

Majolika- lasitteet

Majolica Glazes

Keramiikan materiaalitutkimus
Taideteollinen korkeakoulu
Airi Hortling, Sarita Mäkinen

Majolika (majolica, maiolica) Majolika on koristemaalattu matalanpolton (900-1100°C) valkoinen keramiikkatuote. Se on lasitettu valkoisella lasitteella, joka on värjätty tinaoksidilla läpinäkymättömäksi.



Kuva. Majolika- tekniikalla on koristettua fajanssikeramiikkaa: Seinällä on tradition mukaista käsityötaidetta ja pöydällä uudempaa majolika- koristelua. Kuva on otettu Faenzassa vuonna 1988.

Majolikan taustaa

Majolikaksi nimitetään keramiikkaesineitä, jotka ovat valkoisia taustaväritään ja ne on koristemaalattu käsityönä taidokkaasti värimetallioksidaista (rauta-, kupari-, mangaani- ja kobolttioksidi) valmistetuilla väreillä. Majolika- esineet on lasitettu useimmiten matalanpolton lyijylasitteella, joka on värjätty valkoiseksi tinaoksidilla. Majolika- esineet on valmistettu joko valkoisesta tai punaiseksi poltossa muuttuvasta savesta. Ne on poltettu perinteisesti matalan polton (900-1100°C) lämpötila-alueella. Majolika sanan kerrotaan tulevan Mallorca (Majorca) saaren nimestä, mistä kuljetettiin laivoilla Valencian fajanssi Pisaan, Italiaan. Punasaviesineet peitettiin tekniikan alkuvaiheessa ensin valkoisella savilietteellä ja kuviot raaputettiin esiin punaisesta pohjasta sgraffito-kaiverrustekniikalla ja lasitettiin läpikuultavalla lasitteella. 1400- luvulla alkanutta koristelua kutsutaan puolimajolikaksi. Valkoisen pinnan koristelutekniikan kehittyessä esineet lasitettiin valkoiseksi ulkopuolelta lyijylasitteella, johon sekoitettiin peittäväksi

aineeksi tinatuhkaa ja sisäpuoli lasitettiin läpikuultavalla lyijylasitteella. Valkoisen pinnan kuviointi kehittyi Italiassa 1400-1500-luvuilla ja esineitä kutsuttiin majolikaksi. Majolika- maalausessa käytetyt eri oksideista valmistetut värit valmistettiin huolella. Värit olivat keltaisen, ruskean, vihreän ja sinisen sävyjä. Ensimmäisen keramiikkakirjan (1557) kirjoittaja italialainen Piccolpasso kuvailee värien valmistuksessa käytetyn sulatteen, marzacoton, valmistusta seuraavasti. Viinin valmistuksessa jäävä mäski poltettiin hiekan kanssa nuotiolla tuhkaksi, joka sisälsi alkaleja. Marzacottoa sekoitettiin esimerkiksi kupari-, tai kobolttioksidin kanssa väriaineeksi, joilla maalaukset suoritettiin. Marzacotto- tuhkan alkalisuus tehosti värien voimakkuutta, mikä erottaa italialaisen majolika- koristamisen rankalaisesta ja saksalaisesta. Majolika levisi Etelä-Euroopan maihin ja muuntui fajansiksi. Hollanin Delft oli yksi merkittävin sinivalkoisen fajanssin keskus, missä majolikasta on tullut alueen tunnus

Koristeornamenttien aiheet saivat vaikutteita Lähi-idästä. Majolika- maalauksien ornamenttikuviot ovat toistuneet useissa maissa vuosisadasta toiseen samanlaisina. Ne ylläpitävät ja kuljettavat kulttuurin arvoja ja traditiota sukupolvesta toiseen edelleen. Espanjassa ja Italiassa on majolika- kaakeleita käytetty vuosisatoja eri sisustuksissa. Etelä-Euroopan ilmasto sallii myös majolika- laattojen ja veistosten ulkokäytön talojen seinissä.



Kuva. Valkoisella, peittäväällä lasitteella lasitetut kaatimet (A. Hortling) on maalattu kobolttioksidilla, joka uppoaa ja leviää lasitteen pintaan, poltto 1100°C. Hollannissa Delft (delftware) on tunnettu sinivalkoisesta majolikasta.

Valkoinen fajanssi

Kiinassa oli kehitetty valkoinen posliini ja sen matkiminen herätti valkoisuuden ihannoinnin. Italiassa, Faenzan kaupungissa valmistettiin myös valkoisia tuotteita, mutta massan väri ei ollut aivan valkoista polton jälkeen. Heillä oli pitkä kokemus tinaoksidilla valkoiseksi värjätystä lyijylasitteesta (majolika- lasite) ja sillä peitettiin harmaan valkoinen massa. Valkoisesta massasta valmistettuja esineitä kutsutaan Faenzan mukaan fajanssiksi. Museoissa on runsaasti fajanssiesineitä, joista lasitteen lohkeamaa tutkimalla voi nähdä eri kerrokset, valkoisen tinalasitteen ja valkoisen harmaan massan erot. Valkoisia matalanpolton, huokoisia tuotteita kutsutaan fajanssiksi

edelleen. Fajanssiesineiden polttolämpötila voi vaihdella 960- 1150°C tai voi olla jopa 1200-1250°C. Matalien polttolämpötilojen valkoiset massat ovat huokoisia eivätkä pidä vettä, korkeanpolton fajanssiksi kutsutut tuotteet ovat vettä pitäviä ns. kivitavaraa, (stengods, stone ware, white ware). Polttolämpötilan korkeuden tunnistaa koputtamalla esineen kylkeen. Jos ääni kumahtaa tai kilahtaa kertoo se polton lämpötilan korkeuden: Mitä matalampi ääni sitä matalampi poltto, mitä korkeampi ääni sitä korkeampi poltto.

Esimerkit suomalaisesta majolikasta

Arabian tehtaan tuotanto yleisesti ottaen on ollut 1900 luvulla suurelta osaltaan fajanssia, joko korkeanpolton tai matalanpolton fajanssia. Tavallinen käyttöesineistö on valmistettu korkealaatuisesta valkoisesta massasta, jota tehdas valmisti itse ja lasitettu läpikuultavilla lasitteilla, jossa ei ole ollut tinaoksidia valkaisuaineena kuten monessa muussa Euroopan tehtaassa. Tähän on poimittu kaksi esimerkkiä tehtaan koriste-esinetuotannosta, joita voidaan kutsua suomalaiseksi majolikaksi, jotka kertovat eri raaka-aineiden käytöstä. Esineet kiinnostavat erityisesti tässä tutkimuksessa käsiteltävien lasitteissa syntyneistä samankaltaisuuksista.



Kuva. Yksityiskohta maljakosta, joka on Ara- keramiikkaa Arabian tehtaan tuotannosta vuosilta 1938-1940. Ara-keramiikkaa lasitettiin joko lyijy- tai boorilasitteilla, sekä koristettiin siveltimellä maalaamalla värimetallioksideista valmistetuilla väreillä sekä valmisväreillä, väripigmenteillä. Tyylistään se muistuttaa eniten italialaista majolikaa.

Yksityiskohta maljakosta, joka on lasitettu vaalealla peittävällä tinalyijylasitteella, jossa on todennäköisesti käytetty vähän titaanidioksidia pehmentämään valkoisuutta. Kukkamaalaus on tehty polttamattoman lasitteen päälle. Kukan lehti on muuttunut poltossa punertavaksi, mikä syntyy tina- ja kromioksidin yhteisvaikutuksesta. Kromioksidista valmistetun pigmentin siveltimen jälki höyrystyy ja muodostaa pehmeän viininpunaisen punerruksen lasitteeseen. Samoin kuparioksidilla maalatut sivellinvedot saavat ympärilleen vihreän pehmennyksen. Punertava massa, punaiseksi värjätty valkoinen massa, kuultaa esiin poikittaisina raitoina. Uurteet ovat syntyneet esineen valmistuksessa ja valkoinen lasite jää paksuna kerroksena uurteisiin.



Kuva. Arabian museon kokoelmissa olevan maljakon on suunnitellut Kaj Franck. Hänen varhaisiin tuotteisiin kuulunut fajanssimaljako on lasitettu tinaoksidilla valkoiseksi värjättyllä boorilasitteella, jossa siveltimen vedot muodostuvat reikäisinä. Boorisulatteen käyttö matanpolton lasitteen raaka-aineena yhdessä lyijysulatteen kanssa estää koristeviivan muodostumisen ehjänä sivellin vetona. $\text{PbO} - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ -seos muodostaa lasia, mikä ei ole homogeenista

Selvitys sulatteiden käytöstä majolika- lasitteissa

Tavoitteena on selvittää lyijy- ja boorisulatteiden vaikutus valkoisuuden muodostukseen majolika- lasitteissa, joissa käytetään eri peittäviä oksideja. Lasitteet sovelletaan suomalaiselle punasavelle polttolämpötila-alueelle $980-1050^\circ\text{C}$. Majolika-lasitteissa tutkitaan erityyppisten sulatteiden vaikutusta lasitteen peittävyteen ja valkoisuuteen, kun käytetään peiteaineina tinaoksidia (SnO_2), titaanidioksidia (TiO_2) ja zirkoniumsilikaattia (ZrSiO_4). Koska tinaoksidi on kallis peiteaine, sitä pyritään korvaamaan joko titaanidioksidilla tai zirkoniumsilikaatilla.

Lasitteet jaetaan selvityksessä lyijy- ja boorilasitteisiin käytetyn sulatteen mukaan. Lyijylasitteissa testataan kahden erilaisen lyijysulatteen (lyijybisilikaatin ja lyijyseskvisilikaatin) vaikutusta valkoisessa peittävässä lasitteessa. Raaka-lyijyn käyttöä on vältettävä kaikissa matalanpolton lasitteissa, koska se aiheuttaa lyijyn liukenemista ja lasitepinta on myrkyllinen. Boorilasitteisiin valitaan kolme erilaista, mutta yleisessä käytössä olevaa sulatetta. Natriumboorisulatteet ovat kaikkein yleisimpiä matalanpolton sulatteita, joita tässä yhteydessä edustaa P2964 Pottery crafts. Toisena sulatteena testataan boorisulatetta, jossa on kalsiumoksidia ja alumiinioksidia, jotka tasapainottavat sulamiskykyä. Kolmanneksi boorisulatteeksi valitaan kalsiumboraattiyhdiste, jota käytetään hyvin monenlaisissa lasitteissa yleisesti.



Kuva yksityiskohta alla olevasta lasitenäytteestä A34C. Boorisulatteella sulatetulla ja tinaoksidilla valkoiseksi peittäväksi lasitteeksi värjättyllä lasitteella on lasitettu punasavesta valmistettu kulho. Lasitteeseen muodostuu sulana kahta eri lasia (kaksi faasinen lasi), jotka eivät kykene sulautumaan keskenään yhdeksi. Boorisulatteen käyttö näkyy toiseen lasiaineeseen sekoittumattomuutena ja kobolttiomaalauksessa pieninä ympyröinä.

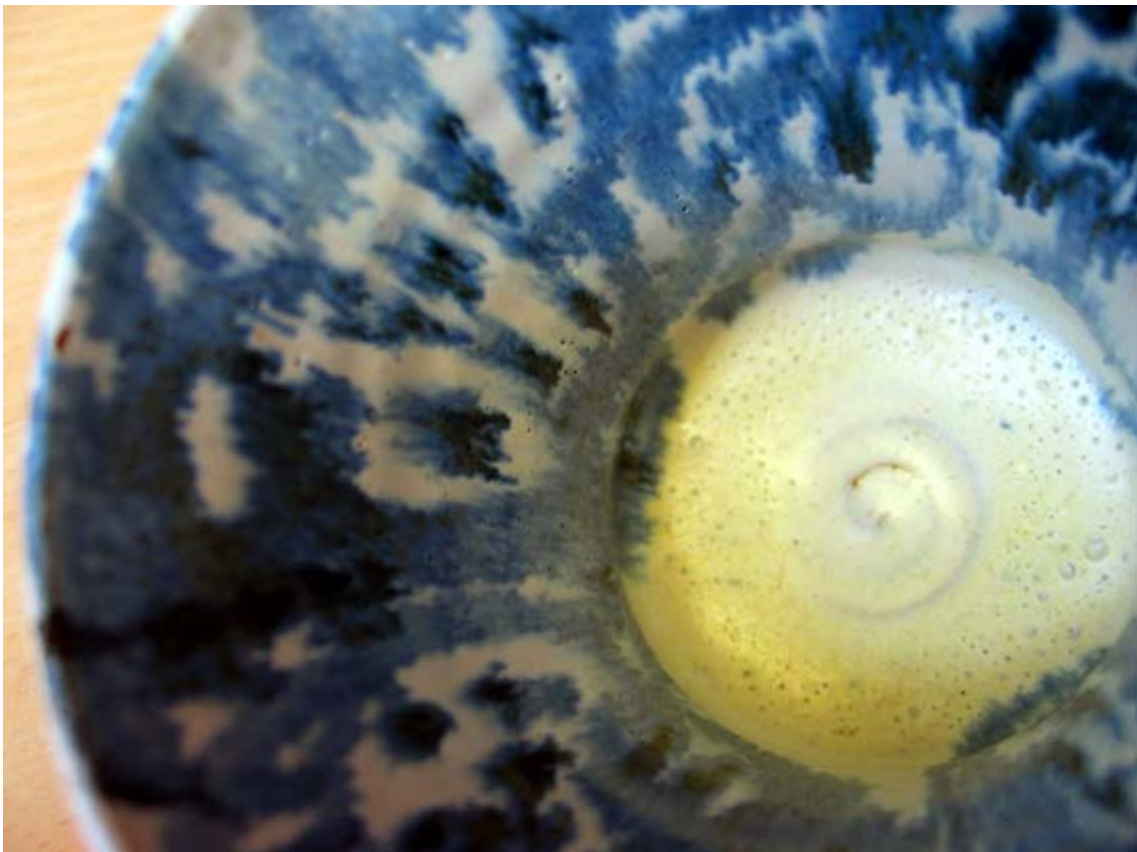


Kuva Lasite A34C

Lasitteen pinta on valkoinen ja kiiltävä. Polttolämpötila 1000°C. Kobolttioksidilla on maalattu viivakuvio polttamattoman lasitteen päälle. Viiva ei muodosta yhtä viivaa vaan on reikäinen.



A351B lasite.
 Lyijysulatteella sulatetulla ja tina- ja titaanioksidilla kellertäväksi, peittäväksi lasitteeksi värjättyllä lasitteella on lasitettu punasavikulho. Lasitteen pinta on himmeä ja kellertävä.



Kuvassa on yksityiskohta yläpuolella olevasta näytekulhosta, lasite A351B. Polttolämpötila 1000°C. Kobolttioksidilla on maalattu viivakuvio polttamattoman lasitteen päälle. Viivakuvio valuu lasitteessa esineen pystypinnassa.

Lasitenäytteiden raaka-aineet

Majolika- lasitteissa käytetään Suomessa yleisesti saatavilla olevia raaka-aineita. Seuraavassa on esitellään lasitteiden raaka-aineet ja peiteaineiden käyttömäärät. Peiteaineita käytetään jokaisessa lasitteessa yhteensä 10 %.

Sulatteet, lyijy- ja boorisulatteet

Tutkimukseen valitut lyijy- ja boorisulatteet ovat englantilaisen Pottery Craftin myyntituotteita.

Lyijysulatteet

Majolika- lasitteen sulattajina testataan lyijybisilikaattia, joka sisältää alumiinioksidia ja piidioksidia lyijyoksidin lisäksi. Alumiinioksidi ja piidioksidi sitovat lyijyoksidia itseensä ja estävät lyijyn liukenemista. Lyijyseskvisilikaatti sisältää titaanidioksidia ja piidioksidia, mutta ei lainkaan alumiinioksidia. Epplerin (1975) lyijyliukoisuusteorian mukaan titaanidioksidi vähentää lyijyn liukenevuutta.

Valitut lyijysulatteet ovat vähäliukoisia lyijy-yhdisteitä. Englantilaisen lainsäädännön mukaan, (Ministry of Education Administrative Memorandum No. 517), lyijyä ei saa liueta sulatteesta enempää kuin 5 prosenttia (Pottery Craft tuoteluettelot 1989-97). Taulukossa 1 on esitetty kahden erilaisen lyijysulatteiden molekyylikaava. Sulatteelle suositeltu lämpötila-alue ei ole suoraan sulatteen käyttölämpötila, vaan se antaa suuntaa sulatteen reagoitakyvystä muiden lasitteen raaka-aineiden kanssa.

Taulukko 1: Lyijysulatteiden empiiriset kaavat ja lämpötila-alueet

Lyijysulate	Kaava		Lämpötila-alue ^{°C}	
Lyijybisilikaatti P2950*	1,00 PbO,	0,086 Al ₂ O ₃	1,86 SiO ₂	900-1100
Lyijyseskvisilikaatti P2951**	1,00 PbO,	0,125 TiO ₂	1,54 SiO ₂	880-1080

*Lead Bisilicate P2950.Pottery Crafts Ltd England

**Lead Sesquisilicate 2951, Pottery Crafts Ltd, England

Seskvisilikaatin nimessä *seskvi* tarkoittaa puolitoista, Lyijyoksidin ja piidioksidin suhde sulatteessa on puolitoista. Sulate sisältää titaanidioksidia ja sulaessaan se muodostaa lasituksessa pieniä kiteitä, jotka voivat näkyä vaaleana "pölynä" lasitteen pinnassa. Majolika- lasitteet sisältävät peittäviä oksideja, ne tekevät lasitepinnasta valkoisen, ja on vaikea erottaa seskvisilikaatin aiheuttamaa kidemuodostumaa.

Boorisulatteet

Boorioksidi toimii lasitteen sulattajana, mutta muodostaa myös yksinään lasia. Se lisää lasitteen lasimaisuutta. Boorioksidi on vesiliukoinen ja se on aina käytettävä sulatteen muodossa. Taulukossa 2 on esitetty tutkimuksessa käytetyt boorisulatteet.

Taulukko 2: Boorisulatteiden empiiriset kaavat

Boorisulate	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	B ₂ O ₃
Borax Soft P2964*	1,00	-	-	-	3,074	2,54
Calcium Borat P2954**	-	-	1,00	0,097	0,609	1,5
Borax frit P2953**	0,369	0,074	0,556	0,506	1,955	0,848

*Pottery crafts Ltd England 1990-1998) **.Pottery crafts Ltd England (1990-2009, edelleen)

Boorisulatteen P2964 empiirisen kaavan RO– ryhmä (=1) koostuu natriumoksidista. Empiirinen kaava on 1,0 Na₂O .2.54 B₂O₃ 3.074 SiO₂. Borax Soft P2964 Pottery crafts Ltd, England, sulate on poistettu käytöstä 1997 jälkeen. Maahantuoja antama ohjeellinen lämpötila-alue on 750-1000°C. Sulatteessa oleva booraksi reagoi vähemmän veden kanssa kuin samankaltainen Ferron sulate F37025 lasitetta säilytettäessä veteen sekoitettuna. F 37025 sulatteen empiirinen kaava on 1 Na₂O. 2,5 B₂O₃. 3,5 SiO₂. Sulate pehmenee matalassa lämpötilassa, n. 400- 500°C:ssa. Sulate sopii parhaiten raku- lasitteisiin, joita ei säilytetä kauan ja jotka vaativat alhaisen pehmenemis- ja sulamislämpötilan.

Boorisulatteiden käytön haittapuoli on booraksin yllättävän nopea kiteytyminen vedessä ottaen huomioon, että se on sulatettu lasimaiseksi koostumukseksi kvartsin kanssa. Boorisulate reagoi hapen kanssa ja muodostuu pieniä kiteitä. Hydrotoetuessaan (imee kosteutta) kiderykelmät pyrkivät muodostamaan valkoisia kiteitä suljetun säilytysastian seinämiin. Suuria, 0,1-5 mm:n kokoisia läpikuultavia boorisulatekiteitä kehittyä lämpimässä vedessä muutaman vuorokauden kuluessa, tällaista lasitetta ei voi enää palauttaa ennalleen.

Booraksisulate P2953, Pottery crafts

Sulatteessa on booraksia vähemmän kuin edellä käsitellyissä sulatteissa. Tämän sulatteen käytöstä johtuvaa kiteytymistä voi havaita veteen sekoitetuissa lasitteissa hyvin vähän, ettei siitä ole haittaa.

Empiirinen kaava on

0,369 Na₂O

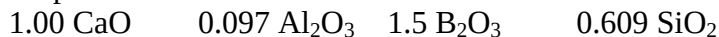
0,074 K₂O 0,506 Al₂O₃ 1,955 SiO₂

0,556 CaO 0,848 B₂O₃

Boorisulate P2953, jossa RO –ryhmä (=1) koostuu kalsiumoksidista, jota on yli puolet (0,556 ekv.). Lisäksi RO-ryhmän sulattajiin kuuluvat kalium- (0,074 ekv.) ja natriumoksidit (0,369 ekv.). Sulatteen pehmenemis- ja sulamisalue on 900-1000°C maahantuojaan tiedon mukaan. Sulate P2953, on hitaampi reagoimaan eri polttolämpötiloissa sulattajana kuin P2964 sisältämänsä kalsium- ja alumiinioksidin takia. Se on soveltuvampi korkeampiin lämpötiloihin (korkeampi viskositeetti). Sitä ei tulisi käyttää nopeaa reagointia vaativiin matalanpolton raku- lasitteisiin, ellei tarkoituksella haluta lisätä lasituksen himmeyttä eli sulamattomuutta.

Booraksisulate, kalsiumboraatti P2954, Pottery crafts

Empiirinen kaava on



Boorisulatteessa P2954, (Calcium Borat P2954) RO-ryhmä (=1) koostuu kalsiumoksidista. Kalsiumoksidi ei voi yksinään olla matalanpolton lasitteen sulattaja. Sulatusalue on 1050-1160°C.

Muut lasiteraaka-aineet

Kalimaasälpä ja kvartsi saadaan Kemiöstä, jossa louhitaan pegmatiittia, ja siitä erotetaan flotatiomenetelmällä kalimaasälpä ja kvartsi. Kalimaasälvän ja kvartsin jauhatuskarkeuden on oltava vähintään 200 mesh, jotta ne sulavat lasitteessa.

Maasälpä FFF (Finnish Flotation Feldspar) K7, Kemiö

Tuotenimessä Maasälpä FFF K7 tarkoittaa että Kalimaasälpä sisältää 7painoprosenttia analyysissä kaliumoksidia.

Taulukko 3: Maasälvän FFF ja kalimaasälvän mol. kaavan mukaan analyysit (1993)

Oksidi	Maasälpä FFF paino-%	Teoreettinen kalimaasälpä paino-%
SiO ₂	68,4	64,75
Al ₂ O ₃	18,2	18,30
Fe ₂ O ₃	0,2	-
CaO	0,7	-
K ₂ O	7,8	16,90
Na ₂ O	4,7	-

Kvartsi FFQ (Finnish Flotation Quartz), Kemiö 200 mesh

Kvartsin jauhatuskarkeus voi olla matalanpolton lasitteissa jopa 300 mesh.

Taulukko 4: Kvartsi FFQ, kemiallinen analyysi (1993)

Oksidi	paino-%/ min /max vaihtelualue		
SiO ₂	98,50	-	99,00
K ₂ O	0,15	-	0,25
Na ₂ O	0,12	-	0,20
Al ₂ O ₃	0,50	-	0,80
Fe ₂ O ₃		max.	0,035
CaO	0,02	-	0,04

Liitu

Näytteissä käytetään tanskalaista liitua, kalsiumkarbonaattia, koska suomalainen liitu ei ole ollut saatavilla 1990-luvulla, koska se on lietetty paperiteollisuutta varten.

Taulukko 5: Liitu, tanskalainen Rollovit, Faxekalk, kemiallinen analyysi (1976)

Oksidi	paino-%
SiO ₂	0,35
Al ₂ O ₃	0,11
TiO ₂	0,02
Fe ₂ O ₃	0,01
CaO	55,44
MgO	0,05
L.O.I (900°C)	43,47

Tanskalainen liitu on korvattu vuodesta 1999 alkaen, Lappeenrannan lähellä louhitulla liidulla FC7 tuotemerkillä, joka on wollastoniitin sivukivituote. Tuotetta myy Nordkalk OY. 2000-luvulla testattiin kahta eri liidun jauhatusta FC7 ja FC10. Todettiin että FC10 jää rakeiseksi ja sulamattomaksi matalanpolton lasitteissa ja massoissa. Valittiin liitu FC7, jonka mineraalikoostumus on 98% CaCO₃ ja 2% MgCO₃ (Nordkalk OY, 13.11.2003).

Sinkkioksidi

Sinkkioksidi on sinkkivalkeista, jota käytetään maaliteollisuudessa. Sinkkioksidia toimittaa Kuusakoski OY Espoosta. Kuusakoski lopetti sinkin pulverimaisen valmistuksen 2008. Tämän jälkeen ei ole saatavilla suomalaista sinkkioksidia.

Kaoliini

Lasitteissa on käytetty englantilaista kaoliinia, China Clay Standard Porcelain, ECCI.

Taulukko 6: Standard Porcelain- kaoliinin kemiallinen analyysi ja mineraalikoostumus (ECC, 1993)

Oksidi	paino-%
SiO ₂	48
Al ₂ O ₃	37
Fe ₂ O ₃	0,68
TiO ₂	0,02
CaO	0,07
MgO	0,30
K ₂ O	1,65
Na ₂ O	0,10
Polttohäviö	12,5

Lasitenäytteiden valmistus

Näytelevyt valmistetaan matalanpolton punasavesta ekstruuderilla puristamalla ja raakapoltetaan 920°C. Näytteitä valmistetaan aina testattaessa vähintään kaksi kappaletta, jotta toisella näytteellä varmistetaan tulos. Tässä selvityksessä valmistetaan neljä näytettä samasta lasitteesta. Näyte lasitetaan ensin yhteen kertaan ja toinen kerros osittain päälle. Polton jälkeen voidaan tulkita lasitteen kerroksen paksuuden vaikutusta. Kahteen näytteeseen maalataan lasitteen päälle ennen polttoa koboltti-, rauta- ja kuparioksideilla viirut.

Näytteet poltetaan kaikki samassa lämpötilassa 1020°C ja 15 minuutin haudutus. Kokeet poltetaan tilavuudelta 110 litran uunissa. Pyritään optimoimaan uunin ladonta vastaamaan käytäntöä, jolloin lämpötila vaihtelee uunissa lähellä vastuksia ja uunilevyn keskellä n.10 -20 °C. Lasitteita haudutetaan loppulämpötilassa 15 minuuttia pinnan tasoittumiseksi.

Matalanpolton punasavi

Tutkimuksen näytteisiin valitaan luonnon savi Someron alueelta, eteläisestä Hämeestä. Someron savesta poltettu gradientti (maksimi lämpötila 1100°C) osoittaa, että tiilenpunainen väri kehittyy punaisimmilleen 1020°C:n lämpötilaan poltettuna. Saven pehmenemislämpötila on 1075°C, jolloin se menettää muodon. Poltetun saven kutistuma on 13- 15 %:n välillä värin ollessa punainen. Suomalaisten savien analyysit vaihtelevat etelästä pohjoiseen.

Taulukko 7: Punasavi, Somero, Kultelan tiilitehdas, Kankare & pojat

Kemiallinen analyysi %*:

SiO ₂	50,0
Al ₂ O ₃	17,1
Fe ₂ O ₃	9,0
TiO ₂	0,0
CaO	1,5
MgO	3,3
K ₂ O	4,2
Na ₂ O	2,0
C	3,7
Polttohäviö	9,2

* Näytteestä ei ole analysoitu titaanidioksidia. Kultelan tiilitehtaan savikuopan esiintymästä teetettiin analyysi vuonna 1990 Teknillisessä korkeakoulussa Helsingissä.

Testiviirut – värimetallioksidit

Lasitenäytteiden päälle vedetään ennen polttoa siveltimellä värimetallioksidilla ohuet viirut, jotta ne antavat ensitietoa, miten värisävyt muuttuvat lasitteiden sulatteiden ja peiteaineiden vaikutuksesta. Testauksessa käytetään kupari-, koboltti- ja rautaoksidia.

Kuparioksidi (CuO) antaa vihreän sävyn lyijy-yhdisteiden kanssa. Alkalisissa ja boorisulatteilla sulatetuissa lasitteissa väri muuttuu turkoosin siniseksi.

Kobolttioksidi (CoO) on sininen lyijy-yhdisteiden kanssa. Sinisyys voimistuu boori-sulatteiden kanssa, joihin usein sisältyy alkaleja. Sitä heleämpi ja tehokkaampi on sinisen loisto, mitä enemmän on booria ja alkaleja lasitteessa.

Rautaoksidin (Fe₂O₃) värin muutokset ovat lämmin auringonkeltainen lyijylasitteissa ja ruskeankeltainen boorisulatteiden kanssa.

Majolika- lasitenäytteiden merkintä

Tutkimuksen lasitenäytteet on jaettu sekä lyijy- että boorimajolika- lasitteisiin käytetyn sulateraaka-aineen mukaan. Lasitteet jaetaan A- ja B- lasitteisiin. A- lasitteet on sulatettu lyijysulatteilla ja B-lasitteet boorisulatteilla.

A- lasitteet, lyijylasitteet

Bisilikaattisulatteen käyttö lasitteessa merkitään A33. Kun lyijybisilikaatti korvataan lyijyseskvisilikaatilla, liitetään A33 loppuun 1 (ynsi) eli lasite A331.

B-lasitteet, boorilasitteet

Eri boorisulatetta käytettäessä merkitään B:llä lasite ja loppuun lisätään tunnus 0, 1 tai 2. Seuraavien esimerkkien mukaan boorilasite B33 nimike muuttuu sulatteen käytön vaihtuessa.

P2964 (merkintä B330 jne.), Borax Soft, natriumboorisulate

P 2953 (merkintä B331 jne.) Kalsium-alumiinioksidia sisältävä boorisulate.

P 2954 (merkintä B332 jne.) Kalsiumboraattisulate.

Majolika- lasitenäytteiden peiteaineiden käytön merkintä A, B, C

Näytteet merkitään A, B, tai C:llä A33A, A33B, ja A33C riippuen peiteaineen koostumuksesta. Peittävää oksidiseos esitetään isolla kirjaimella lopussa. Esim. B331B tarkoittaa lasitetta, jossa sulatteena on boorisulate P2953 ja siihen on sekoitettu peiteaineseos, joka sisältää 5% tinaoksidia ja 5% titaanidioksidia.

Huomioi lyijyliukoisuus. Jos lyijysulatteella sulatettuun lasitteeseen sekoitetaan boorisulatetta, se lisää huomattavasti lyijyn liukenevuutta lasitteen pinnasta.

Boorioksidi provosoi lyijyn liukenevuutta ja lasitteen muuttumista myrkylliseksi.

Lyijybisilikaatti lyijysulatteella sulatettu lyijylasite ei ole myrkyllinen ellei lasite sisällä sulattajina **alkaleja** ja **booria** paljon sekä **kuparioksidia**, joka muuntaa lyijyn haitallisuuden kymmenkertaiseksi. Lyijysulate, lyijymonosilikaatti (1,00 PbO. 1,00 SiO₂) se on aina myrkyllistä ja lyijyliukoista. Älä käytä koskaan!

Peiteaineet majolika- lasitteissa

Lasitteissa testataan peiteaineyhdistelmien peittävyyttä eri sulatteiden käytön yhteydessä. Peiteaineena käytetyn oksidin tai väriaineen määräksi riittää lasitteessa yleensä 10- 12 prosenttia. Kun peiteainetta käytetään yli tarvittavan määrän, ylittävä osa vaikuttaa pelkästään täyteaineena. Peittävyys ja valkoisuus eivät enää lisäänty. Peruslasitteen koostumusta tulee muuttaa siten että peiteaineen käyttömäärä on suhteessa peittävyYTEEN ja sulamiseen.

Taulukko 8: Peiteaineiden suhteet tutkimuksessa käytetyissä lasiteseoksissa.

	A	B	C
Tinaoksidi, SnO_2	10	5	5
Titaanidioksidi, TiO_2	-	5	-
Zirkoniamsilikaatti, ZrSiO_4	-	-	5

Peiteaineita käytetään kussakin lasitteessa 10% yhteensä.

Tina on luonteeltaan metallinen alkuaine ja esiintyy mineraaleissa oksidina, SnO_2 . Titaani esiintyy luonnossa rutiilina (TiO_2), joka sisältää usein vähän rautaa ja on väriltään harmaan ruskea. Valkoista titaanidioksidia valmistetaan kemiallisesti. Titaanidioksidi reagoi herkästi polttolämpötilan vaihteluihin ja kestää huonosti suuria vaihteluita. Zirkoniumia esiintyy luonnossa zirkoniamsilikaattina, ZrSiO_4 .

Majolika- lyijylasitteet

Aikaisemmassa lyijylasitteiden liukoisuutta käsittelevässä tutkimuksessa selvitettiin että lyijylasitteet A33, A34, ja A35 ovat vähäliukoisia (Hortling Airi 1999, taulukko 43). Ne on valittu majolika- lasitetutkimukseen. Koelasitteisiin lisätään Stelmitteliä (Schimmer Schwarz tuote), pohjaan painumisen estoainetta, koska sulatteiden osuus on yli 50% koko lasitteen määrästä.

Lyijylasitteet (lead frit glazes) A33, A34 ja A35. Lasitteissa on lyijybisilikaatti sulate P2950

Taulukko 9: Lyijylasitteet A33, A34 ja A35. Lasitteissa on lyijybisilikaatti (P2950) sulate (Hortling 1994)

Raaka-aineet	Raw material	A33	A34	A35
Lyijysulatte P2950	Leadbisilicate	67	70	74
Kalimaasälpä	Feldspar	17	20	20
Liitu	Whiting	5	4	4
Sinkkioksidi,	Zinc oxide	1	2	2
Kaoliini	China Clay	3	2	-
Kvartsi	Quartz	7	2	-

Taulukko 10: Lasitteiden A33, A34 ja A35 empiiriset kaavat. RO-ryhmä* on yksi

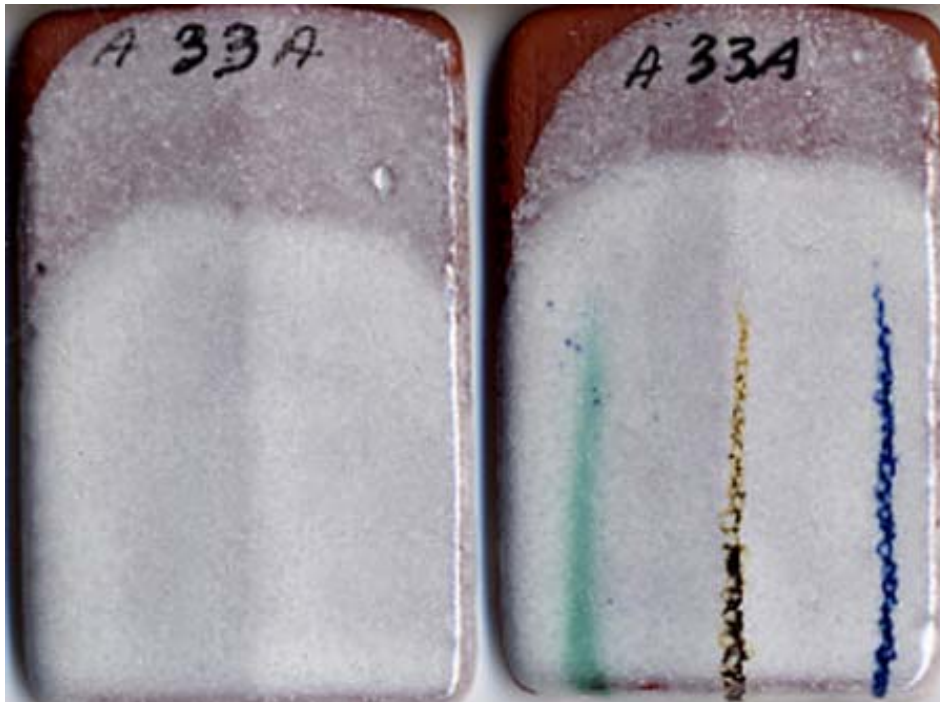
Lasite	PbO*	K ₂ O*	Na ₂ O*	CaO*	ZnO*	Al ₂ O ₃	SiO ₂
A33	0,679	0,051	0,045	0,181	0,043	0,201	2,426
A34	0,672	0,056	0,050	0,140	0,081	0,198	2,164
A35	0,685	0,053	0,049	0,135	0,078	0,171	1,999

Taulukko 11: Majolika- lyijylasitteiden A33, A34 ja A35 peittävyys ja valkoisuus

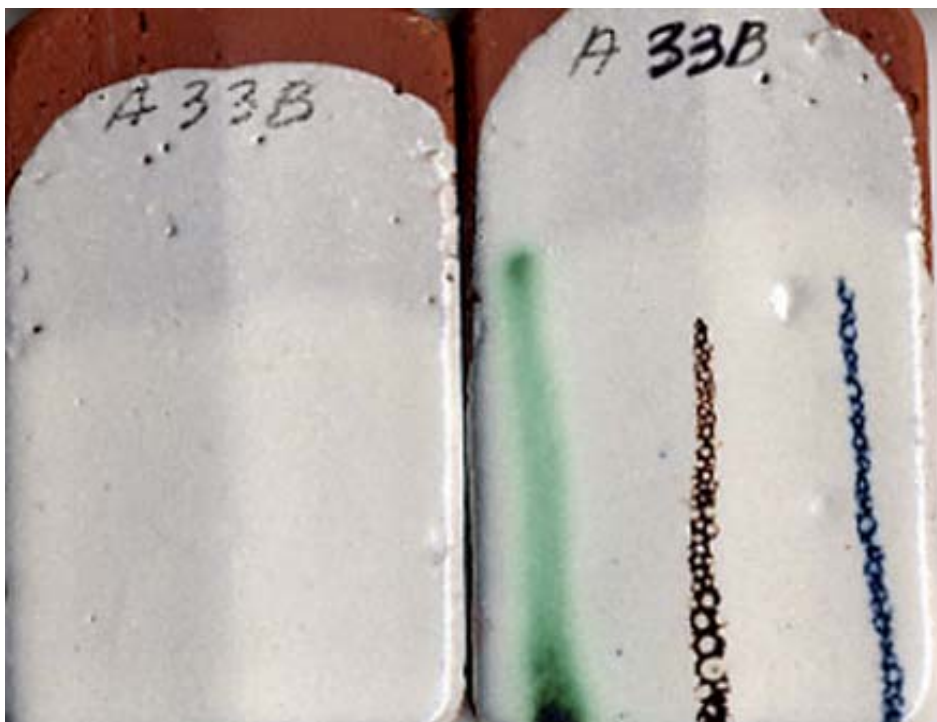
A, B, C Väriseos	A33 Sulatte Lyijybisilikaatti	A34 Sulatte Lyijybisilikaatti	A35 Sulatte Lyijybisilikaatti
A 10% SnO ₂	A33A Peittävä, kiiltävä valkoinen pitsikuvioinen viiru	A34A Peittävä, kiiltävä valkoinen pitsikuvioinen viiru	A35A Peittävä, kiiltävä valkoinen pitsikuvioinen viiru
B 5% SnO ₂ 5% TiO ₂	A33B Peittävä, himmeä, valkoinen pitsikuvioinen viiru	A34B Peittävä, himmeä kellertävä pitsikuvioinen viiru	A35B Peittävä, himmeä kellertävä pitsikuvioinen viiru
C 5% SnO ₂ 5% ZrSiO ₄	A33C Peittävä, kiiltävä, hyvin valkoinen pitsikuvioinen viiru	A34C Peittävä, kiiltävä valkoinen pitsikuvioinen viiru	A35C Peittävä, kiiltävä valkoinen pitsikuvioinen viiru

Lyijylasitteiden A33A,B, C A34A, B, C ja A35A, B, C poltetut näytteet

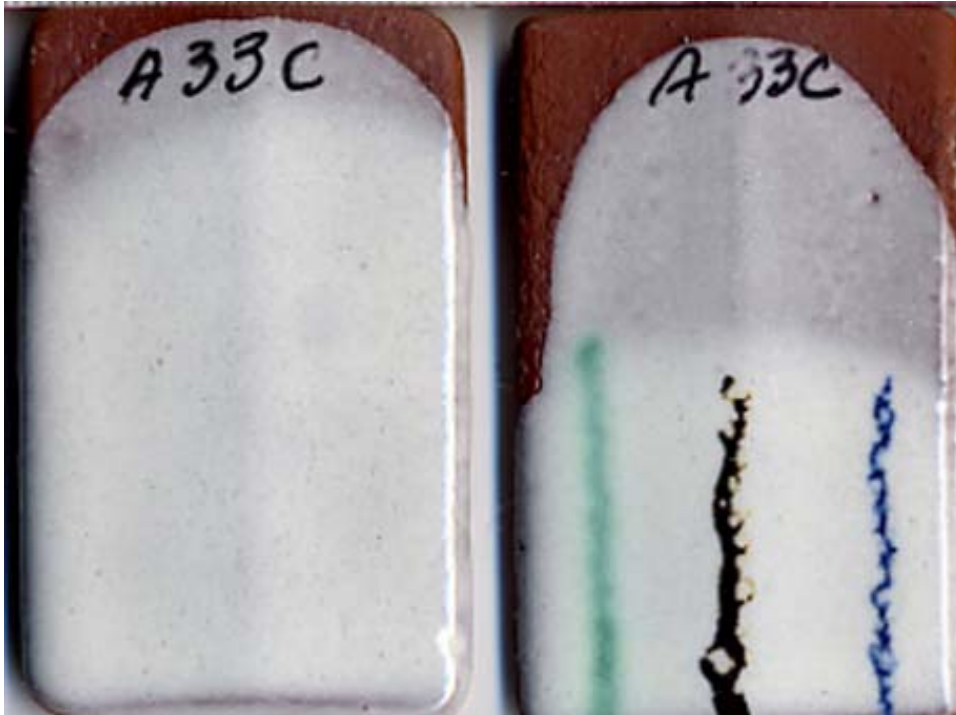
Lasitteissa on lyijybisilikaatti sulate P2950. (Fired exsamples of lead frit, lead bisilicate, glazes). (Hortling A. Mäkinen S. 1994)



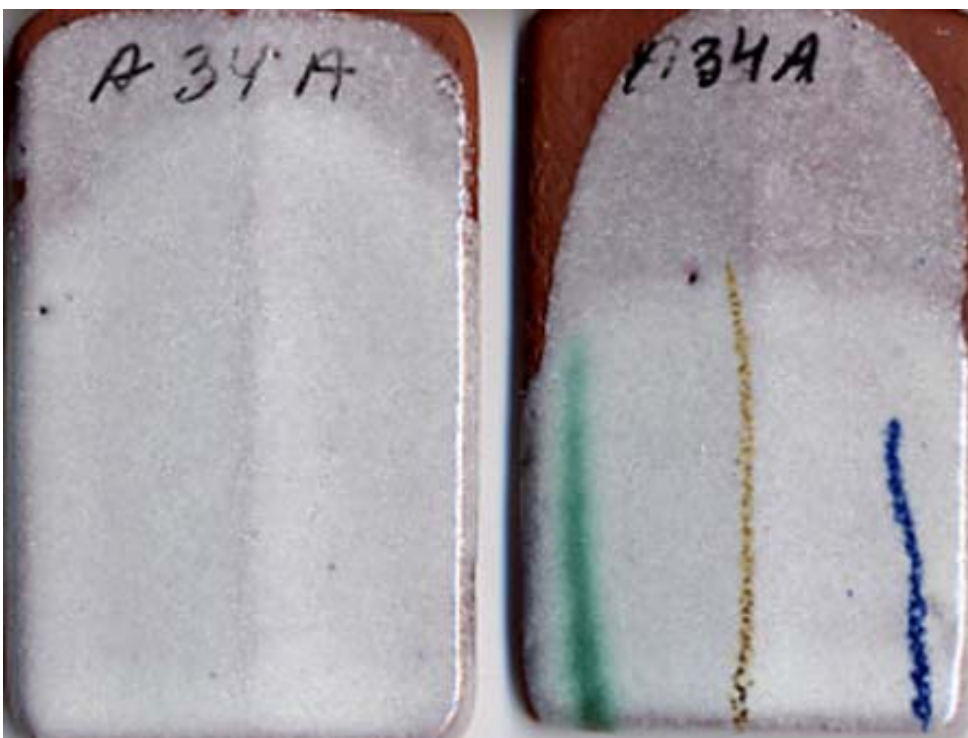
A33A, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



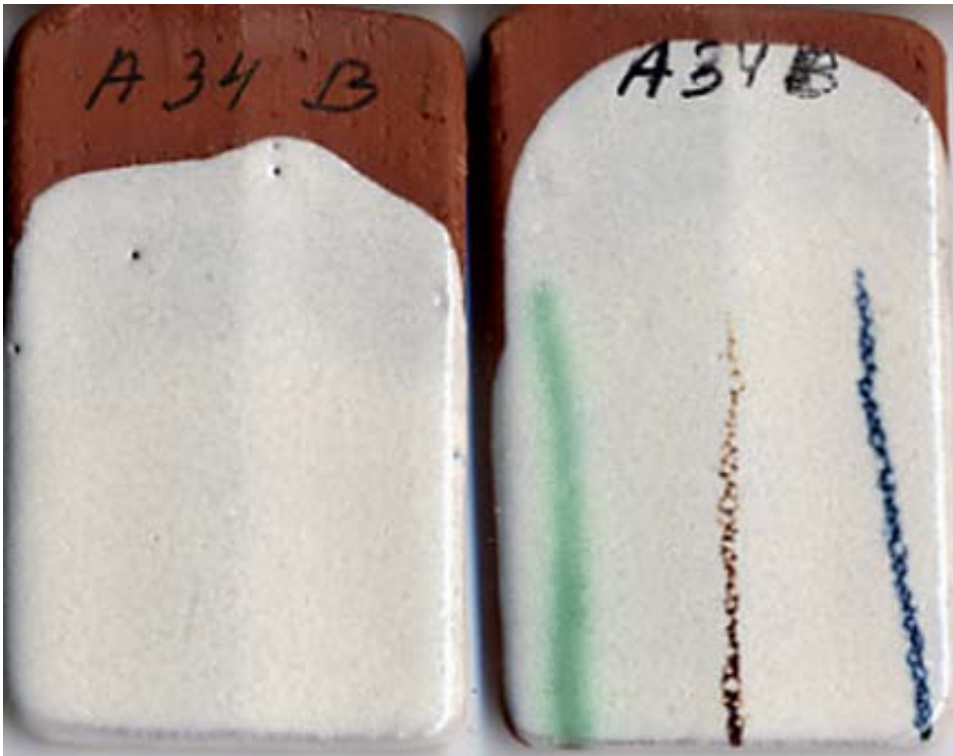
A33B, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



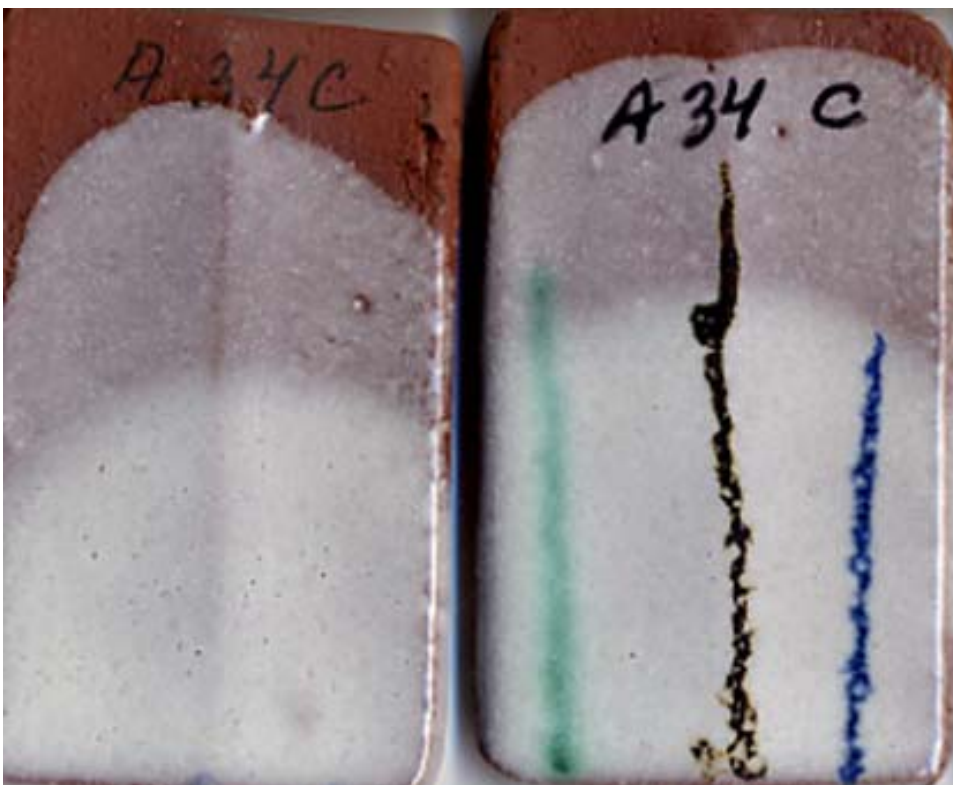
A33C, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



A34A, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



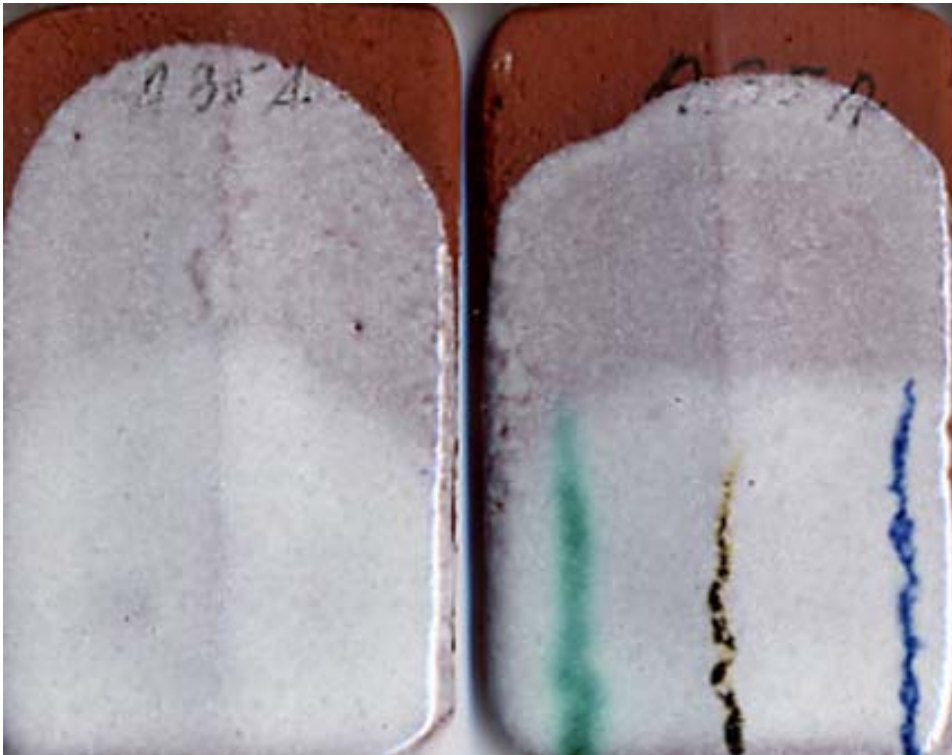
A34B, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



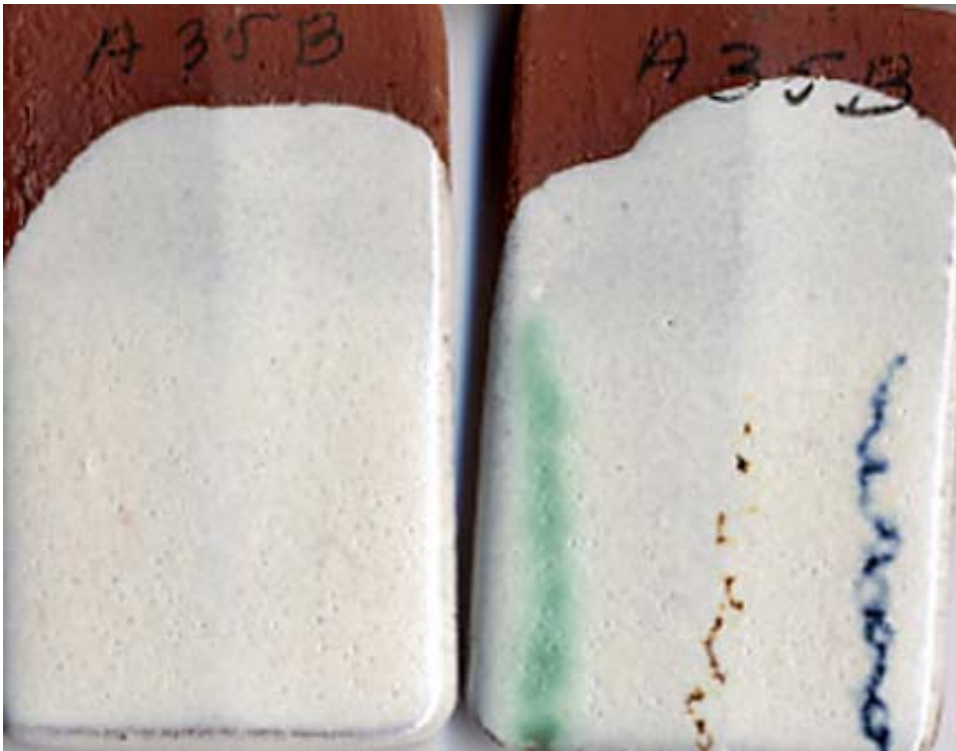
A34C, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



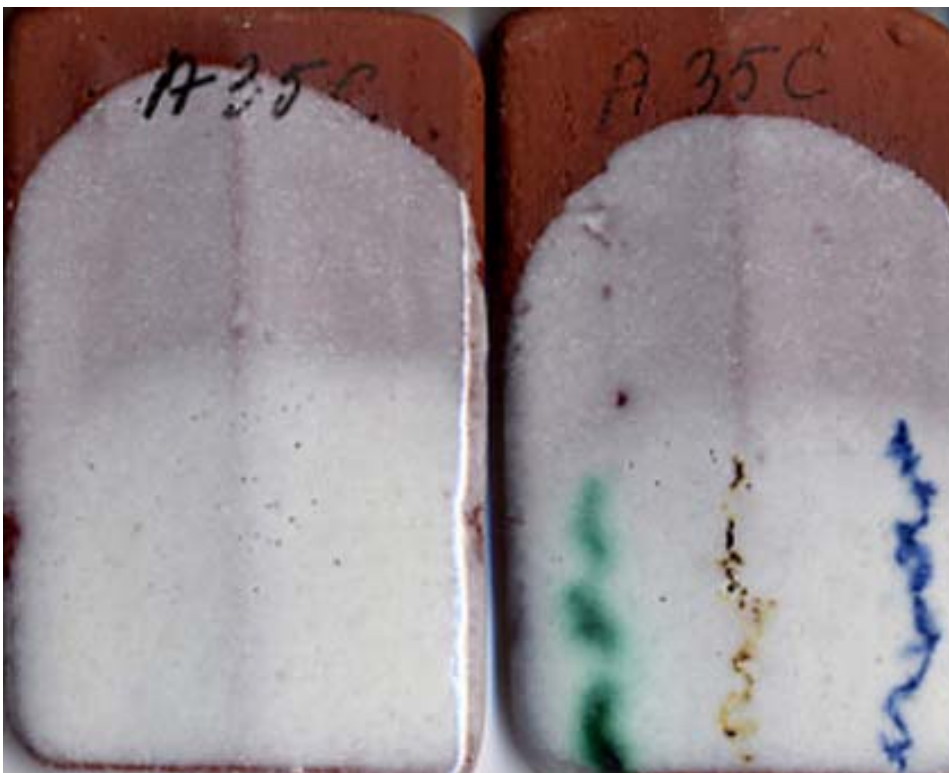
A34C suurennos 11.2. Yksityiskohta. Rautaoksidiviiru on maalattu lasitteen päälle. Peiteaineseos, tinaoksidi 5% ja-zirkoniumsiliikaatti 5%, näkyy valkoisina pilkkuina. Suuret kuplat lasitteessa osoittavat lasitteen hyvää sulamista.



A35A, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



A35B, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



A35C, 1020°C ja 15 minuutin haudutus

Lasitenäytteet: Lyijylasitteet A331, A341 ja A351.
Lasitteissa on lyijyseskvisilikaatti sulate P2951

Taulukko 12: Lyijylasitteet A331, A341 ja A351. Lasitteissa on käytetty lyijyseskvisilikaattia P2951 (Hortling 1994)

Raaka-aineet	Raw material	A331	A341	A351
Lyijyseskvisilikaatti	P2951 Sesquisilicate	67	70	74
Kalimaasälpä	Feldspar	17	20	20
Liitu	Whiting	5	4	4
Sinkkioksidi,	Zinc oxide	1	2	2
Kaoliini	China Clay	3	2	-
Kvartsi	Quartz	7	2	-

Taulukko 13: Lasitteiden A331, A341 ja A351 empiiriset kaavat. RO-ryhmä* on yksi

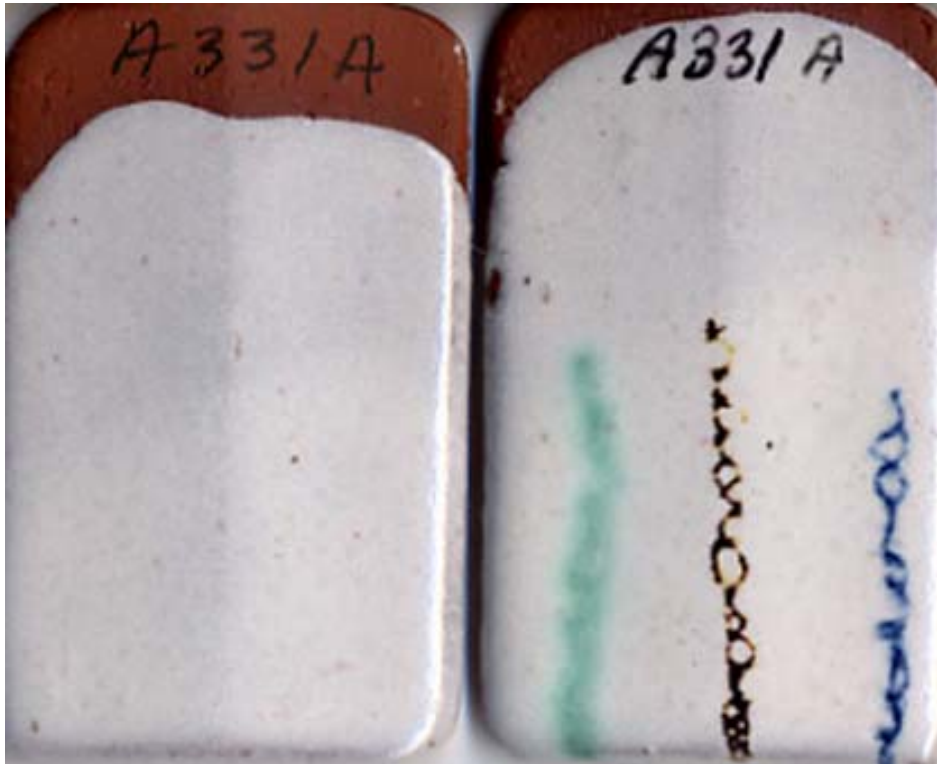
Lasite	PbO*	K ₂ O*	Na ₂ O*	CaO*	ZnO*	*TiO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂
A331	0,636	0,045	0,040	0,160	0,038	0,079	0,126	2,011
A341	0,630	0,050	0,045	0,124	0,072	0,079	0,125	1,781
A351	0,631	0,049	0,045	0,124	0,072	0,079	0,104	1,639

Taulukko 14: Majolika- lyijylasitteiden A331, A341 ja A351 peittävyys ja valkoisuus

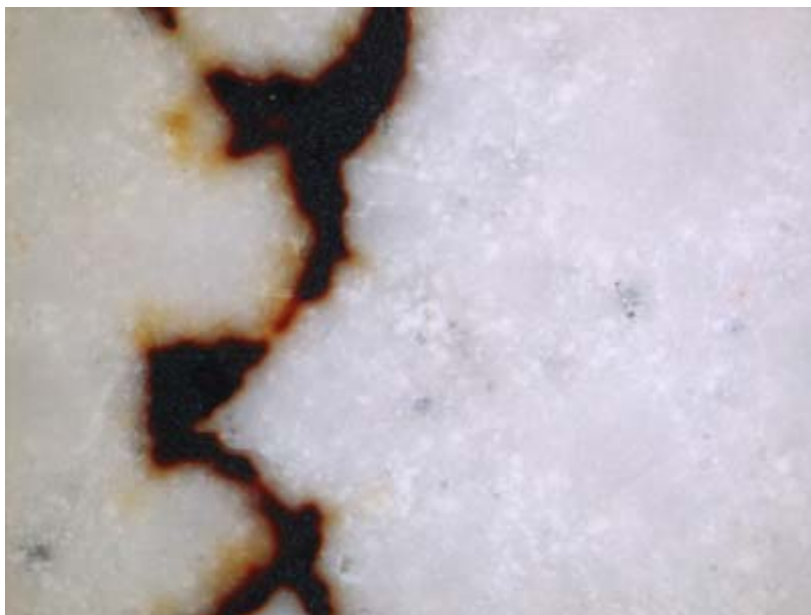
A, B, C Väriseos	A331 Sulate Lyijyseskvisilikaatti	A341 Sulate Lyijyseskvisilikaatti	A351 Sulate Lyijyseskvisilikaatti
A 10% SnO ₂	A331A Peittävä, himmeä valkoinen pitsikuvioinen viiru	A341A Peittävä, kiiltävä valkoinen pitsikuvioinen viiru	A351A Peittävä, kiiltävä valkoinen pitsikuvioinen viiru
B 5% SnO ₂ 5% TiO ₂	A331B Peittävä, himmeä kellertävä pitsikuvioinen vähän	A341B Peittävä, himmeä keltainen pitsikuvioinen vähän	A351B Peittävä, himmeä keltainen, säröilemätön pitsikuvioinen vähän
C 5% SnO ₂ 5% ZrSiO ₄	A331C Peittävä, kiiltävä, hyvin valkoinen pitsikuvioinen viiru	A341C Peittävä, kiiltävä valkoinen pitsikuvioinen paljon	A351C Peittävä, kiiltävä valkoinen, säröilemätön pitsikuvioinen paljon

Lyijylasitteiden A331A, B, C, A341A, B, C ja A351A, B, C poltetut näytteet

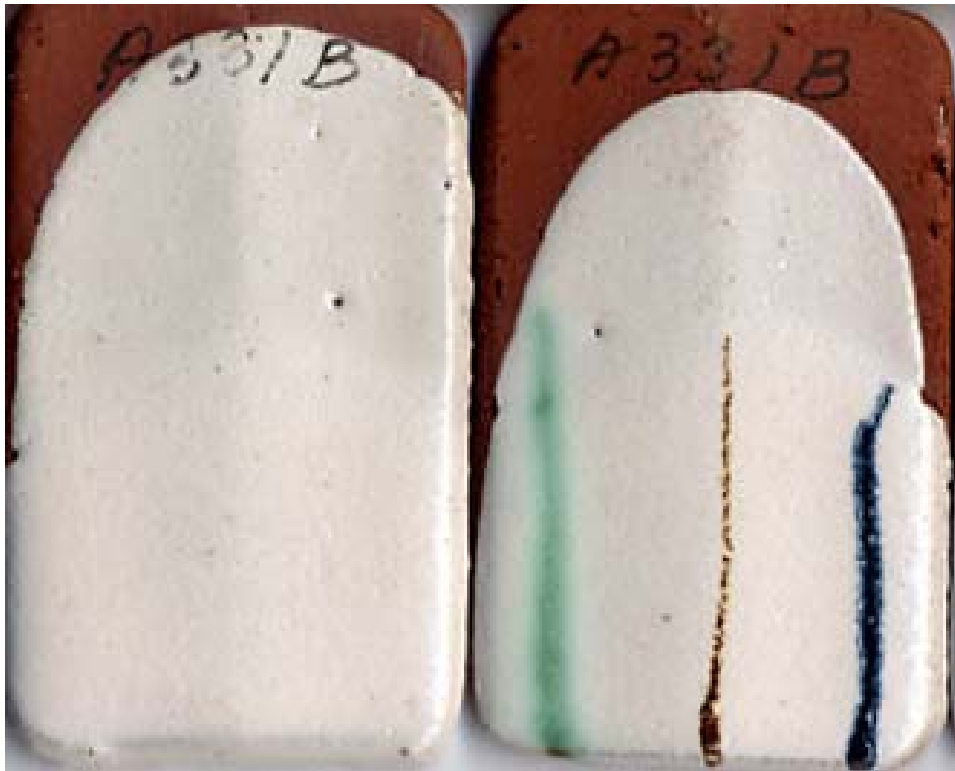
Lasitteissa on lyijyseskvisilikaatti sulate P2951. (Fired exsamples of lead frit, lead bisilicate, glazes). (Hortling A. Mäkinen S. 1994)



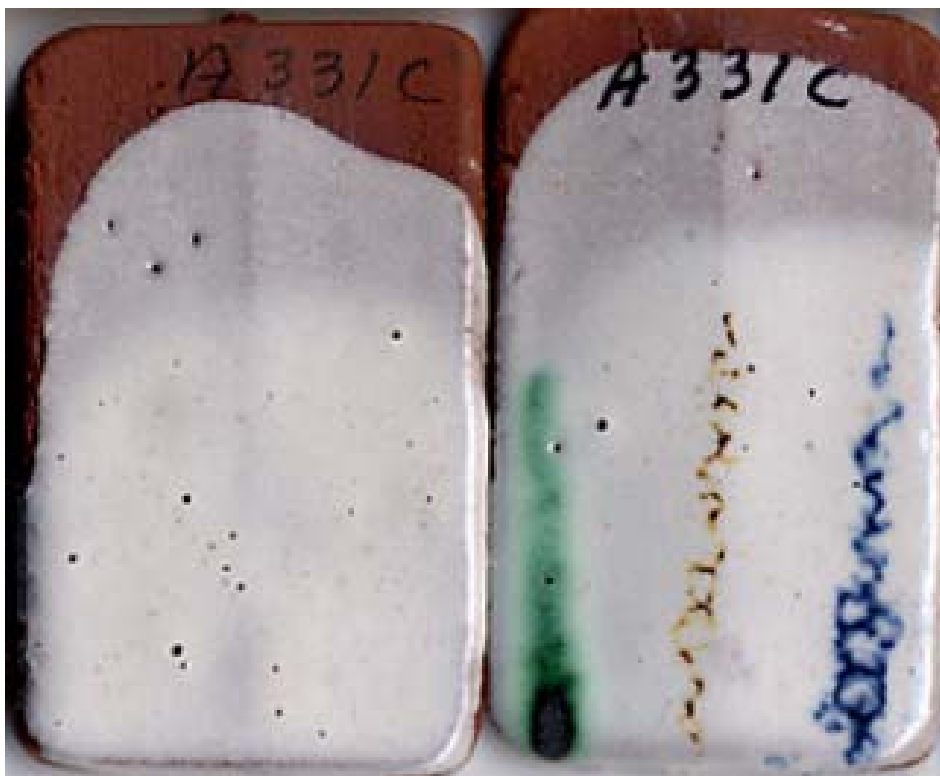
A331A, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



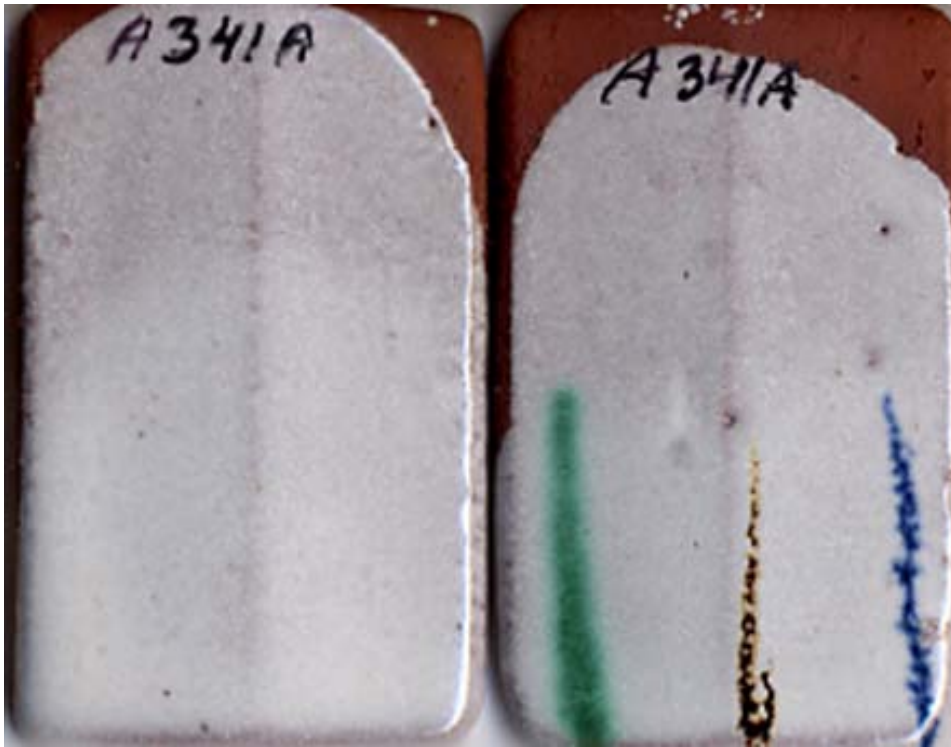
A331A 11.2 suurennus Yksityiskohta. rautaoksidiviiru on maalattu lasitteen päälle. Rautaoksidin ja lasitteen raja-alueelle syntyy syvän punainen reunus, joka muuntuu keltaiseksi. Peiteaine tinaoksidi 10% näkyy valkoisina pilkkuina.



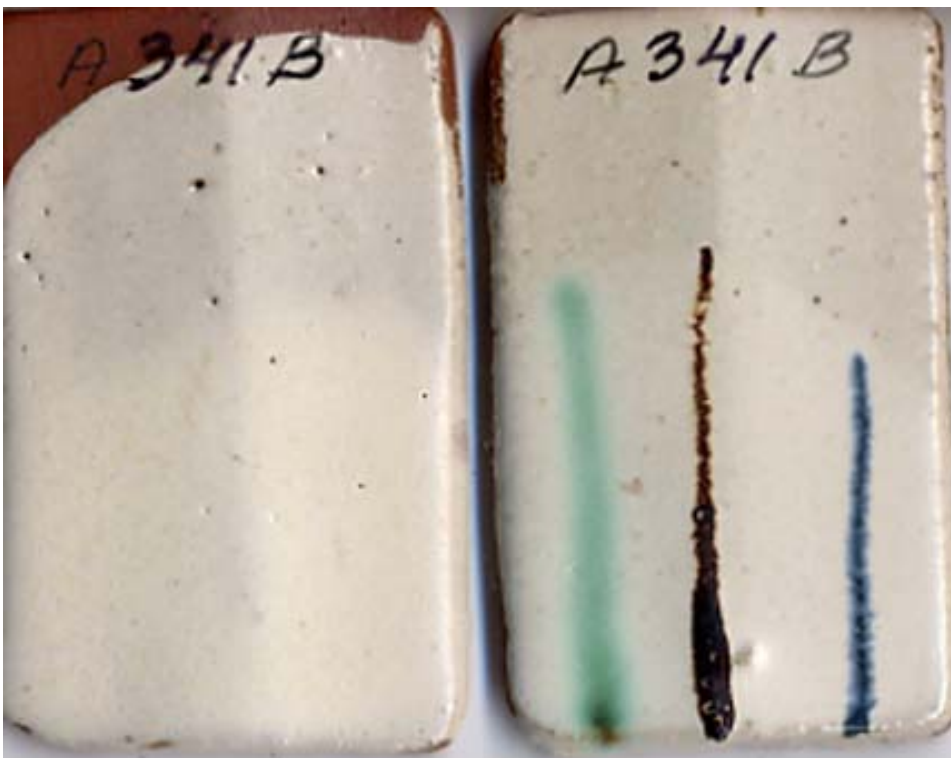
A331B, 1020°C, 15 minuutin haudutus



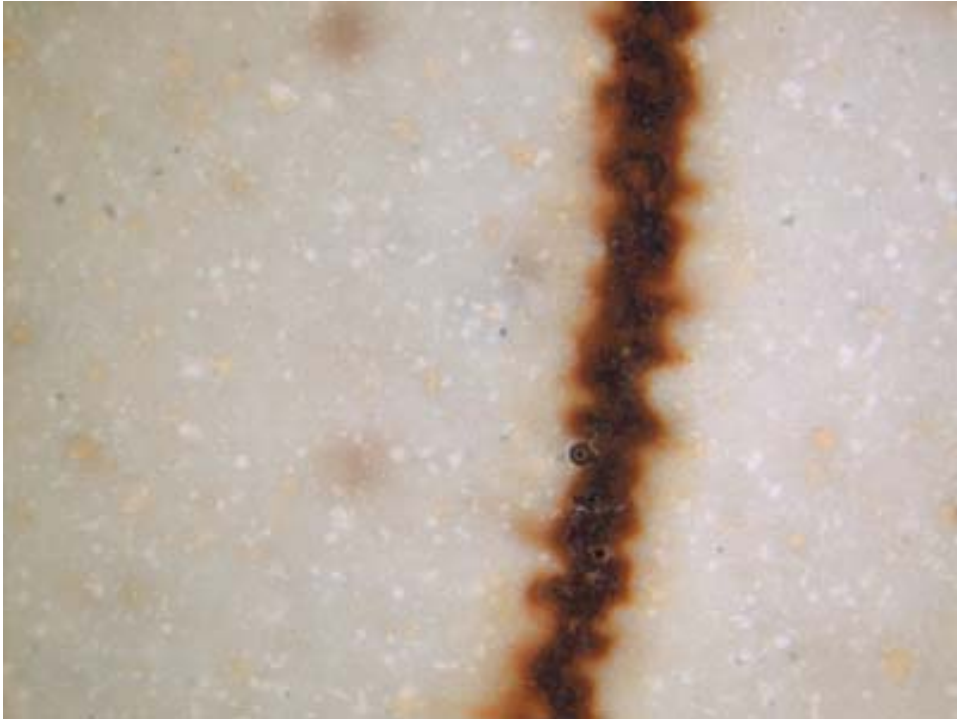
A331C, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



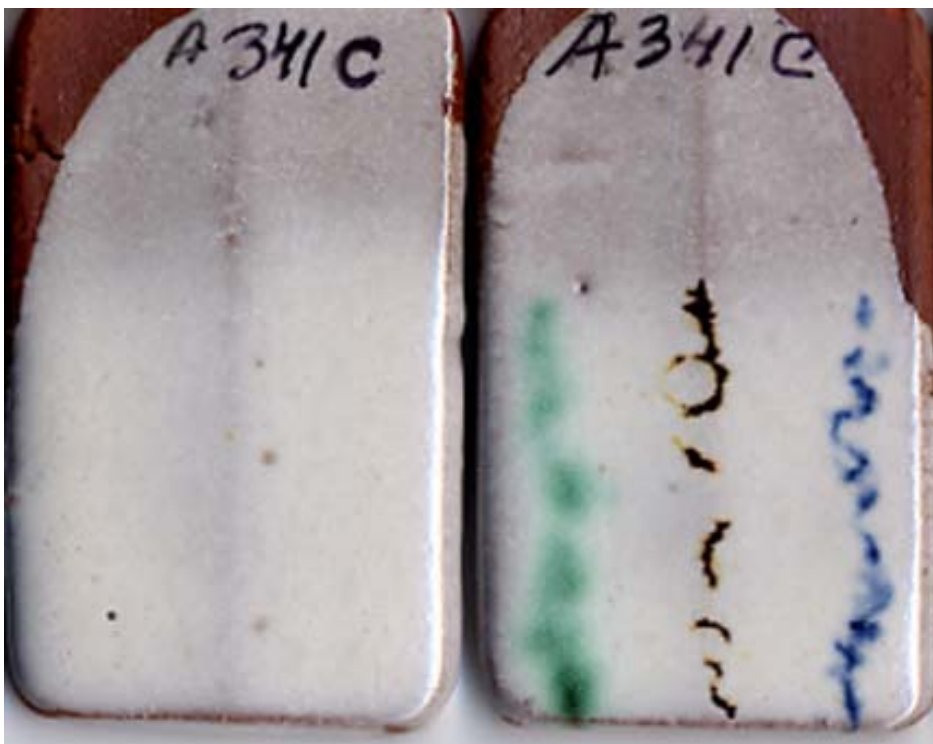
A341A, 1020°C, 15 minuutin haudutus



A341B, 1020°C, 15 minuutin haudutus



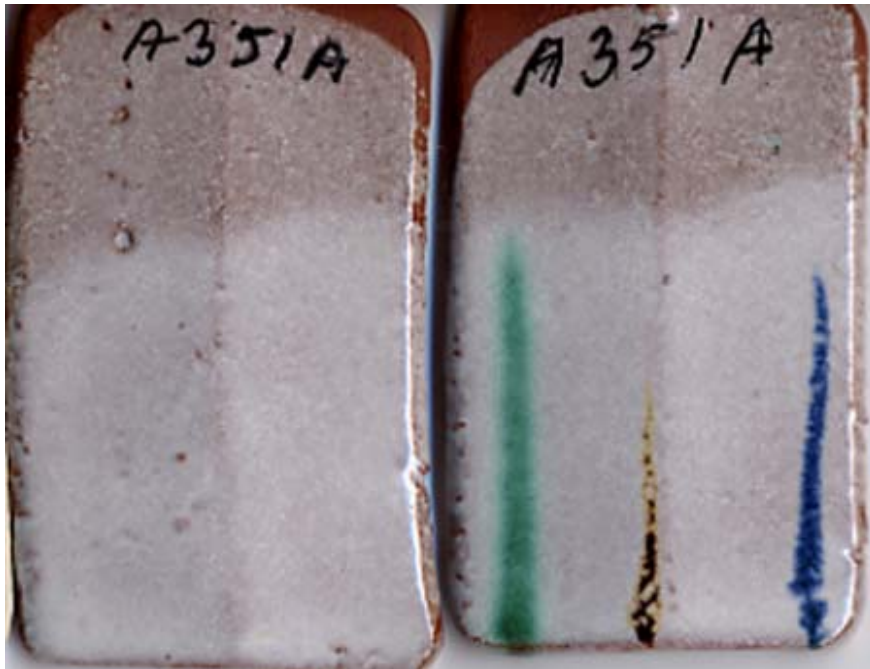
A341B 11.2 suurennus Yksityiskohta. rautaoksidiviiru on maalattu lasitteen päälle. Rautaoksidin ja lasitteen raja-alueelle syntyy keltaruskea reunus, Peiteaineseos, tinaoksidi 5% ja titaanidioksidi 5% näkyy vaaleanpunaisina ja valkoisina pilkkuina.



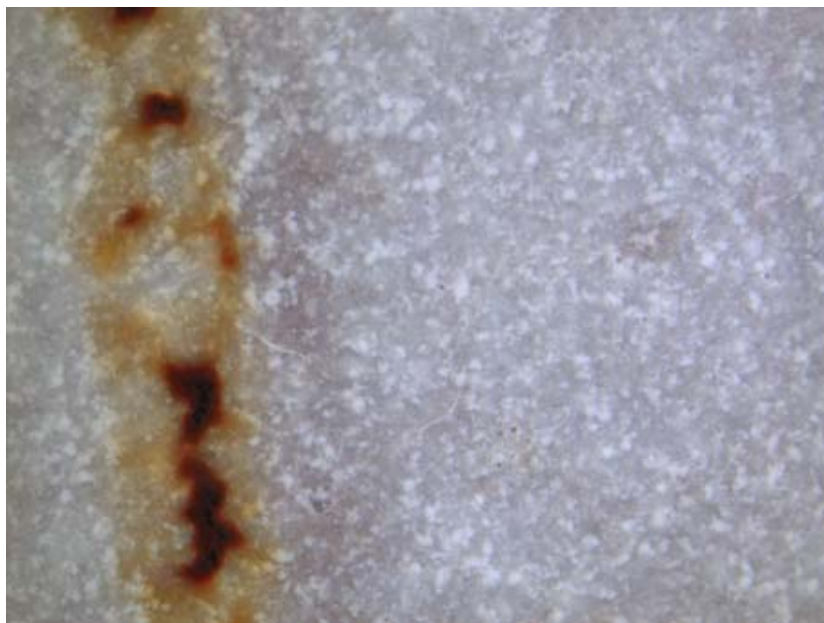
A341C, 1020°C, 15 minuutin haudutus

Lyijylasitteiden A351A, B, C, A351A, B, C ja A351A, B, C poltetut näytteet

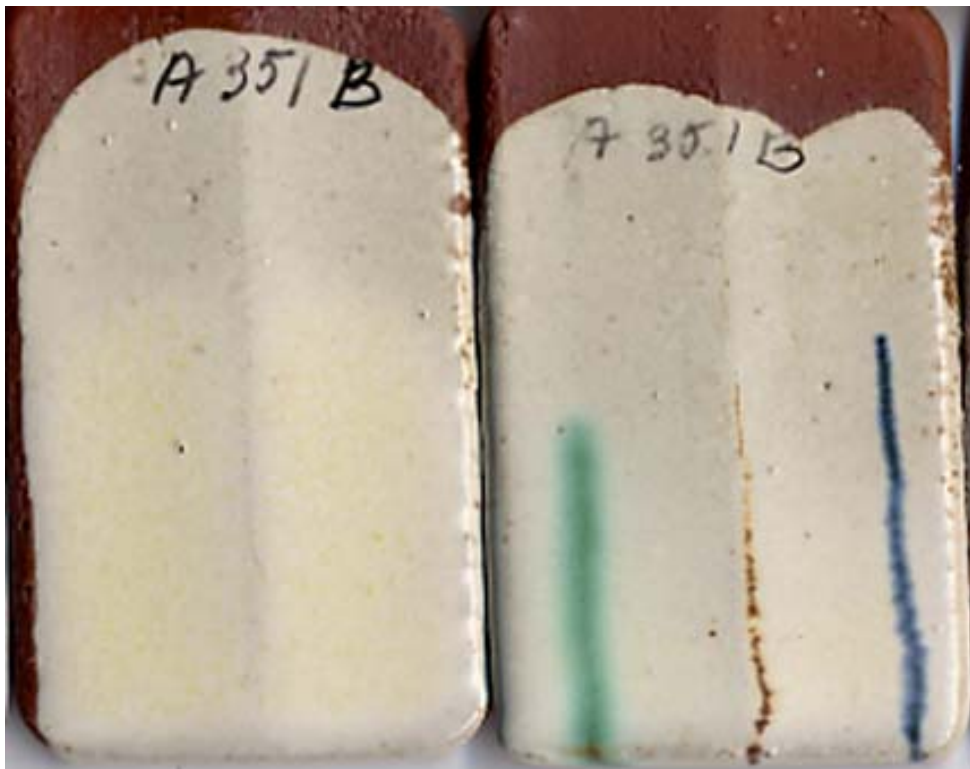
Lasitteissa on **lyijyseskvisilikaatti sulate P2951. (Fired exsamples of lead frit, lead sesquisilicate P2951, glazes).** (Hortling A. Mäkinen S. 1994)



A351A, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



A351A, 11.2 suurennus Yksityiskohta. rautaoksidiviiru on maalattu lasitteen päälle, Peiteaine, tinaoksidi 10% näkyy valkoisina pilkkuina.



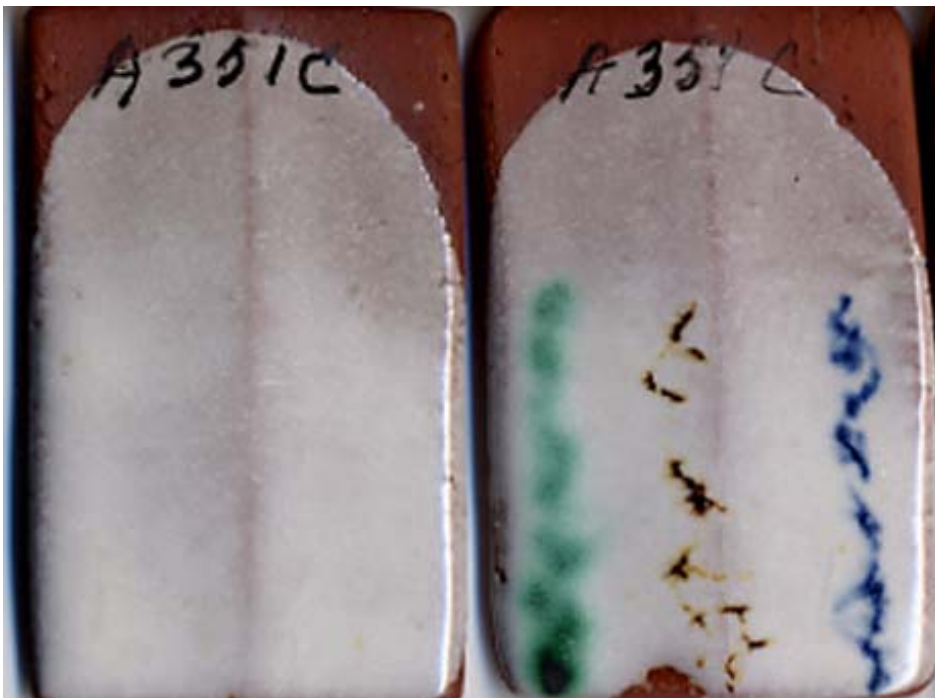
A351B, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



A351B rautaoksidi 11.2 suurennus. Rautaoksidiviiru on maalattu lasitteen päälle. Peiteaineseos, tinaoksidi 5% ja titaanidioksidi 5% näkyy vaaleankeltaisina ja valkoisina pilkkuina.



A351B kuparioksidi 11.2 suurennus. Kuparioksidiviiru on maalattu lasitteen päälle. Peiteaineseos, tinaoksidi 5% ja titaanidioksidi 5% näkyy vaaleankeltaisina ja valkoisina pilkkuina.



A351C, 1020°C ja 15 minuutin haudutus.

Majolika- boorilasitteet

Boorilasitteissa käytetään kolmenlaista boorisulatetta. Jokainen sulate poikkeaa toisistaan ja siten sama määrä käytettynä muuttaa lasitteen koostumusta.

Boorisulatelasitteet (borax frit glazes) B330, B340 ja B350. Lasitteissa on booraksisulate (borax frit) sulate P2964

Taulukko 15: Boorilasitteet B330, B340 ja B350 (Hortling 1994)

Raaka-aineet	Raw material	B330	B340	B350
Booraksisulate P2964	Borax Frit	67	70	74
Kalimaasälpä	Feldspar	17	20	20
Liitu	Whiting	5	4	4
Sinkkioksidi,	Zinc oxide	1	2	2
Kaoliini	China Clay	3	2	-
Kvartsi	Quartz	7	2	-

Taulukko 16: Lasitteiden B330, B340 ja B350 empiiriset kaavat. RO-ryhmä* on yksi

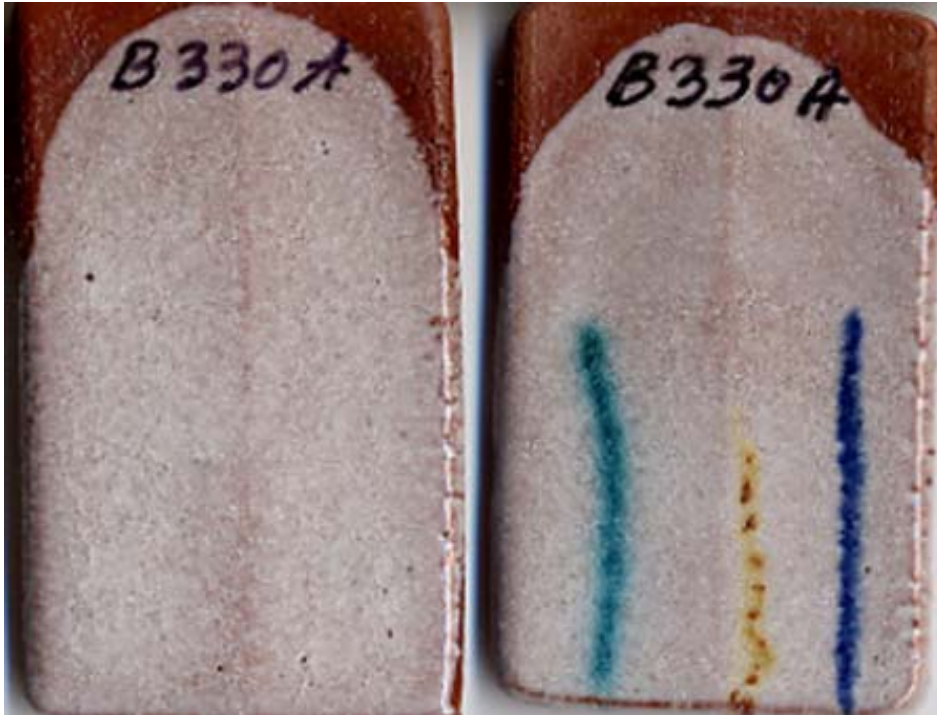
Lasite	K ₂ O*	Na ₂ O*	CaO*	ZnO*	*Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	B ₂ O ₃
B330	0,059	0,683	0,208	0,049	0,001	0,164	3,277	1,602
B340	0,065	0,681	0,160	0,093	0,001	0,162	2,965	1,582
B350	0,060	0,690	0,160	0,090	0,001	0,130	2,790	1,620

Taulukko 17: Majolika- boorilasitteiden B330, B340 ja B350 peittävyys ja valkoisuus

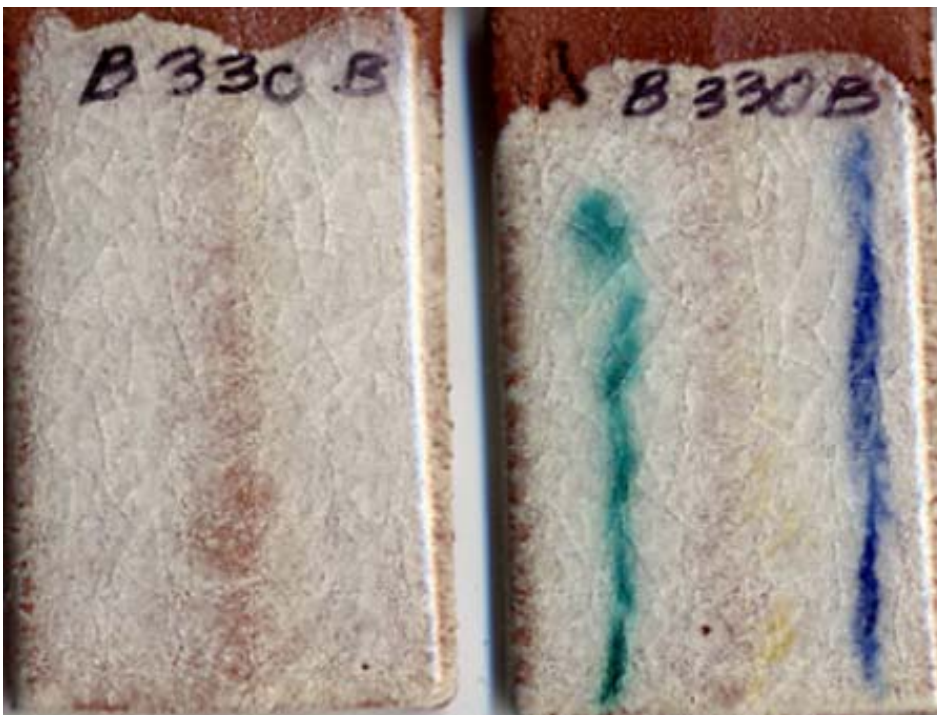
A, B, C Väriseos	B330 Sulate Booraksis. P2964	B340 Sulate Booraksis. P2964	B350 Sulate Booraksis. P2964
A 10% SnO ₂	B330A Vähän peittävä, kiiltävä, sulava valkoinen kuvioinen viiru	B340A Vähän peittävä, kiiltävä valkoinen pitsikuvioinen viiru	B350A Heikosti peittävä, kiiltävä, hyvin sulava valkoinen
B 5% SnO ₂ 5% TiO ₂	B330B Vähän peittävä, kiiltävä hyvin sulava kellertävä Kuvioinen viiru	B340B Heikosti peittävä, kiiltävä, hyvin sulava, keltainen Kuvioinen viiru	B350B Heikosti peittävä, kiiltävä, hyvin sulava, keltainen Kuvioinen viiru
C 5% SnO ₂ 5% ZrSiO ₄	B330C Heikosti peittävä, kiiltävä, sulava valkoinen Kuvioinen viiru	B340C Heikosti peittävä, kiiltävä, hyvin sulava vähän valkoinen Kuvioinen viiru	B350C Heikosti peittävä, kiiltävä, hyvin sulava valkoinen, suuri säröily Kuvioinen viiru

Boorilasitteiden poltetut näytteet (Fired borax frit glazes)

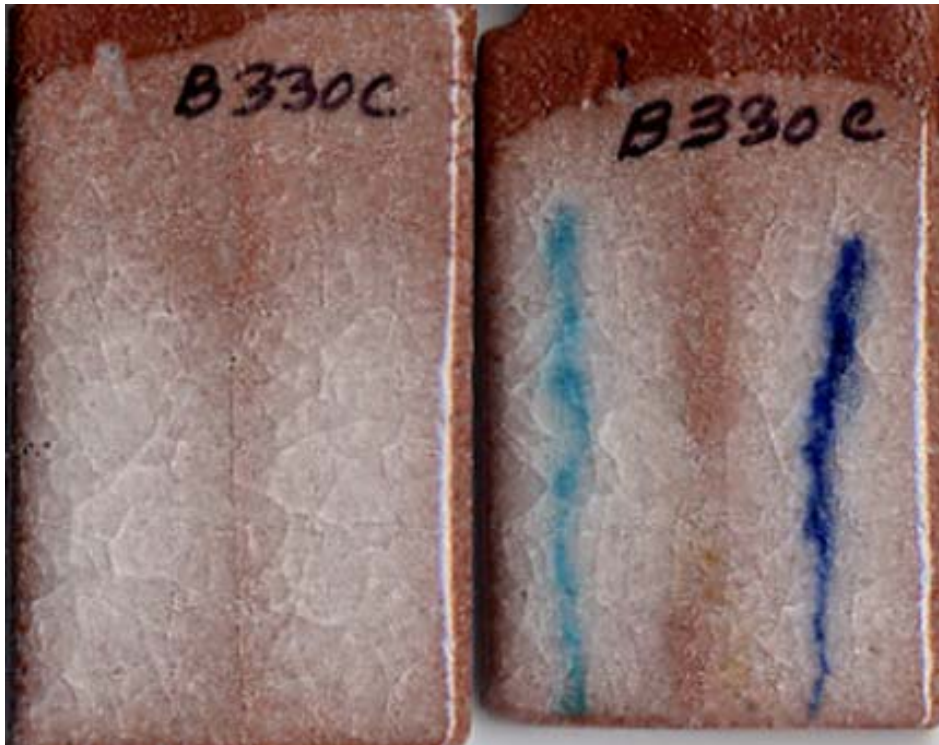
Boorilasitteet B330A,B, C, B340A, B, C ja B350A, B, C. Lasitteissa on boraksisulate (borax frit) sulate P2964.(Hortling A. Mäkinen S. 1994)



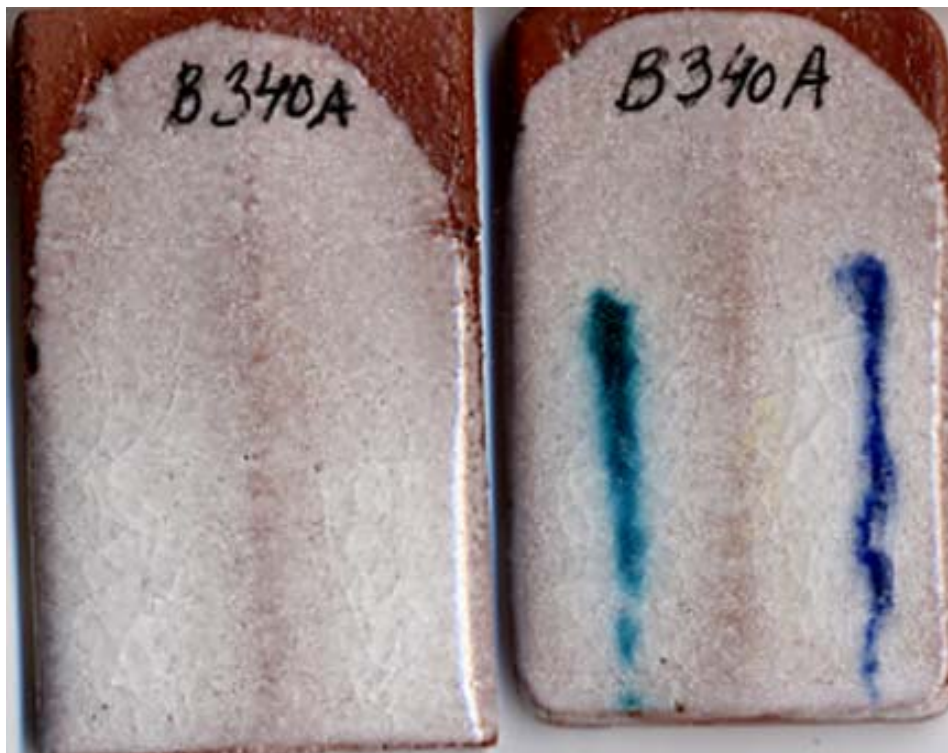
B330A, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



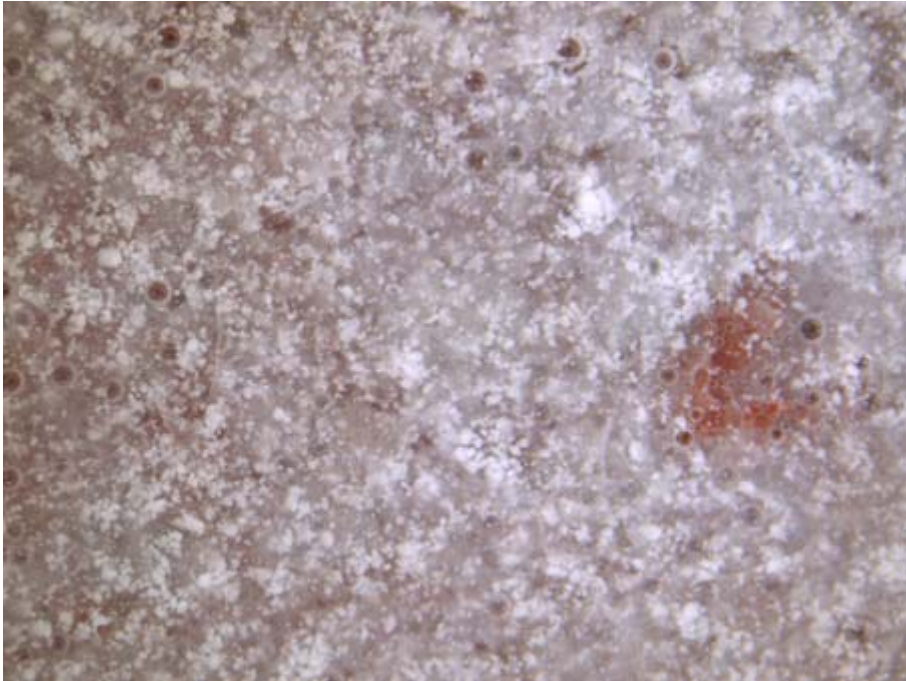
B330B, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



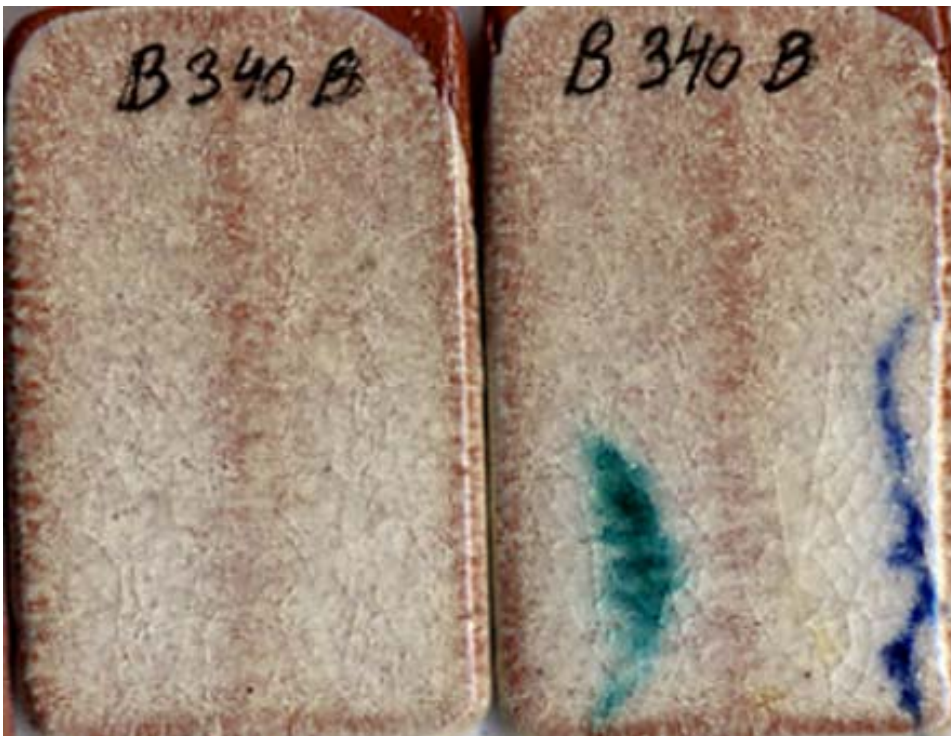
B330C, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



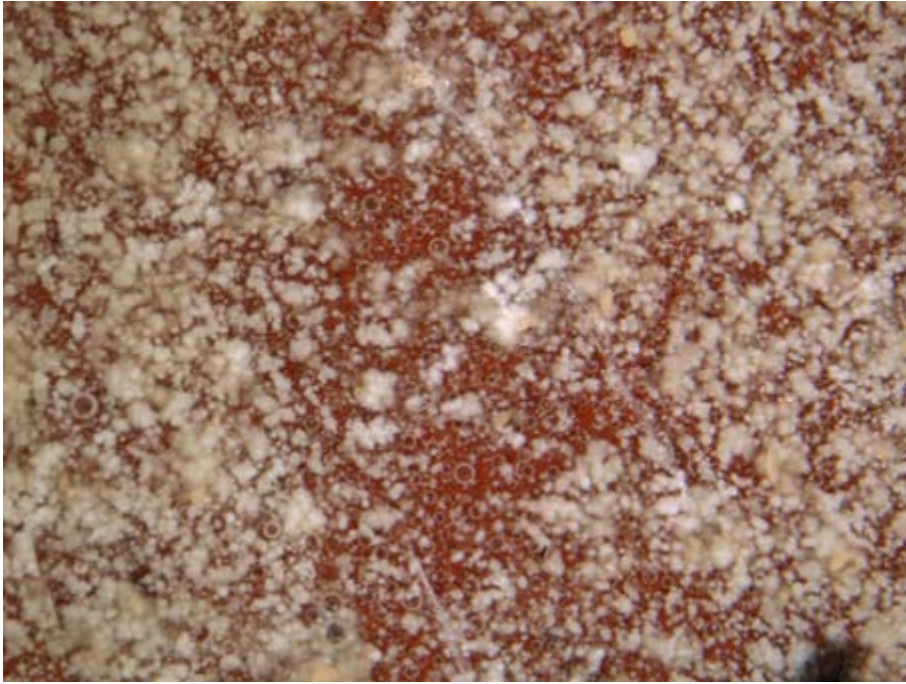
B340A, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



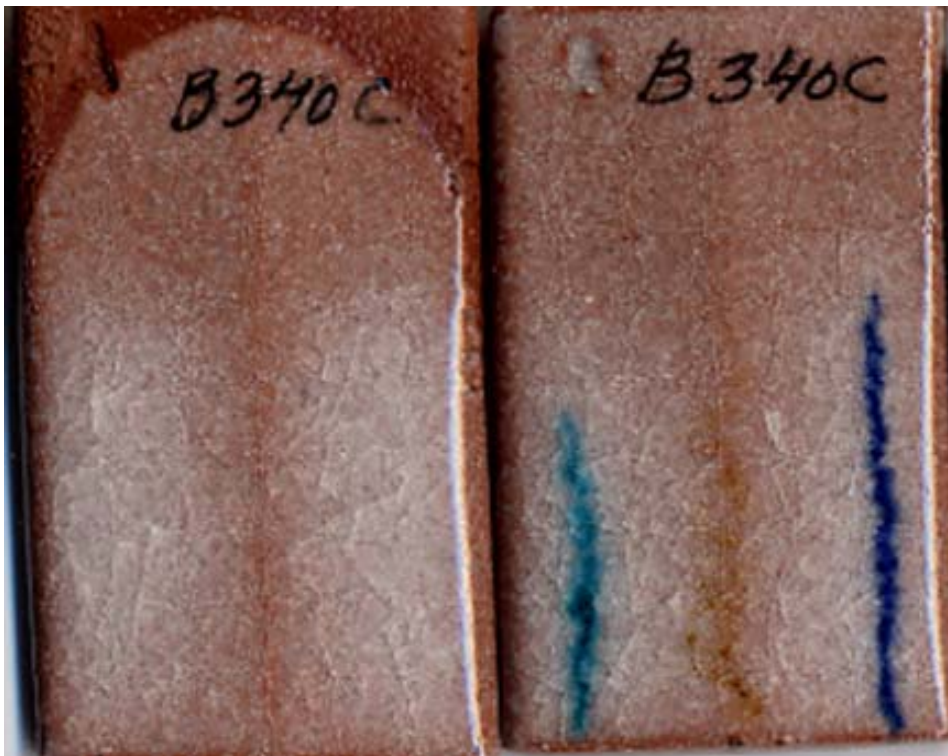
B340A 11.2 suurennus. Peiteaineseos, tinaoksidi 10% näkyy valkoisina pilkkuina.



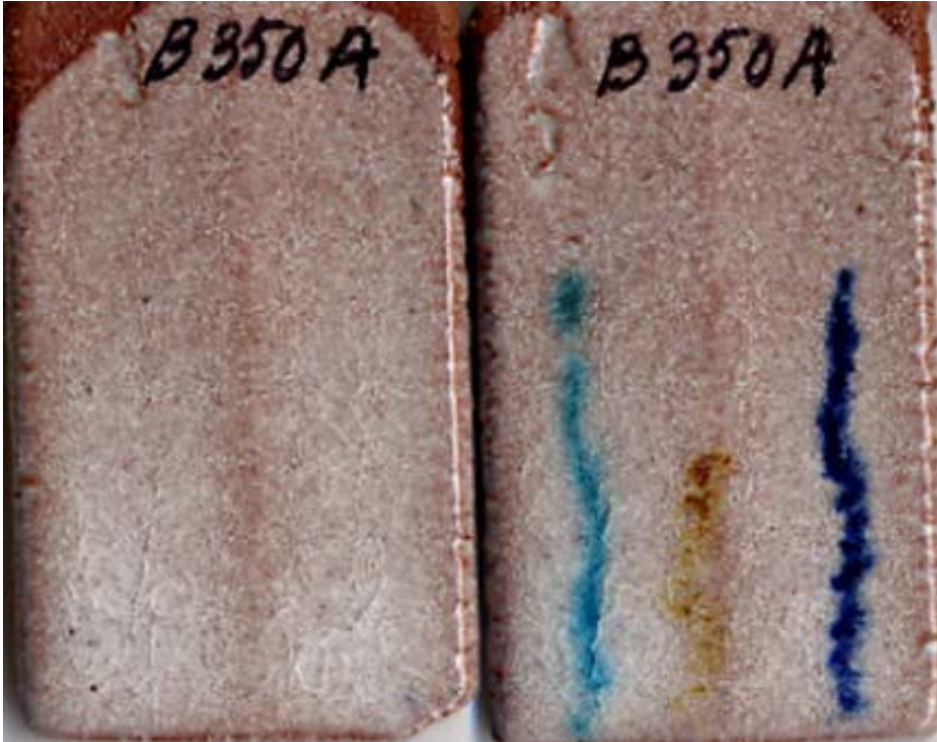
B340B, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



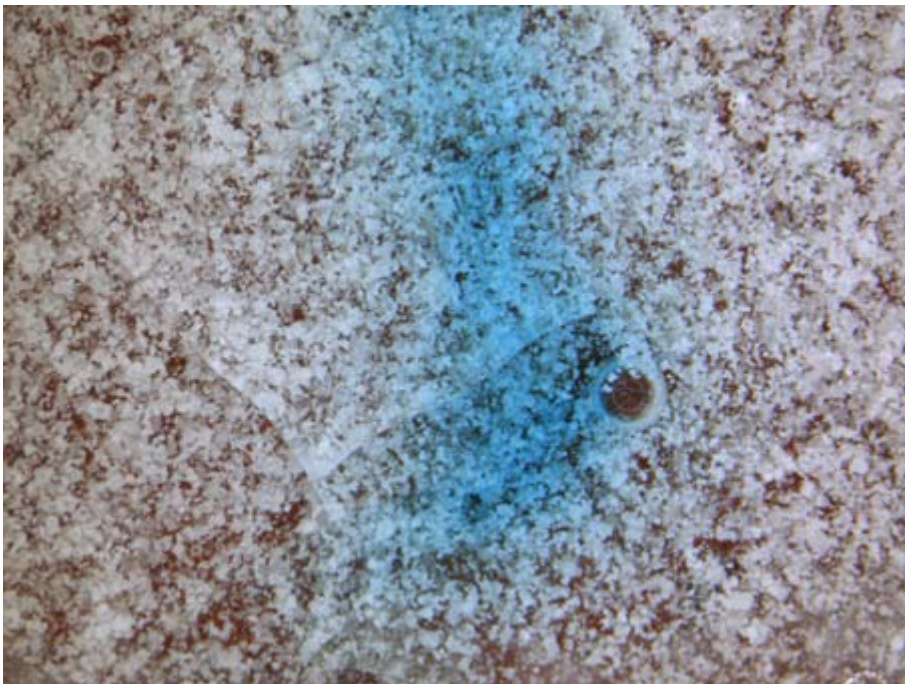
B340B 11.2 suurennus. Peiteaineseos, tinaoksidi 5% ja titaanidioksidi 5% näkyy vaaleankeltaisina ja valkoisina pilkkuina.



B340C, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



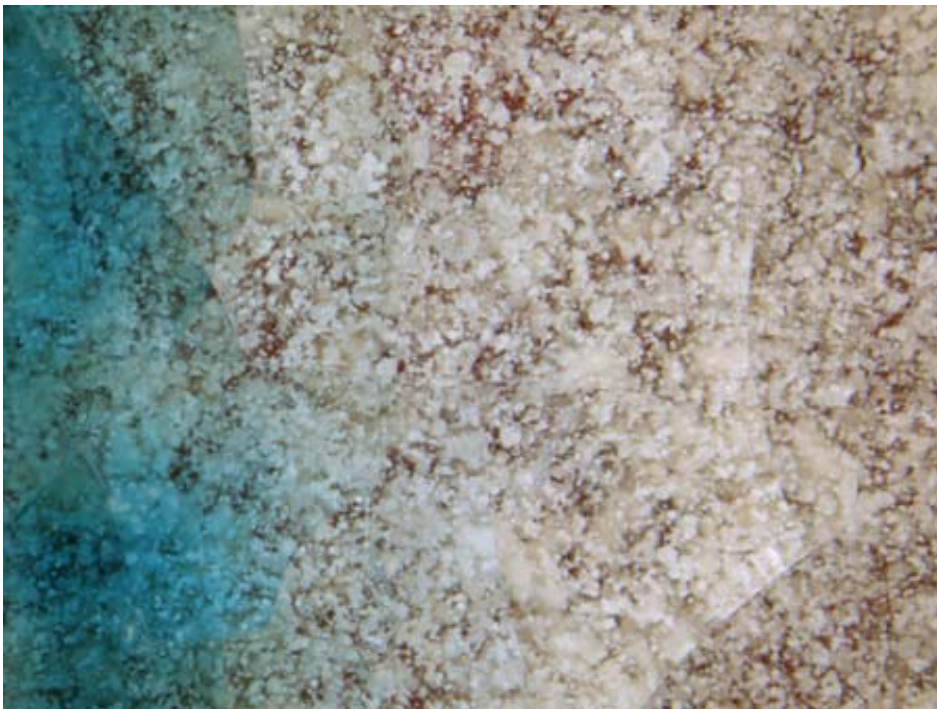
B350A, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



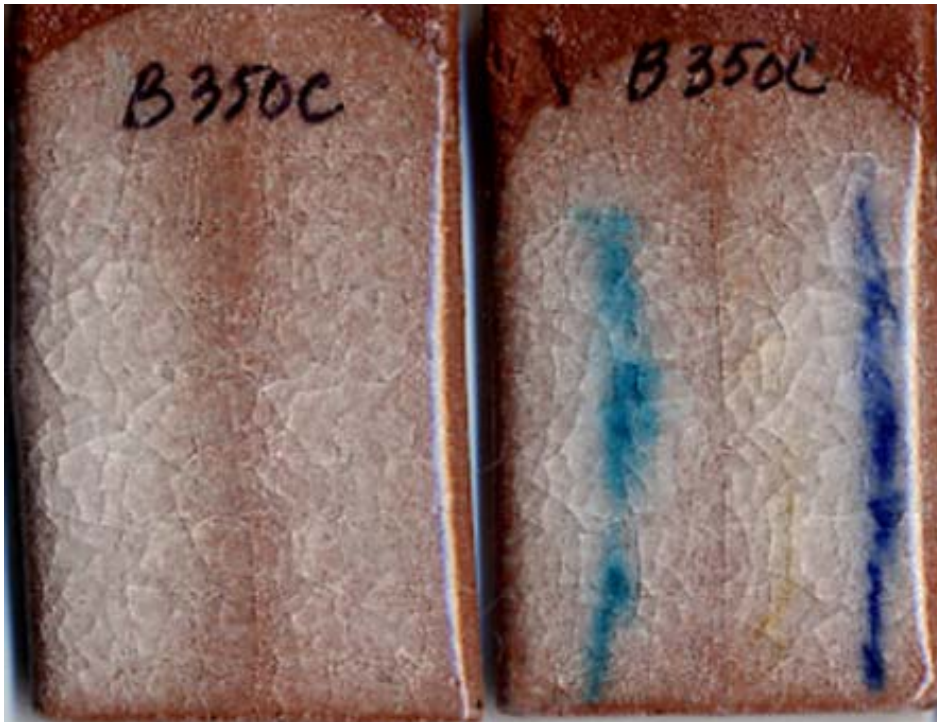
B350A 11.2 suurennus. Kuparioksidiviiru on turkoosi. Peiteaineseos, tinaoksidi 10% näkyy valkoisina pilkkuina.



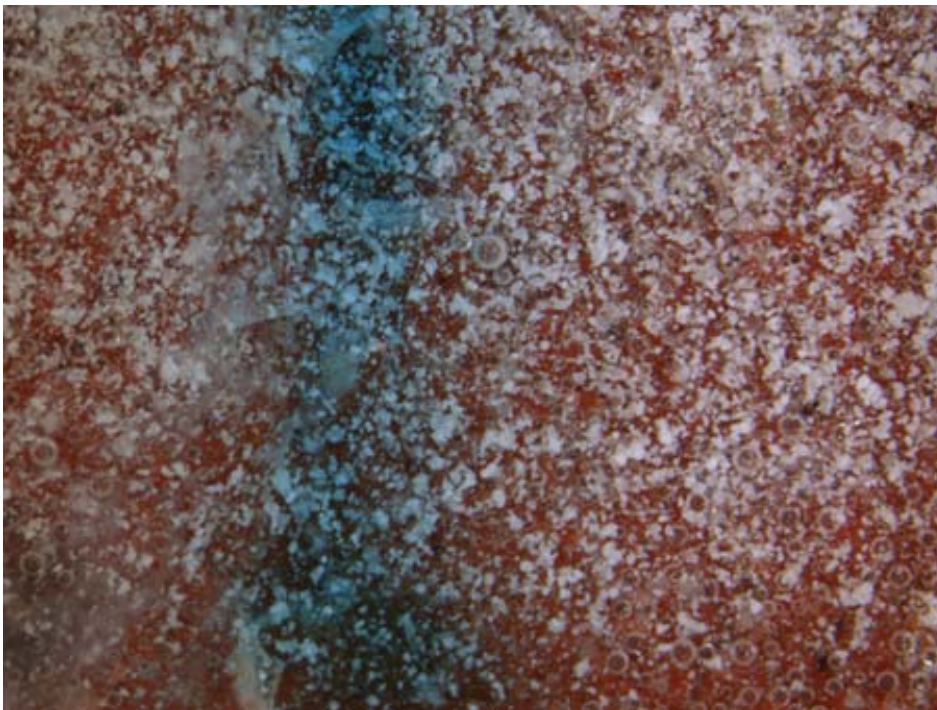
B350B, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



B350B 11.2 suurennus. Kuparioksidiviiru on turkoosi. Peiteaineseos, tinaoksidi 5% ja titaanidioksidi 5% näkyy valkoisina pilkkuina.



B350C, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



B350C 11.2 suurennus. Kuparioksidiviiru on turkoosi. Peiteaineseos, tinaoksidi 5% ja zirkoniumsiliikaattia 5% näkyy valkoisina pilkkuina. Hyvin sulava lasite.

Boorilasitteet B331A, B341B ja B351C. Lasitteissa on booraksisulate P2953 (Hortling A. Mäkinen S. 1994)

Taulukko 18: Boorilasitteet B331, B341 ja B351 (Hortling 1994)

Raaka-aineet	Raw material	B331	B341	B351
Booraksisulate P2953	Borax Frit P2953*	67	70	74
Kalimaasälpä	Feldspar	17	20	20
Liitu	Whiting	5	4	4
Sinkkioksidi,	Zinc oxide	1	2	2
Kaoliini	China Clay	3	2	-
Kvartsi	Quartz	7	2	-

* Pottery Ltd, England

Taulukko 19: Lasitteiden B331, B341 ja B351 empiiriset kaavat. RO-ryhmä* on yksi

Lasite	K ₂ O*	Na ₂ O*	CaO*	ZnO*	*Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	B ₂ O ₃
B331	0,095	0,314	0,558	0,032	0,001	0,491*	2,359	0,644
B341	0,098	0,316	0,524	0,061	0,001	0,487	2,161	0,639
B351	0,096	0,319	0,526	0,058	0,000	0,471	2,038	0,649

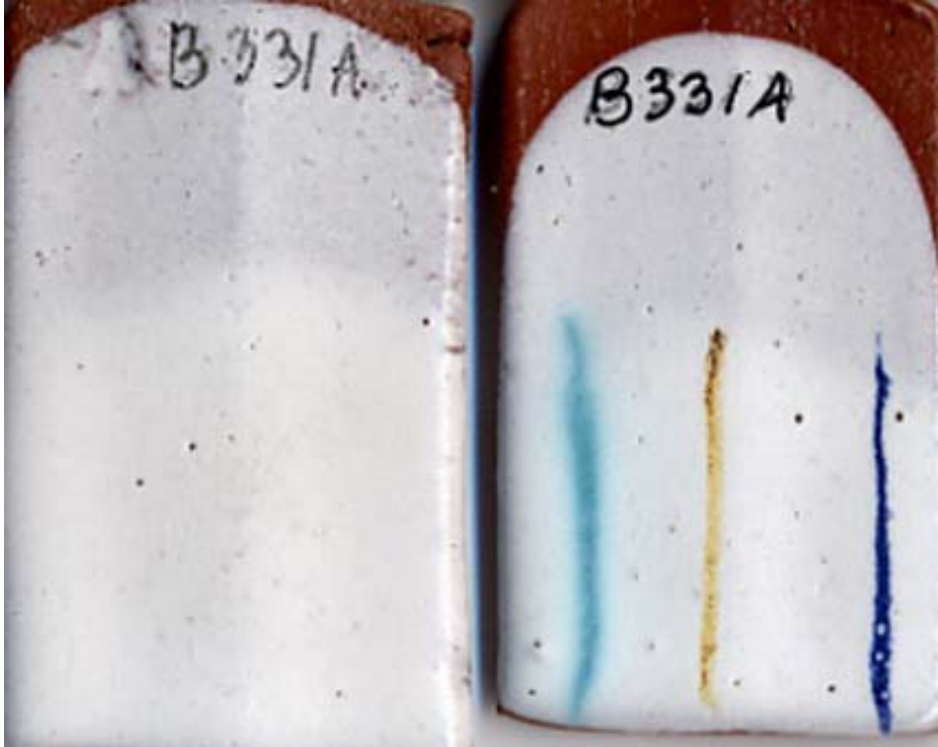
*Alumiinin ja piidioksidin ekvivalenttiluvut korkeita suhteessa toisiinsa ja matalaan polttolämpötilaan

Taulukko 20: Majolika- boorilasitteiden B331, B341 ja B351 peittävyys ja valkoisuus

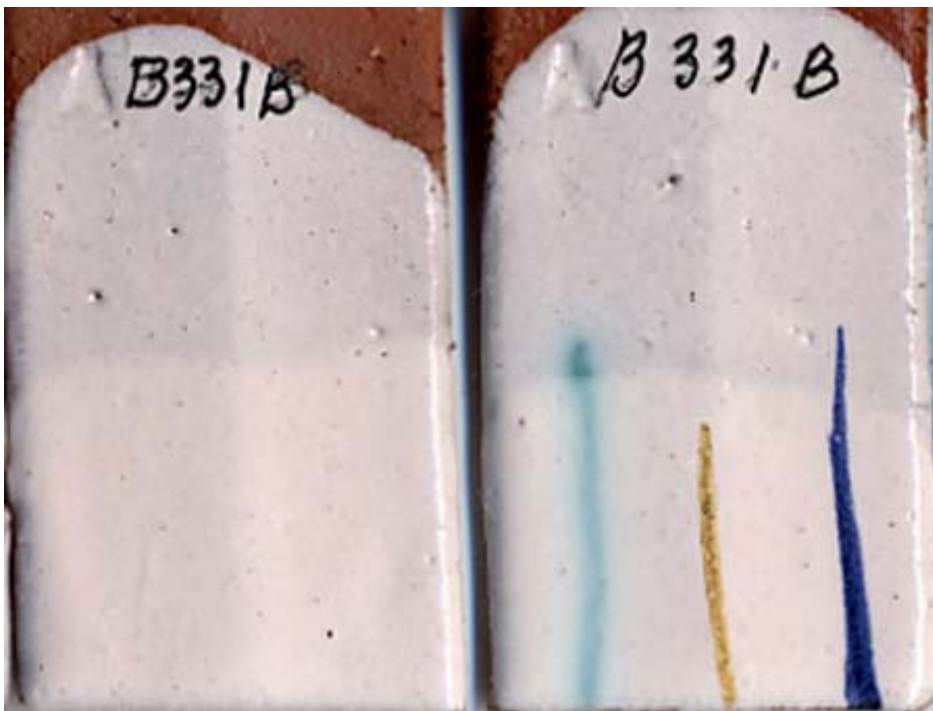
A, B, C A,B,C Väriseos	A331 Sulate Booraksis. P2953	A341 Sulate Booraksis. P2953	A351 Sulate Booraksis. P2953
A 10% SnO ₂	B331A Peittävä, himmeä valkoinen vähän kuvioiva viiru	B341A Peittävä, kiiltävä hyvin valkoinen Hyvä viiru	B351A Peittävä, kiiltävä hyvin valkoinen Hyvä viiru
B 5% SnO ₂ 5% TiO ₂	B331B Peittävä, kiiltävä, vaalean punainen vähän kuvioiva viiru	B341 Peittävä, kiiltävä Vaalean punainen Hyvä viiru	B351B Peittävä, kiiltävä, Vaalean punainen Hyvä viiru
C 5% SnO ₂ 5% ZrSiO ₄	B331C Peittävä, kiiltävä hyvin valkoinen vähän kuvioiva viiru Hyvä Majolika- lasite	B341C Peittävä, hyvin kiiltävä hyvin valkoinen Hyvä viiru Hyvä Majolika- lasite	B351C Peittävä, hyvin kiiltävä hyvin valkoinen Hyvä viiru Hyvä Majolika- lasite

Boorilasitteiden poltetut näytteet (Fired borax frit glazes)
Boorilasitteet B331A, B, C ja B341A, B, C sekä B351A, B, C.

Lasitteissa on **booraksisulate (borax frit) P2953** (Hortling A. Mäkinen S. 1994)



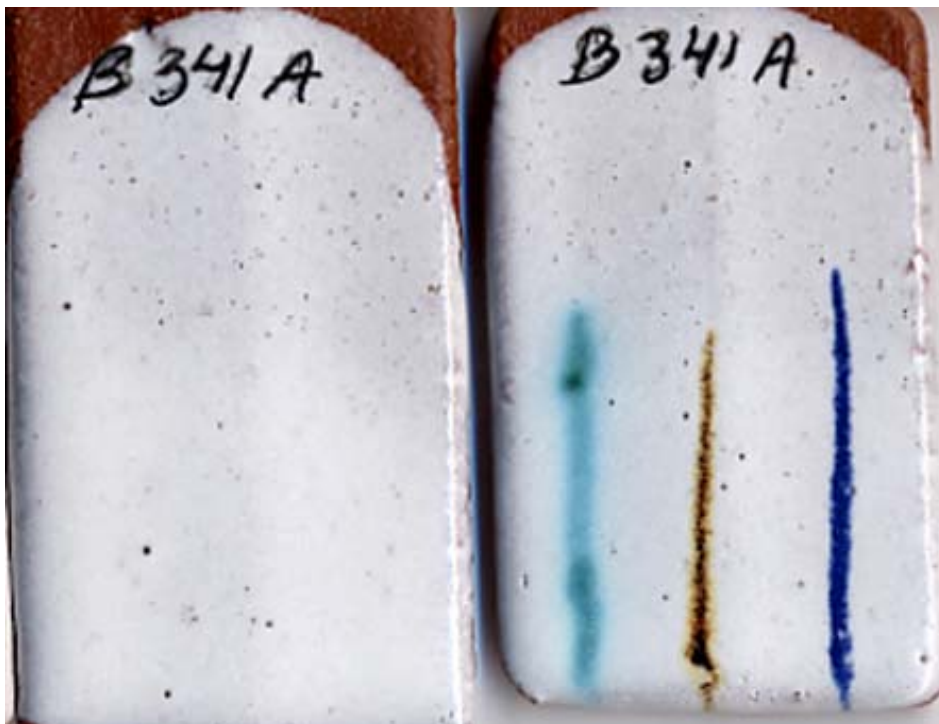
B331A, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



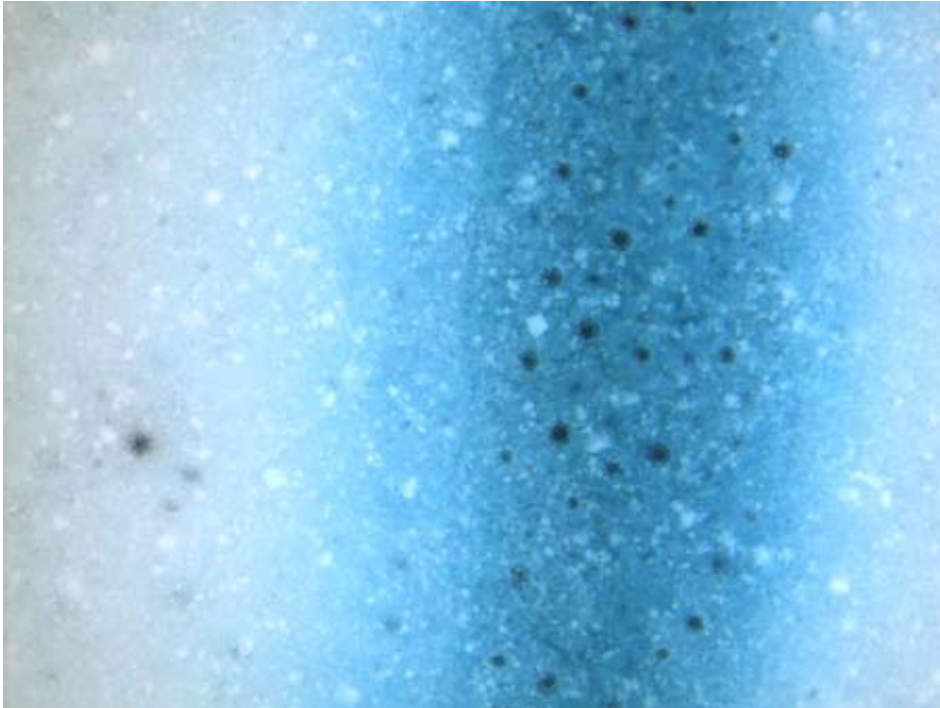
B331B, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



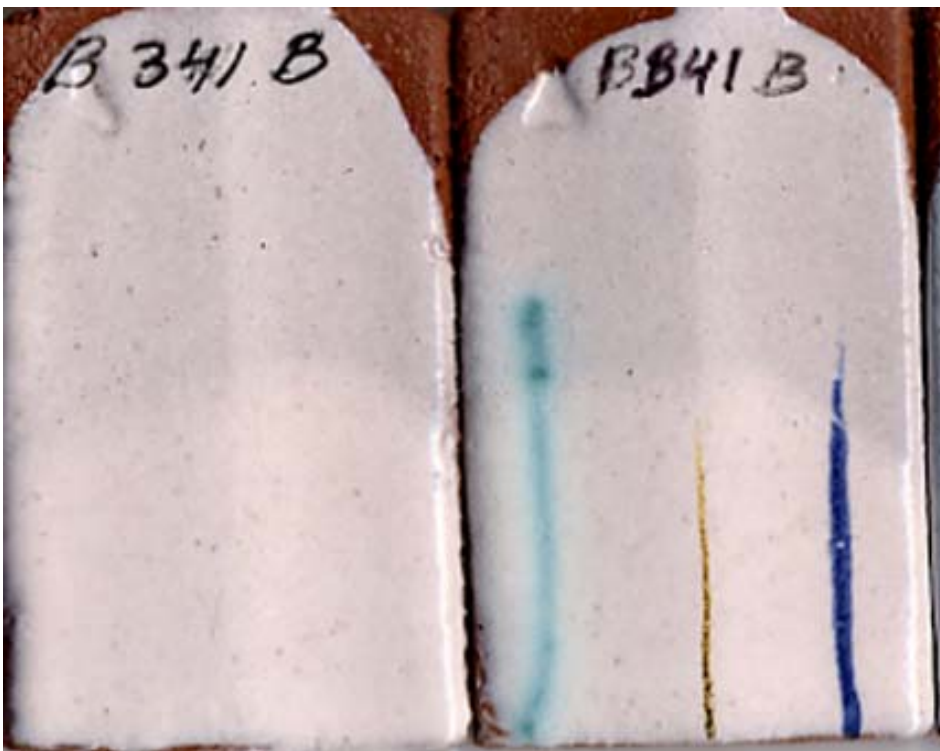
B331C, 1020°C ja 15 minuutin haudutus. Hyvä peittävä majolika- lasite.



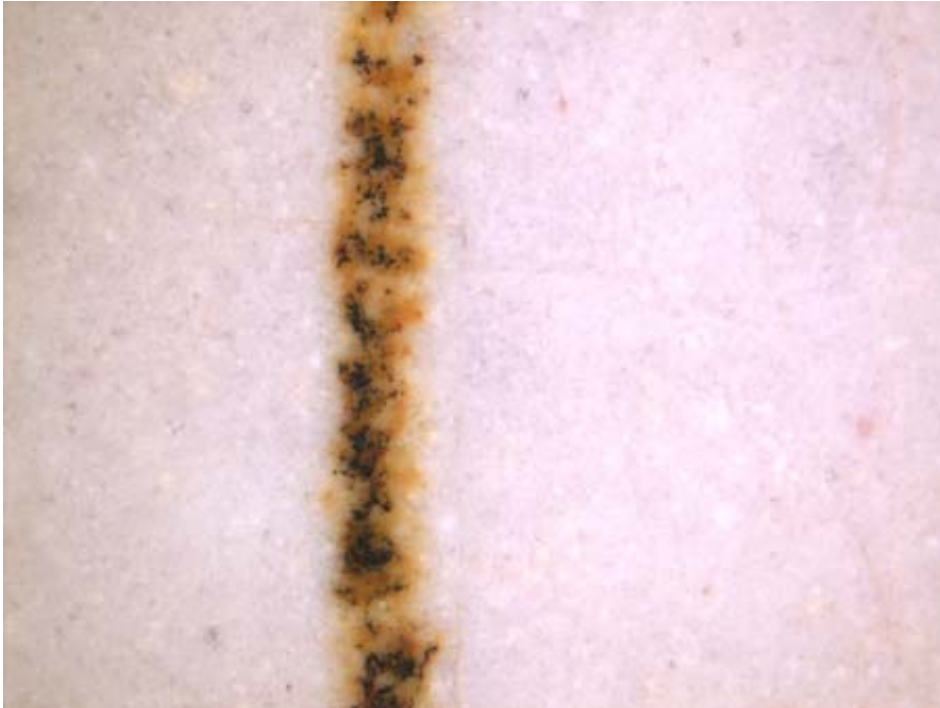
B341A, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



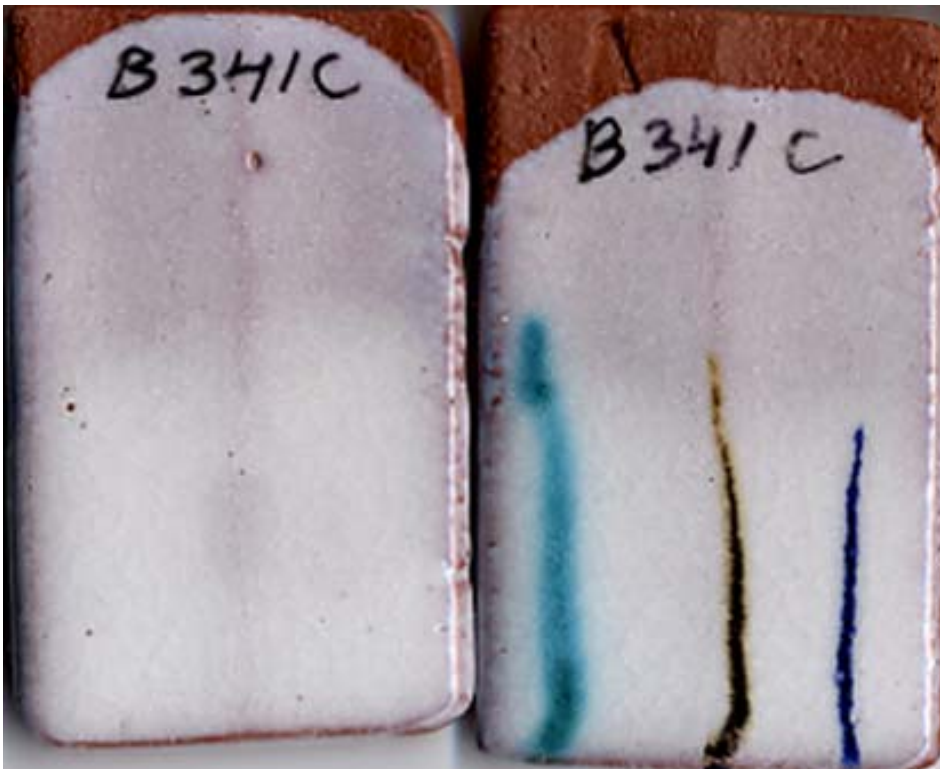
B341A 11.2 suurennus. Kuparioksidiviiru on turkoosi. Peiteaineseos, tinaoksidi 10%.



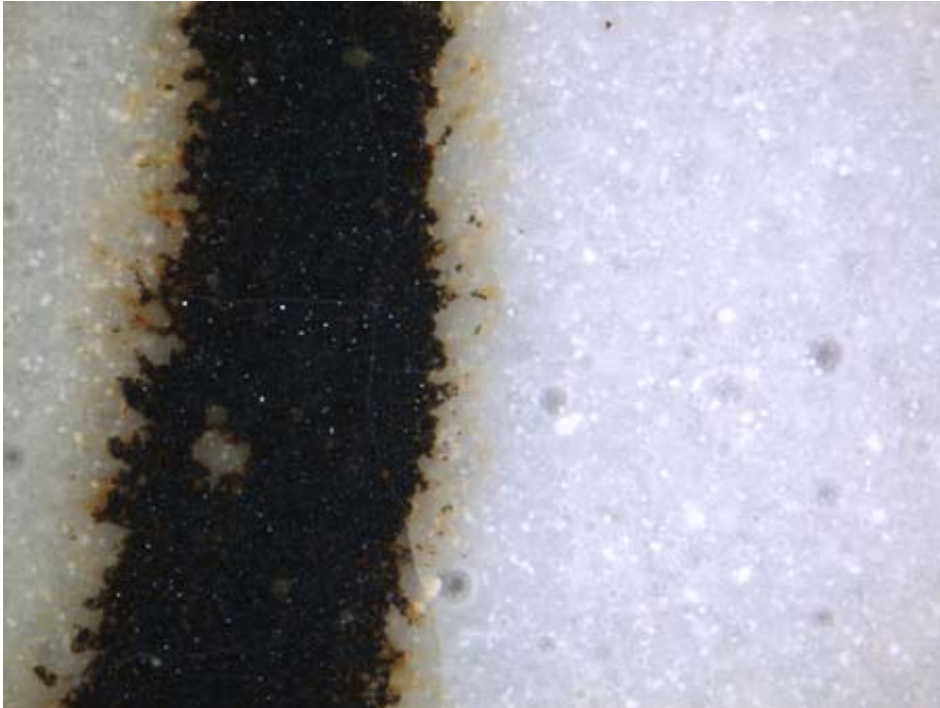
B341B, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



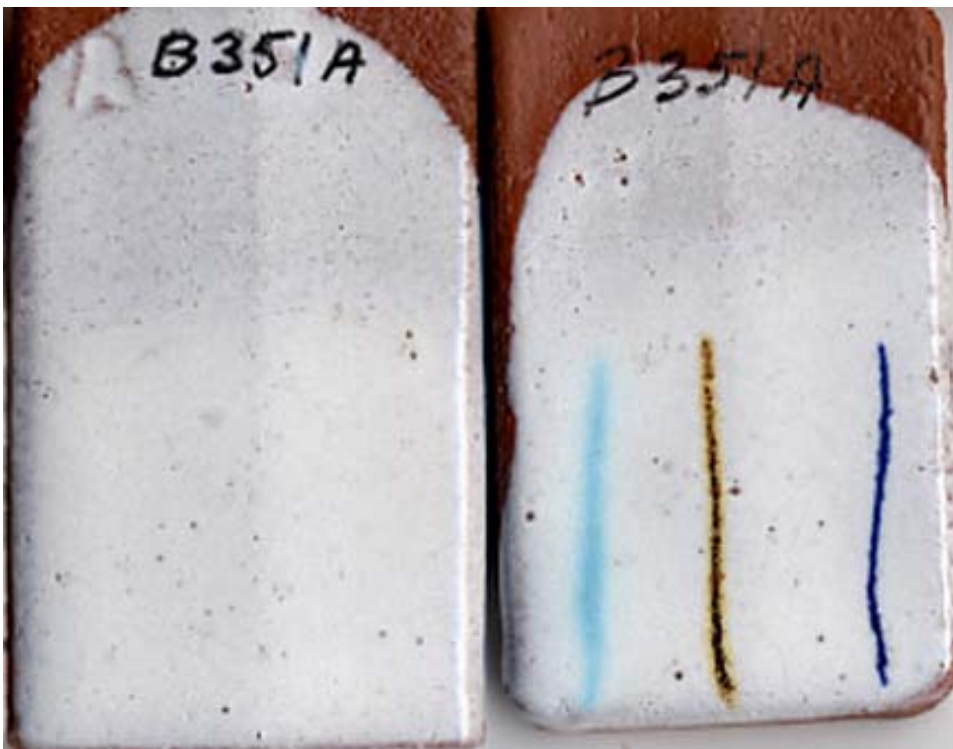
B341B, 11.2 suurennus. Rautaoksidiviiru on keltaruskea. Peiteaineseos, tinaoksidi 5% ja titaanidioksidi 5%, näkyy vaaleanpunaisina ja valkoisina pilkkuina.



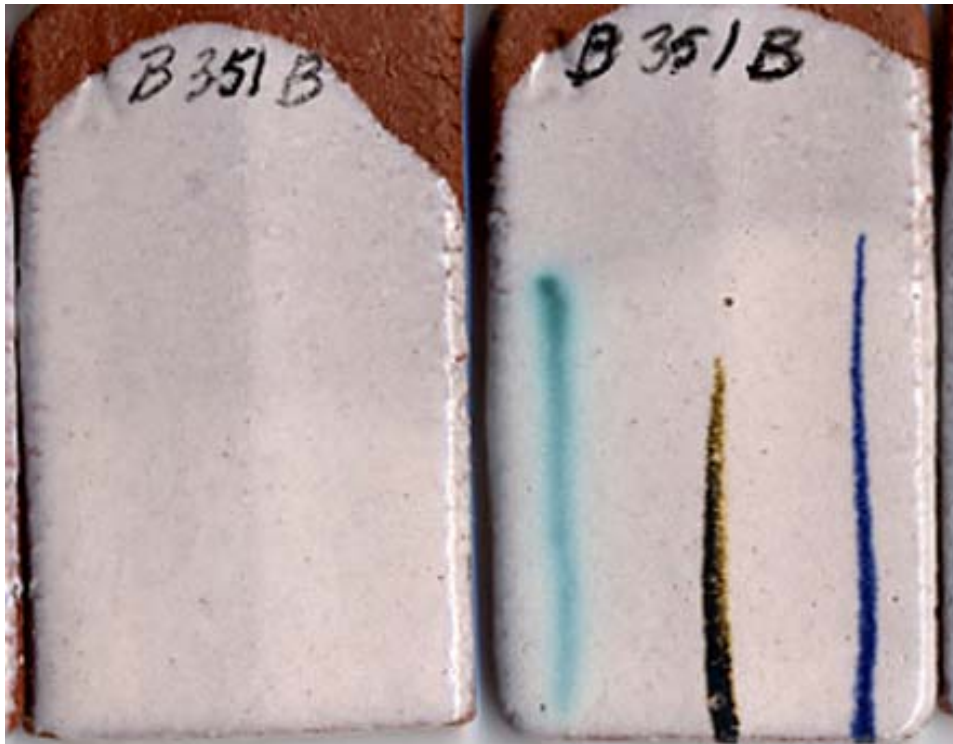
B341C, 1020°C ja 15 minuutin haudutus. Hyvä peittävä majolika- lasite



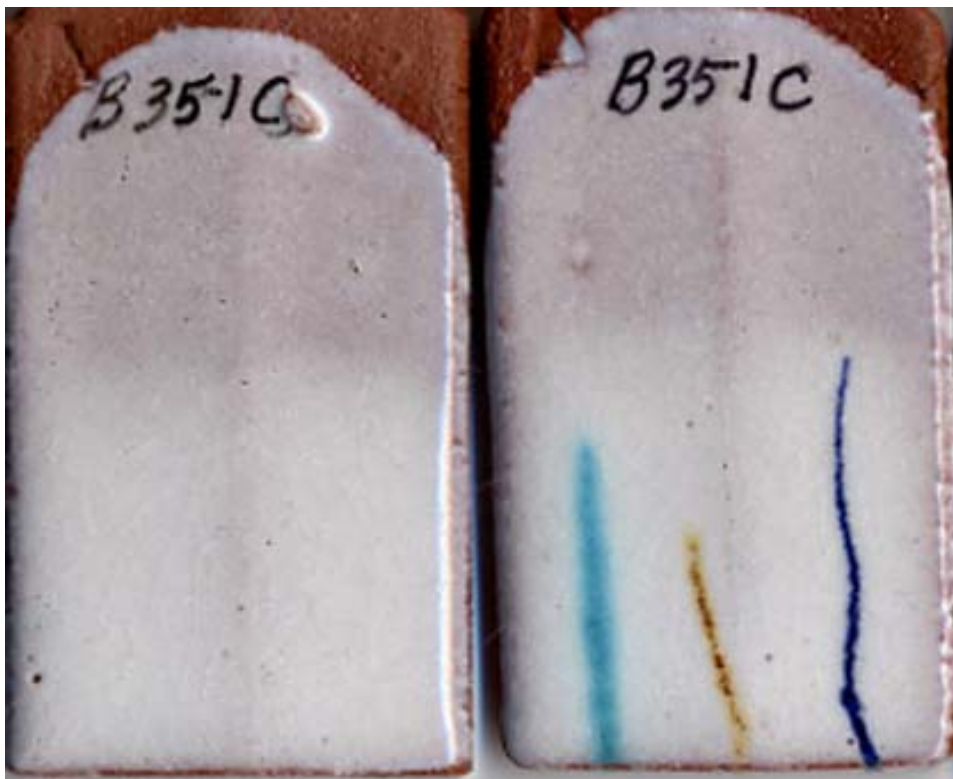
B341C 11.2 suurennus. Rautaoksidiviiru on ruskea. Peiteaineseos, tinaoksidi 5% ja zirkoniumsilikaattia 5% näkyy valkoisina pilkkuina.



B351A, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



B351B, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



B351C, 1020°C ja 15 minuutin haudutus. **Hyvä peittävä majolika- lasite**

Boorilasitteet B332, B342 ja B352. Lasitteissa on booraksisulate P2954
(Hortling A. Mäkinen S. 1994)

Taulukko 21: Boorilasitteet B332, B342 ja B352 (Hortling 1994)

Raaka-aineet	Raw material	B332	B342	B352
Booraksisulate P2954	Calcium borat frit	67	70	74
Kalimaasälpä	Feldspar	17	20	20
Liitu	Whiting	5	4	4
Sinkkioksidi,	Zinc oxide	1	2	2
Kaoliini	China Clay	3	2	-
Kvartsi	Quartz	7	2	-

Taulukko 22: Lasitteiden B332, B342 ja B352 empiiriset kaavat. RO- ryhmä* on yksi.

Lasite	K ₂ O*	Na ₂ O*	CaO*	ZnO*	*Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	B ₂ O ₃
B332	0,035	0,031	0,903*	0,030	0,001	0,174	1,278	1,167
B342	0,039	0,035	0,869*	0,056	0,001	0,172	1,104	1,159
B352	0,037	0,033	0,876*	0,054	0,000	0,154	0,976	1,174

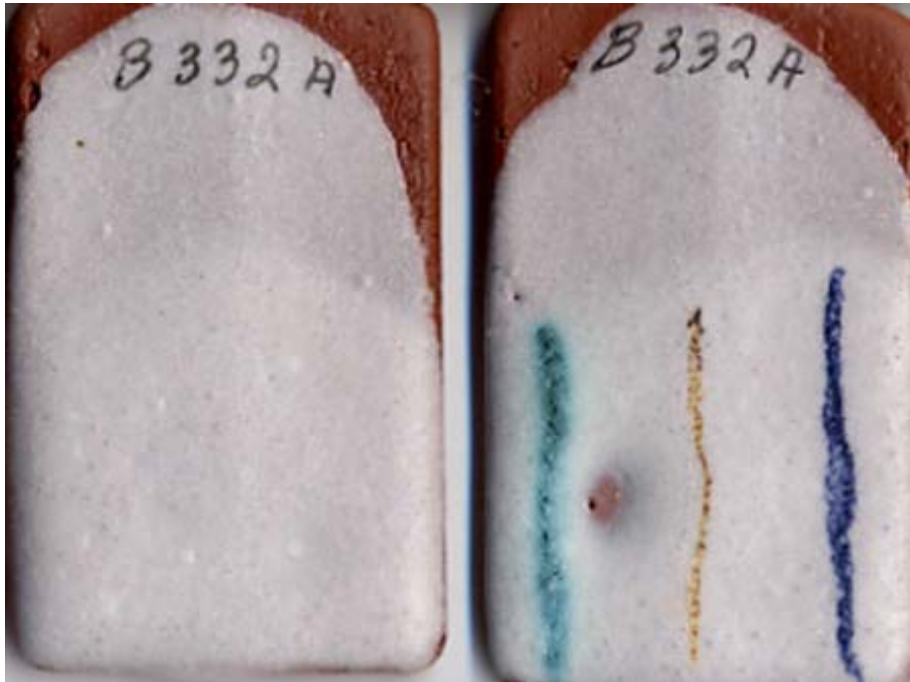
*Korkea CaO:n ekvivalenttiluku RO- ryhmässä, joka on 1.

Taulukko 23: Majolika- boorilasitteiden B332, B342 ja B352 peittävyys ja valkoisuus

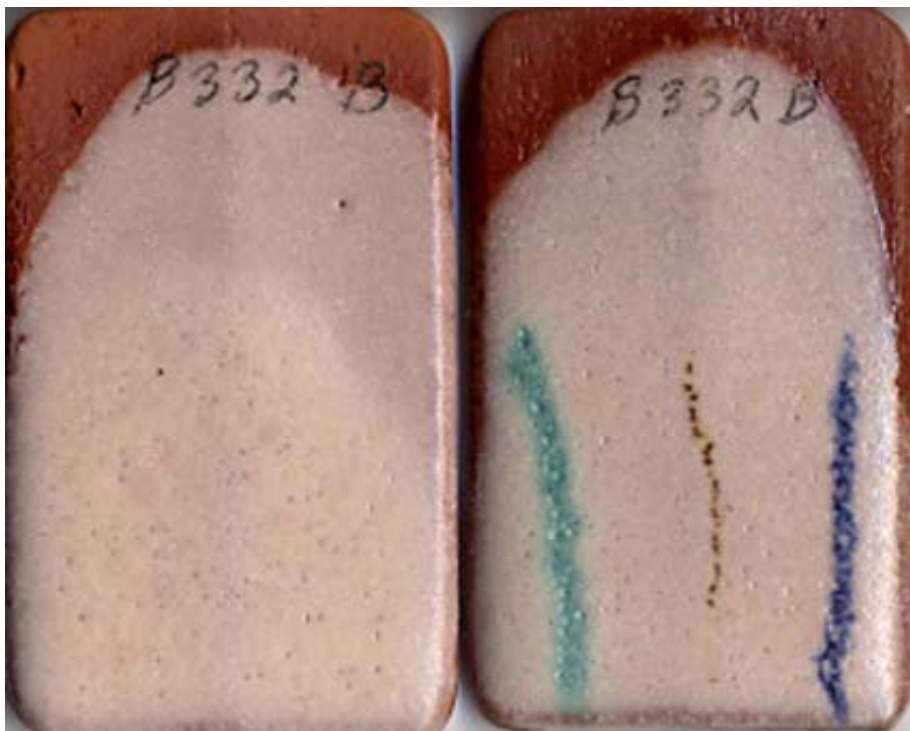
A, B, C Väriseos	A332 Sulate Booraksis. P2954	A342 Sulate Booraksis. P2954	A352 Sulate Booraksis. P2954
A 10% SnO ₂	B332A Peittävä, matta, sulava, valkoinen pitsikuvioinen viiru	B342A Peittävä, matta valkoinen pitsikuvioinen viiru	B352A Peittävä, matta valkoinen, heikosti sulava pitsikuvioinen viiru
B 5% SnO ₂ 5% TiO ₂	B332B Peittävä, himmeä, vaalean punainen pitsikuvioinen viiru	B342B Peittävä, matta Vaalean punainen muuttuu valkoiseksi pitsikuvioinen viiru	B352B Peittävä, himmeä vaalean pun, valkoinen 1050°C pitsikuvioinen viiru
C 5% SnO ₂ 5% ZrSiO ₄	B332C Peittävä, matta, valkoinen pitsikuvioinen viiru	B342C Peittävä, matta valkoinen pitsikuvioinen viiru	B352C Peittävä, matta, heikosti sulava valkoinen pitsikuvioinen viiru

Boorilasitteiden poltetut näytteet (Fired borax frit glazes)**Boorilasitteet B332A, B, C ja B342A, B, C sekä B352A, B, C.**

Lasitteissa on **booraksisulate P2954 (Calcium borat)** (Hortling A. Mäkinen S. 1994)



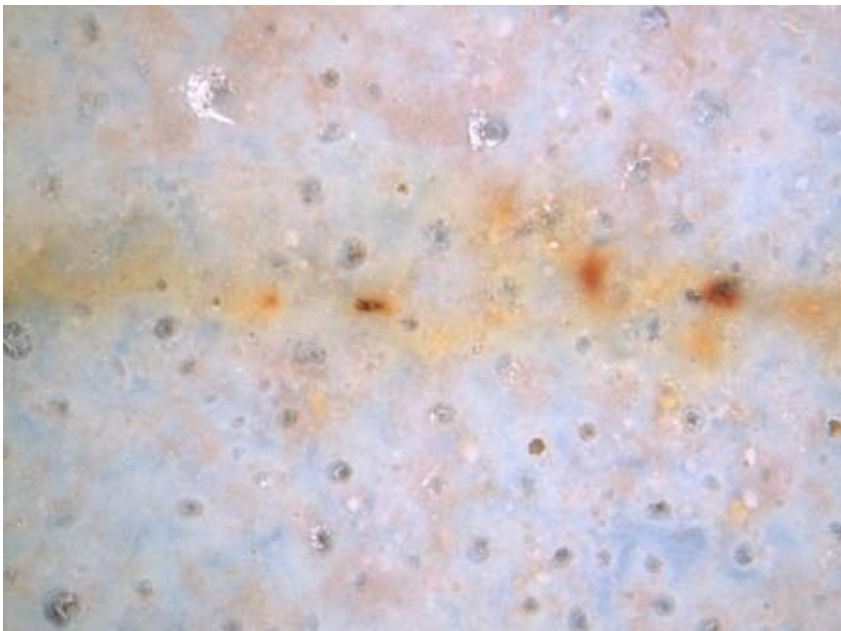
B332A; 1020°C ja 15 minuutin haudutus



B332B, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



B332B, 11.2 suurennus.
Rautaoksidiviiru on
ruskeakeltainen. Peiteaineseos,
tinaoksidi 5% ja titaanidioksidi
5% näkyy vaaleanpunaisina ja
valkoisina pilkkuina. Poltto
1020°C, 15 minuutin
haudutus



B332B, 11.2 suurennus. Rautaoksidiviiru on ruskeakeltainen. Peiteaineseos, tinaoksidi 5% ja titaanidioksidi 5% näkyy vaaleanpunaisina ja valkoisina pilkkuina. **Poltto 1050°C, 15 minuutin haudutus.**



B332B, 1050°C ja 15 minuutin haudutus



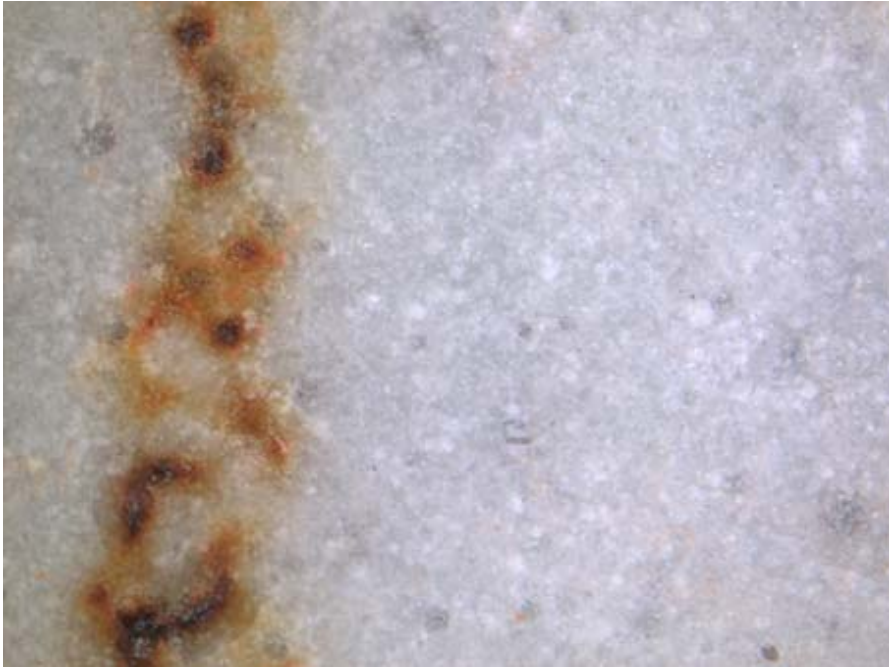
B332B, 1050°C, 15 minuutin haudutus. Lasitteen reuna-alue on kellertävä.



B332C, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



B342A, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



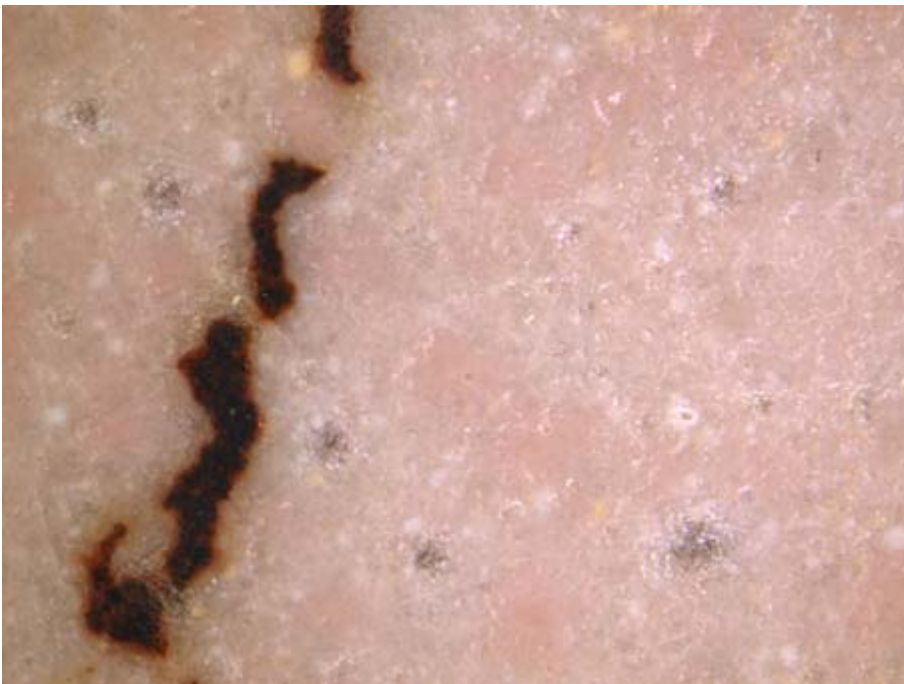
B342A11.2 suurennus. Rautaoksidiviiru on keltainen. Peiteaineseos, tinaoksidi 10% valkoisina pilkkuina.



B342B, 1020°C, 15 minuutin haudutus



B342B, 1020°C, 15 minuutin haudutus, yksityiskohta. Himmeä pinta.



B342B 11.2 suurennus. Rautaoksidiviiru on ruskea. Peiteaineseos, tinaoksidi 5% ja titaanidioksidi 5% näkyy vaaleanpunaisina ja valkoisina pilkkuina.



B342B, 1050°C ja 15 minuutin haudutus



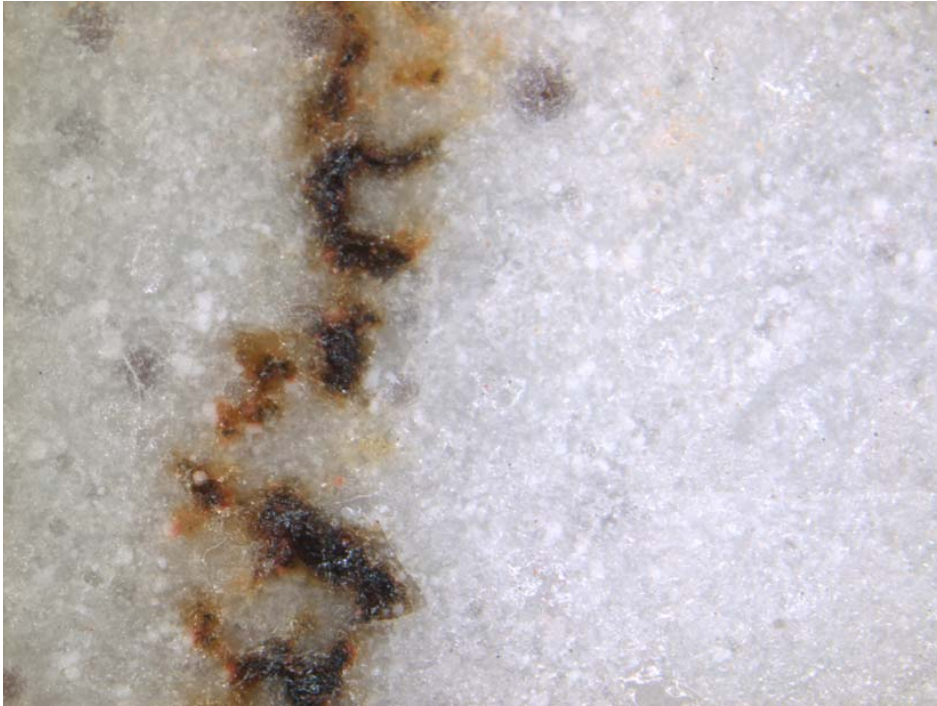
B342B, 1050°C ja 15 minuutin haudutus, yksityiskohta. Titaanioksidin vaikutus näkyy vaaleanpunaisina pilkkuina.



B342B, 1050°C ja 15 minuutin haudutus, yksityiskohta näytteen yläosasta. Lasitteen ja massan rajapintaan muodostuu kalsium- ja rautaoksidin reagoiessa keltainen reunus. Sulate höyrystyy ja sintraa massan pinnan.



B342C, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



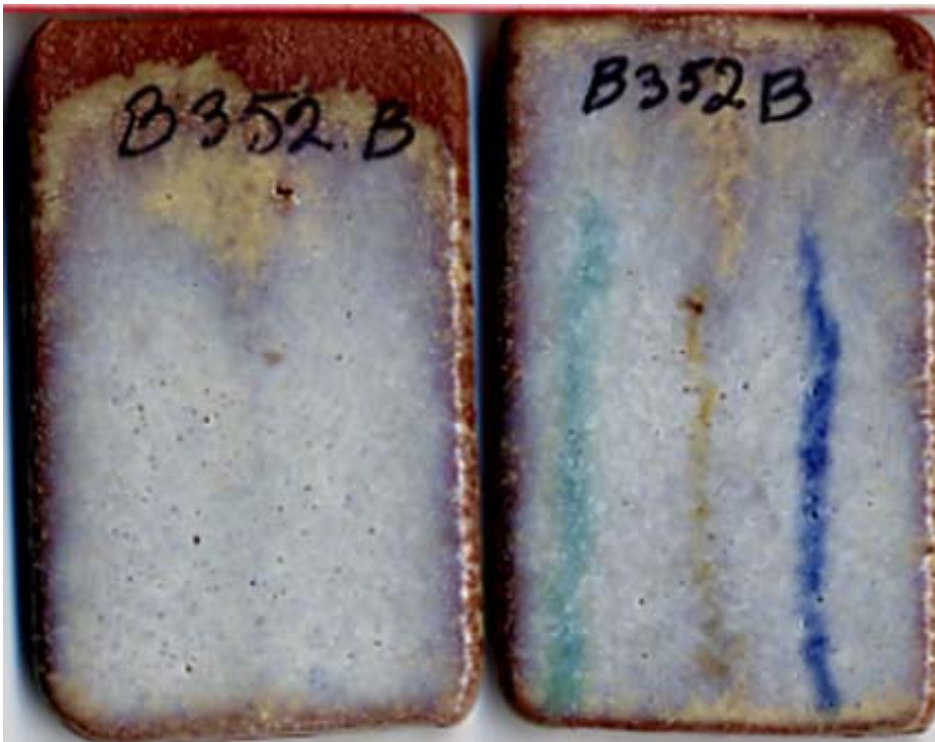
B342C, 11.2 suurennus. Rautaoksidiviiru on keltaruskea kalsiumpitoisessa lasitteessa. Peiteaineseos, tinaoksidi 5% ja zirkoniumsilikaatti 5% näkyy valkoisina pilkkuina.



B352A, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



B352B, 1020°C ja 15 minuutin haudutus



B352B 1050°C ja 15 minuutin haudutus. Lasite sulaessaan enemmän kostuttaa massaa ja reagoi rautaoksidin kanssa, joka on punasavessa.



B352C, 1020°C ja 15 minuutin haudutus

Johtopäätökset

Sulate vaikuttaa lasitteen raaka-aineena siveltimeen vetoihin lasitteen pinnassa ja maalattuun koristeeseen, kuinka ehyt viivakuvio siveltimeen vedosta muodostuu.

Lyijysulatteet bisilikaatti ja seskvisilikaatti soveltuvat matalanpolton majolika-lasitteiden sulattajiksi. PbO muodostaa kahta eri lasia lasitteessa ja eri silikaatit eivät sekoitu keskenään, mikä näkyy lasitteen päälle vedettyjen värioksidin viirujen kuvioitumisena. Syntyy suuria kuvioita viiruihin.

Peiteaineena käytetty titaanidioksidi muuttuu kellertäväksi tinaoksidin kanssa lyijysulatelasitteessa.

Boorisulatteista P2964 sulattaa liikaa lasitetta. Sitä on käytettävä vähemmän kuin testatuissa näytteissä, tai on alennettava polttolämpötilaa 950°C. Boorisulate aiheuttaa runsaasti säröilyä 1020°C poltettuna ja paksuna kerroksena. Majolika-lasitteet B330, B340 ja B350 ovat heikosti peittäviä.

Boorisulate P2953 antaa parhaimman tuloksen, valkoisen peittävän majolika-lasitteen, tinaoksidin ja zirkoniumsilikaatin yhdisteellä.

Boorisulatteet P2953 ja P2954 muodostavat peittävän vaalean punaisen värin tinaoksidin ja titaanidioksidin seoksen kanssa. Vaalean punainen väri heikkenee ja muuntuu sinertävän valkoiseksi lämpötilan noustessa. Sinertävyyden aiheuttaa punasaven rautaoksidi. Lasite reagoi sulattaen massan rajapinnassa rautaoksidia. Näytteen reuna-alueelle massan rajaan kehittyy keltainen lasitereunus kalsium- ja rautaoksidin yhteisvaikutuksena. Lasitevärin muutokset tapahtuvat hyvin pienen

lämpötilan vaihtelun aikana. Lasite värjäytyy sinertäväksi rautaoksidin vaikutuksesta paksussa lasimaisessa kerroksessa ja ohuen lasitekerroksen reuna-alueella keltaiseksi.

Natrium-boorihdisteillä sulatetuissa lasitteissa kuparioksidiviiru värjäytyy turkoosin väriksi. Majolika- koristeluun soveltuvin lasite on B351C, jonka värioksidiviirut ovat suoria ja ehjiä, vähiten kuviointia.

Lähteet

Eppler, R. A. 1975: Formulation of Glazes for Low Pb Release. Society Bulletin Vol. 54, No. 5. May. The American Ceramic Society.

Eppler, R. A.; Eppler R, D. R. 1993: What is a low-lead glaze Ceramic Engineering and Science Proceedings, the 94th Annual Meeting, American Ceramic Soc. Westerville, OH, USA.

Eppler R, D. R.; Eppler, R. A. 1993: Color in lead- and lead-free glazes, part II. Ceramic Engineering and Science Proceedings, the 94th Annual Meeting, American Ceramic Soc. Westerville, OH, USA.

Hortling A. 1992: Lyijymonosilikaatin käyttö lasituksessa ja siitä johtuva lyijyliukoisuus, keramiikka ja lasisuunnittelun osasto, Taideteollinen korkeakoulu

Hortling A. 1994: Lead release by earthenware glazes containing coloring engobes, Eight Cimtec, World Ceramic Conference Proceedings, Florence, Italy

Hortling A., Mäkinen S. 1994: Lyijy- ja boorisulatteiden käyttö majolika- lasituksissa, keramiikka ja lasisuunnittelun osasto, Taideteollinen korkeakoulu

Hortling A. 1995: Cessione di piombo da smalti per terraglie contenenti ingobbi coloranti, Ceramurgia, vol.6, Italy

Hortling A. 1999: Vaarallinen kiilto, vähäliukoisen lyijylasitteen perinne ja kehittäminen, TaL, keramiikka- ja lasisuunnittelun osasto, Taideteollinen korkeakoulu.

Hortling A., Jokinen E., 2000: Lyijyttömän lasitteen kehittäminen, tutkimusraportti, Taideteollinen korkeakoulu

Piccolpasso, C. 1557: I Tre Libri dell'Arte del Vasaio by Cipriano Piccolpasso, Translated and introduced by R. Lightbown and A. Caiger-Smith, Scolar Press 1980, London.