Taideteollinen korkeakoulu
Airi Hortling

Lasitteet KXX1-5 1200ºC, 1250ºC ja 1300ºC

Stoneware glazes KXX1-5 and fired results

Stoneware glazes KXX1-5 for temperatures 1200ºC, 1250ºC and 1300ºC

Sisältö

Johdanto 1
Taustaa 2
Käyttöturvallisuustiedote 2
Raaka-aineet 2
Kalimaasälpä 2
Kaoliini 3
Lyijyvalkoinen (White lead or lead carbonate) ja lyijybisilikaattisulate 4
Värimetallioksidit 5
Taulukko 6: Värimetallioksidien suositeltavat käyttömäärät lasitteessa 6
Värimetallioksidit lasitteissa testausmenetelmänä 7
Lasitenäytteet ja poltto 8
Poltto 8
Kivitavaralasitteet, KXX1-KXX5a, Stoneware glazes 8
Lasite KXX1 10
Lasite KXX2 ja KXX2a 14
Lasite KXX2a 17
Lasitteet KXX3, KXX3a ja KXX3b 20
Lasite KXX3a 24
Lasite KXX3b 27
Lasite KXX4 30
Lasite KXX5 ja 5a 34
Lasite KXX5 35
Lasite KXX5a 37

Lasitteiden näytteet ovat tutkittavissa arkistossa.

Johdanto

Korkeanpolton kivitavaralämpötilan KXX1-5- lasitteet ovat erilaisia, kiiltäviä ja läpikuultavia tai mattapintoja, joita käytetään yleisesti keramiikan valmistuksessa. Lasitteiden polttotulokset esitetään kolmessa eri lämpötilassa 1200ºC, 1250ºC ja 1300ºC.

Lasitteita valitaan niiden käyttövaatimusten mukaan: Minkälaista pintaa tavoitellaan, mihin tarkoitukseen ja kuinka lasitetta käytetään, miten lasittaminen teknisesti suoritetaan? Minkä värinen lasite tukee muotoa ja käyttöä? Mikä merkitys on läpikuultavaksi sulaneella lasitepinnalla? Vaikuttaako kiilto esineen muotoon? Mitä vaikuttaa sileä tai karkea massan pinta lasitteen sulamiseen ja ulkonäköön? Tarvitaanko lasitettu pinta vai riittääkö polttamalla kovetettu pinta, massan sintraantunut pinta?

Taustaa

KXX- lasitteita on sovellettu muotoiluprojekteissa 1990- 2000- luvuilla keramiikan koulutuksessa. Uusilla raaka-aineiden valinnoilla on kehitetty edelleen Kyllikki Salmenhaaran 1960-luvun opetuksessa käytettyjä lasitteita, joita hän julkaisi kirjassaan Keramiikka, massat, lasitukset ja työtavat, 1974. Raaka-aineiden vaihtuessa voi lähtöraaka-aineen koostumuksen tuntien saada samankaltaisia lasitepintoja. Korvaavista raaka-aineista täytyy tietää oksidikoostumus analyysin tai empiirisen kaavan muodossa Lasitteiden empiirisen kaavan ilmoittamat oksidien ekvivalenttiluvut ovat suhdelukuja ja verrattavissa keskenään, vaikka raaka-aineet muuttuvat, ne kertovat lasitteen sulamisesta ja muista ominaisuuksista. Taulukossa 1 on esimerkkejä raaka-aineiden nimien muutoksista.

Taulukko 1: Raaka-aineiden vastaavuus eri aikoina

1960- 1980	**1990- 2010**
Kalimaasälpä, Potash feldspar	Maasälpä FFF, Feldspar FFF (Finnish Flotation Feldspar)
Kaoliini	Standard porcelain (kaoliini), China clay*
Lyijyvalkoinen	Lyijysulate, Lyijybisilikaatti P2950, Lead bisilicate**
Pallosavi 665E ja Hyroc BKS*	Grolleg (kaoliini) tai Hyplas 64 (pallosavi, ball clay)*

*ECCI (English China Clay International) ** Potterycrafts Ltd, England

Raaka-aineiden nimet 1960-1980 kirjassa Kyllikki Salmenhaara, Keramiikka, lasitukset, massat ja työtavat, 1974

Käyttöturvallisuustiedote

Raaka-aineen hankinnan yhteydessä on pyydettävä käyttöturvallisuustiedote, josta selviää aineen koostumus sekä ainetta koskevat turvallisuus- ja säilytystiedot. Tutustu käyttöturvallisuustiedotteeseen erikseen jokaisen raaka-aineen kohdalla. Kaikkien raaka-aineiden kohdalla on huomioitava myrkyllisyys tai haitallisuus, mitkä vaikuttavat sekä raaka-aineita käsitteleviin henkilöihin että ympäristöön polttokaasuina.

Raaka-aineet

Lasitteiden raaka-aineet ovat kalimaasälpä, liitu, dolomiitti, sinkkioksidi, bariumkarbonaatti, lyijysulate (lyijybisilikaatti), kaoliini ja kvartsi. Raaka-aineista käsitellään kalimaasälpää, kaoliinia ja lyijyvalkoista sekä lyijysulatetta. Niissä lasitteissa, joissa kalimaasälpä on pääsulattaja, haetaan valkoisuutta lisäämällä tinaoksidia.

Kalimaasälpä

Suomalainen kalimaasälpä kuuluu Skandinavian alueella esiintyviin pegmatiitista vaahdottamalla irrotettaviin maasälpälajeihin. Kalimaasälvän tuotenimi on Maasälpä FFF, Finnish Flotation Feldspar. Se sisältää kaliumoksidin lisäksi myös huomattavan määrän natriumoksidia. Maasälpä FFF on saatavilla Feldspar FFF K7 ja K8. Jos on mahdollisuus valita useammasta vaihtoehdosta, käytännössä K8 soveltuu vielä paremmin kuin K7 matalan polton lasitteiden (alle 1100°C) sulattajaksi. Kalimaasälpä voidaan laskea empiirisissä kaavoissa joko teoreettisen kalimaasälvän mukaan tai raaka-aineena käytetyn kalimaasälvän mukaan. Teoreettista kalimaasälvän kaavaa käytettäessä saadaan kaliumoksidia lasitteeseen näennäisesti enemmän, mutta samoilla raaka-ainekoostumuksilla lasketut empiirisen kaavan ekvivalenttiluvut ovat vertailukelpoisia keskenään.

Taulukko 2: Kalimaasälvän analyysit, 2001

Oksidi paino-%	Teoreettinen kalimaasälpä	Maasälpä FFF (K7) 2001 Finnish Flotation Feldspar	Maasälpä FFF (K8) 2001 Finnish Flotation Feldspar
SiO_2	64,75	66,6	65,8
Al_2O_3	18,30	18,7	19,1
K_2O	16,90	7,5	8,2
Na_2O	-	5,1	4,5
Fe_2O_3	-	0,1	0,1
CaO	-	1,0	1,3
MgO	-	0,02	0,03
P_2O_5	-	0,09	0,07
Polttohäviö L.O.I	-	0,3	0,3

Raaka-aineiden sulamisreaktioiden tarkastelua varten on sulattavista raaka-aineista tehty näytelevy, jonka kuoppiin on pantu eri raaka-aineita ja poltettu 1200°C, kuva 1. Raaka-aineet ovat kalimaasälpä Lohja 200 mesh (= Maasälpä FFF), kalimaasälpä Norfloat, natronmaasälpä Norfloat, lepidoliitti (litiumia sisältävä raaka-aine), nefeliinisyeniitti, Norja (natrium- ja kaliumoksidia sisältävä raaka-aine) ja petaliitti (litiumoksidia sisältävä raaka-aine). Raaka-aineita käytetään sulattajina kivitavaralasitteissa 1200-1280°C. Maasälvän väri on vaihdellut vaalean punaisesta valkoiseen, mikä johtuu rautaoksidin määrän vaihteluista. Lasitteiden sulamiseen tai väriin sillä ei ole ollut merkittävää vaikutusta.

Kuva 1. Suomalainen kalimaasälpä, norjalainen kalimaasälpä, natronmaasälpä, lepidoliitti, nefeliinisyeniitti ja petaliitti. Pulverinäytteet on poltettu sähköuunissa 1200°C.

Kaoliini

Lasitteissa kaoliinin laatu vaikuttaa sulamiseen, läpikuultavuuteen ja lasitteen väriin. Lasitteiden empiiristen kaavojen laskemisessa kaoliini voidaan käsitellä teoreettisesti puhtaana saviaineksena, kaoliniitti mineraalina, ja empiirisessä kaavassa jätetään huomioimatta kaoliinisavien eri laatujen muut mineraalit ja ominaisuudet ja.

Taulukko 3: Teoreettisen kaoliinin ja englantilaisten (ECCI) kaoliinisavien analyysit

Oksidi, paino-%	**Kaoliini teoreettinen**	**Standard porcelain kaoliini**	**Grolleg kaoliini**
SiO_2	46,51	48	48
Al_2O_3	39,53	37	37
Fe_2O_3	-	0,65	0,75
TiO_2	-	0,02	0,02
CaO	-	0,07	0,06
MgO	-	0,30	0,30
K_2O	-	1,60	1,85
Na_2O	-	0,10	1,10
Polttohäviö L.O.I	13,96	12,5	12,2

Polttohäviö (L.O.I) muodostuu saven mineraaleihin sitoutuneen veden ja karbonaattien häviöstä polttoprosessin aikana. Monet savet sisältävät hiiltä (C). Mitä pienempi polttohäviö on sitä ympäristöystävällisempi savi.

ECC:n (English China Clay) englantilaisista kaoliineista Standard porcelain on nimensä mukaisesti yleisesti hyvä, monikäyttöinen kaoliinisavi, joka tuo lasitteisiin tarvittavaa plastisuutta. Kaoliineja vertailtaessa on Grolleg plastisempi savi ja sillä on alhaisempi sintraantumisen lämpötila. Rautapitoinen kiillemineraali (mica) muuttaa kaoliinin kellertäväksi poltettaessa. Jos halutaan erityisesti pehmentää sävyjä (keltaisuutta) tai madaltaa sintraantumisen lämpötilaa tai muutosta lämpölaajentumiseen, on Grolleg sopiva valinta.

Taulukko 4: Kaoliinien mineraalianalyysit, Standard porcelain ja Grolleg (1991 ECC)

Mineraali, minerals, paino-%	**Standard porcelain**	**Grolleg**
Kaoliniitti, kaolinite	84	81
Kiillemineraalit, mica	13	15
Maasälvät, feldspar	1	1
Muut mineraalit, other minerals	2	3

Kaoliniitin eli savimineraalin, määrä kertoo saven puhtaudesta, valkoisuudesta ja polttolämpötilasta. Mitä korkeampi kaoliniitti pitoisuus on, sitä korkeammassa lämpötilassa savi sintraantuu. Kiillemineraalien määrä ilmaisee saven harmaasävyn. Mitä suurempi määrä kiillettä saveen sisältyy sitä harmaampi (likaisempi valkoinen) polttoväri on.

Lyijyvalkoinen (White lead or lead carbonate) ja lyijybisilikaattisulate

Teollisuudessa on käytetty 1900-luvun alussa ja puolivälissä kivitavaralasitteissa lyijyoksidia pieniä määriä edistämään lasitteen sulamisen alkamista ja hyvää tasoittumista. Käytäntö on jättänyt jälkensä 1960-luvun opetusaineistoon. Kivitavaralämpötiloihin (1200-1300°C) poltettaessa lyijyoksidi kaasuuntuu jo tuotteen alkuvaiheen poltossa (1000-1100°C) ja on loppuvaiheessa palanut lasitteen pinnasta kokonaan pois. Lyijy alkaa höyrystyä yli 1000°C poltettaessa ja sen vaikutus heikkenee mitä korkeimpaan lämpötilaan poltetaan. Uunin päästökaasuina lyijyn haittavaikutus jää ympäristöön hajaantuen laajalle alueelle. Lyijyoksidin käyttö on vähentynyt jatkuvasti ja sen käytöstä voidaan luopua kokonaan. KXX- lasitteissa, joissa käytettiin 1960-luvulla lyijyvalkoista eli lyijykarbonaattia, korvataan lyijysulatteella, lyijybisilikaatilla. Lyijysulate sisältää lyijyoksidin lisäksi alumiinioksidia ja piidioksidia. Ne sitovat lyijyoksidin silikaatiksi ja vähentävät lyijyn liukenevuutta lyijy-yhdisteestä.

Taulukko 5: Lyijysulatteen P2950 empiirinen kaava, sulamiseen vaikuttava lämpötila-alue 900- 1100°C

Oksidi	Ekvivalenttiluku (equivalent)
PbO*	1,00
Al_2O_3	0,086
SiO_2	1,86

RO-ryhmä = 1,00 (yksi), Potterycrafts Ltd, Englanti, 1990

Lyijybisilikaattisulate on valittu monista erilaisista poltoilla testatuista lyijysulatteista korvaamaan lyijyvalkoista. Lyijysulatteita on saatavilla erilaisia koostumuksia, joissa lyijyoksidin, alumiinioksidin ja piidioksidin lisäksi on esimerkiksi vähäisiä määriä natrium- tai bariumoksidia. Tällaisia lyijysulatteita on jatkuvasti karsittu pois teollisesta raaka-ainevalmistuksesta. Alkalit lisäävät lasitteessa lyijyn liukenevuutta ja bariumoksidi on haitallinen. Kuvassa 2 on 1990- luvun lyijysulatenäytteitä poltettu sähköuunissa lämpötilassa 960°C. Polttotuloksia vertaamalla sulatteet sulavat eri tavoin. Jotkut kiehuvat yli ja jotkut jähmettyvät paikoilleen. Eri lyijysulatteiden koostumukset ja toimiminen sulattajana poikkeavat huomattavasti toisistaan

Kuva 2: Eri lyijysulatteita on poltettu 960°C lämpötilassa sähköuunissa. Levinnein näyte 11 on lyijymonosilikaatti, josta liukenee liikaa lyijyä ja sitä ei saa käyttää lasitteen sulatteena. Näyte 10 on lyijybisilikaatti sulate, mikä on turvallinen käyttää. Näyte 14 sulattaa heikosti.

Värimetallioksidit

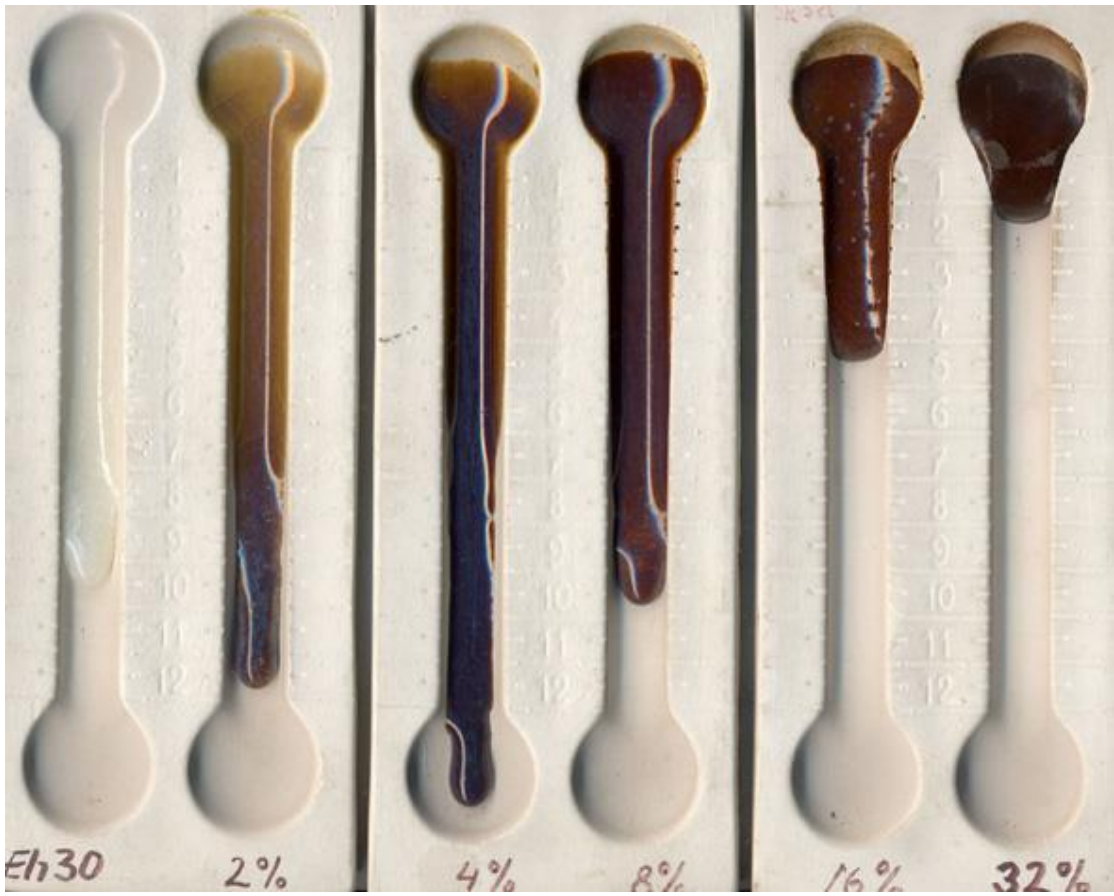
Lasitteita voidaan värjätä joko teollisesti valmistetuilla väreillä, pigmenteillä, tai värimetallioksideilla, jotka ovat veteen liukenemattomia oksidin muodossa. Yleisimpiä värjääviä oksideja ovat rautaoksidi (Fe_2O_3), kobolttioksidi (CoO), kuparioksidi (CuO), mangaanioksidi (MnO_2), nikkelioksidi (NiO), kromioksidi (Cr_2O_3), titaanidioksidi (TiO_2). Taulukossa 6 esitetään värimetallioksidit ja väri kivitavaralasitteissa. Tinaoksidi (SnO_2)on valkoinen peittävä aine, jota käytetään peittävien valkoisten ja pastellisävyisten lasitteiden värjäämiseen. Tinaoksidia voidaan korvata osittain tai

kokonaan titaanidioksidin ja zirkoniumsilikaatin yhdisteellä muuttamaan valkoiseksi tai pehmentämään värisävyjä.

Taulukko 6: Värimetallioksidien suositeltavat käyttömäärät lasitteessa

Värimetallioksidi	**A**	**B**	**C**	**D**
Tinaoksidi **SnO_2**. Valkoinen	1-2	6-8	10	12
Titaanidioksidi **TiO_2** Valkoinen, kellertävä	2	5	8	10
Mangaanioksidi **MnO_2** Punertava ruskea, violetti	2	4	6	8-10
Kuparioksidi **CuO** Siniturkoosi, vihreä, sinivihreä	1-2	4	6	8
Kobolttioksidi **CoO** Sininen, violetin sininen	0,5-1	1,5-2	4	6
Rautaoksidi **Fe_2O_3** Ruskea, keltaruskea, keltainen	2	5	8	12

Värimetallioksidin värisävy muuttuu lasitteen raaka-aineseoksen vaikutuksesta. Metallioksideja käytetään yksin tai yhdessä luomaan eri värivivahteita. Värimetallioksidit lisäävät tai heikentävät lasitteen sulamista niiden käyttömäärän ja polttolämpötilan mukaan. Värimetallioksidin vaikutuksesta lasite voi himmeä lasite muuttua valuvaksi ja läpikuultavaksi. Liian suuret värimetallioksidien määrät estävät sulamista. Esimerkkinä viskositeetin muutoksista rautaoksidia lisättäessä on läpikuultavaksi sulava kivitavaralasite Eh30, johon on lisätty rautaoksidia 2% alkaen 32% asti, jolloin lasite jähmettyy paikoilleen poltettaessa 1260°C (kuva 3).



Kuva 3: Kivitavaralasite, läpikuultava ja kiiltävä, Eh30 (Hortling 1968), poltto 1260°C ja rautaoksidin lisäykset lasitteeseen 2, 4, 8, 16 ja 32 %. Näytteessä rautaoksidin lisäykset vaikuttavat lasitteen viskositeettiin. Rautaoksidin lisäykset 2% ja 4% lisäävät sulamista, 8% ja sitä enemmän rautaoksidia lisättynä tähän lasitteeseen heikentävät sen

sulamista. Hyvin sulavassa lasitteessa paksuna kerroksena rautaoksidi muuttuu ruskeasta sinertäväksi.

Värimetallioksidit lasitteissa testausmenetelmänä

Lasitetutkimuksessa käytetään värimetallioksideja tunnistamaan lasitteiden raaka-aineiden vaikutusta väreihin. Raaka-aineen muuttuessa lasitteessa testiviirut auttavat luomaan mielikuvan värisävystä tietyn värimetallioksidin kanssa. Värimetallioksidit maalataan ohuella siveltimellä polttamattoman lasitteen päälle. Näytteiden valmistukseen valitaan kolme tavallisimmin käytettyä värimetallioksidia, rauta-, koboltti- ja kuparioksidi. Sävyt muuttuvat lasiteseoksen sulattavien oksidien vaikutuksesta.
Kuparioksidi (CuO) antaa **vihreän** sävyn lyijy-yhdisteiden kanssa. Alkalisissa yhdisteissä väri muuttuu turkoosin siniseksi.
Kobolttioksidin (CoO) sinisen värin tehokkuus on riippuvainen lasitteen alkalisuudesta ja polttolämpötilan korkeudesta.
Rautaoksidin (Fe_2O_3) värin muutokset ovat lämmin **ruskea tai keltaruskea**.

Näytteiden valmistukseen voi valita muitakin viiruvärejä testaamista varten, jos halutaan erityisesti keskittyä jonkin tietyn sävyn ja raaka-aineyhdisteen tutkimiseen.

Sulattavilla oksideilla, empiirisen kaavan RO- ryhmän oksideilla, on värimetallioksidien kanssa toisistaan erottuvat ja selkeästi tunnistettavat värisävyt. Koko lasitteen sulaminen, myös alumiinioksidin määrä, vaikuttaa värimetallioksidien tuottamaan sävyyn. Lasitteiden pehmeneminen poltossa ja lasitteiden viskositeetti vaikuttavat oksidien väreihin. Polttotekniikkaan liittyvät lämpötilat, ladonta-, haudutus-, polttoaika ja jäähtymisnopeus vaikuttavat värisävyjen muutoksiin sulamisen aikana.

Kuva 4: Seger keilat ovat taipuneet ja sulaneet polton aikana. Keilat on istutettu saveen joka on kuivattu ennen polttoa. Keilat istutetaan siten että keilan numero on polton jälkeen tulkittavissa. Usein käytetään kolme keilaa yhdessä, alimmassa lämpötilassa sulava keila varoittaa loppulämpötilan saavuttamisesta ja keskimmäinen keila kaatuessaan mittaa uunissa toteutunutta huippulämpötilaa ja viimeinen keila taipuessaan varmistaa että polttolämpötila on saavutettu. Keilat ovat teräväharjaisia ja terävyys

pehmenee ja pyöristyy sitä enemmän mitä korkeammassa poltossa keila on ollut. Joskus pyöristymisen tarkkailusta voi päätellä loppulämpötilan saavuttamisen tarkkuuden.

Lasitenäytteet ja poltto

Näytteitä valmistetaan kaksi, joista toiseen vedetään polttamattoman lasitepinnan päälle värimetallioksidiviirut, rauta-, koboltti- ja kuparioksidit. Tuloksissa tarkastellaan oksidien värimuutoksia kolmessa lämpötilassa, 1200, 1250 ja 1300°C poltetuissa lasitteissa. Näytteet testataan, saman vaalean, kivitavaramassan päällä, joka tiivistyy ja sintraantuu posliinin omaiseksi1300°C polttolämpötilassa. Massan sintraantunut pinta edistää lasitteen sulamista, tasoittumista sekä kastelukykyä. Kastelu tarkoittaa lasitteen ja massan molekyylien sitoutumista polton aikana ja rajapinnassa tapahtuvaa silikaatiksi sulamista. Sintraantumattoman massan pinta estää lasitteen sulamista massaan kiinni ja vuosien kuluttua lasite säröilee ja voi irrota massan pinnasta.

Poltto

Näytteitä tulee aina polttaa vähintään kaksi samoissa olosuhteissa, jotta tuloksiin voidaan luottaa niitä keskenään verrattaessa. Koepoltoissa tulisi mittareiden lisäksi käyttää seger- keiloja näytteiden vieressä, joilla täsmennetään mittarin näyttämä lämpötila, kuva 4. Mittari mittaa uunin sisäilman lämpötilaa ja keramiikan raaka-aineista valmistettu keila mittaa polton aikana tapahtuneen keraamisen reaktion lämpötilan.

Taulukko 7: Lasitenäytteiden poltto-ohjelma

Nousunopeus °C/h	**Loppulämpötila °C**
80	200
150	600
150	1200*
150	1250*
150	1300*
	Haudutus 15 min loppu-lämpötilassa

*Kolme eri loppulämpötilaa

Lasitenäytteet poltetaan taulukossa 7 tarkennetun poltto-ohjelman mukaan. Jos poltetaan pelkkiä pieniä näytelevyjä, voidaan käyttää 150°C/h nousunopeutta, suurempia esineitä poltettaessa kannattaa käyttää 60°C/h nousunopeutta ja antaa siten enemmän aikaa polttotapahtumalle ja raaka-aineiden pehmenemiselle ja sulamiselle. Lasitteiden pinnat tasoittuvat hyvin jos haudutetaan 15 tai 20 minuuttia loppulämpötilassa.

Kivitavaralasitteet, KXX1-KXX5a, Stoneware glazes

Lasitteet ovat tyypillisiä maasälpälasitteita, jotka sopivat kivitavaramassoille. Ne ovat polttolämpötilan (1200°C, 1250°C, ja 1300°C) mukaan kiiltäviä, läpikuultavia tai himmeitä. Lasitteet KXX1-KXX5 poikkeavat toisistaan, minkä voi havaita sekä empiiristen kaavojen perusteella että poltetuista näytteistä.

Taulukko 8: Lasitteiden KXX1-5a raaka-aineet (paino- %). Polttolämpötila 1200ºC, 1250ºC ja 1300ºC

Raaka-aine, Raw materials	**1**	**2**	**2a**	**3**	**3a**	**3b**	**4**	**5**	**5a**
Kalimaasälpä, **Potash feldspar**	44	50	50	50	**52**	50	34	45	45
Liitu, **Whiting**	17	10	10	10	10	10	17	18	18
Kaoliini, **China clay**	13	10	10	6	6	6	13	**6**	-
Kvartsi, **Quartz**	26	**19**	**16**	16	**14**	**12**	26	25	2
Sinkkioksidi**, Zinc oxide**	-	11	11	18	18	18	-	6	6
Tinaoksidi, **Tenn oxide**	-	-	**3**	-	-	**4**	-	-	-
Lyijybisilikaattisulate, **Lead bicilicate**	-	-	-	-	-	-	**10**	-	-
Pallosavi, **Ball clay**	-	-	-	-	-	-	-	-	**6**

Merkki: a ja b = muunnos

Lasitteissa KXX1 ja KXX4 ei ole sinkkioksidia ja ne soveltuvat hyvin elintarvikelasitteiksi. Lasitepinnat, joissa on yli 4-8% sinkkioksidia, eivät sula täysin läpikuultaviksi, ja kuluvat astiapesukoneella pestessä muutaman vuodenaikana. Lasitteissa KXX1, KXX4, KXX5 ja KXX5a on suuri määrä kalsiumoksidia, joka muodostaa kovaa silikaattia hyvin sulaneessa lasitteessa. Lasitteiden KXX1- KXX5a yleiset ominaisuudet esitetään taulukossa 10, kun lasitteet on poltettu taulukko 7 poltto-ohjelman mukaan. Jotkut lasitteet muuttuvat huomattavasti eri lämpötiloissa.

Taulukko 9: Lasitteiden KXX1- KXX5a empiiriset kaavat

Oksidi	**K_2O***	**Na_2O***	**PbO***	**ZnO***	**CaO***	**Al_2O_3**	**SiO_2**
KXX1	0,150	0,144	-	-	0,705	0,504	4,168
KXX2	0,130	0,125	-	0,417	0,326	0,384	2,964
KXX2a	0,130	0,125	-	0,417	0,326	0,384	2,810
KXX3	0,103	0,099	-	0,539	0,257	0,268	2,172
KXX3a	0,106	0,102	-	0,535	0,256	0,274	2,098
KXX3b	0,103	0,099	-	0,539	0,257	0,268	1,980
KXX4	0,107	0,102	0,143	-	0,646	0,399	3,425
KXX5	0,114	0,109	-	0,221	0,554	0,307	2,909
KXX5a	0,114	0,109	-	0,221	0,554	0,303	2,944

*RO- ryhmä= oksidien summa on 1 (yksi)

Taulukko 10: Lasitteiden KXX1-KXX5a ominaisuudet

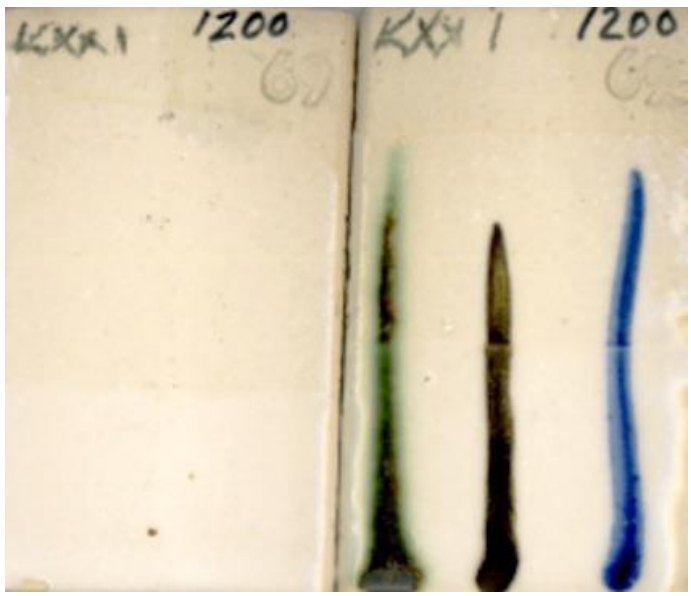
Merkit: XXX= Hyvä (good) XX= Kohtalainen. X= Huono (bad)

Lasite ºC	**Sulava**	**Kiiltävä**	**Säröilevä**	**Läpikuultava**
KXX1 1200	x	x	x	x
1250	xx	xx	xx	xx
1300	xxx	xxx	xx	xxx
KXX2 1200	xxx	xxx	x	xxx
1250	xxx	xxx	-	xxx
1300	xxx	xxx	-	xxx
KXX2a 1200	xxx	xxx	-	xxx
1250	xxx	xxx	-	xxx
1300	xxx	xxx	-	xxx
KXX3 1200	x	x	x	x
1250	xxx	xxx	x	xxx
1300	xxx	xxx	x	xxx
KXX3a 1200	x	xxx	x	xxx
1250	xxx	xxx	x	xxx
1300	xxx	xxx	-	xxx
KXX3b 1200	x	x	x	x
1250	xxx	xxx	-	xxx
1300	xxx	xxx	-	xxx

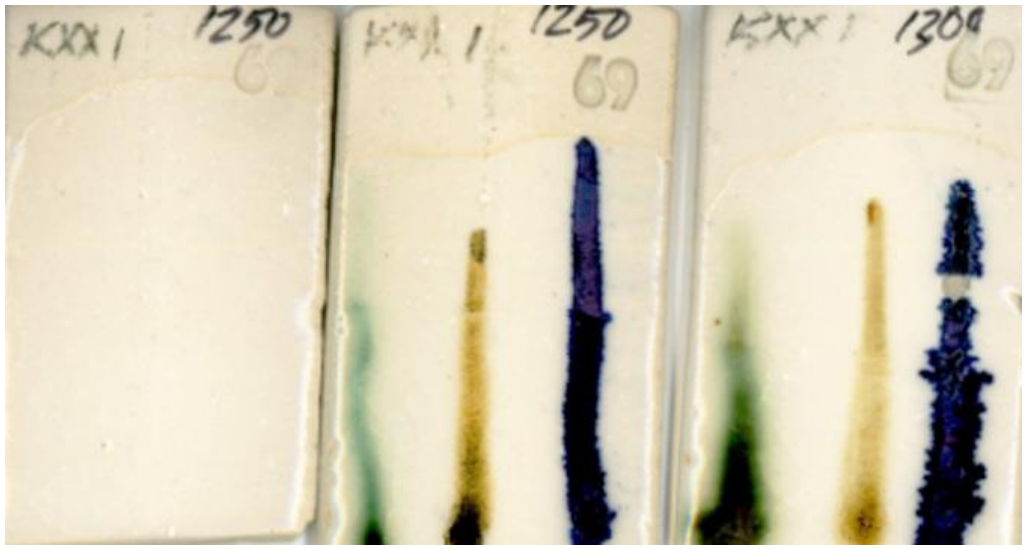
KXX4 1200	xx	xx	x	xxx
1250	xxx	xxx	x	xx
1300	Näyte puuttuu			
KXX5 1200	xxx	xxx	x	xxx
1250	xxx	xxx	x	xxx
1300	xxx	xxx	x	xxx
KXX5a 1200	xx	x	x	xxx
1250	xx	xx	x	xx
1300	xxx	xxx	x	x

Lasite KXX1 sisältää suurimman määrän piidioksidia ja lasite KXX3b sisältää pienimmän. Lasitteissa on käytetty kalimaasälvän lisäksi sulatteina sekä kalsiumoksidia että sinkkioksidia, ne vaikuttavat lasitteiden pintojen erilaisuuteen. Lisäämällä kalsium- ja sinkkioksidia lasitteeseen enemmän kuin sulattamiseen tarvitaan. Oksidin sulamisen ylittävä määrä estää lasitteen sulamista ja syntyy erilaisia himmeitä pintoja. Himmeät lasitteet ovat sulamattomia lasitepintoja. Polttolämpötilaa nostamalla himmeät lasitteet sulavat ja muuttuvat läpikuultaviksi. Kalsiumoksidilla on lasitteen sulattajana suurempi lämmön vaihtelun sietokyky kuin sinkkioksidilla. Pienenä määränä käytettynä sinkkioksidi lisää lasitepinnan kiiltoa. Suuri sinkkioksidin käyttö (10-20%) aikaansaa kiteistä kuviopintaa. Kiteet suurenevat, hauduttamalla sulamislämpötilassa ja sen jälkeen lämpötilan laskiessa. Kalsiumoksidi lisää sulattajana lasitteen pinnan kovuutta ja estää lasitteen naarmuuntumista. Sinkkioksidia sisältävät lasitepinnat ovat alttiita kulutukselle. Pehmeät lasitepinnat eivät kestä kahden tai kolmen vuoden konepesukulutusta, ellei pinta ole sulanut hyvin läpikuultavaksi ja kiiltäväksi silikaatiksi. Paksut lasitekerrokset himmenevät konepesukulutuksessa nopeammin kuin ohuet. Ohut lasitepinta on kovempi koska se sitoutuu massan piidioksidin kanssa ja muodostaa massan ja lasitteen tartuntaan kovan rajapinnan. Kalsiumoksidin käyttö lasiteraaka-aineena on ympäristöystävällisempi kuin sinkkioksidin. Sinkkiä sisältävät lasitepäästöt tuhoavat kasvillisuuden juuria joutuessaan maaperään. Lasitteen sulatteet ja koko lasitteen raaka-ainekoostumus vaikuttavat värimetallioksidien värimuutoksiin. On tarkkailtava kalsium- ja sinkkioksidin ekvivalenttilukujen suuruutta verrattuna koko RO- ryhmän muihin sulattaviin oksideihin.

Lasite KXX1



1200°C lasite KXX1 on himmeä, alipoltettu ja vähän kiiltävä. Lasite säröilee paksuna kerroksena, jonka aiheuttaa korkea viskositeetti. Poltossa pinta ei tasaannu ja lasittamisesta aiheutuneet virheet näkyvät polton jälkeen. Empiirisestä kaavasta ilmenee suuri alumiinioksidin määrä suhteessa piidioksidiin 1200°C polttolämpötilassa.



1250°C lasite KXX1 sulaa kiiltäväksi ja läpikuultavaksi säröilemättä ohuena kerroksena ja paksuna kerroksena kehittyy pieni säröilykuvio. Eri päällekkäin lasitetut kerrokset näkyvät, lasite vaatii haudutusta tasaantumiseen. Kalsiumoksidi muuttaa rautaoksidin värin keltaruskeaksi, RO- ryhmässä 0,7 ekv.

1300°C lasite KXX1 on läpikuultava, kiiltävä ja säröilevä. Lasite tasoittuu. Lasitteella on pitkä polttoväli.

Taulukko 11: Lasitteen KXX1 raaka-aineet (paino%)

Raaka-aine, Raw materials	**KXX1**
Kalimaasälpä, Potash feldspar	44
Liitu, Whiting	17
Kaoliini, China clay	13
Kvartsi, Quartz	26

Taulukko 12: Lasitteen KXX1 empiirinen kaava

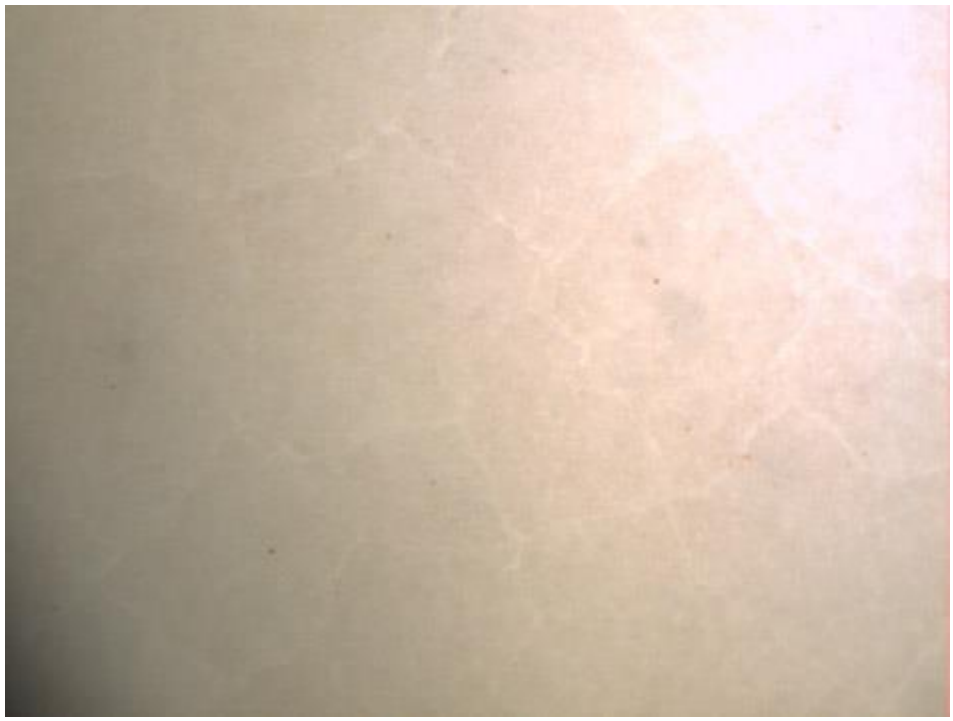
Oksidit	**K_2O***	**Na_2O***	**CaO***	**Al_2O_3**	**SiO_2**
KXX1	0,150	0,144	0,705	0,504	4,168

*RO- ryhmä= oksidien summa on 1 (yksi)

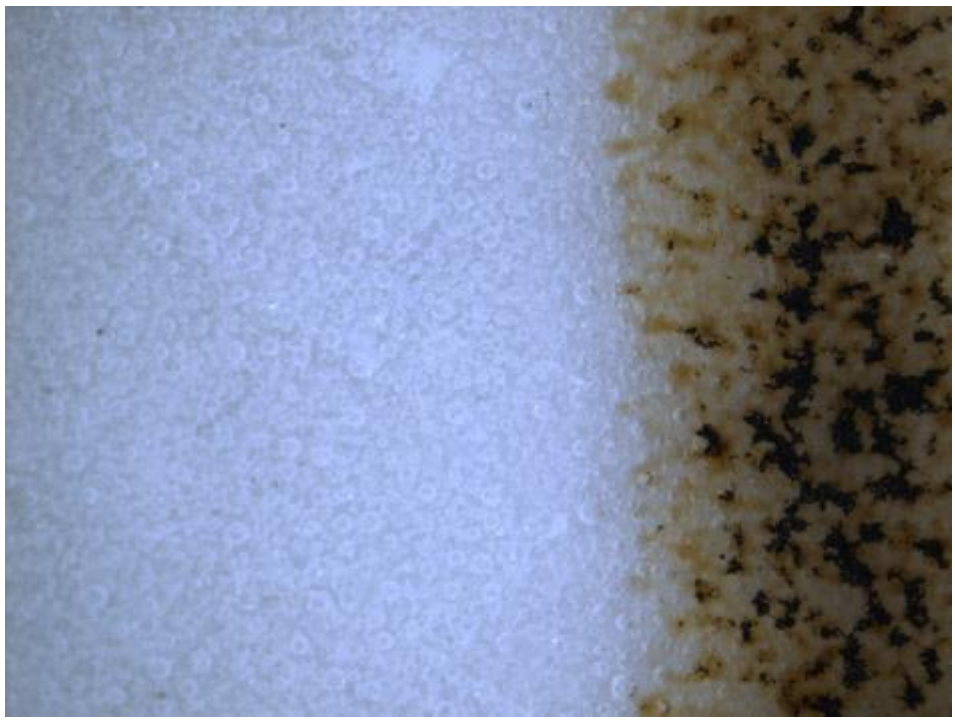
Taulukko 13: Lasitteen KXX1 ominaisuudet

Lasite °C	**Sulava**	**Kiiltävä**	**Säröilevä**	**Läpikuultava**
KXX1 1200	x	x	x	x
1250	xx	xx	xx	xx
1300	xxx	xxx	xx	xxx

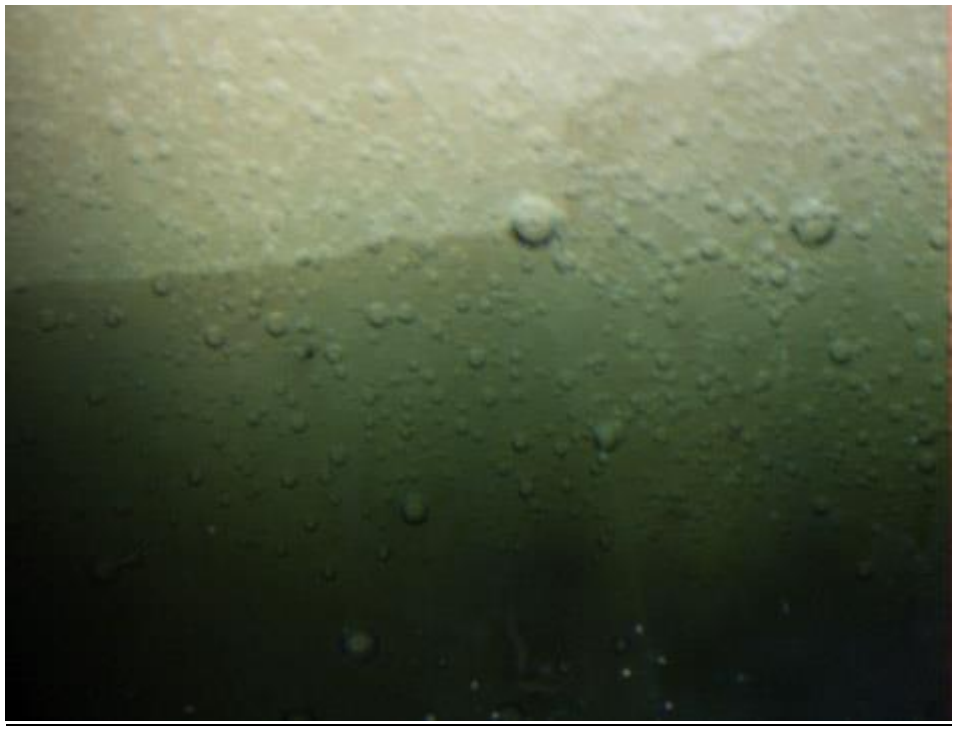
Merkit: XXX= Hyvä (good). XX= Kohtalainen. X= Huono (bad)



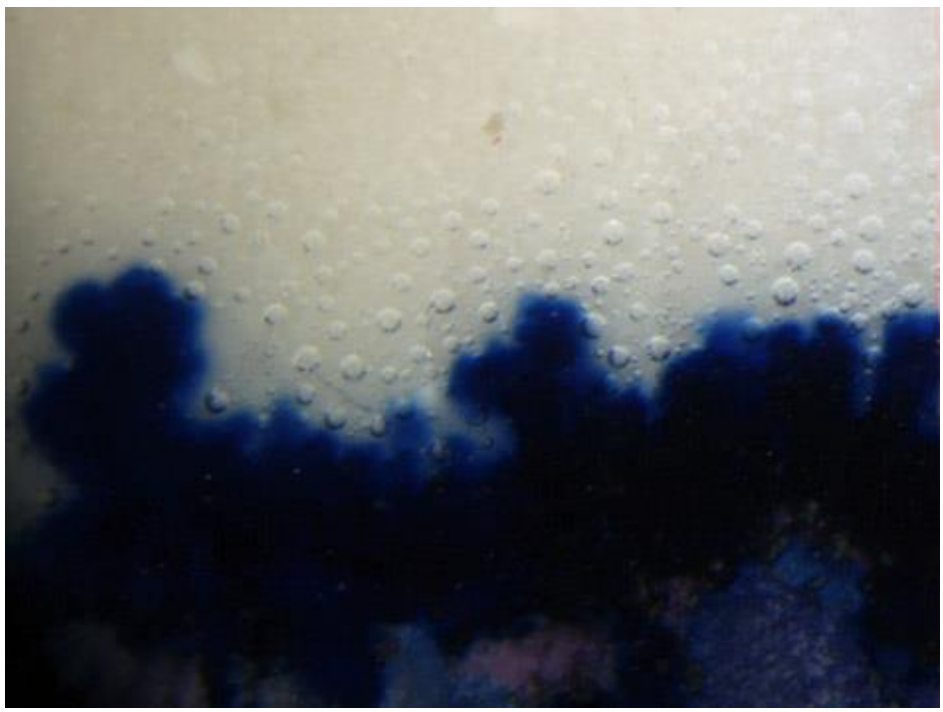
Mikroskooppikuva **KXX1 1200ºC**, 11.2 suurennus. Lasite on himmeä josta kertoo tiheä Säröilevä sekä hyvin pienet kuplat lasitteen sisällä. Lasite KXX1 on 1200°C alipoltettu.



Mikroskooppikuva **KXX1 1250ºC**, 11.2 suurennus. Ruskean keltaisen oksidiviirun ja lasitteen reuna-alueella rautaoksidi on vaalean ruskea. Suuri määrä rautaoksidia ei reagoi ja jää tumman ruskeiksi pisteiksi. Lasite sulaa enemmän ja pienet kuplat suurenevat osittain.



Mikroskooppikuva **KXX1 1300ºC**, 11.2 suurennus. Kuparioksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa enemmän ja suuret kuplat syntyvät kuparioksidin vaikutuksesta. Lasitteessa on suurikuvioista Säröilevää.



Mikroskooppikuva **KXX1 1300ºC**, 11.2 suurennus. Kobolttioksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa voimakkaasti, lähellä oksidia syntyvät suuret kuplat. Kobolttioksidi muodostaa siniviolettia kidettä viirun keskellä, mikä näkyy kuvassa alinna. Ei ole kidelasite.

Lasite KXX2 ja KXX2a

Taulukko 14: Lasitteiden KXX2 ja KXX2a raaka-aineet (paino- %)

Raaka-aine, Raw materials	**KXX2**	**KXX2a**
Kalimaasälpä, Potash feldspar	50	50
Liitu, Whiting	10	10
Kaoliini, China clay	10	10
Kvartsi, Quartz	**19**	**16**
Sinkkioksidi, Zinc oxide	11	11
Tinaoksidi, Tenn oxide	-	3

Merkki: a = muunnos

Taulukko 15:Lasitteiden KXX2 ja KXX2a empiiriset kaavat

Oksidit	**K_2O***	**Na_2O***	**ZnO***	**CaO***	**Al_2O_3**	**SiO_2**
KXX2	0,130	0,125	0,417	0,326	0,384	**2,964**
KXX2a	0,130	0,125	0,417	0,326	0,384	**2,810**

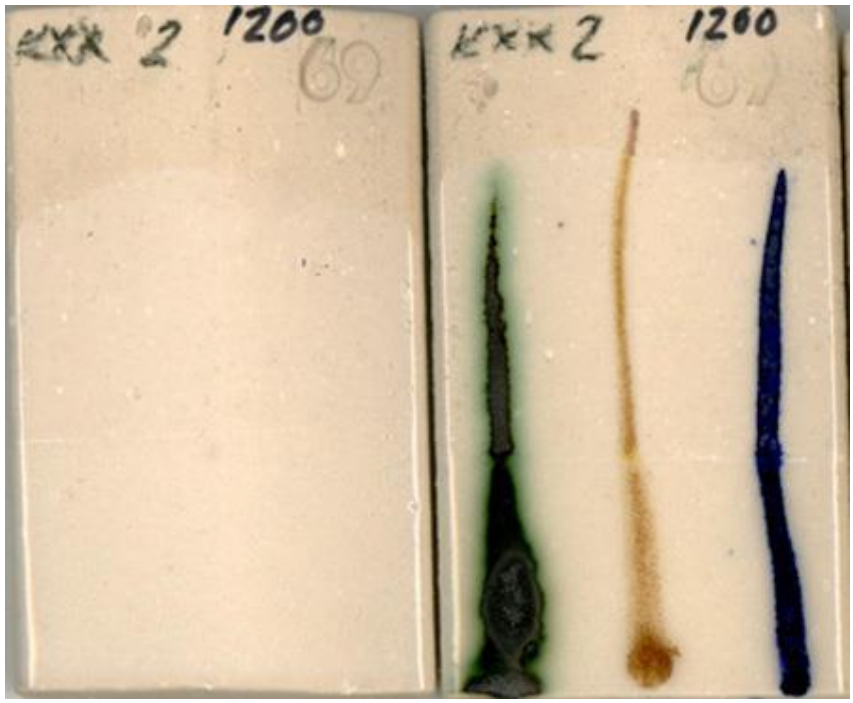
*RO- ryhmä= oksidien summa on 1 (yksi)

Lasitteen KXX2 pinta tasoittuu ja se on valkoinen eikä säröile. Lasitteiden KXX2 ja KXX2a empiirisissä kaavoissa on ainoa muutos SiO_2 ekvivalenttiluku. Koska raaka-aineen lisäys on puhdasta kvartsia. SiO_2, vaikuttaa se lasitteen lämpölaajenemisen muutoksiin ja säröilyyn eri massojen päällä. Lasitteen KXX2 valkoisuutta tehostetaan lisäämällä KXX2a lasitteeseen tinaoksidia (SnO_2), joka on peittävä aine. Lasitteella on hyvä lämpötilan vaihtelun sietokyky poltettaessa 1200-1300°C.

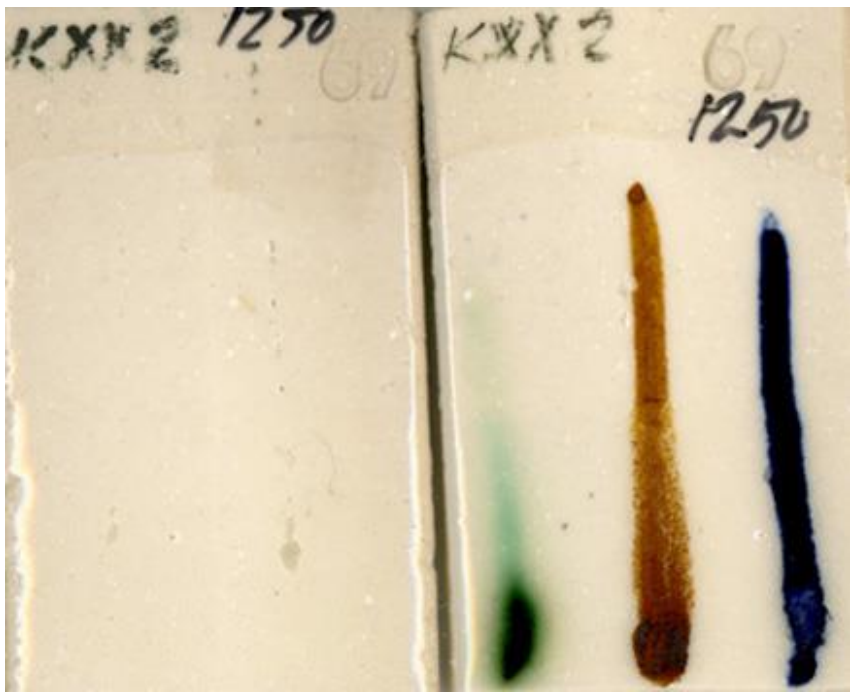
Taulukko 16: Lasitteen KXX2 ja KXX2a ominaisuudet

Lasite ºC	**Sulava**	**Kiiltävä**	**Säröilevä**	**Läpikuultava**
KXX2 1200	xxx	xxx	x	xxx
1250	xxx	xxx	-	xxx
1300	xxx	xxx	-	xxx
KXX2a 1200	xxx	xxx	-	xxx
1250	xxx	xxx	-	xxx
1300	xxx	xxx	-	xxx

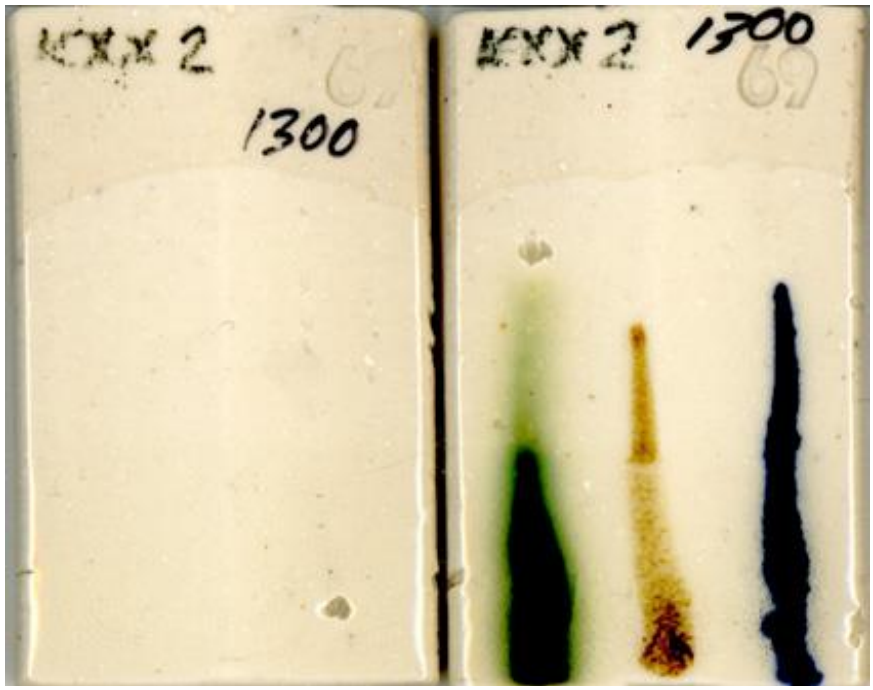
Merkit: XXX= Hyvä (good). XX= Kohtalainen. X= Huono (bad)



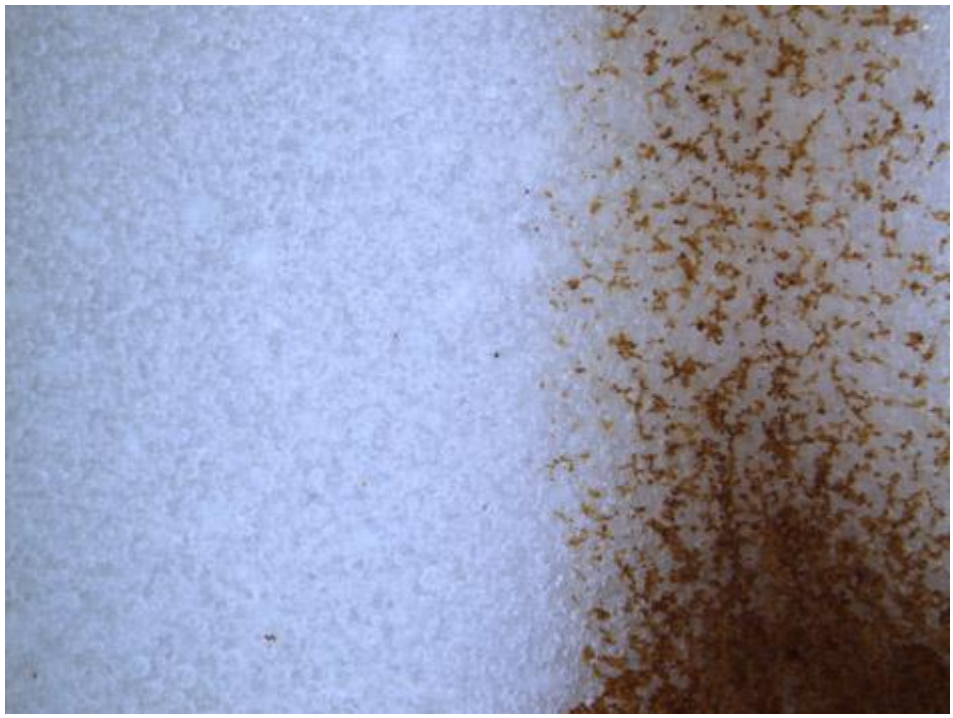
1200°C lasite sulaa ja on läpikuultava. Kiiltävä pinta on vähän himmeä, mutta hyvin tasoittuva. Ei säröile.



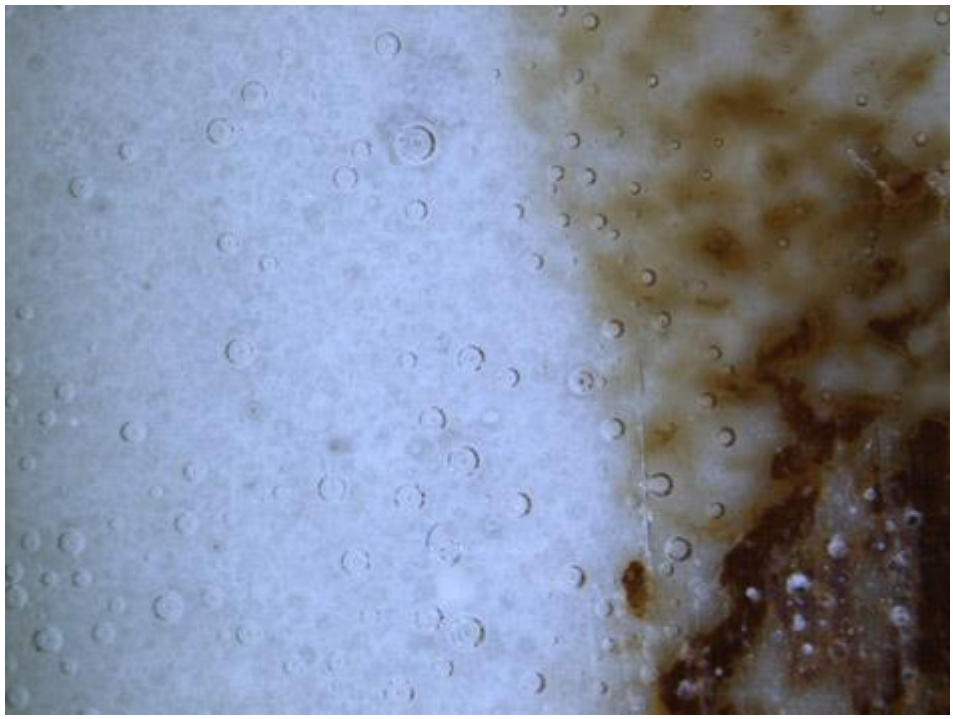
1250°C lasiteKXX2 sulaa läpikuultavaksi. Kiiltävä. Ei säröile. Rautaoksidi on punaruskea. Rautaoksidiviiru on punertava ruskea (1250°C). Huomioi sinkkioksidin, ZnO, määrä RO- ryhmässä (0,417 ekv) vaikuttaa rautaoksidin väriin. Sinkkioksidin pieni määrä (0,1-0,28 ekv) vaikuttaa päinvastoin ja tuo esiin likaisen keltaisen rautaoksidin värin. Sinkkioksidin vaikutus näkyy myös kobolttioksidin sinisessä sävyssä. Kupari on vaalea turkoosi, kuparioksidi sulaa leviää lasiainekseen.



1300°C lasite KXX2 sulaa kiiltäväksi, eikä säröile. Kupariviirun sävy on keltavihreä. Rautaoksidi on keltaisempi kuin 1250°C poltettuna.



Mikroskooppikuva **KXX2 1200ºC**, 11,2 suurennus. rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat, kuparioksidin vaikutuksesta



Mikroskooppikuva **KXX2 1300ºC**, 11.2 suurennus. Kuparioksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat, kuparioksidin vaikutuksesta

Lasite KXX2a

Taulukko 14: KXX2a raaka-aineet (paino- %)

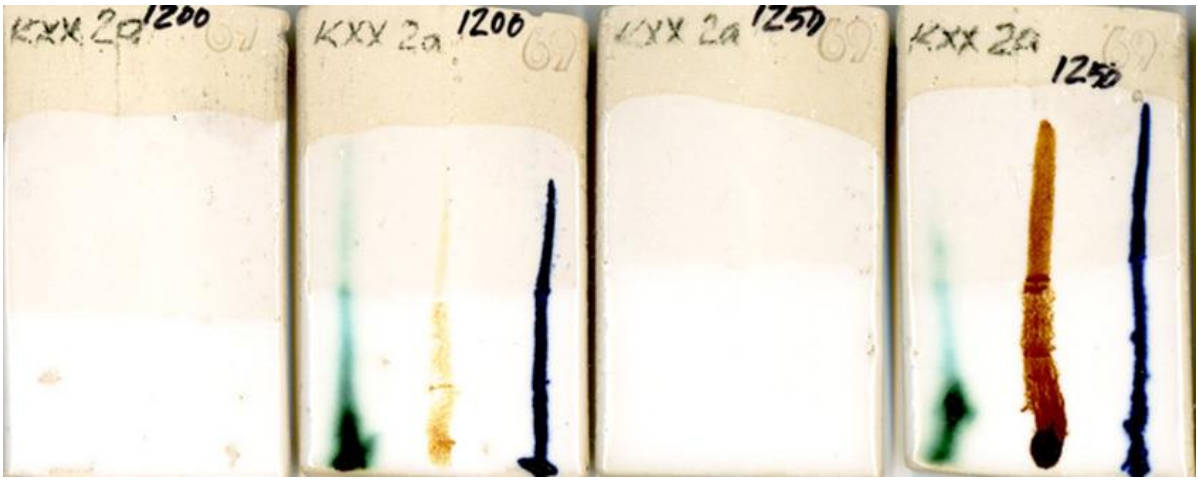
Raaka-aine, Raw materials	**KXX2a**
Kalimaasälpä, Potash feldspar	50
Liitu, Whiting	10
Kaoliini, China clay	10
Kvartsi, Quartz	**16**
Sinkkioksidi, Zinc oxide	11
Tinaoksidi, Tenn oxide	**3**

Merkki: a = muunnos

Taulukko 15:Lasitteen KXX2a empiirinen kaava

Oksidi	**K_2O***	**Na_2O***	**ZnO***	**CaO***	**Al_2O_3**	**SiO_2**
KXX2a	0,130	0,125	0,417	0,326	0,384	**2,810**

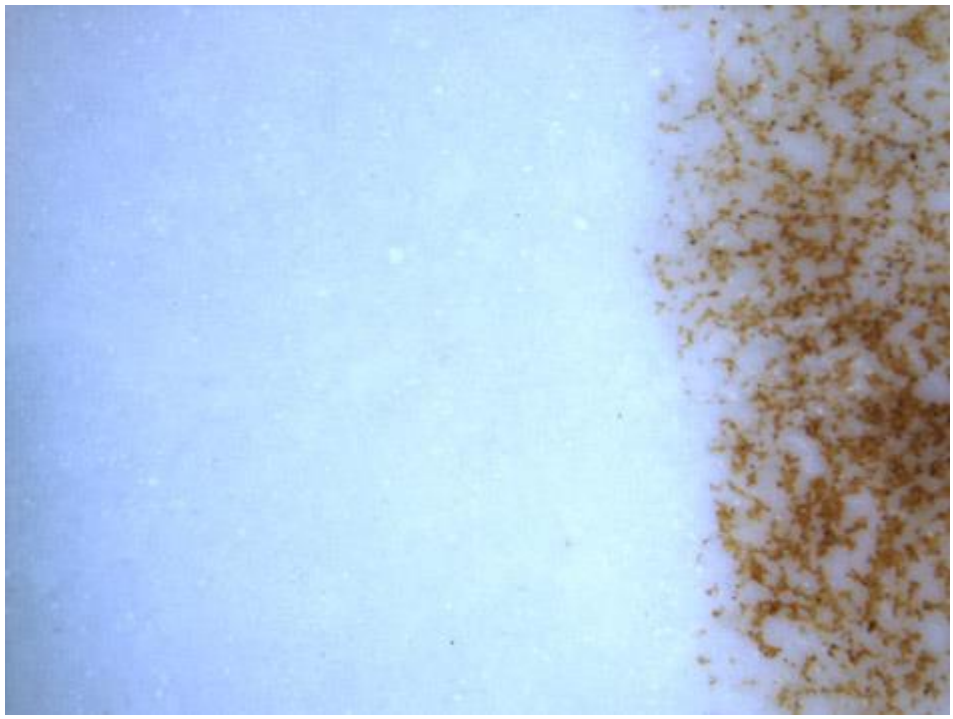
*RO- ryhmä= oksidien summa on 1 (yksi)



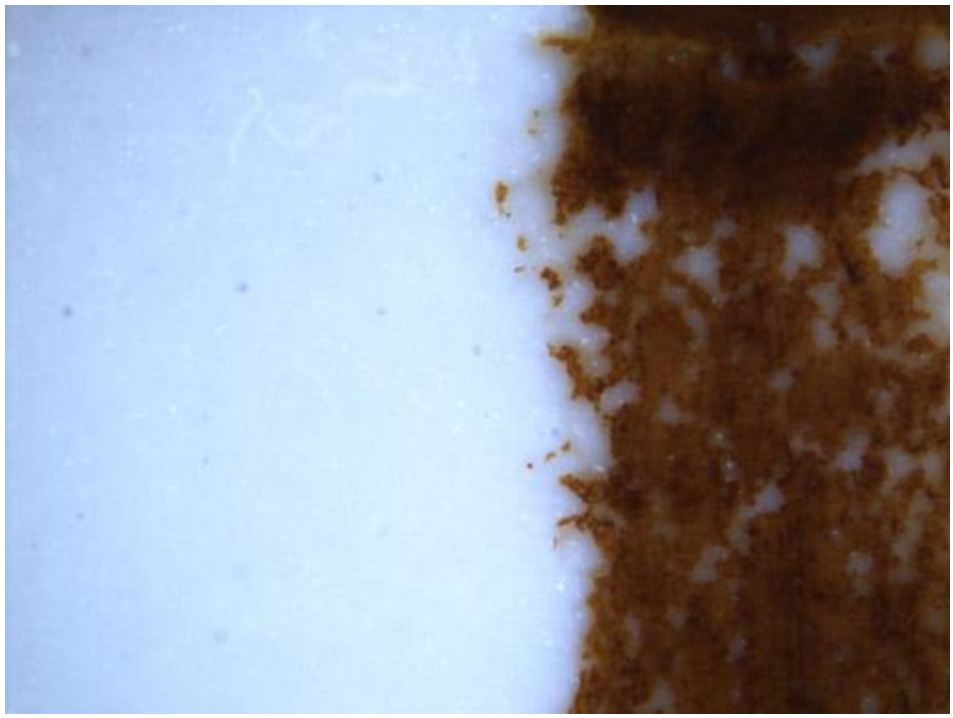
1200°C lasite KXX2 sulaa kiiltäväksi ja valkoiseksi ja on myös peittävä. Paksu lasite ei tasoitu hyvin ja tarvitsee korkeamman polttolämpötilan. Rautaoksidiviirun sävy on oranssinkeltainen.

1250°C lasite KXX2 sulaa kiiltäväksi ja on valkoinen sekä peittävä. Pinta tasoittuu eikä säröile. Rautaoksidiviiru on punaruskea. Lasite soveltuu käyttöesineisiin ja polttamattoman lasitepinnan maalaukseen.

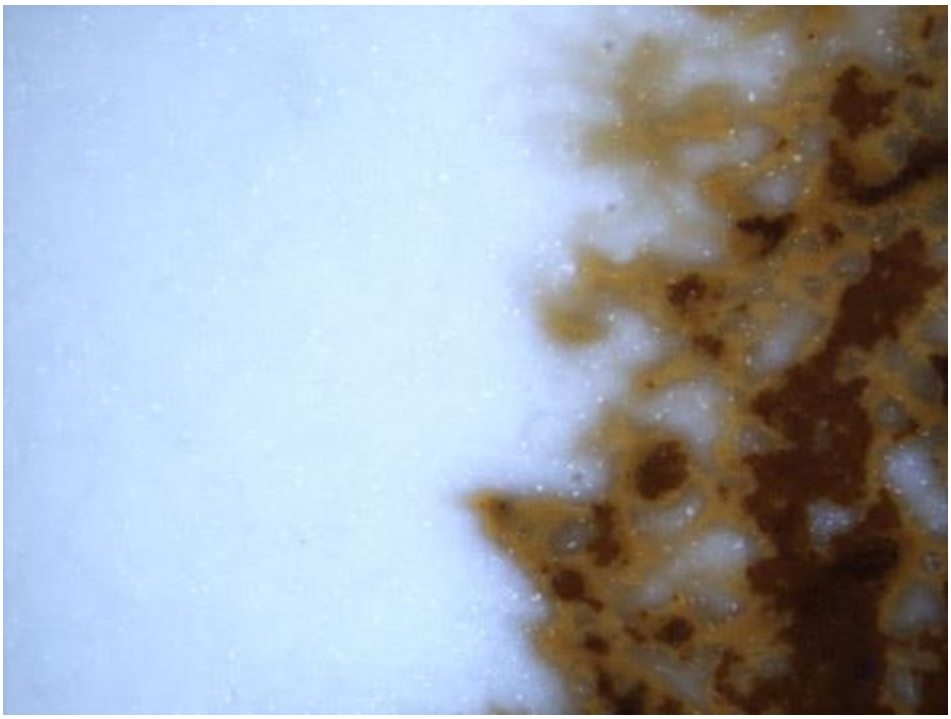
1300°C lasite KXX2a sulaa hyvin kiiltäväksi. Se on peittävä valkoinen, eikä säröile. Värimetallioksidiviiruista kuparioksidi sulaa lasitteeseen muodostaen pehmeän hunnun ja rautaoksidiviiru leviää repeilemällä. Voi olettaa, että lasite valuu sulaessaan.



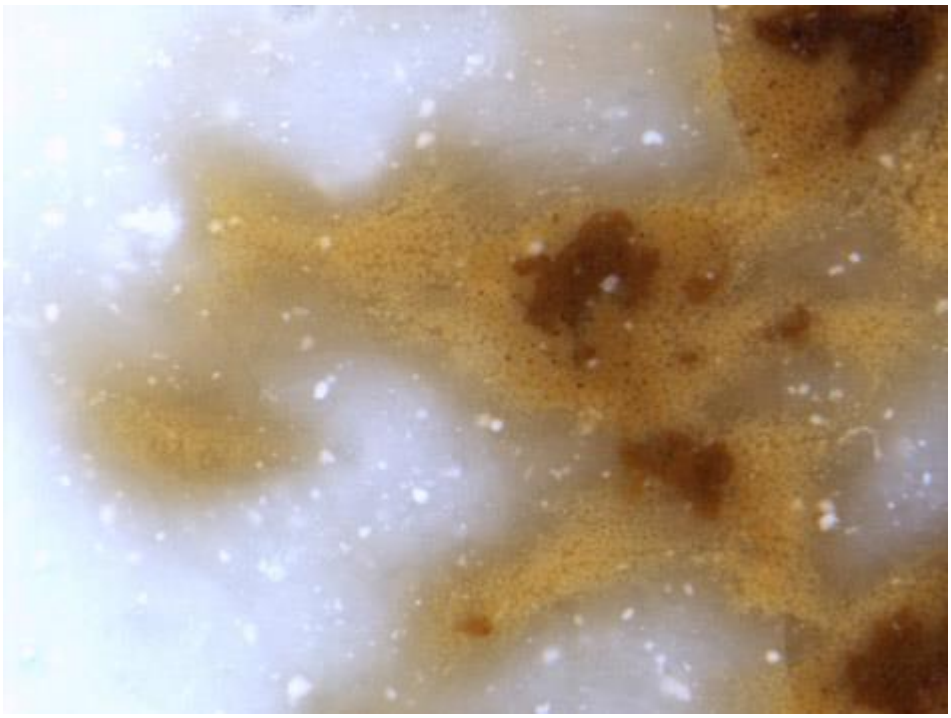
Mikroskooppikuva **KXX2a 1200°C**, 11.2 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat.



Mikroskooppikuva **KXX2a 1250°C**, 11.2 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat.



Mikroskooppikuva **KXX2a 1300°C**, 11.2 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat.



Mikroskooppikuva **KXX2a 1300°C**, 40 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat.

Lasitteet KXX3, KXX3a ja KXX3b

Taulukko 17: Lasitteiden KXX3, KXX3a ja KXX3b raaka-aineet (paino-%)

Raaka-aine, Raw materials	**KXX3**	**KXX3a**	**KXX3b**
Kalimaasälpä Potash feldspar	50	**52**	50

Liitu, Whiting	10	10	10
Kaoliini, China clay	6	6	6
Kvartsi, Quartz	**16**	**14**	**12**
Sinkkioksidi, Zinc oxide	18	18	18
Tinaoksidi, Tenn oxide	-	-	**4**

Merkki: a ja b = muunnos

Taulukko 18: Lasitteiden KXX3, KXX3a ja KXX3b empiiriset kaavat

Oksidit	**K_2O***	**Na_2O***	**ZnO***	**CaO***	**Al_2O_3**	**SiO_2**
KXX3	0,103	0,099	0,539	0,257	0,268	**2,172**
KXX3a	0,106	0,102	0,535	0,256	0,274	**2,098**
KXX3b	0,103	0,099	0,539	0,257	0,268	**1,980**

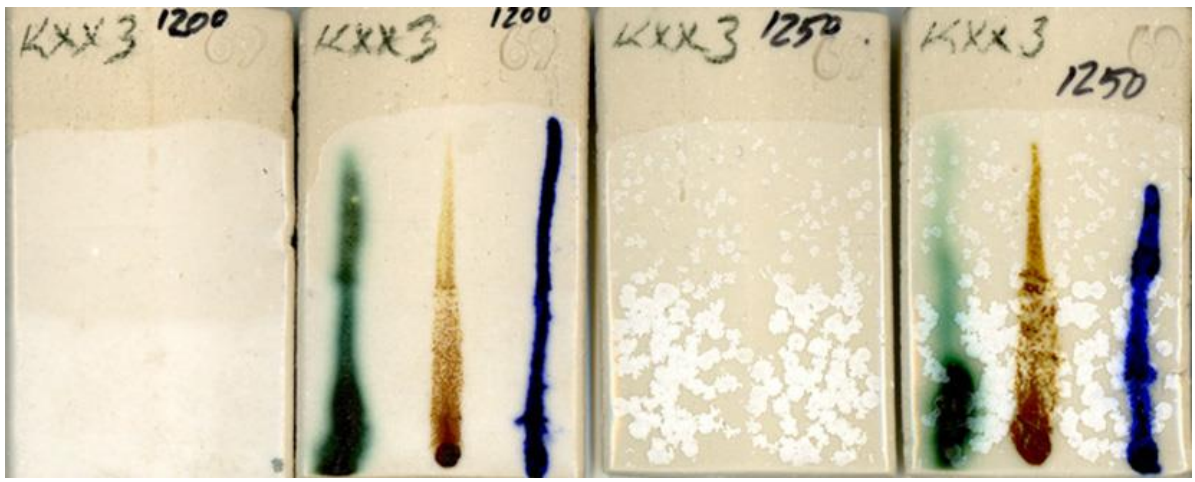
*RO- ryhmä= oksidien summa on 1 (yksi)

Taulukko 19: Lasitteiden KXX3, KXX3a ja KXX3b ominaisuudet

Lasite°C	**Sulava**	**Kiiltävä**	**Säröilevä**	**Läpikuultava**
KXX3 1200	x	x	x	x
1250	xxx	xxx	x	xxx
1300	xxx	xxx	x	xxx
KXX3a 1200	x	xxx	x	xxx
1250	xxx	xxx	x	xxx
1300	xxx	xxx	-	xxx
KXX3b 1200	x	x	x	x
1250	xxx	xxx	-	xxx
1300	xxx	xxx	-	xxx

Merkit: XXX= Hyvä (good) XX= Kohtalainen. X= Huono (bad)

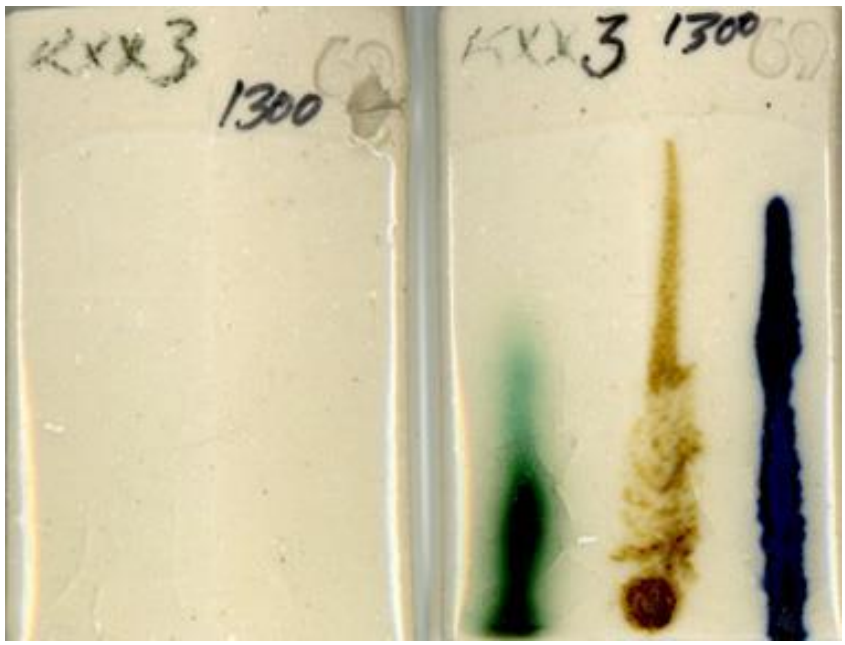
Värimetallioksidilisäys, KXX3(100%) + tinaoksidi SnO_2 4%



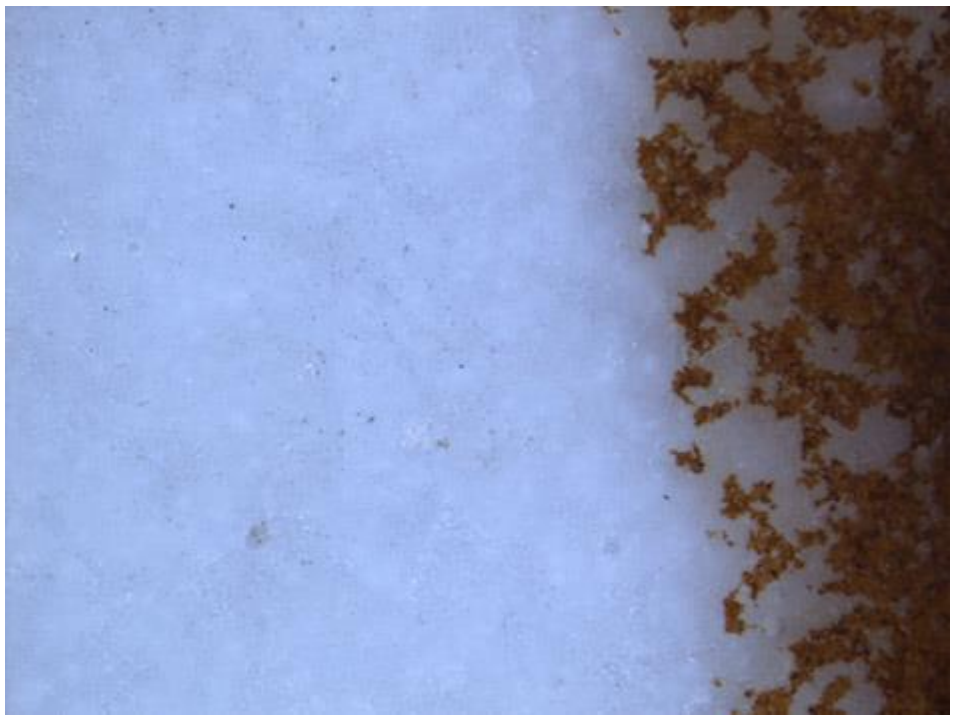
1200°C lasite KXX3 sulaa himmeäksi ja valkoiseksi ilman tinaoksidia. Pinta on tasoittuva, liukkaan tuntuinen "sinkkihimmeä", peittävä. Muuttuu yli 1200°C poltettuna läpikuultavaksi. Rautaviirun väri on punaruskea. Suosii koboltinsinistä.

Lasite KXX3 muodostaa pieniä tähtimäisiä kiteitä 1250 °C:ssa. Koska lasitteessa sinkkioksidin osuus on RO- ryhmässä 0,539, lasite on sinkkivalkoinen ja himmeä 1200 °C. Lasite on oikukas muuttuen 100 °C:n polttoalueella täysin himmeästä, jähmeästä lasimassasta läikehtivän kirkkaaksi läpikuultavaksi lasiksi. Tämä "himmeä-kirkas" -muutos herkästi sulavassa Lasitteessa johtuu alumiinioksidin ja piidioksidin vähäisestä määrästä empiirisessä lasitteessa verrattuna RO- ryhmän eri sulattavien oksidien lisääntyvään sulatuskykyyn lämpötilan noustessa. Vertaa lasitteeseen KXX2.

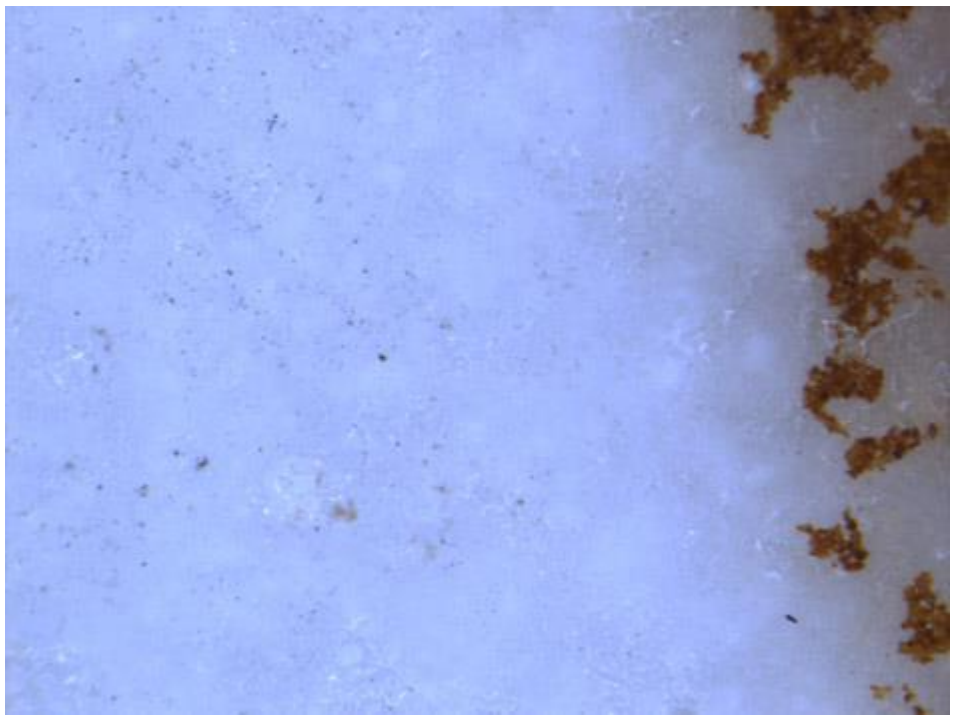
1250°C lasite KXX3 on kiiltävä, läpikuultava. Vähäinen haudutusaika (n.15min) saa aikaan pieniä kiteitä. Kiteiden läpimitta n.1-2mm. Paksussa lasite kerroksessa on runsaammin kiteitä kuin ohuessa. Ei säröile. Rautaoksidiviiru on punaruskea, kiteiden muodostus estyy. Kobolttioksidin väri on erittäin voimakas sininen ja koboltti värjää kiteitä samalla auttaen edelleen tiheämmän kideverkon muodostumisessa.



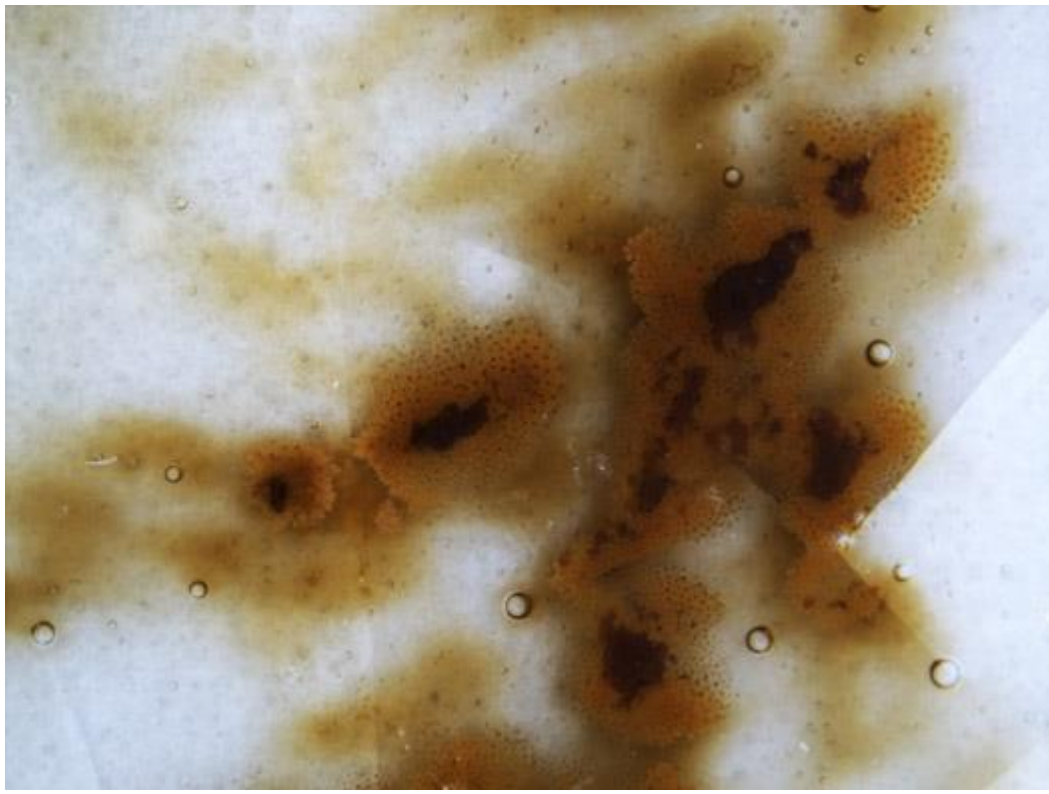
1300°C lasite KXX3 on läikehtivän kiiltävä, läpikuultava ja viirujen pehmenneistä reuna-alueista päätellen valuva. Ohut tasaantuu. Ei säröile. Paksusti lasitettuna muodostaa suurta pintaSäröilevää. Kuparioksidi lisää lasitteen sulavuutta, viirun ympärillä kiehumista. Rautaoksidin väri on likaisen keltainen.



Mikroskooppikuva **KXX3 1200ºC**, 20 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta



Mikroskooppikuva **KXX3 1200°C**, 40 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta



Mikroskooppikuva **KXX3 1300°C**, 40 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta

Alumiinioksidi lisääntyy ja piidioksidi vähenee KXX3a:ssa. Muutos aiheuttaa sen, että lasitepinnasta tulee hieman himmeämpi kuin KXX3. Kiteiden muodostus 1250°C:ssa on hiukan vähäisempää. Muilta osin lasite muistuttaa käyttäytymiseltään KXX3. Se on valkoinen, kiteinen ja sulava läpikuultava lasite poltettaessa eri lämpötiloissa 1200-1300°C.

Lasite KXX3a

Taulukko 17: Lasitteen KXX3a ja KXX3b raaka-aineet (paino-%)

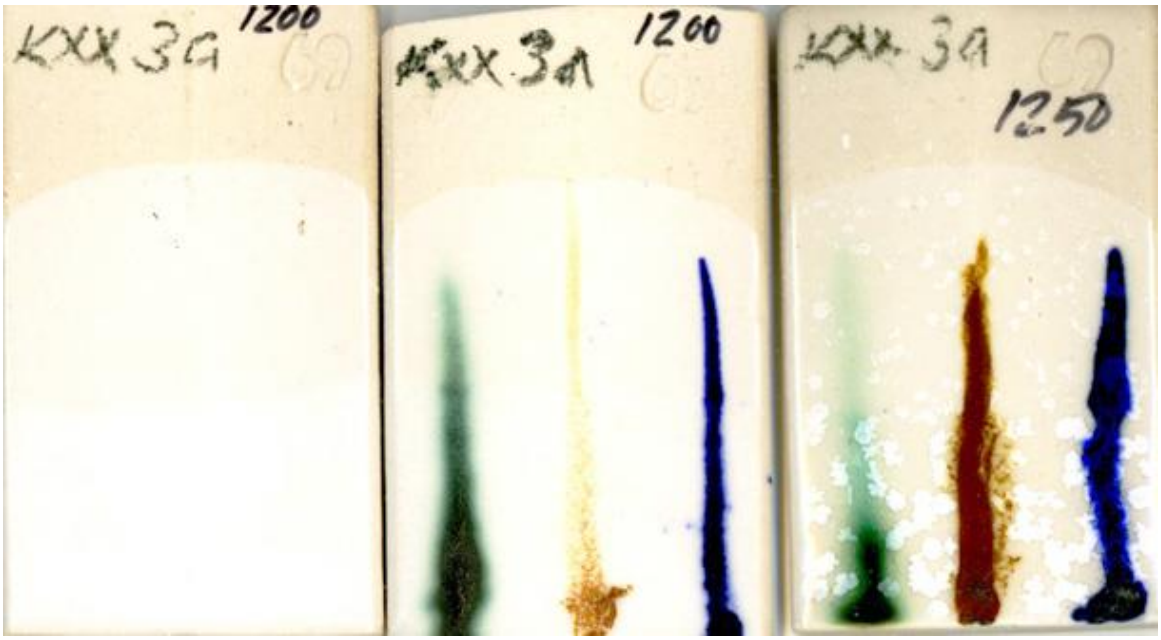
Raaka-aine, Raw materials	**KXX3a**
Kalimaasälpä Potash feldspar	**52**
Liitu, Whiting	10
Kaoliini, China clay	6
Kvartsi, Quartz	**14**
Sinkkioksidi, Zinc oxide	18

Merkki: a ja b = muunnos

Taulukko 18: Lasitteiden KXX3, KXX3a ja KXX3b empiiriset kaavat

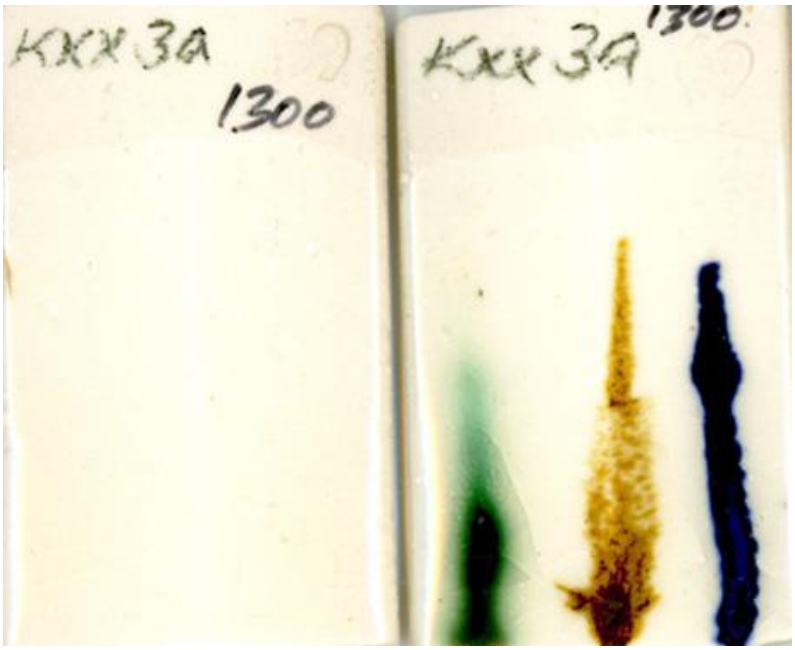
Oksidi	**K_2O***	**Na_2O***	**ZnO***	**CaO***	**Al_2O_3**	**SiO_2**
KXX3a	0,106	0,102	0,535	0,256	0,274	**2,098**

*RO- ryhmä= oksidien summa on 1 (yksi)

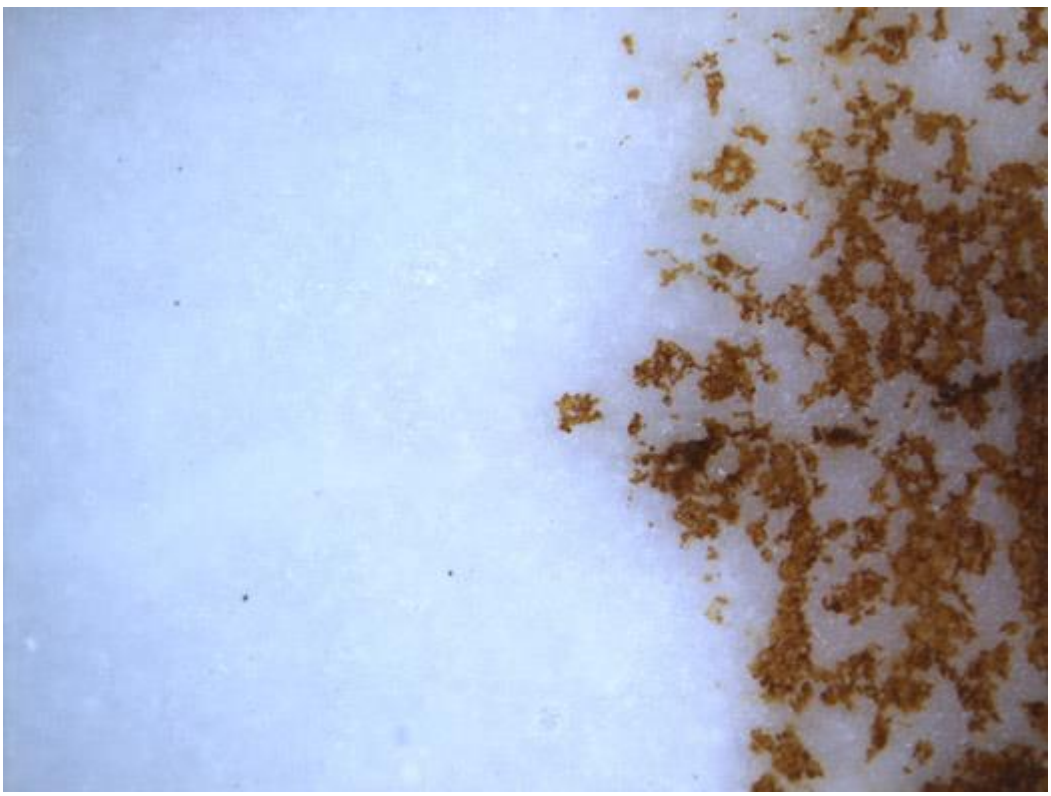


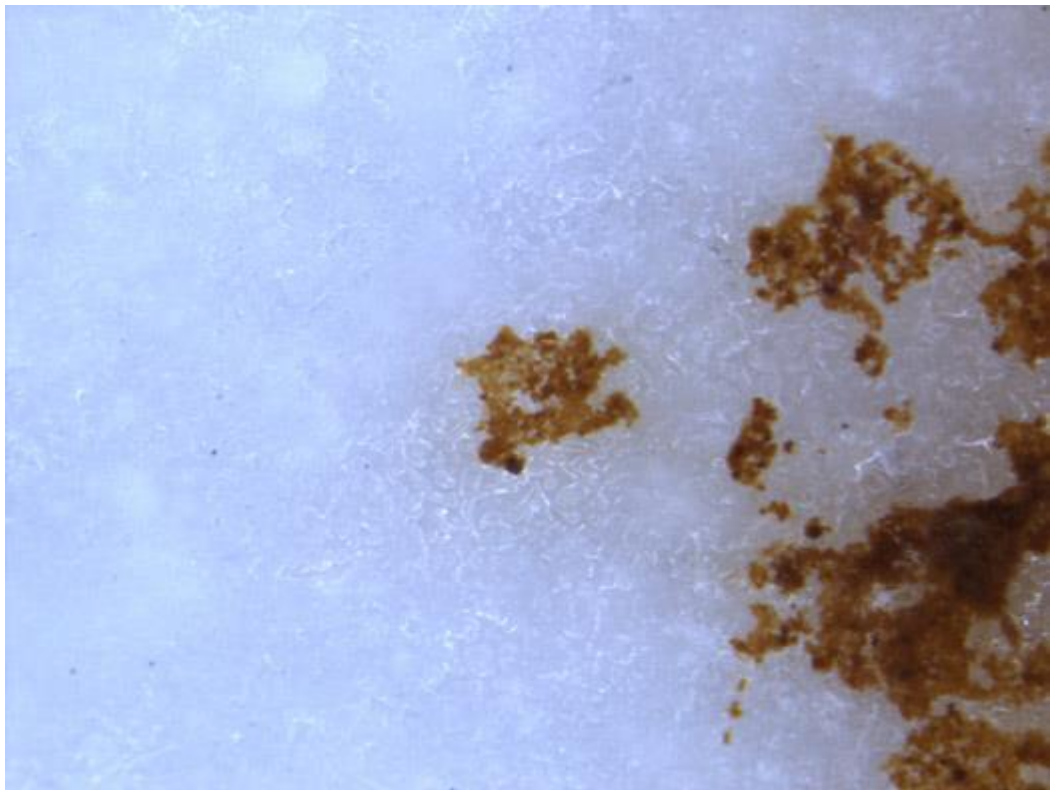
1200°C lasite KXX3a sulaa himmeäksi ja pinta on hyvin tasoittuva, himmeämpi kuin KXX3. Lasite on valkoinen ja peittävä. Yli 1200°C poltettuna se muuttuu läpikuultavaksi.

1250°C lasite KXX3a on kiiltävä ja läpikuultava. Vähäinen haudutusaika (n.15min) saa aikaan pieniä kiteitä. Paksussa lasitekerroksessa runsaammin ja suurempia kiteitä (halkaisija 1-2 mm) kuin ohuessa. Ei säröile. Rautaoksidiviiru on likainen punaruskea. ZnO määrä vaikuttaa väriin. Kobolttioksidin väri on erittäin voimakas sininen.

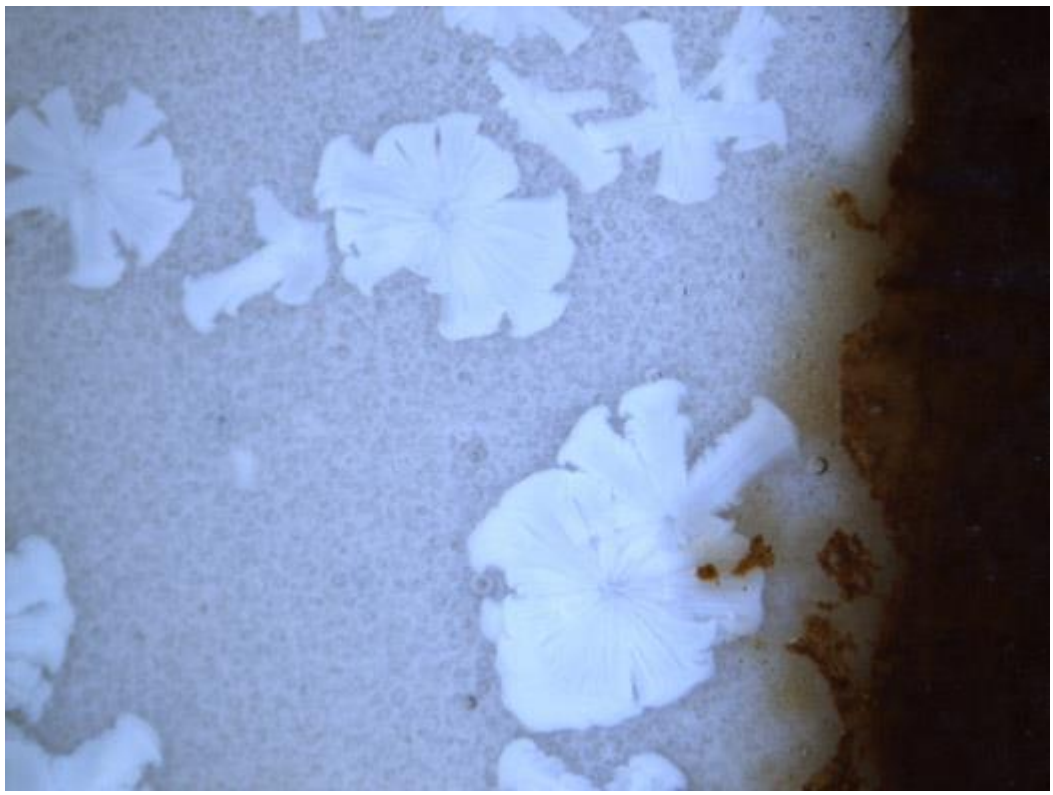


1300°C lasite KXX3a on läikehtivän kiiltävä, sulanut, läpikuultava ja säröilee paksuna kerroksena. Säröt ovat suuria yksittäisiä halkeamia. Mahdollisesti lasite on myös vähän valuva. Värimetallioksidiviirut leviävät. Kuparioksidiviirun ympärillä on pistemäistä kiehumista.

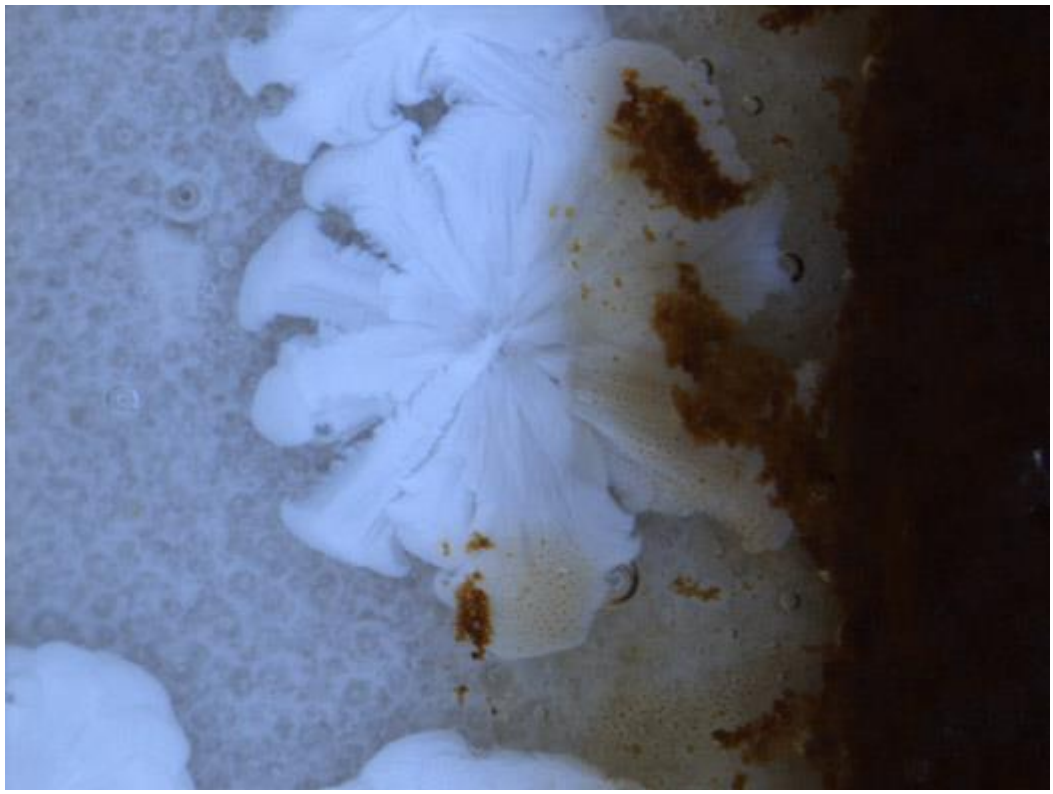

Mikroskooppikuva **KXX3a 1200ºC**, 11,2 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta



Mikroskooppikuva **KXX3a 1200ºC**, 40 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta



Mikroskooppikuva **KXX3a 1250ºC**, 11,2 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta



Mikroskooppikuva **KXX3a 1250ºC**, 20 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta

Lasite KXX3b

Taulukko 17: Lasitteen KXX3b raaka-aineet (paino-%)

Raaka-aine, Raw materials	**KXX3b**
Kalimaasälpä Potash feldspar	50
Liitu, Whiting	10
Kaoliini, China clay	6
Kvartsi, Quartz	**12**
Sinkkioksidi, Zinc oxide	18
Tinaoksidi, Tenn oxide	**4**

Merkki: a ja b = muunnos

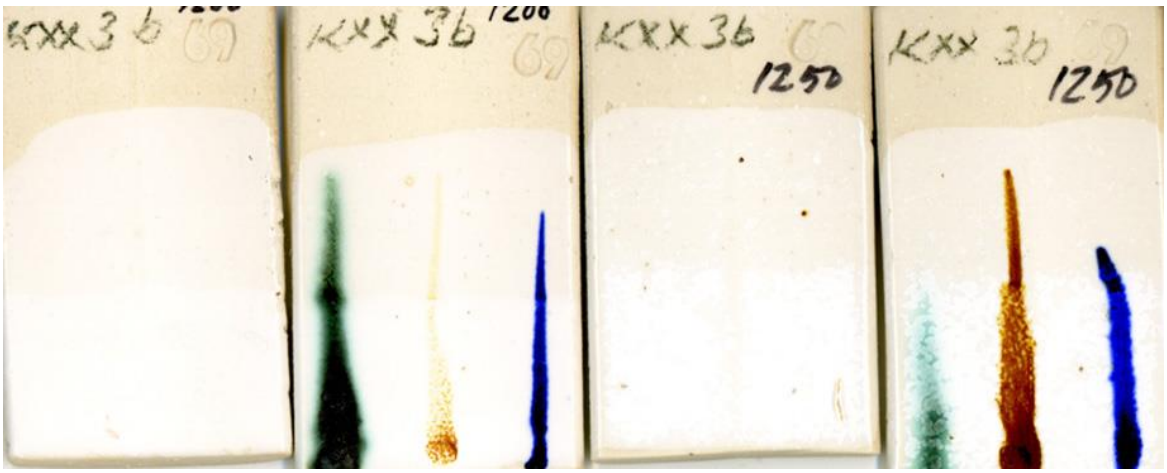
Taulukko 18: Lasitteen KXX3b empiirinen kaava

Oksidi	**K_2O***	**Na_2O***	**ZnO***	**CaO***	**Al_2O_3**	**SiO_2**
KXX3b	0,103	0,099	0,539	0,257	0,268	**1,980**

*RO- ryhmä= oksidien summa on 1 (yksi)

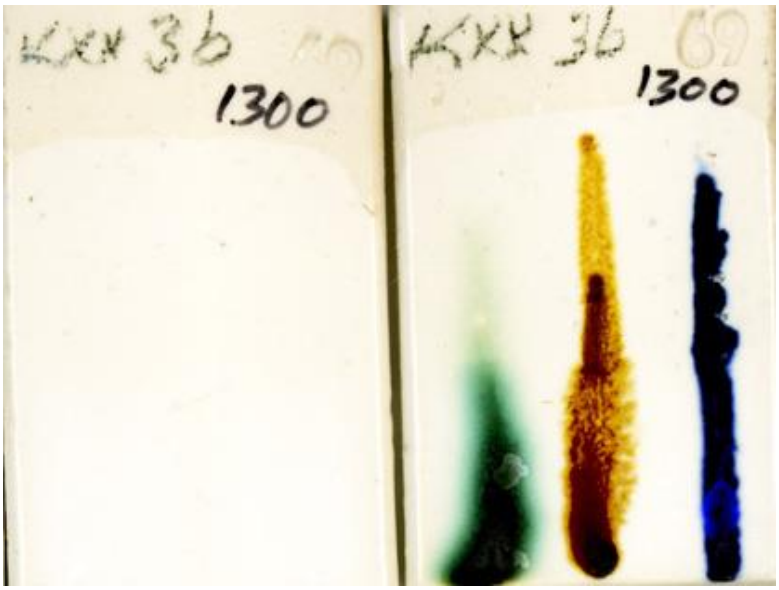
Peruslasite on sama kuin KXX3. Muutos on tinaoksidin lisäys 4%. Se tuo valkoisuutta, mutta ei estä lasitteen pintaa tasoittumasta myös himmeänä. Koska kyseessä on edellisten kaltainen lasiseos, on se yhtä oikukas muuttuen himmeästä kiteisen vaiheen kautta läpikuultavaksi ja sulavaksi lasitukseksi. Tinaoksidin lisäys jarruttaa hyvin vähän lasin sulamisprosessia ja 1300°C poltetun koepalan lasitepinta on särötön muodostaen muutamia yksittäisiä kiteitä.

Värioksidilisäys, KXX3b lasite 100% + SnO_2 4%

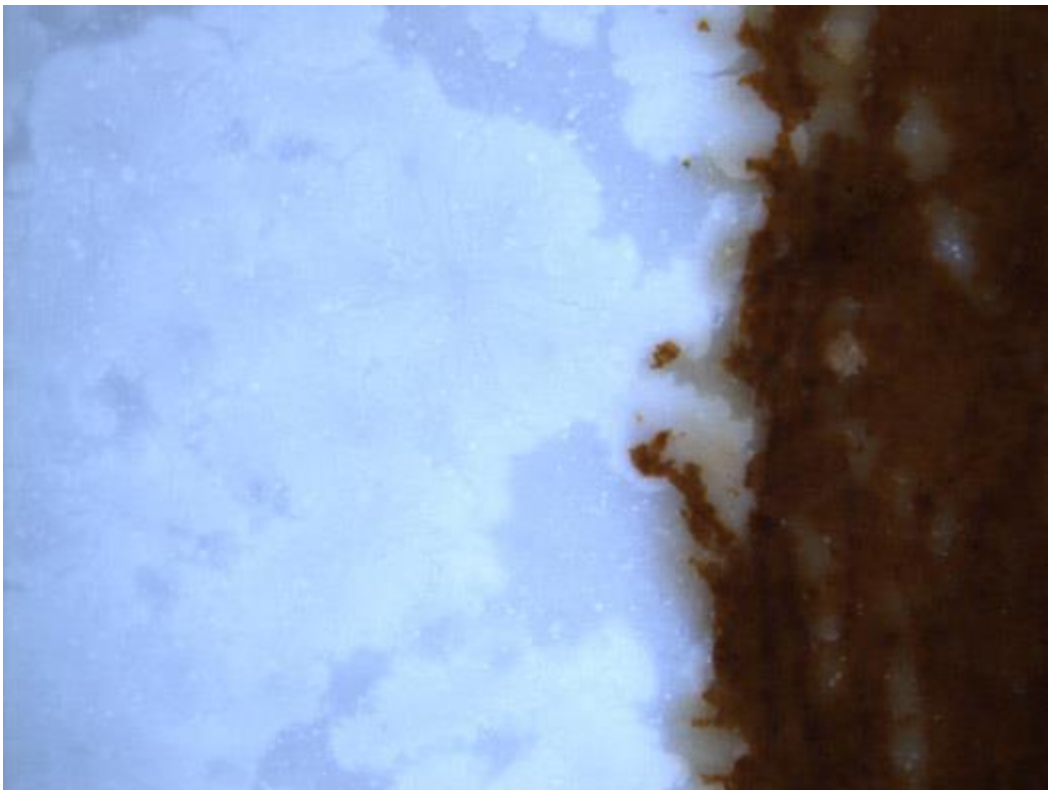


1200°C lasite KXX3b sulaa himmeäksi ja pinta on hyvin tasoittuva. Lasite on valkoisempi ja peittävämpi kuin KXX3. Yli 1200°C poltettuna se muuttuu läpikuultavaksi.

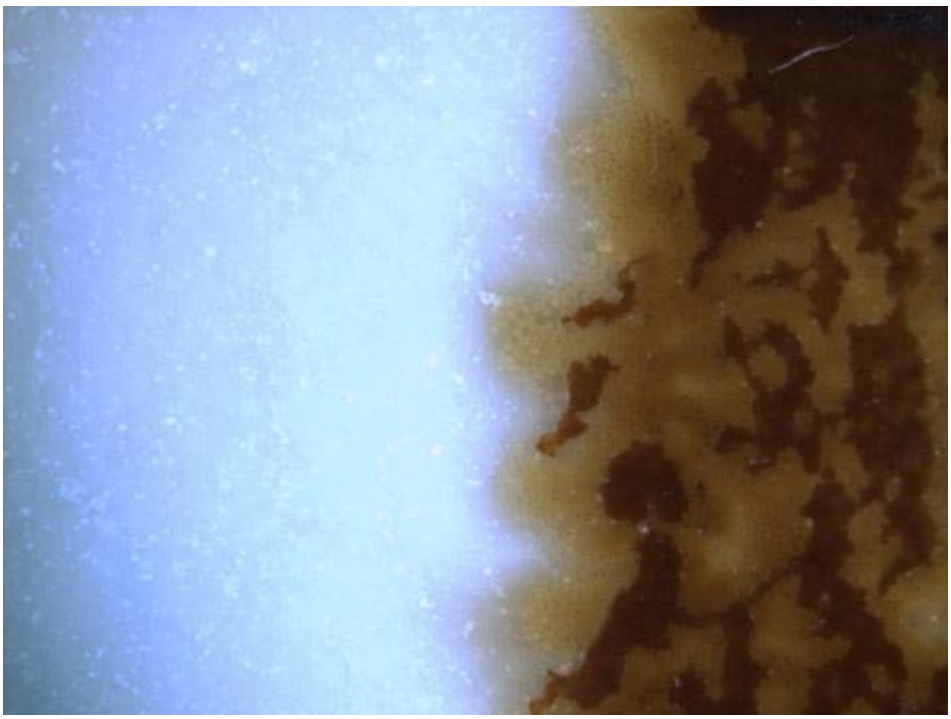
1250°C lasite KXX3b on vähän peittävä, valkoinen ja kiiltävä. Vähäinen haudutusaika (n.15min) saa aikaan pienten kiteiden muodostaman tiheän, valkoisen peitteen. Ei säröile. Rautaoksidiviiru muuttuu punaruskeaksi. Sinkkioksidin, ZnO määrä ja tinaoksidin, SnO_2 vaikuttavat sekä rauta- että kobolttioksidin väriin. Kobolttioksidin sininen sävy on heleän voimakas sininen. Voimakkaasti tehoavaa sinistä lasitetta haluttaessa, on hyvä elintarvikelasite.



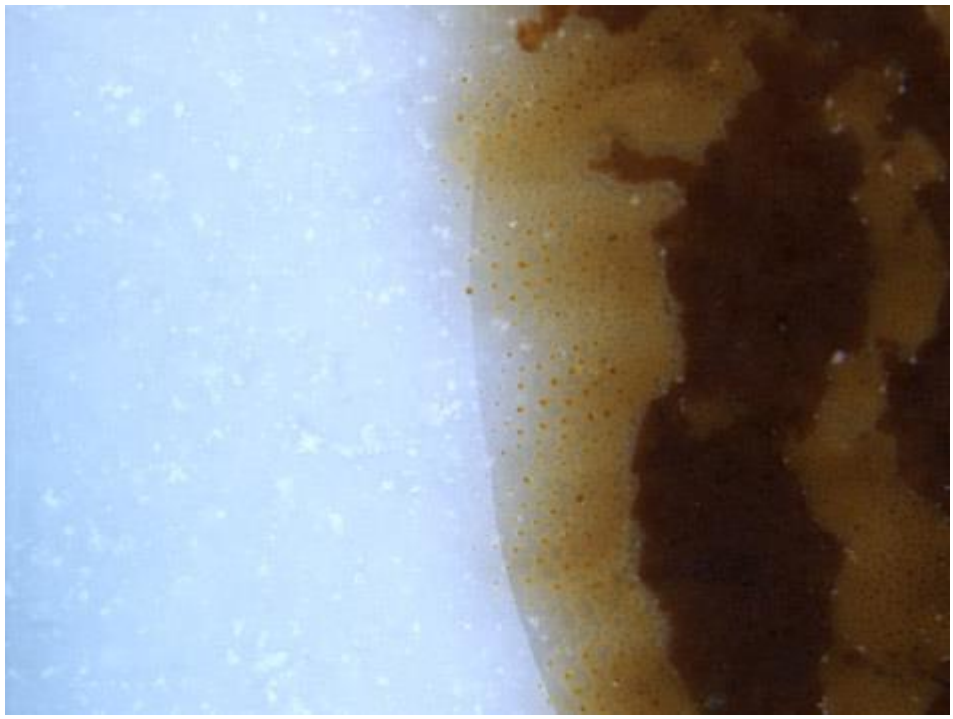
1300°C lasite KXX3b on kiiltävä ja vain vähän valkoinen. Lasite sulaa läpikuultavaksi. Tinaoksidilla vähäinen peittävä vaikutus, ei säröile. Tasoittuva lasitepinta, mutta ei valuva. Lasitepinta soveltuu hyvin värimetallioksideilla maalaamiseen lasitteen päälle. Rautaoksidiviirun sävy on keltapunaruskea. Kobolttiviirun väri on heleä sininen. Pinta ei säröile. Muodostaa muutamia yksittäisiä kiteitä. Kiteiden koko ja tiheys on kokonaan muuttunut, jos verrataan samaan lasitteeseen, joka poltetaan 1250°C.



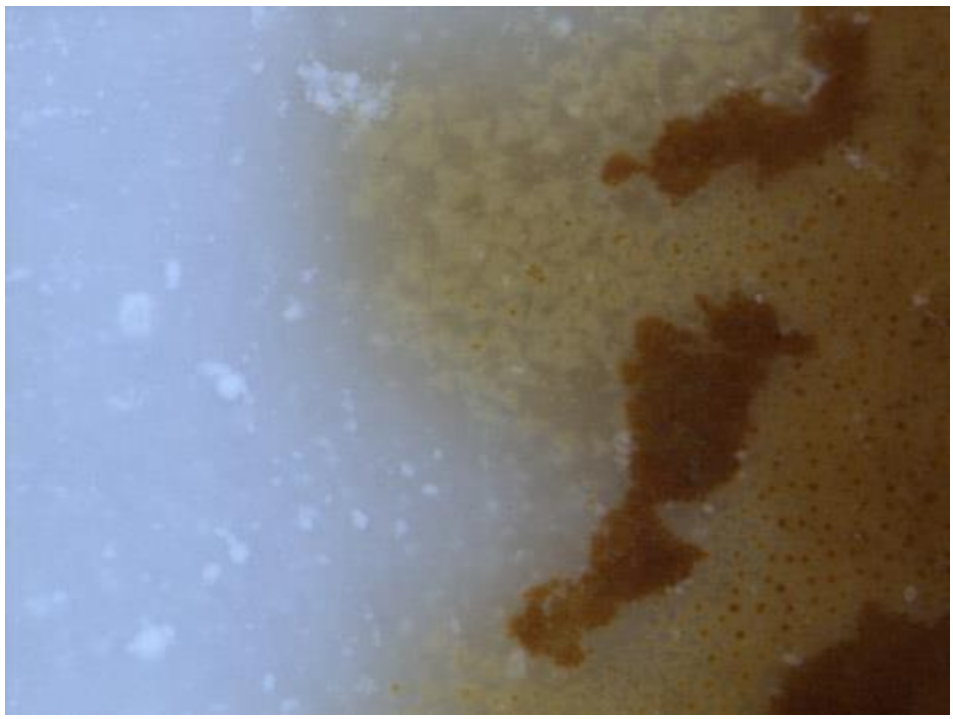
Mikroskooppikuva **KXX3b 1250ºC**, 11,2 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta



Mikroskooppikuva **KXX3b 1300ºC**, 11,2 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta



Mikroskooppikuva **KXX3b 1300ºC**, 20 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta



Mikroskooppikuva **KXX3b 1300ºC**, 40 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta

Lasite KXX4

Taulukko 20: Lasite KXX4

Raaka-aine, Raw materials	KXX4
Kalimaasälpä, Potash feldspar	34
Liitu, Whiting	17
Kaoliini, China clay	13
Kvartsi, Quartz	26
Lyijybisilikaattisulate, Lead bicilicate	**10**

Taulukko 21: Lasitteen KXX4 empiirinen kaava

Oksidi	K_2O*	Na_2O*	PbO*	CaO*	Al_2O_3	SiO_2
KXX4	0,107	0,102	0,143	0,646	0,399	3,425

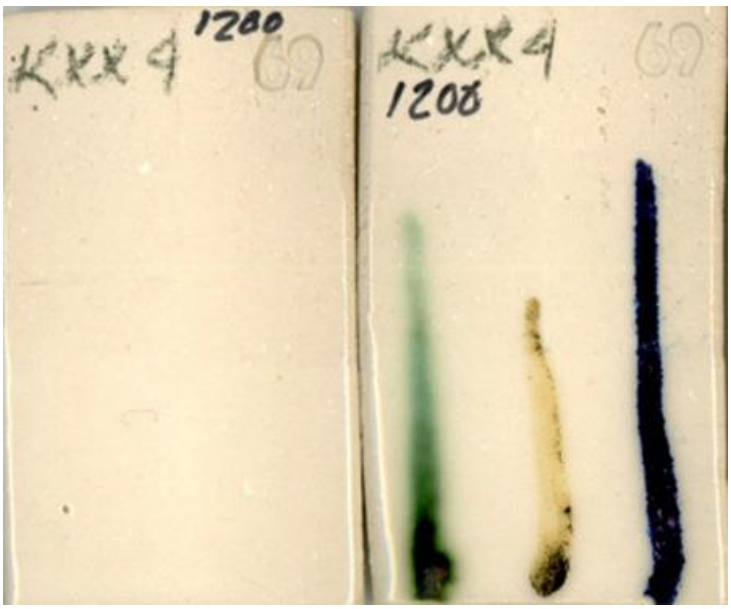
*RO- ryhmä= oksidien summa on 1 (yksi)

Taulukko 22: Lasitteen KXX4 ominaisuudet

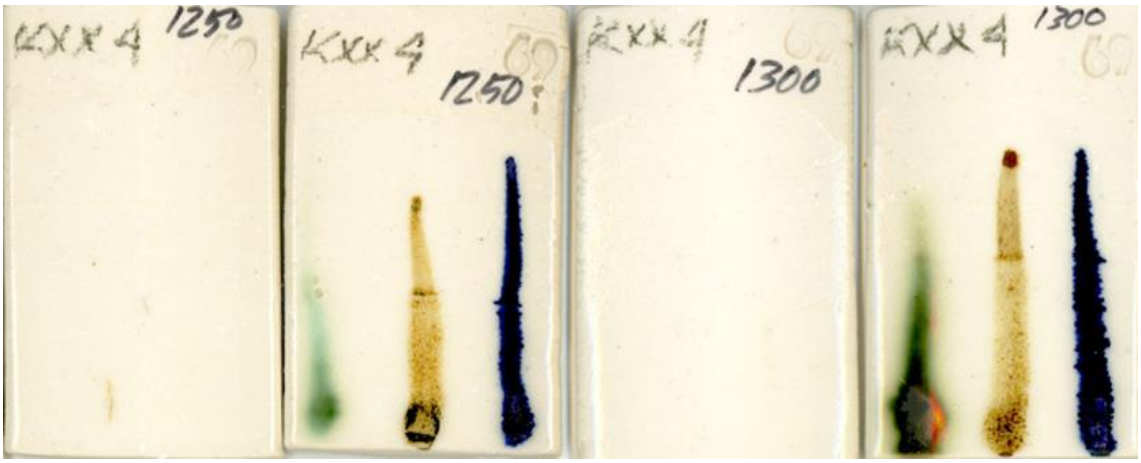
Lasite ºC	Sulava	Kiiltävä	Säröilevä	Läpikuultava
KXX4 1200	xx	xx	x	xxx
1250	xxx	xxx	x	xx
1300	Näyte puuttuu			

Merkit: XXX= Hyvä (good) XX= Kohtalainen. X= Huono (bad)

Lasite KXX4 sulaa enemmän kuin KXX3 lasite. Lyijyoksidi haihtuu pois lasitteesta 1200ºC poltettuna.

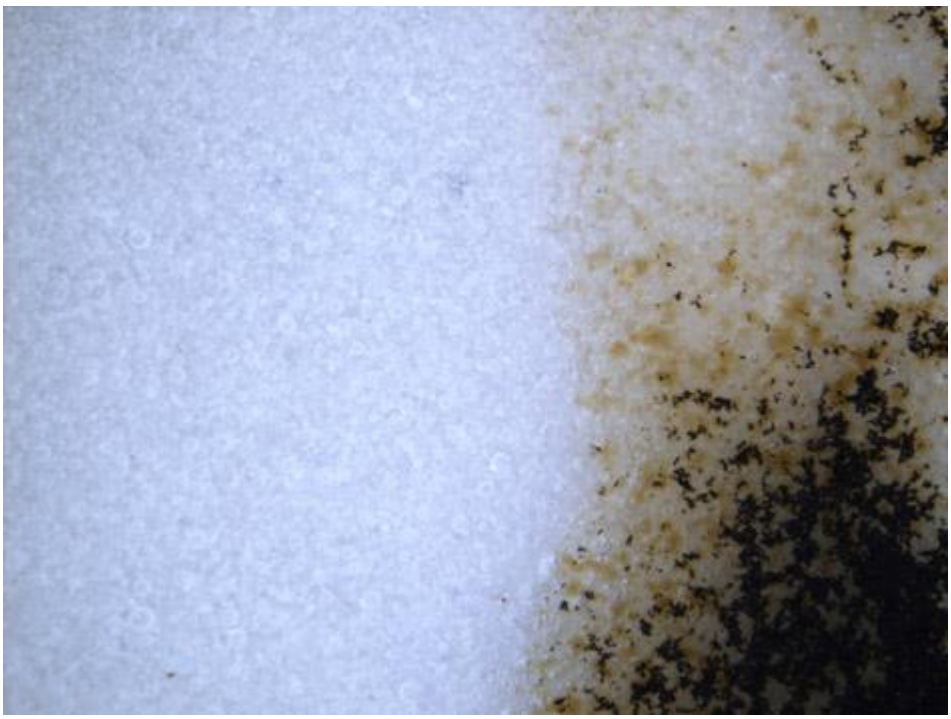


1200ºC lasite KXX4 sulaa läpikuultavaksi ja pinta on hyvin tasoittuva, hieman himmeä. Ei säröile. Hyvä elintarvikelasite 1200ºC. Lasitteella on laaja polttolämpötila-alue 1200-1300ºC. Kuparioksidiviiru sulattaa lasiteta ja syövyttää uurteen. Tämä ilmeisesti johtuu kuparin ja lyijyoksidin yhteisen alhaisen reagointi lämpötilan aiheuttamasta sulamisesta.

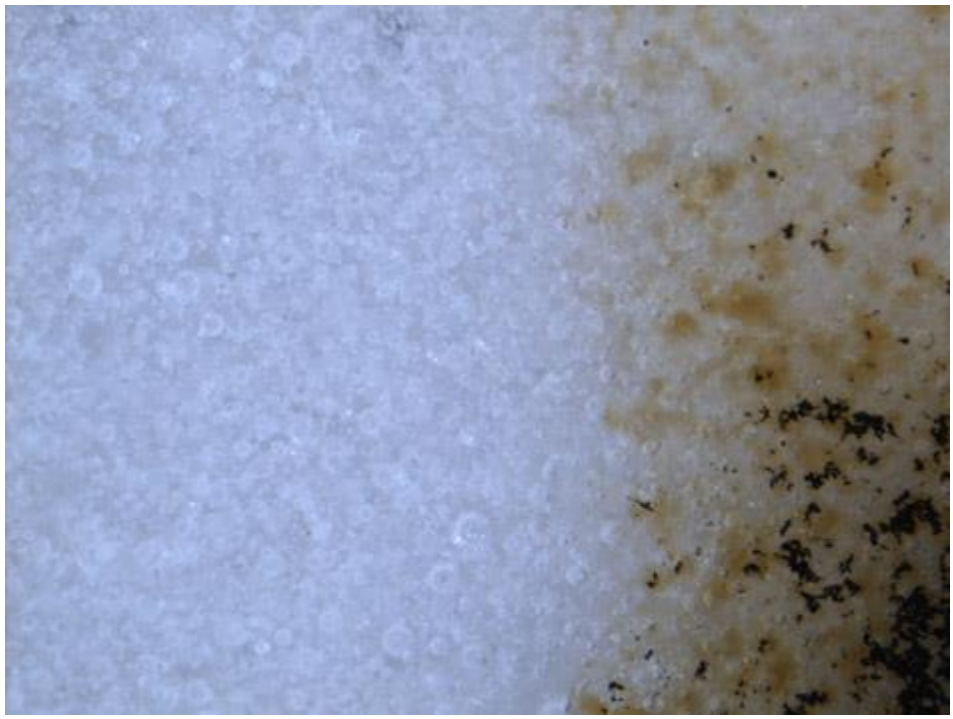


1250ºC lasite KXX4 on kiiltävä, säröilemätön. Hyvä elintarvikelasite. On paras tämän lasitteen polttolämpötila. Rautaoksidiviiru on keltainen, PbO ja CaO vaikutuksesta. Kobolttioksidin väri on tumma sininen.

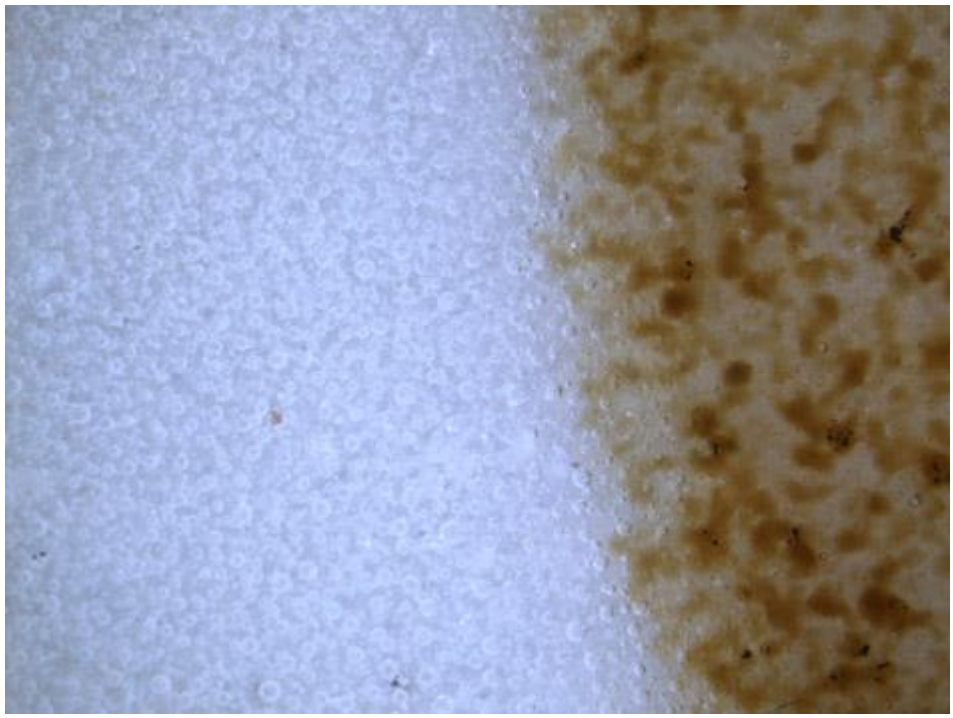
1300ºC lasite KXX4 on kiiltävä. Lasite sulaa läpikuultavaksi, ei säröile. Lasite pinta on hiukan reikäinen, mikä johtuu ilmeisesti pois haihtuneen lyijyoksidin tuomasta sulamattomuudesta. Paksussa lasitekerroksessa muut sulatteet toimivat paremmin kuin ohuelti. Lasitepinnassa on pieniä neulanreikiä. Rautaoksidiviiru menettää keltaisuuttaan korkeammalle poltettuna. Kobolttiviiru on heleä sininen väri. Koboltti kiteytyy runsaana määränä. Pinta ei säröile.



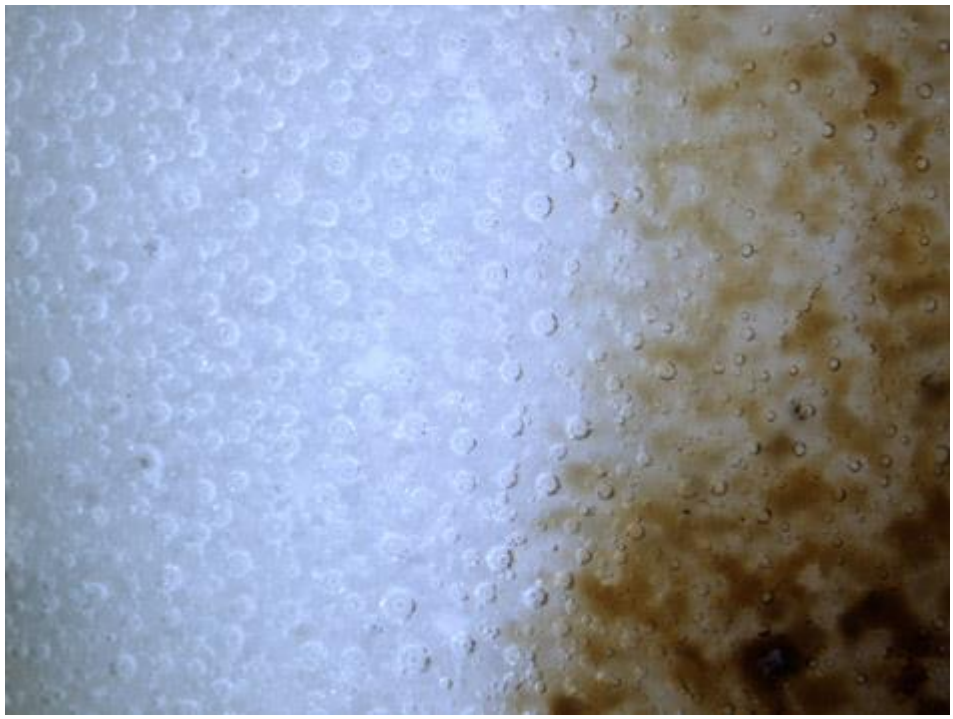
Mikroskooppikuva **KXX4 1200ºC**, 11,2 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta



Mikroskooppikuva **KX4 1200ºC**, 20 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta



Mikroskooppikuva **KXX4 1250ºC**, 11,2 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta



Mikroskooppikuva **KXX4 1300ºC**, 11,2 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta

Lasite KXX5 ja 5a

Taulukko 23 : LasiteKXX5 ja KXX5a

Raaka-aine Raw materials	**KXX5**	**KXX5a**
Kalimaasälpä, Potash feldspar	45	45
Liitu, Whiting	18	18
Kaoliini, China clay	**6**	-
Kvartsi, Quartz	25	25
Sinkkioksidi, Zinc oxide	6	6
Pallosavi , Ball clay	-	**6**

Merkki: a ja b = muunnos

Taulukko 24:Lasitteiden KXX5 ja KXX5a empiiriset kaavat

Oksidi	**K_2O***	**Na_2O***	**ZnO***	**CaO***	**Al_2O_3**	**SiO_2**
KXX5	0,114	0,109	0,221	0,554	0,307	**2,909**
KXX5a	0,114	0,109	0,221	0,554	0,303	**2,944**

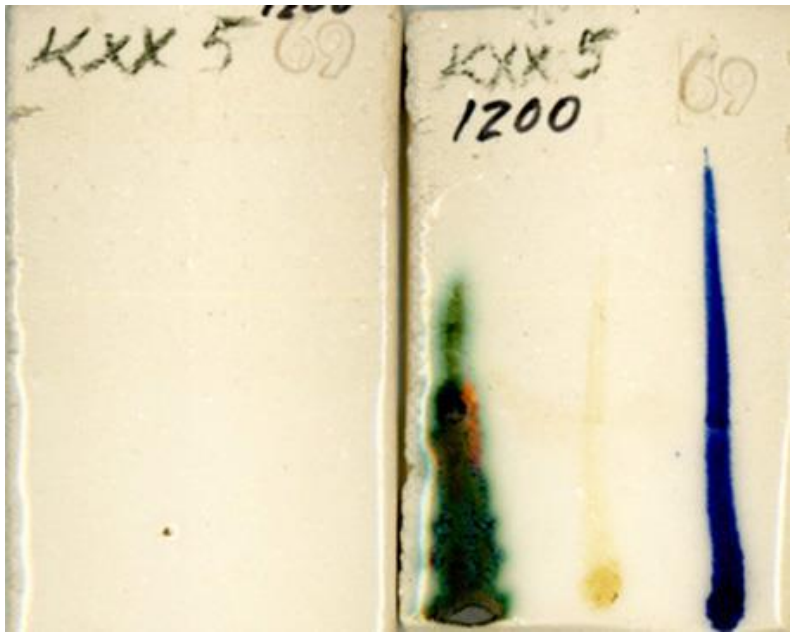
*RO- ryhmä= oksidien summa on 1 (yksi)

Taulukko 25: Lasitteiden KXX5 jaKXX5a ominaisuudet

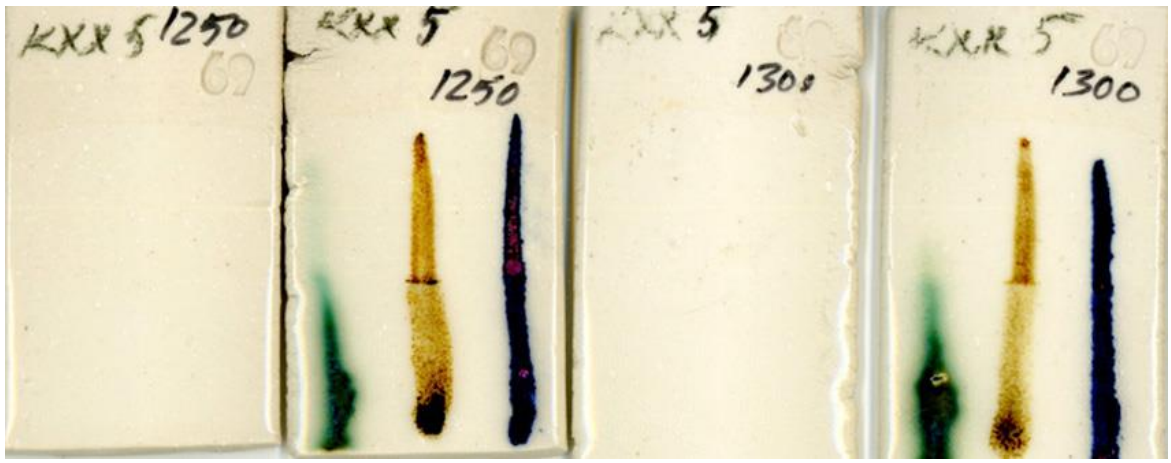
Lasite ºC	**Sulava**	**Kiiltävä**	**Säröilevä**	**Läpikuultava**
KXX5 1200	xxx	xxx	x	xxx
1250	xxx	xxx	x	xxx
1300	xxx	xxx	x	xxx
KXX5a 1200	xx	x	x	xxx
1250	xx	xx	x	xx
1300	xxx	xxx	x	x

Merkit: XXX= Hyvä (good) XX= Kohtalainen. X= Huono (bad)

Lasite KXX5



1200°C lasite KXX5 sulaa läpikuultavaksi, kiiltäväksi ja pinta on hyvin tasoittuva. Ei säröile. Hyvä elintarvikelasite 1200°C. Kobolttiviiru on sininen, rautaviiru keltaruskea.

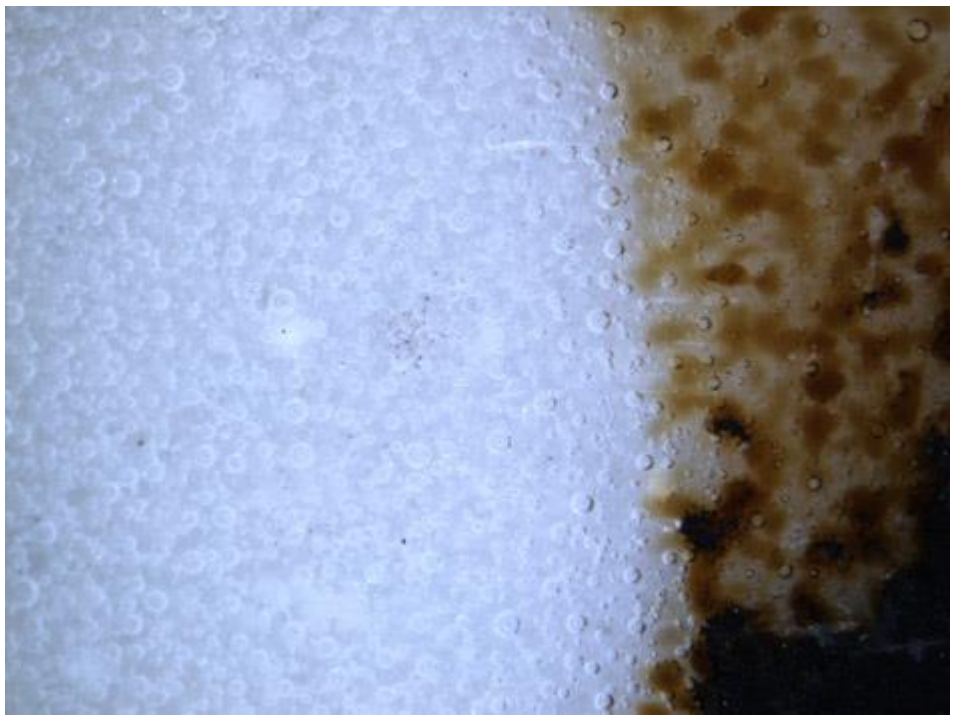


1250°C lasite KXX5 on vähän kiiltävämpi ja sulavampi kuin 1200°C. Vaikea nähdä hyvin selkeää eroa, säröilemätön. Hyvä elintarvikelasite. Hyvä lämmönkestokyky. Rautaoksidiviiru on ruskeakeltainen kalsiumoksidin, CaO (0,554ekv), vaikutuksesta. Kobolttioksidin väri on tummasininen ja muodostuu violetteja pieniä kiteitä.

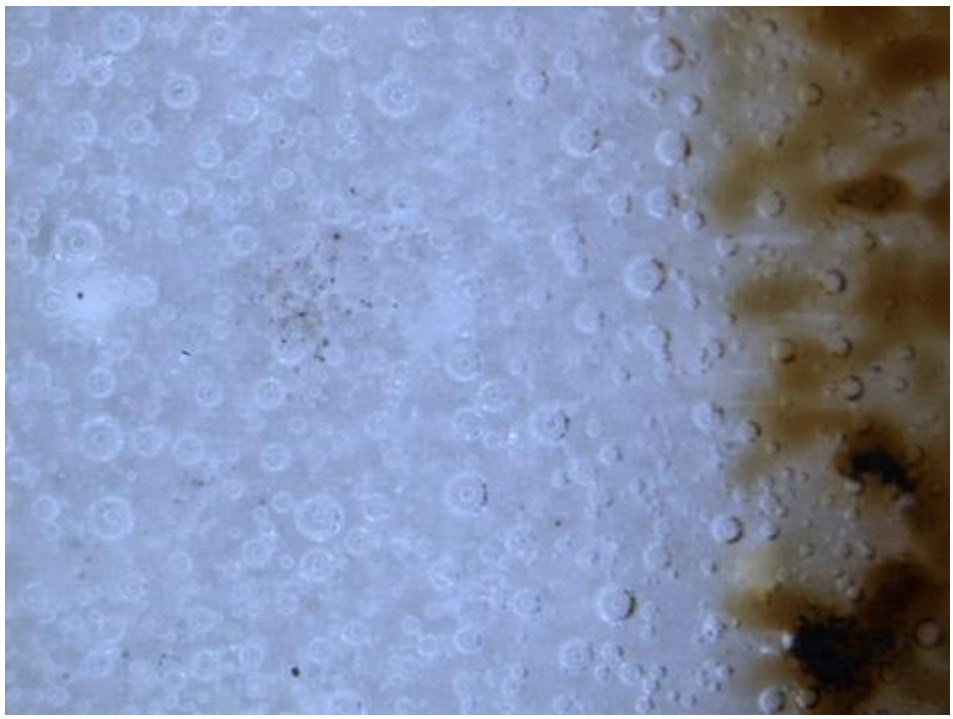
1300°C lasite KXX5 on kiiltävä, läpikuultava, ei säröile. Pinta on hiukan kuoppainen paksusti lasitettuna, ohuelti hyvä elintarvikelasite. Pinta ei säröile. Rautaoksidiviiru on lasiin sulava ja menettää keltaisuuttaan. Kobolttiviiru on tumma sininen.

Lasite KXX5 on erittäin hyvä läpikuultava ja kiiltävä lasite. Sulaa myös 1175°C tasoittuen mutta on himmeä. Lasitteella on laaja polttoalue. Toimii 1200-1300°C muodostaen ehyen hyvän pinnan kaikissa lämpötiloissa. Vähäinen neulanreikäinen pintamuodostus lisääntyy 1300 ^{o}C alueella. Verrattuna KXX4, se on sulavampi ja

oksidisuhteiltaan reagoimattomampi eri lämmönvaihteluihin. Värimetallioksidit antavat puhtaammat viiruvärit kuin KXX4. Jos kuparioksidia on käytetty 4% saa KXX5 metallihohtoisia vivahteita. Rautaoksidia 2% ja kromioksidia 5% yhdessä käytettynä voi puu-uunissa 1280-1300ºC aikaansaada oranssin värin. Titaanidioksidia ja kobolttioksidia yhdistettynä saa lasite vihreän sävyn.



Mikroskooppikuva **KXX5 1250ºC**, 11,2 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta



Mikroskooppikuva **KXX5 1250ºC**, 20 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta

Lasite KXX5a

Taulukko 23: Lasite KXX5a

Raaka-aine Raw materials	**KXX5a**
Kalimaasälpä, Potash feldspar	45
Liitu, Whiting	18
Kaoliini, China clay	-
Kvartsi, Quartz	25
Sinkkioksidi, Zinc oxide	6
Pallosavi , Ball clay	**6**

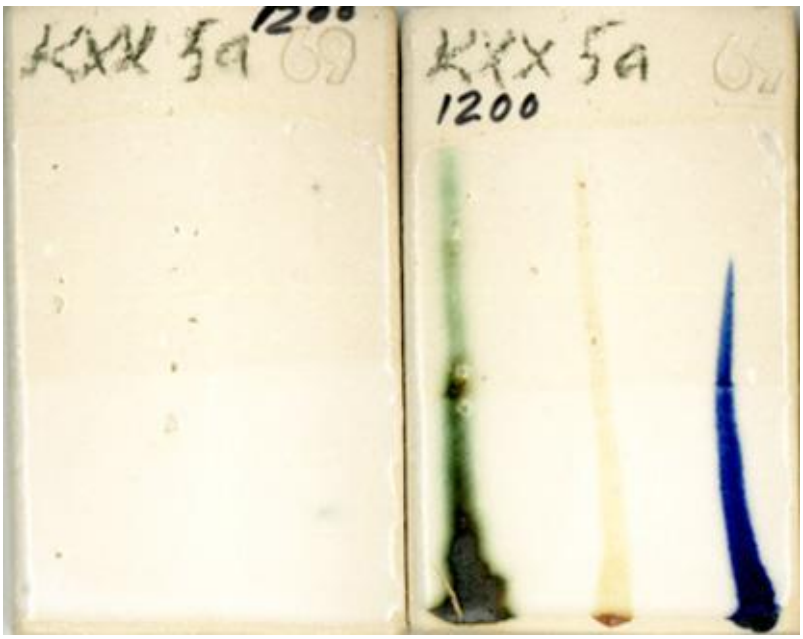
Merkki: a ja b = muunnos

Taulukko 24:Lasitteiden KXX5 ja KXX5a empiiriset kaavat

Oksidi	**K_2O***	**Na_2O***	**ZnO***	**CaO***	**Al_2O_3**	**SiO_2**
KXX5a	0,114	0,109	0,221	0,554	0,303	**2,944**

*RO- ryhmä= oksidien summa on 1 (yksi)

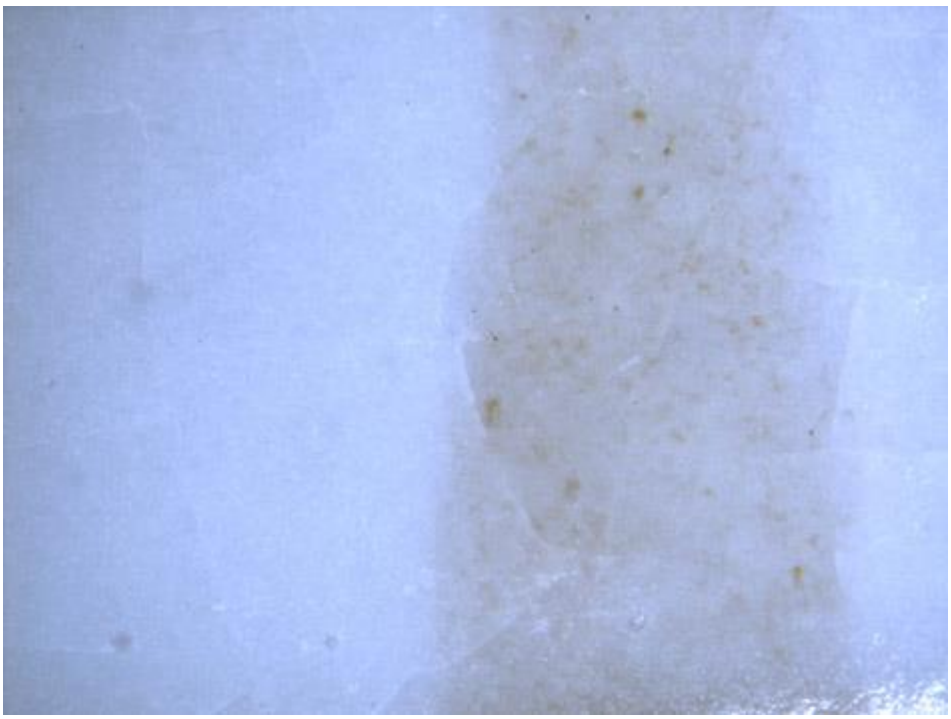
Lasitteessa on kaoliini Standard Porcelain muutettu kaoliini Grolleg. Muutos, jonka vaihdos saa aikaan on suurempi kokeellisissa testipaloissa kuin mitä asiasta voi päätellä pelkkiä hiuksen hienoja empiirisen lasitteen ekvivalenttilukujen muutoksia tutkimalla. Lasite on säröilevä kaikissa lämpötiloissa. 1250°C ja 1300°C ohut punaruskea lasitereunan huntu (ei synny KXX5-Lasitteessa).



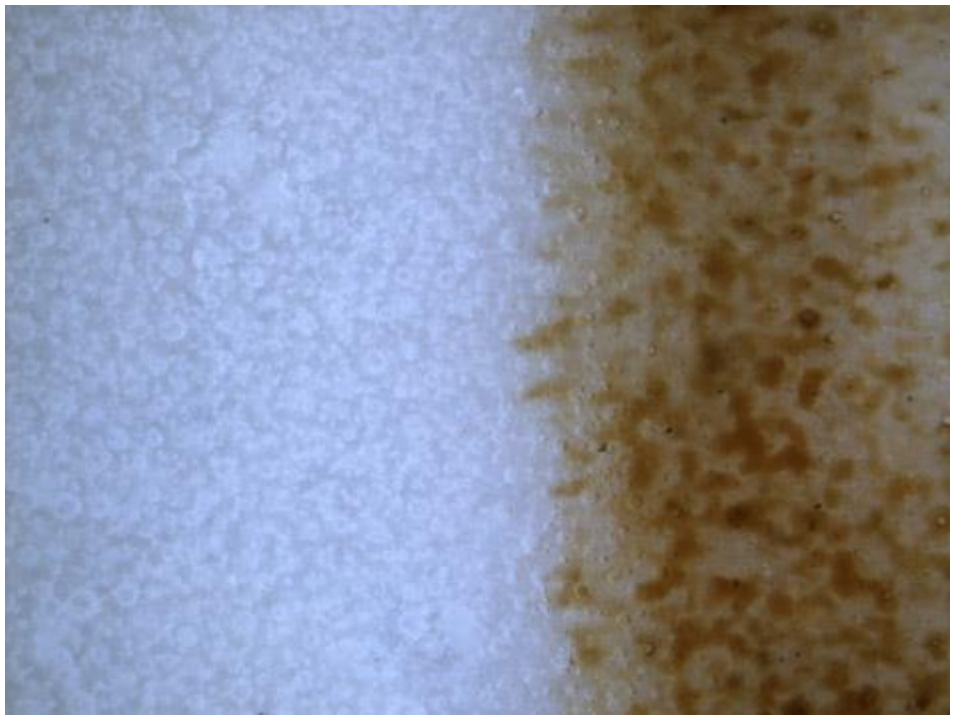
1200°C lasite KXX5a sulaa himmeäksi, on viskoosinen ja huonosti tasoittuva. Lasite on valkoinen, maitomainen, miellyttävä, sileä pinta. Ohuelti sulamisen rajalla, reikäinen. Paksuna kerroksena jähmettyy paikalleen. Pientä särökuviota.

1250°C lasite KXX5a on himmeä, säröilevämpi selkeämmin kuin 1200°C ja tasoittuvampi, sulaneempi kuin 1200°C. Lasite KXX5a on hyvä himmeä elintarvikelasite. Rautaoksidiviiru on keltaruskea CaO:n vaikutuksesta. Kobolttioksidi on kiteytyvä ja väri tummansininen.

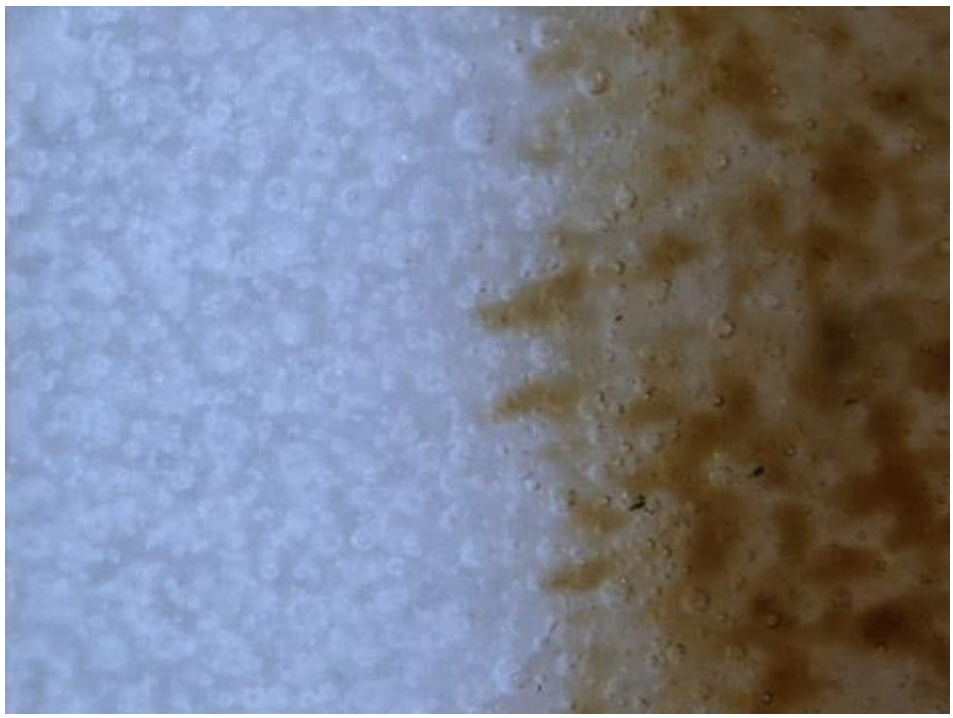
1300°C lasite KXX5a on kiiltävä, säröilee paksuna kerroksena, mutta ei ohuena. Voi käyttää särölasitteena. Pinta tasoittuu, mutta on neulanreikäinen. Lasite muodostaa pientä kiehuvaa kuplaa ja haudutusaikaa lisäämällä (enemmän kuin 15min.) lasitteen pinta tasoittuu paremmin. Rautaoksidiviiru sulaa enemmän lasitteeseen ja väri heikkenee. Kobolttioksidin viiru on tummansininen.



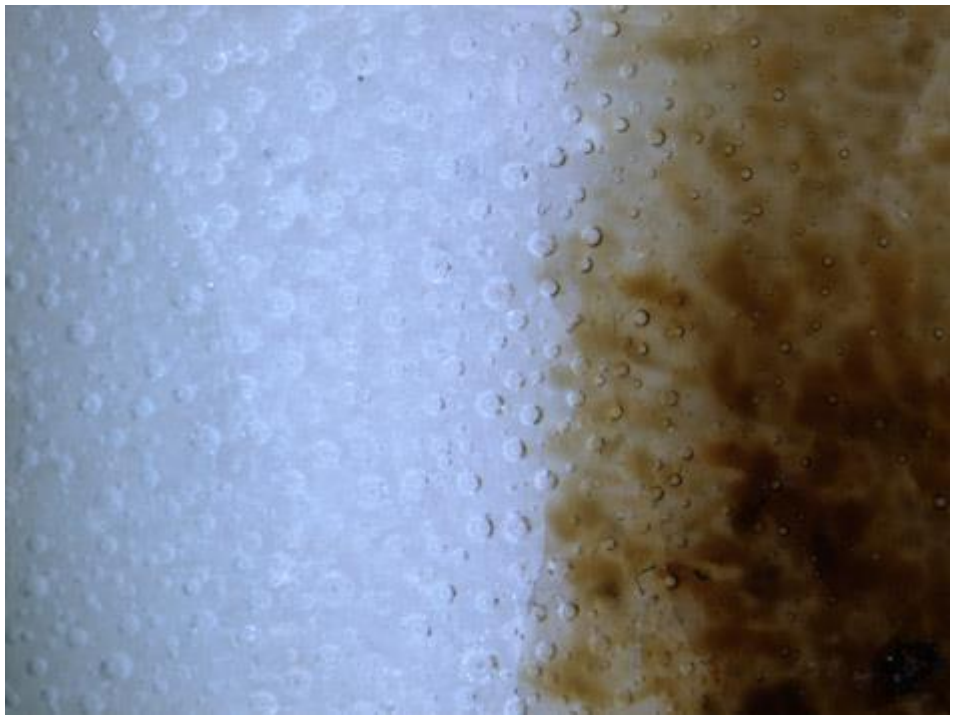
Mikroskooppikuva **KXX5a 1200°C**, 11,2 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta



Mikroskooppikuva **KXX5a 1250ºC**, 11,2 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta



Mikroskooppikuva **KXX5a 1250ºC**, 20 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta



Mikroskooppikuva **KXX5a 1300ºC**, 11,2 suurennus. Rautaoksidiviirun ja lasitteen raja-alueella lasite sulaa, suuret kuplat vaikutuksesta