiseen muottimateriaaliin päädyttiin sen edullisuuden, nopeuden ja kokeilunhalua takia.

Tutkimusta varten valmistettiin kovakipsimuotit. Muotteja valettiin kaksi erilaista (toisessa mallineen kolo oli päästävä pyörähdyskappale, toisessa päästävä palapeli-muoto), molempiin muotteihin kuului erillinen ylä- ja alapuoli.

Aluksi muotoiltiin käsin savesta halutun malliset kappaleet. Kappaleet valettiin kipsiin jonka jälkeen kipsimallineen sivut pyörästettiin kipsidreijalla. Kipsin kovettua muotti käännettiin ylösalaisin, savimalline poistettiin ja muotti sellakoitiin useaan kertaan. Kipsimuotissa oleva savimallineen jättämä kolo täytettiin puoleenväliin asti tuoreella savella** ja kipsimuotin päälle valettiin kovakipsistä puristusmuotin yläosa. Liitteenä kuvat puristusmuotin ylä- ja alapuolista. Kuva 8. ja 9.



Kuva 8.



Kuva 9.

** Muotissa oleva savimallinen muodostama kolo täytettiin osittain savella, jotta valmistetun puristusmuotin ylä- ja alapuolten väliin saatiin muodostettua puristusmassalle tila, johon massa puristusvaiheessa lastataan ja puristetaan.

6. Puristus

6.1 Puristuskoneet

Markkinoilla olevat puristimet voidaan jakaa kolmeen pääryhmään:

1. Vaakapuristimet

- puristettu lautanen putoaa pehmeästi kuljetuslinjalle
- koneessa voi olla 1-4 puristuspäätä
- muottityökalun puoliskojen vaihtaminen käy helposti
- tavallisten lautasten valmistus

2. Pyöröpöytäpuristimet

- 4 kpl alapistimiä
- 2 kpl yläpistimiä
- työvaiheet jaettu eri asemiin
- puristetun lautasen pehmeä siirto silotuskoneeseen

- muotonsa takia halkeilualttiiden lautasten valmistus
- työkaluun takertuvan massan (esim. luuposliini) käyttö
- pienten mallien nopea valmistus

3. Pystypuristimet

- yläpistin nousee puristuksen jälkeen ja imukupilla varustettu siirtolaite nostaa puristetun esineen kuljetuslinjalle
- muodoltaan epäsäännöllisten tuotteiden valmistus (tarjoiluvadit, vuoat)
- erityisen isot lautaset

Puristussuunta voi siis olla vaakaa- tai pystysuora laitteesta riippuen. Konetyypin valintaan vaikuttavat:

- Työkalun eli muotin täyttömenetelmä
- Granulaatin ominaisuudet
- Valmistettavien esineiden muoto ja koko

Oleellinen ero on tavassa, jolla puristettu kappale siirtyy valmistusprosessissa eteenpäin. Vaakapuristuksessa puristettu kappale putoaa kuljetushihnalle muotin avauduttua. Pyörö- ja pystypuristimissa kappaleen siirto tapahtuu imukupilla varustetun siirtotyökalun avulla. Siirtotyökalua on järkevää käyttää suurissa ja muodoltaan epäsäännöllisissä kappaleissa: menetelmä on hellävarainen. Vaakapuristinta käytettäessä täytyy varmistaa, että puriste kestää hihnalle tipahtamisen murtumatta (Hassi 1997, 80–81).

Mitä pienempi on massan kosteusprosentti, sitä suurempi puristusvoima tarvitaan.

Puristusvoima kuivapuristuksessa 3000 - 5000 N/cm²

(vastaavasti esim. märkäpuristuksessa puristusvoima on noin 1000 - 1500 N/cm²)

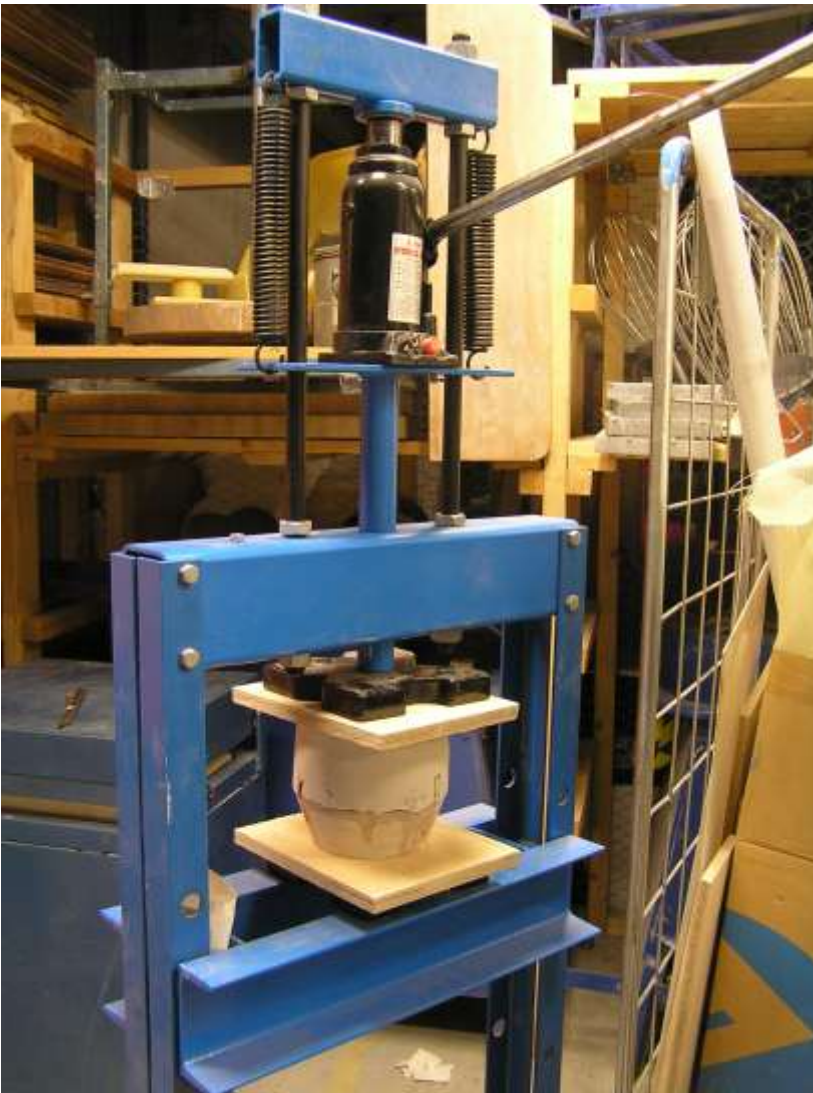
Kyseissä tutkimuksessa käytettiin puristinta, jonka puristusvoima on maksimissaan 5000 kg.

6.2. Puristusvaiheet

Muotin alapuoli asetettiin puristuslaitteeseen. Seulottua massaa laitettiin muotin alakappaleelle siten, että massasta muodostui keko Kuva10. Muotin yläpuoli kohdistettiin paikoilleen muotin alaosan päälle, ja muottia puristettiin Kuva 11. Puristuksen annettiin olla maksimipisteessään noin 5-10 sekuntia, jonka jälkeen puristus vapautettiin ja muotti avattiin. Kipsimuotit kestivät puristusta noin 2-5 kertaa, jonka jälkeen ne lohkesivat sivuilta tai niihin syntyi hiusmurtumia pystysuunnassa muotin poikki.



Kuva 10



Kuva 11.

Massa puristui muottiin tasaisesti ja tiiviisti.

Massan irrotus ks. puristuskoetta varten valmistetuista kovakipsimuoteista oli erittäin hankalaa/mahdotonta. Irrotettaessa puristettua kappaletta muotista, kappale mureni ja lohkeili. Kuva 12.



Kuva 12.

7. Kuivapuristustekniikan etuja ja haittoja

Etuja

- Taloudellisuus

Tärkein syy puoli-isostaattisen kuivapuristuksen yleistymiseen on menetelmän taloudellisuus. Esimerkiksi lautasten valmistus voidaan automatisoida kokonaan ja henkilöstöä tarvitaan vain prosessin valvontaan, muottien vaihtamiseen ja materiaalien lisäämiseen. Yksi työntekijä voi käyttää kahta samanaikaisesti toimivaa konetta.

- Vähän vettä ja vähän kuivattamista

Koska granulaateista puristettu kappale sisältää vain vähän kosteutta, jää perinteinen kuivausvaihe tarpeettomaksi. Energiaa ja tuotantotilaa säästyy. Vaikka energiaa kuluu massan granulointiin spraykuivaamalla, on menetelmä perinteistä kuivatusta nopeampi.

- Kipsimuottien käyttö vähemmälle

Perinteisissä valmistusmenetelmissä kipsimuottien valmistus, käsittely ja kuivatus on kallista ja vaatii runsaasti tilaa. Kuluneet tai muuten vioittuneet muotit aiheuttavat virheitä valmistettaviin tuotteisiin.

Kuivapuristuksessa käytettävä muovipinnoitteinen metallimuotti on kestävä. Muotin muovinen membraani kestää noin 40 00 puristuskertaa ja osa voidaan tarvittaessa uusia. Perinteisillä valmistusmenetelmillä kipsimuottien jatkuva valmistus on kiinteä osa tuotantoketjua. Kuivapuristusmuotit voidaan joustavasti teettää alihankintana tuotantolaitoksen ulkopuolella.

- Nopeuttaa ja keventää työtä

Puristustuotanto voidaan automatisoida pitkälle. henkilöstöä tarvitaan vähän ja työtehtävän ovat helposti omaksuttavissa.

- Materiaalin käyttö taloudellista

Puristusprosessissa granuloitu massa käytetään kokonaan valmistettaviin kappaleisiin. Esimerkiksi pois leikattavia osia ei ole. Muotin avauskohtaan jäävä purse viimeistellään sienettämällä. Hukkamateriaalia voi kertyä myös viallisista tai rikkoontuneista kappaleista. Kertaalleen käytettyä granulaattia ei voi puristaa uudelleen, mutta se voidaan kierrättää perinteisiä massoja valmistettaessa.

- Suuri mitta- ja muototarkkuus sekä hyvä tuotteiden laatu

Koska muodonanto tapahtuu automaattisesti kestäväällä muottityökalulla, ei esineissä ilmene käsityövaiheiden aiheuttamia laatueroja, kuten perinteisissä muovaavissa menetelmissä. Valmistustekniikan etuja ovat myös puristettujen kappaleiden mittatarkkuus ja hyvä laatu. Parhaan laatuluokan osuus tuotannosta on suurempi kuin perinteisillä valmistusmenetelmillä.

- Puristeen tiivis rakenne

- Kuivapuristus vähentää energian käyttöä

puristettuja tuotteita ei tarvitse kuivata ja tuotteet poltetaan vain kerran (esipolttu on usein tarpeeton)

- Huokosrakenne voidaan säädellä raekoolla ja puristusvoimalla

- Voidaan käyttää jopa lisäaineettomia massoja

- Tilansäästö

Puristuslaitteiston vaatima tilantarve on vain murto-osa vastaavan tuotantokapasiteetin omaavan perinteisen tuotantolinjan vaatimaan tilaan verrattuna. Myös perinteisten valmistusmenetelmien vaatima kipsimuottien käsittelyyn ja varastointiin varattu tila vapautuu muuhun käyttöön.

-Mahdollisuus tehdä epäsymmetrisiä ja soikeita, jopa pintakuviollisia esineitä, lähinnä lautasia

- Nopea mallinvaihto

Vaikka kalliin muotin valmistaminen edellyttääkin suuria valmistusmääriä, ei esineitä tarvitse valmistaa varastoon. Muottia vaihtamalla voidaan samalla koneella valmistaa

erilaisia esineitä saman työpäivän aikana. Tuotanto ei keskeydy pitkäksi aikaa, koska erityisiä säätösarjoja ei tarvita. Kappaleita voidaan näin ollen valmistaa kysynnän mukaan ja valmiiden tuotteiden varastointiaika lyhenee huomattavasti.

Haittoja

- Pinta ei ole yhtä hyvä kuin toisilla menetelmillä. Tämä on ratkaistu lasitekehityksellä
- Kallis menetelmä: tekniikkaa kannattaa käyttää vain suurten sarjojen valmistukseen
- Ei pystytä valmistamaan kovin monimuotoisia tuotteita

(Vepsäläinen 1999)

8. Tulokset ja niiden tarkastelu

Muoteista saadut palat kerättiin uunilevyille, mitattiin ja numeroitiin. KuvaXX

Polttotuloksia ei saatu koska uuni oli polton jälkeen käyty tyhjentämässä ja palat heitetty roskiin; luokkatoverini luuli palojen olevan roskia!

9. Johtopäätökset, ongelmat ja jatkosuunnitelmat

”Granulointikone”

Kuivapuristusmassan valmistustavaksi valittu pyörivä, kallistettu dreijan päälle kiinnitetty tasolevy oli resurssien ja aikataulun kannalta hyvä ratkaisu. Kyseisellä tavalla massa saatiin granuloitua ja seulottua helposti halutun kokoiseksi. Ongelmana kuitenkin massan valmistamisessa oli sideaineen ruiskuttaminen kuiva-aineiden joukkoon. Tutkimuksessa kokeiltiin aluksi vesi-sideaine seoksen ruiskuttamista lasiteruiskulla, mutta seoksen paksuudesta johtuen ruisku tukkeutui. Vesi-sideaineseoksen ruiskuttaminen massaan suihkepullolla (KuvaX) oli välttävä, muttei paras mahdollinen ratkaisu. Lisättäessä granulaattimassan nestemäiset ainesosat suihkepullolla ei suihkusta saatu riittävän tasaista, jolloin massa granuloitui raekooltaan epätasalaatuiseksi.

Massa

Vaikkei tehtyjä granulaattimassoja päästykään näkemään poltettuina (tällöin mm. polttokutistuma, -vääntymä, massan väri ja huokoisuus jäävät tutkimuksesta pois) saattoi massoissa huomata joitain eroja jo puistusvaiheessa; massa 1. irtosi muotista paremmin, eli puristuksessa muodostunut massa pysyi paremmin koossa. Massa 2. mureni täysin yritettäessä irrottaa sitä kipsimuotista. Massojen kosteuden säilyvyydessä tai granuloitumisessa ei havaittu eroja.

Jatkossa suositellaan kokeiltavan massan eri variaatioiden soveltamista. Vaikka tutkimuksessa todettiin kuiva-aineiden ja vesi-CMC –seoksen yhdistämisen olleen hyvä ja toimiva ratkaisu, suositellaan kuitenkin myös kokeiltavan sidosaineen lisäämistä massaan yhdessä huomattavasti suuremman vesimäärän kanssa. Tällöin massasta tulisi selvästi kosteampaa, jolloin massan annettaisiin kuivua ja siitä rouhittaisiin halutun kokoista granulaattia.

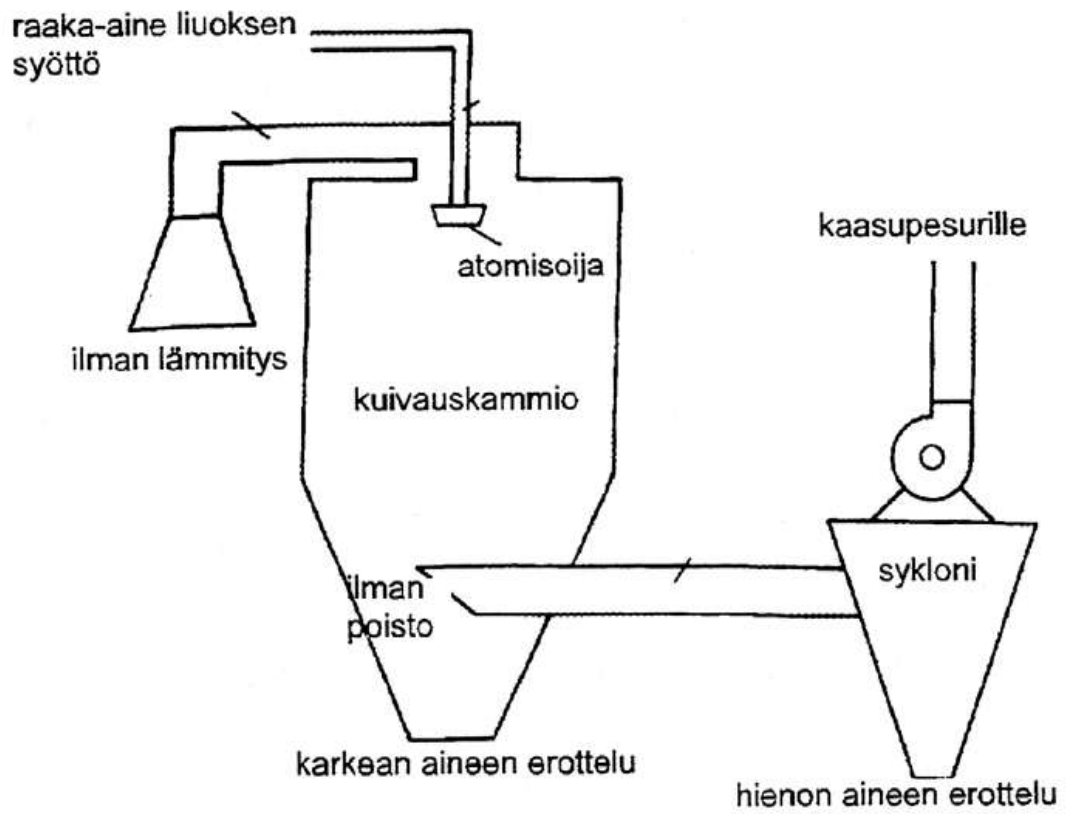
Muotti

Kipsin käyttö muottimateriaalina ei ole taloudellisesti eikä ajallisesti hyvä ratkaisu, koska kipsimuotti kestää vain muutamia puristuskertoja. Myöskään massan irrottaminen muotista ei onnistu riittävän helposti. Jatkossa, mikäli muottimateriaalina halutaan edelleen käyttää kipsiä, suositellaan kokeiltavan esim. muotin pinnoittamista hartsilla. Massan ja kipsimuotin väliin voidaan myös kokeilla jonkinlaista muovipintaista eristemateriaalia, kuten muovikalvoa tai talouskelmua.

Muottimateriaalina suositellaan jatkossa kokeiltavan esim. CNC –jyrsimellä kovamuoviin jyrsittyä muottia.

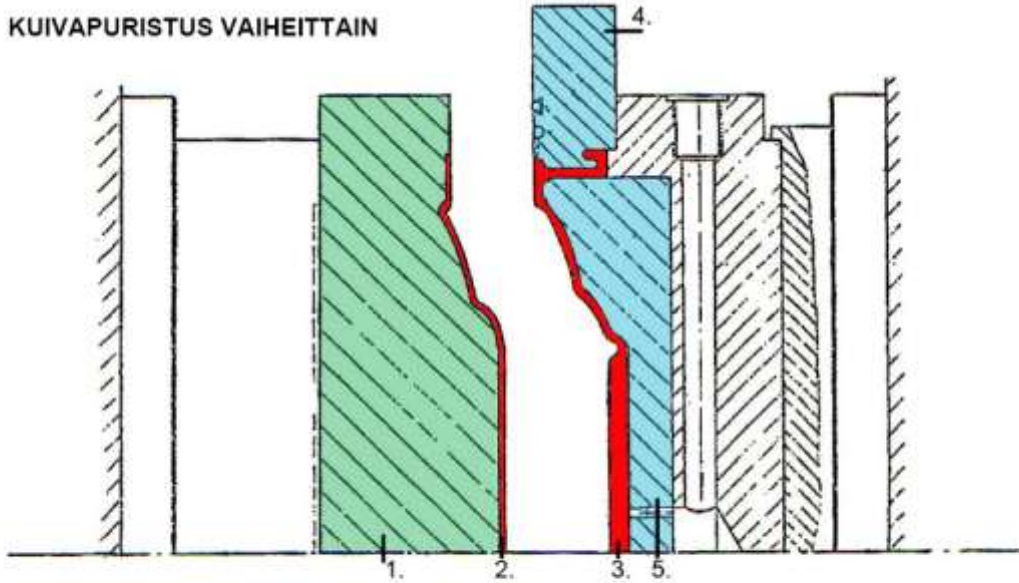
Liitteet

SPRAYKUIVAUKSEN PERIAATEKUVA



Liite 1.

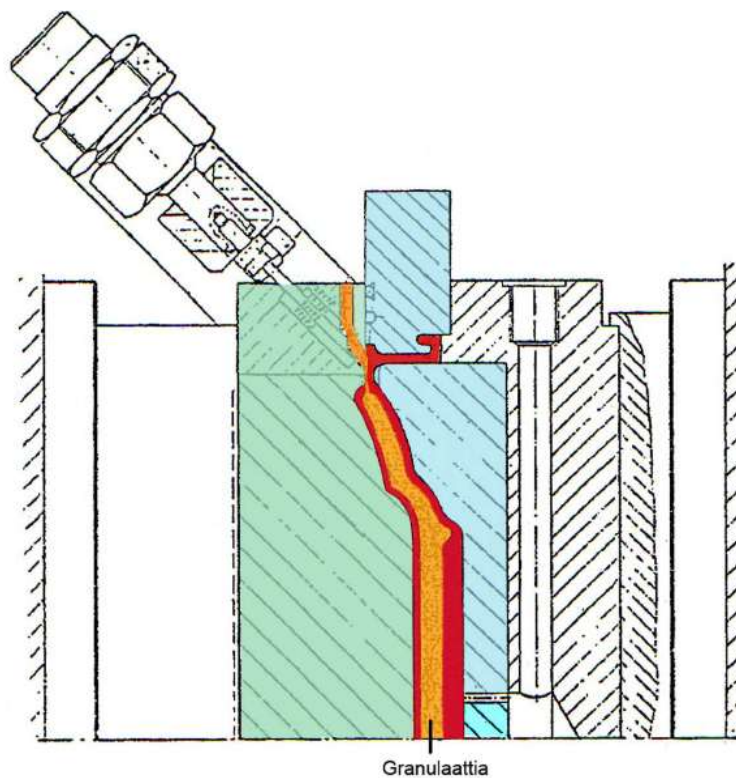
KUIVAPURISTUS VAIHEITTAIN



LAUTASMUOTTI KOOSTUU VIIDESTÄ OSASTA:

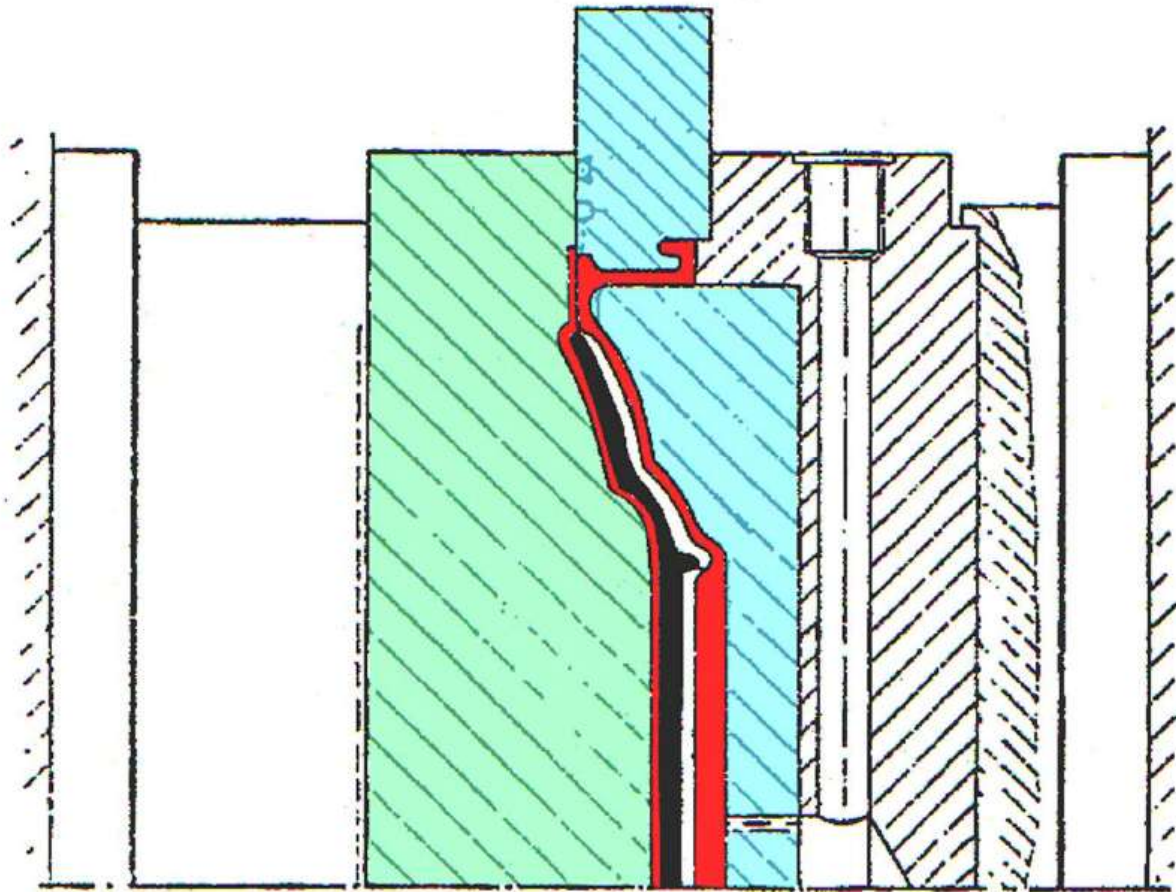
- 1: Lautasen yläpinnan muotti
- 2: Kalvo
- 3: Membraani
- 4: Osa 4. pitää membraanin paikoillaan
- 5: Membraanin tuki

Liite 2.



Muotti on sulkeutunut ja granulaatti puhalletaan muottiin paineilman avulla.

Liite 3.



Lautanen on valmis. Kun muotti avautuu, lautanen putoaa kuljettimelle.

Liite 4.

Lähteet

Hassi, Heikki 1997, Kotimaiset materiaalit ja puristustekniikka, Keramiikan tutkimusrintki

Jylhä-Vuorio, Heikki, Keramiikan materiaalit, 1994, Opetushallitus

Opetusmonisteet Taik, Keramiikan muodonantotekniikat 2000

Vepsäläinen M. Opetusmonisteet/Kuopion muotoiluakatemia: keramiikkatekniikka 1, 1999