

**KERAMIIKAN POLTTOTEKNIIKAN JA POLTTOATMOSFÄÄRIN
VAIKUTUS KERAAMISEN ESINEEN ULKONÄKÖÖN**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Muotoilu

2023

Wilma Väisänen

Muotoilu

Tiivistelmä

Tekijä Wilma Väisänen

Vuosi 2023

Työn nimi Keramiikan polttotekniikan ja polttoatmosfäärin vaikutus keraamisen esineen ulkonäköön

Ohjaaja Leppänen Helena ja Niemelä Mirja

Opinnäytetyössä tutkittiin, miten keramiikan eri polttotekniikat vaikuttavat keraamisen esineen ulkonäköön, kun käytössä on samat materiaalit. Tutkimus painottui eri polttotekniikoiden käytäntöön ja niiden tulosten analysointiin ja vertailuun. Käytetyt polttotekniikat ovat puu- kaasu- ja sähköpoltto. Opinnäytetyössä analysoitiin kolmen saven ja neljän lasitteen avulla polttotuloksien eroavaisuuksia. Työn tavoitteena oli käydä eri polttotekniikoiden käytännön prosessit läpi ja saada konkreettiset tulokset.

Poltot toteutettiin syksyn 2022 ja talven 2023 aikana. Puupoltto tapahtui Mallusjoella Lasi- ja Keramiikkakeskus Kuun tiloissa. Kaasu- ja sähköpoltto järjestettiin Hämeen Ammattikorkeakoulun tiloissa.

Tekstissä käydään läpi polttojen perusteita ja esitellään miten poltot käytännössä toimivat. Polttojen tulokset käydään läpi pohtien polttojen vaikutusta lasitteisiin ja saviin. Miten esineet, joissa on samat materiaalit eroavat toisistaan, kun ne ovat käyneet eri polttoprosessin läpi. Tulosten analysoinnissa keskityttiin esineiden ulkonäöllisiin eroihin.

Opinnäytetyö kiteytyi 33 eri uniikkiin keraamiseen esineeseen. Esineet demonstroivat kuinka erilaisia tuloksia keramiikasta saadaan polttotekniikasta tai materiaalista riippuen. Tutkimuksen esineet toimivat ohjenuorana millaisia eri tuloksia poltoista saadaan.

Avainsanat keramiikka, puupoltto, kaasupoltto, sähköpoltto

Sivut 36 sivua ja liitteitä 21 sivua

Design

Author Wilma Väisänen

Subject Differences in the appearance in ceramic pieces using different firing techniques and firing atmosphere

Supervisors Leppänen Helena and Niemelä Mirja

Abstract

Year 2023

This thesis studies how different ceramic firing techniques affect the appearance of ceramic pieces when using the same materials. The focus of the study is on the practice of the firings and analysing and comparing the results. The firing techniques in this study are wood, gas and electric firing. This thesis examined the differences in the firing results with three different clays and four different glazes. The study goal was to go through the practice of the firing techniques and get concrete results.

The firings were carried out in fall 2022 and spring 2023. The wood firing occurred in Mallusjoki on the premises of Glass and Ceramic center Kuu. the gas and electric firing took place in Häme University on Applied Sciences.

The thesis goes through the basics of the firings and explains how they work in practice. The results of the firings are analysed by the effect they have to the glazes and clays. How items that have the same materials differ when they have gone through different firing process. The focus of the analysis is on the exterior looks.

The study results in 33 unique ceramic objects. The objects demonstrate how different results you can get from ceramics depending on the material and the firing technique. The objects work as a guide on what kind of results are possible from each firing.

Keywords ceramics, wood firing, gas firing, electric firing

Pages 36 pages and appendices 21 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Kysymystenasettelu ja viitekehys	2
1.2	Prosessikaavio	4
2	Polttoatmosfäärit	5
2.1	Pelkistävä poltto.....	5
2.2	Hapettava poltto	6
2.3	Keilat	6
3	Materiaalit	8
3.1	Savet ja esineiden valmistus	8
3.2	Lasitteet.....	9
4	Poltot	11
4.1	Puupoltto	12
4.1.1	Puupolton kulku	14
4.2	Kaasupoltto	16
4.2.1	Kaasupolton kulku	17
4.3	Sähkypoltto	19
5	Polttojen tulokset	20
5.1	Savimassojen analysointi	21
5.2	Lasitteiden analysointi	26
5.2.1	Carbon Trap Malcolm's Shino	26
5.2.2	Jun6 koivutuhka	29
5.2.3	Tenmoku C439	30
5.2.4	C-Matta.....	32
6	Tuloksien loppupäätelmät.....	33
6.1	Opinnäytetyön arviointi	35
	Lähteet.....	37
	Liitteet.....	1
	Liite 1: Ortonin keila taulukko	1
	Liite 2: Savien kemialliset koostumukset	2
	Liite 3: Lasitereseptit	3

Liite 4: Lasitereseptit	4
Liite 5: Pallosavien tekniset analyysit	5
Liite 6: Puupolton päiväkirja	6
Liite 7: Puupolton polttokäyrä	7
Liite 8: Kaasupolton päiväkirja	8
Liite 9: Kaasupolton polttokäyrä	9
Liite 10: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot	10
Liite 11: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot	11
Liite 12: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot	12
Liite 13: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot	13
Liite 14: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot	14
Liite 15: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot	15
Liite 16: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot	16
Liite 17: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot	17
Liite 18: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot	18
Liite 19: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot	19
Liite 20: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot	20
Liite 21: Aineiston hallintasuunnitelma	21

1 Johdanto

Opinnäytetyöni aiheena on analysoida kolmen eri keramiikan lasituspolttotekniikan tuloksia keskenään. Poltto on prosessi, jossa savi muuttuu lämmön avulla tiiviiksi keramiikaksi. Polton tavoitteena on saven sintraantuminen tiiviiksi massaksi ja lasitteen sulaminen kiinni esineen pintaan.

Valitsin opinnäytetyöhöni puu-, kaasu- sekä sähköuunipolton. Luvussa kaksi esittelen näiden polttojen keskinäisiä eroja. Vertailen näiden kolmen eri polttotekniikan kautta syntyneitä esineitä keskenään. Millaisia eri tuloksia on saatavissa kolmella eri polttotekniikalla, kun kaikissa poltoissa käytetään samoja materiaaleja, mutta polttoatmosfääri on eri?

Opinnäytetyössä tarkastelen kolmen saven, kolmen lasitteen ja kolmen polttotekniikan keskinäistä dynamiikkaa. Savilaatu määrittää polton huippulämpötilaa sekä käytettäviä lasitteita. Työssäni keskityn 1280–1300°C lämpötiloihin, joihin puu- ja kaasupoltot poltetaan. Luvussa kolme kuvailen valitsemani savet sekä lasitteet. Valmistan polttoihin jokaisesta savesta 11 esinettä eli yhteensä esineitä tulee olemaan 33 kappaletta. Puupolton valitseminen polttotekniikaksi vaikutti eniten materiaalien valintaan. Mukaan valitsin myös yhden hapettavaan polttoon tarkoitetun lasitteen, joka on opinnäytetyön neljäs lasite, mutta tätä tutkitaan vain kaasu- ja sähköpolton avulla.

Puupoltto toteutetaan Lasi- ja Keramiikkakeskus Kuun Anagma-puu-uunissa Mallusjoella. Kaasupoltto toteutetaan Hämeen Ammattikorkeakoulun kaasu-uunissa ja sähköpoltto Hämeen Ammattikorkeakoulun sähköuuneilla. Kaikilla polttotekniikoilla on omat historiansa, mutta ne on rajattu opinnäytetyön aiheen ulkopuolelle. Luvussa neljä kuvailen polttotekniikoiden prosessien vaiheet ja tarkastelen niitä sekä toiminnallisesta että teknisestä näkökulmasta.

Luvussa viisi analysoin polttojen tuloksia ja valmistettujen kulhojen ulkonäöllisiä eroja. Ulkonäköön vaikuttavia asioita ovat poltossa syntyneet sekä massojen että lasitteiden värit, efektit ja tekstuurit. Vertailen, miten kulhot, joissa on samat materiaalit, mutta jotka ovat olleet eri poltoissa eroavat ulkonäöllisesti toisistaan. Onko kulhoissa suuria eroja vai,

löytyykö samankaltaisuuksia? Opinnäytetyössä en analysoi massojen, enkä lasitteiden materiaalioppia tarkemmin.

Luku kuusi sisältää yhteenvedon työn tuloksista ja omaa pohdintaani poltoista. Pohdin, miten hyvin onnistuin saamaan vastauksia kysymyksiini ja miten työn tulokset auttavat itseäni tulevaisuudessa. Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena on myös syventää omaa osaamistani ja tietämystäni tulevaisuutta varten. Tavoitteena on saada kokemusta vaihtoehtoisista tyyleistä ja tavoista valmistaa tuotteita.

1.1 Kysymystenasettelu ja viitekehys

Tämä on toiminnallinen opinnäytetyö, jossa keskitytään keramiikan lasituspolttotekniikoiden käytäntöön ja poltettujen keraamisten esineiden analysointiin. Polttojen käytännön tieto kerätään kokemuksista opintojen aikana ja osallistumalla polttoihin. Polttojen käytännön tueksi on haettu tietoa kirjallisuudesta ja keskusteluista keraamikko Jari Vesterisen kanssa.

Polttotekniikalla tarkoitan valittua tapaa lasituspolttaa valmistetut esineet. Tähän opinnäytetyöhön valitut lasituspolttotekniikat ovat kaasu-, puu-, ja sähköpoltto. Opinnäytetyössä puhutaan myös polttoatmosfääristä. Polttoatmosfäärillä tarkoitetaan uunissa olevaa ilmakehää. Polttoatmosfääri vaikuttaa poltettujen esineiden lopputulokseen.

Sähköuunit ovat Suomessa yleisempiä, kuin kaasu- ja puupoltot. Polttojen historiasta on paljon kirjallisuudessa tietoa, mutta tässä työssä keskityn siihen, miten kaasu-, puu- ja sähköpoltot toimivat käytännössä? Millaisia tuloksia näistä eri poltoista saadaan?

Opinnäytetyössä analysoin polttojen tuloksien ulkonäöllisiä eroja. Analysoinnissa otetaan huomioon massan väri, lasitteen väri, tekstuurit ja efektit.

Kuvassa yksi opinnäytetyön pää- ja alakysymykset. Kysymyksissä pohdin savien ja lasitteiden vaikutuksia lopputuloksiin ja lopputulosten ulkonäöllisiä eroja eri polttotekniikoita käyttäen. Kaikkiin kysymyksiin pyritään vastaamaan opinnäytetyössä teorian ja analysoinnin kautta. Esineiden vertailu tapahtuu matriisitaulukoiden avulla. Viitekehys (Kuva 1) rakentuu

opinnäytetyössä kysyttävien kysymysten ympärille. Pällekkäisyys kuvaa asioiden linkittymistä toisiinsa.

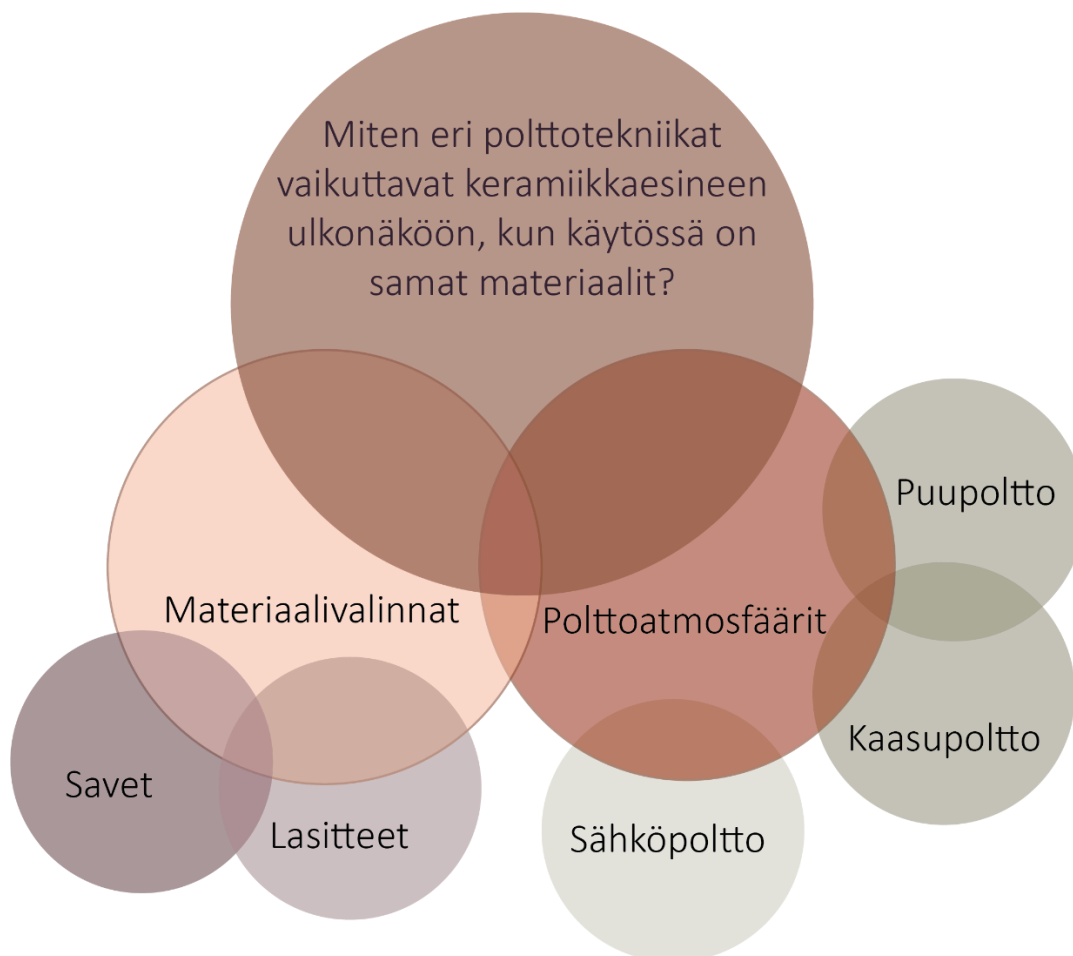
Pääkysymys:

Miten eri polttotekniikat vaikuttavat keramiikkaesineen ulkonäköön, kun käytössä on samat materiaalit?

Alakysymykset

1. Miten kaasu-, sähkö- ja puupoltto eroavat toisistaan?
2. Miten savien valinta vaikuttaa lopputulokseen?
3. Miten lasitteiden valinta vaikuttaa lopputulokseen?

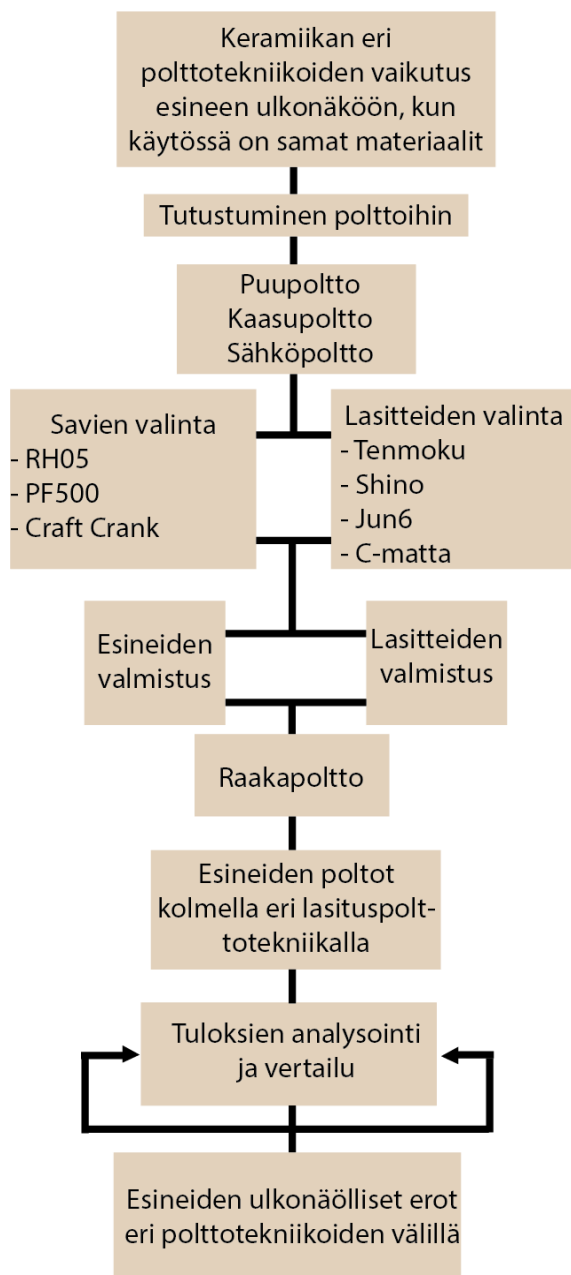
Kuva 1. Viitekehys



1.2 Prosessikaavio

Prosessikaaviossa (Kuva 2) kuvaan opinnäytetyön prosessin vaiheineen. Kaaviossa keskitytään pääosin opinnäytetyön käytännön vaiheisiin. Prosessikaaviota luetaan ylhäältä alaspäin. Ylhäältä aloitetaan opinnäytetyön pääkysymyksellä ja päädytään analysoimaan esineiden ulkonäöllisiä eroja. Prosessin alussa tutustutaan polttojen käytäntöön ja teoriaan, josta jatketaan käytännön työhön. Polttojen jälkeen analysoidaan ja vertaillaan opinnäytetyössä valmistuneiden esineiden ulkonäöllisiä eroja.

Kuva 2. Prosessikaavio



2 Polttoatmosfäärit

Keramiikan yhteydessä puhuttaessa polttoatmosfääristä tarkoitetaan uunissa olevaa ilmakehää. Polttoatmosfääriin vaikuttaa uunissa oleva polttoaineen sekä hapen määrä.

Keramiikkaa polttaessa puhutaan yleensä hapettavasta ja pelkistävästä poltosta.

Polttoatmosfääri vaikuttaa lasitteiden sekä savien ulkonäköön luoden värejä ja efektejä.

Esimerkiksi pelkistävässä poltossa kupari muuttuu punaiseksi, kun taas hapettavassa poltossa kupari on vihreää (Jylhä-Vuorio, 2020, s.176). Itse savet ja lasitteet eivät käyttäydy pelkistävässä poltossa eri tavalla kuin hapettavassa poltossa, vaan massojen sekä lasitteiden väriaineet reagoivat polttoatmosfääriin. Suurimmat erot poltoissa ovatkin tavoiteltavat efektit (henkilökohtainen tiedonanto, Jari Vesterinen, 2023).

2.1 Pelkistävä poltto

Pelkistävä poltto eli reduktiopoltto on polttoaineella palava poltto. Polttoaineena voi käyttää esimerkiksi puuta tai kaasua. Normaalisti, kun polttoaine reagoi hapen kanssa muodostuu liekki. Pelkistävässä poltossa hapen määrää vähennetään sulkemalla sekä tulevaa että lähtevää ilmaa ja näin uuniin syntyy häkää (Lou, 1998, s.28). Happea vähentäessä liekki suurenee ja kaasut imevät palamista varten happea lasitteista ja savimassoista (The Pottery Wheel, 2022).

Pelkistys suoritetaan pelkistävässä poltossa kaksi kertaa. Massapelkistys tapahtuu 900–1000 °C asteen välillä, jolloin massa on vielä huokoista ja polttoaineet voivat vielä imeä happea savesta. Jos pelkistys suoritetaan liian myöhään eli yli 1000°C asteen on vaarana, että esine on liian sintraantunut ja massa on liian tiivis, eikä polttoaine saa happea esineistä. Jos pelkistys aloitetaan liian aikaisin, vaarana on, että hiili jää jumiin esineeseen (henkilökohtainen tiedonanto, Jari Vesterinen, 2023). Massapelkistys on erityisen tärkeä, koska ilman sitä lasitteen pelkistyminen ei välttämättä näy (henkilökohtainen tiedonanto, Jari Vesterinen, 2023). Lasituspelkistys tapahtuu polton lopulla ja jatkuu loppuun saakka.

Pelkistuksen vaaroja on muun muassa esineen kestävyuden heikentyminen. Tämä voi tapahtua, jos massapelkistys on liian kova ja massa jää hiiltä jumiin. Lasituspelkistyksessä vaarana on, lasitteen metallisoituminen silloin, jos lasitteessa on paljon metallioksideja (henkilökohtainen tiedonanto, Jari Vesterinen, 2023).

2.2 Hapettava poltto

Hapettavassa poltossa eli oksidoivassa poltossa uunissa on ylimääräistä happea, joka estää liekin syttymisen uuniin. Hapettavassa poltossa keraamiset materiaalit sitovat itseensä vapaita happiatomeja (Jylhä-Vuorio, 2020, s.177).

Sähköuunien polttoa kuvaillaan hieman hapettavaksi tai neutraaliksi. Täysin hapettava poltto voitaisiin saavuttaa sähköuunilla, jos uunin luukkuja tai ovea raotetaan (Jylhä-Vuorio, 2020, s.177). Lasitteiden näkökulmasta voidaan kuitenkin ajatella, että hapettavan ja neutraalin polton välillä ei ole suurta eroa. Hapettavaan polttoon tarkoitetut lasitteet eivät tarvitse ylimääräistä happea, mutta jotta lasitteiden väriaineet ja metallioksidit eivät pelkisty on polttoatmosfäärin oltava pelkistämätön (Lou, 1998, s.32).

Hapettavassa poltossa efektit ovat hillittyjä verraten pelkistävään polttoon. Visuaaliset tekstuurit ja rikkaat sävyt jäävät usein saavuttamatta hapettavassa poltossa (Zakin, 1981, s. 18).

2.3 Keilat

Polttojen lämpötilojen mittaamisen apuna käytetään pyrometriä keiloja. Keiloja sijoitetaan eri osiin uunia yleensä kolmen kappaleen sarjoissa, jolloin ensimmäisestä keilasta voidaan nähdä huippulämmön lähestyminen, keskimmäisestä keilasta nähdään huippulämmön saavuttaminen ja kolmas keila näyttää mahdollisen ylipolton (Jylhä-Vuorio, 2020, s.179). Keilan taipumislämpötila on määritelty sen mukaan, millaista vauhtia lämpötila nousee polton viimeisen 100°C asteen aikana (Liite 1). Tavallisesti ohjearvo on 150°C tunnissa. Keilojen lämpötila ero on n. 25 °C astetta.

Opinnäytetyön poltoissa käytettiin Ortonin pyrometrisiä keiloja. Sähkö- sekä kaasu- uuneissa käytin keilaa numero yhdeksän, jonka huippulämpötila on 1280°C sekä keilaa numero kymmenen, jonka huippulämpö on 1305°C (Liite 1). Keilat sijoitettiin molemmissa poltoissa uunin alimmalle, keskimmaiselle sekä ylimmälle hyllylle. Kuvassa kolme näkyvät molempien polttojen keskimmäisten hyllyjen keilat. Puu-uuniin oli sijoitettu yhteensä seitsemän sarjaa keiloja. Uunin etuosassa ja takaosassa olivat keilat 8–13 ja uunin keskellä olivat keilat 8–12 (Kuva 4).

Kuva 3. Ortonin keilat keskihylly; kaasupoltto vasemmalla, sähköpoltto oikealla.



Kuva 4. Keilat puu-uunin salakammiossa, eli uunin takaosassa.



Keilojen avulla pystytään määrittämään, saavuttiko kyseinen poltto halutun lämpötilan. Sijoittamalla keiloja uunin eri kerroksiin tai osiin voidaan määritellä polton tasaisuus. Keilat auttavat myös pelkistävässä poltoissa tulosten toistamiseen.

3 Materiaalit

Valitsin opinnäytetyöhön materiaalit korkeaan polttoon sopivien materiaalien ohjeistuksen mukaisesti. Jari Vesterinen Lasi- ja Keramiikkakeskus Kuulta antoi puupolttoon sopivien materiaalien listan, sekä avusti valitsemaan toisistaan eroavat materiaalit.

3.1 Savet ja esineiden valmistus

Käytin kolmea savea. Tilasin kaikki savet Kerasil Oy:ltä. Valintaperusteeni saville olivat, että ne kestäisivät poltot sekä puu- että kaasu-uunien korkeissa lämpötiloissa ja eroaisivat polton jälkeen toisistaan ulkonäöllisesti mahdollisimman paljon.

Savet olivat seuraavat:

- RH05 Hurme. Kivitavara- ja rakusavi 0–0,5 mm 35 % samottia. Poltto 1000–1300 °C.
- PF500 Peter Meanley. Kivitavarasavi. Poltto 1180–1300 °C.
 - Kerasil Oy:n nettisivuilla mainittu erikseen erinomainen sopivuus puupolttoihin.
- P1114 Original Craft Crank. Kivitavarasavi. Poltto 1170–1300 °C.

Liitteessä kaksi on Craft Crank ja Peter Meanley savien kemialliset analyysit, Hurme savien kemiallista analyysiä ei ollut saatavilla.

Päätin valmistaa esineet dreijaamalla, koska dreijaus on itselleni luontainen tekniikka valmistaa keskenään symmetrisiä esineitä. Koska esineitä tuli yhteensä 33, dreijaamalla sain valmistettua esineet nopeasti sarjatuotantona. Alkuperäisenä tarkoituksena oli dreijata jokaisesta savesta aamupalakulhoja, näin muodossa näkisi selkeästi lasitettua sekä lasittamatonta pintaa. Muutin kuitenkin kokoja ja muotoja niin, että lopputuloksena olisi mahdollisesti itselleni hyödyllinen kokonaisuus astioita, mutta silti lasitetun ja

lasittamattoman pinnan eron huomaisi. Craft Crank oli vaikeasti dreijattavissa suuren samottimäärän vuoksi, mikä vaikutti dreijattavan esineen kokoon.

Valmistin kulhoja seuraavasti:

- sähköuuniin 6 kappaletta aamupalakulhoja ja 6 kappaletta pieniä tarjoilukippoja
- kaasu-uuniin 6 kappaletta laakeita pastalautasia ja 6 kappaletta pieniä tarjoilukippoja
- puu-uuniin 6 kappaletta aamupalakulhoja ja 3 kappaletta pieniä tarjoilukippoja

3.2 Lasitteet

Opinnäytetyössä käytin neljää lasitetta. Lasitteet ovat:

- Carbon Trap Malcom's Shino

Shino on pelkistävän polton lasite (Liite 3). Shino-lasitteiden väriskaala on laaja ja voi vaihdella valkoisesta mustaan, ruskean, kullan ja punaisten sävyjen kautta. Carbon Trap-lasitteissa hiili luo esineen pinnalle mustia ja harmaita efektejä. Lasitteessa oleva kidevedetön sooda sulaa hiilen päälle ja lukitsee hiilen sisäänsä. (Britt, 2004, s.79, s.82)

- Jun 6, koivutuhka

Jun, kutsutaan myös Chun-lasiteeksi, on pelkistävän polton lasite (Liite 3). Lasite on vaalea, sinisen sävyistä harmaaseen taittava (Hopper, n.d.). Tämän työn Jun-lasitteeseen lisättiin koivutuhkaa, tuhkan jälki vaihtelee puulajista sekä siitä, milloin ja missä puu on kasvanut (Rhodes, 1973, s.290).

- Tenmoku C439

Tenmoku on myös pelkistävän polton lasite (Liite 4). Tenmoku-lasitteet ovat väriltään tummanruskeita tai mustia, jotka ohuilta kohdilta taittavat ruskean tai ruosteen väriin. Lasitteen paksuus vaikuttaa väriin, mitä paksumpi sitä tummempi väri. (Britt, 2004, s.70–71)

- C-Matta

C-Mattalasite on hapettavaan polttoon tarkoitettu lasite (Liite 4). Lasite on nimensä mukaisesti matta, ja väri on valkoinen. Lasite tuottaa sähköuunissa tasaisen peittävän pinnan.

Kaikki lasitteet poltettiin puu-, kaasu- ja sähköpoltoissa, mutta kaasu- ja sähköpoltoon otin mukaan myös C-mattalasitteen. Tällä halusin selvittää hapettavaan polttoon tarkoitetun lasitteen muuntumisen pelkistyspoltossa. Lasitetta ei kuitenkaan ehditty testaamaan puupoltossa, koska puupoltto oli paljon aiemmin muita polttoja, ja nopeassa aikataulussa en vielä ajatellut ylimääräisen lasitteen ottamista mukaan puupolttoon. C-mattalasitteen eroa voi kuitenkin analysoida kaasu- sekä sähköpolton välillä. Pelkistävän polton lasitteet valitsin Lasi- ja Keramiikkakeskus Kuun valmiiden lasitteiden mukaan ajatuksella, että lasitteet eroavaisivat toisistaan mahdollisimman paljon.

Lasitin esineet sisäpuolelta ja hieman ulkopuolelta, jotta ulkopuolella näkyy saven oma väri ja reagointi hapettavassa sekä pelkistävässä poltossa (Kuva 5).

Kuva 5. Lasitetut esineet puupolttoon menossa



Puupoltossa käyneet esineet lasitin Lasi- ja Keramiikkakeskus Kuun valmistamilla lasitteilla. Kaasu- ja sähköpoltoon valmistin lasitteet itse Hämeen Ammattikorkeakoulun tiloissa. Jun6-lasitteeseen tarvittava koivutuhka kerättiin yksityishenkilöiltä. Tuhka pestiin kolmen päivän

ajan vaihtamalla kerran päivässä likainen vesi puhtaaseen. Materiaalipuutteen takia kaasu- sekä sähköuunin valmistetuissa lasitteissa korvattiin Hyplas 71 -pallosavi Hyplas 64 -pallosavella. Pallosavien teknisiä analyysyjä (Liite 4) tarkastelemalla ei pallosavissa ole suuria eroja keskenään, joten tämä todennäköisesti ei vaikuta lasitteisiin.

Esineet lasitettiin puupolttoon neljä päivää ennen polttoa. Kaasu- sekä sähköpolttoihin esineet lasitettiin kaksi päivää ennen polttoa. Näin lasite ja massa saivat kuivua ennen polttojen käynnistämistä.

Taulukossa yksi näkyy savien ja lasitteiden poltot.

	Craft Crank	PF500	RH05
Tenmoku			
Shino			
Jun6			
C-Matta			
	Puupoltto Kaasupoltto Sähköpoltto	Puupoltto Kaasupoltto Sähköpoltto	Puupoltto Kaasupoltto Sähköpoltto

* C-matta lasitteella lasitetut esineet kävivät vaan kaasu- ja sähköpoltossa

4 Poltot

Kaikki esineet raakapoltettiin ennen lasituspoltoja. Raakapoltto on keraaminen poltto, johon ladotaan valmiit, kuivuneet ja lasittamattomat esineet. Raakapolton huippulämpötila riippuu käytetystä savesta, mutta lämpötila ei saa nousta niin korkealle, että esine sintraantuisi eli tiivistyisi liikaa. Tavoitteena on, että tuote sintraantuisi, mutta ei niin paljon, että tuotteen vedenimukyky heikkenee (Jylhä-Vuorio, 2020 s.196). Vedenimukykyä tarvitaan,

jotta lasitusvaiheessa lasite tarttuu esineeseen. Raakapoltto myös estää esineiden rikkoutumista myöhemmissä työskentelyvaiheissa.

Raakapoltot poltettiin Hämeen Ammattikorkeakoulun Kerako-sähköuunissa seuraavalla ohjelmalla:

- 100°C/h → 600°C
- 150°C/h → 960°C
- Jäähtyminen vapaasti

Esineet lasituspolrettiin puu-, kaasu- sekä sähköuuneissa. Lasituspoltossa tarkoitus on saada esineeseen lasitepinta. Lasituspolton huippulämpö yltää korkeammalle, kuin raakapoltto ja näin esine myös sintraantuu tiiviimmäksi. Lasituspoltojen huippulämpötila riippuu sekä lasitteesta, että massasta.

4.1 Puupoltto

Puupoltto tapahtui syyskuussa 2022 Lasi- ja Keramiikkakeskus Kuun Anagma-uunissa Mallusjoella. Anagma on keramiikan polttoon tarkoitettu japanilainen puu-uunityyppi. Lasi- ja Keramiikkakeskus Kuun Anagma valmistui vuonna 2016 uunimestari Andres Alikin johdolla. Lasi- ja Keramiikkakeskus Kuun Anagma-uuni on 7 metriä pitkä, se poltetaan noin 3 kertaa vuodessa ja yksi poltto vaatii 10 kuutiota poltettavaa puuta. (henkilökohtainen tiedonanto Jari Vesterinen, 2023).

Puupoltto vaatii kolmen viikonlopun osallistumisen. Ensimmäisenä viikonloppuna esineet lasitettiin. Toisena viikonloppuna tapahtui itse puu-uunin polttaminen, joka kesti neljä päivää. Kolmantena viikonloppuna uunissa olleet esineet purettiin Lasi- ja Keramiikkakeskuksen pihalle hyllyjärjestyksen mukaan, jotta pystyttiin tarkastelemaan ja vertailemaan polton tuloksia.

Opinnäytetyön esineet lasitettiin Lasi- ja Keramiikkakeskus Kuun valmiilla lasitteilla. Lasitettuihin esineisiin kiinnitettiin wadding pallot Eri Keeper -yleisliimalla. Wadding estää esineen tarttumisen uunilevyihin sekä päästää liekin kulkemaan esineen alta, jotta myös

pohja saa liekin kosketuksen. Lasitetut esineet wadding pallojen kanssa vietiin uunin luo odottamaa ladontaa. Jari Vesterinen latoi uunin seuraavalla viikolla ja muurasi uunin oviaukon kiinni.

Uunin latominen vaatii uunin tuntemisen, sekä liekin kulun ennustamisen (henkilökohtainen tiedonanto Jari Vesterinen, 2023). Liekki pyrkii löytämään suorimman reitin piipulle, joten esineiden asettelu tasaisesti uuniin varmistaa sen, että kaikki esineet pääsevät kosketuksiin liekin kanssa. Esineen sijoitus uunissa vaikuttaa esineen lopputulokseen. Esineet, jotka sijoitetaan heti tulisijan taakse tai sivuluukkujen kohdille alahyllyille saavat eniten tuhkaa. Uunin takaosassa ja erityisesti salakammiossa on vanhaa suolaa edellisistä poltoista, mikä luo omia efektejään esineisiin. Tämän opinnäytetyön esineet sijoitettiin tulisijan eteen vasempaan reunaan kolmannelle hyllylle alhaalta laskettuna (kuva 6).

Kuva 6. Puupolton ladonta polton jälkeen



Puu-uunissa käytetään eri vaiheissa eri puulaatuja. Havupuut nostavat nopeasti lämpötilaa, ja kova puu kuten koivu luo kekälettä, josta saadaan pöyhittävää tuhkaa uuniin

(henkilökohtainen tiedonanto Jari Vesterinen, 2023). Uunia polttaessa jaettiin polttovuorot ja joka vuorossa oli kokenut polttaja paikalla, joka osasi tulkita polton etenemistä ja määrätä milloin ja mitä puuta lisätään uuniin. Itse olin paikalla poltossa perjantaina iltapäivästä iltaan, lauantaina aamukuudesta iltakuuteen, sunnuntaina aamuneljästä kolmeen iltapäivällä. Pidin vuorojen sisällä taukoja. Päivävuoroissa, joko vaihdettiin uunia tai pilkottiin ja kannettiin puita.

4.1.1 Puupolton kulku

Puu-uunin polttaminen aloitettiin torstaina 22.9.2022 esilämmittämällä uuni 900°C asteeseen, jonka jälkeen lämpötilan annettiin tasaantua yön yli. Esilämmityksellä kosteus haihtuu uunista sekä esineistä. Uunin lämmittäminen aloitettiin uudelleen perjantaina klo 09.00, kun ulkolämpötila oli +5°C astetta ja uuninlämpötila oli 99°C astetta. Tästä eteenpäin täytettiin uunin polttopäiväkirjaa (Liite 5). Puu-uunin lämmitys aloitetaan alemmista luukuista (kuva 7). Lämpötilaa nostetaan hitaalla tahdilla ylöspäin. Viiden tunnin jälkeen siirryttiin lisäämään puuta myös ylemmistä luukuista ja yhdeksän tuntia polton aloituksesta puita lisätään pääovesta. Uunin pääovea peitti katosta vaijerin varassa roikkuva oviluukku.

Kuva 7. Anagman pääovi ja alemmat etuluukut. Puun syöttäminen pääovesta.



Massapelkistys suoritettiin, kun lämpötila oli 1015°C astetta ja pääovesta katsomalla huomattiin massakeilojen olevan nurin. Pelkistys suoritettiin lisäämällä pääovesta puita, sulkemalla uunin etuosan luukut ja piipun pellit, sekä avaamalla piipun luukut. Puita lisättiin pelkistyksen aikana vain muutaman kerran isompia määriä, jotta luukkua pidetään mahdollisimman paljon kiinni. Massapelkistys kesti 40 minuuttia.

Lasituspelkistys jatkui massapelkistyksen jälkeen. Etuovesta jatkettiin puiden lisäämistä, etuluukut ja pellit pidettiin kiinni ja 26 tuntia polton aloituksesta alettiin lisäämään puita myös uunin sivussa olevista luukuista, tätä kutsutaan nimellä ”sidestocking”. Stockaus-luukkuja on uunissa kaksi molemmilla sivuilla ja aluksi aloitettiin vain etummaisista. Sidestockaus aloitettiin, kun stockaus-luukusta katsottuna uunin keskellä olevat massakeilat olivat nurin ja uunin lämpötila edessä oli 1100°C astetta. Stockaus tasaa lämpötilaa uunin etu- ja takaosan kesken. Lasituspelkistystä voi tulkita päiväkirjasta (Liite 5) lämpötilaa seuraamalla. Kun lämpötila laskee, niin on pelkistys ollut silloin kovempi (henkilökohtainen

tiedonanto Jari Vesterinen, 2023). Pelkistyksessä uunin katolla näkyivät liekit ja suljetuista sivuluukuista nousee savua.

Pöyhintä, jolla luodaan tuhkalasitetta esineisiin, aloitettiin kun uunin lämpötila oli 1200°C astetta ja pääovesta katsomalla keila numero 10 alkoi hieman kaartumaan. Pöyhintä aloitetaan tässä vaiheessa, koska silloin on pöyhittävää hiillosta ja tuhka on tahmeaa ja tarttuu lasitteeseen (henkilökohtainen tiedonanto, Jari Vesterinen, 2023). Pöyhintä tapahtuu metallisella työvälineellä. Työväline upotetaan etuovesta kekäleiden pohjalle ja kekälettä pöyhittää tai heitetään ilmaan, jotta tuhka lähtisi lentämään esineiden päälle. Pöyhintä pitää osata myös lopettaa ajoissa, jotta lentänyt tuhka ehtii poltossa sulamaan esineen pintaan.

Polton loppuvaiheessa puiden syöttämistä uunin seurattiin piipun savun ja piipun luukun perusteella. Kun uunin piipusta tulee savua, ei uuniin lisätty puu pala. Savun kirkastuttua puu palaa kunnolla ja puuta lisätään uuniin etuovesta tai stockaus-luukuista, jotta lämpötila ei tipu. Jos savun kirkastumisen jälkeen odotetaan liian pitkään, alkaa lämpötila tippumaan (henkilökohtainen tiedonanto, Jari Vesterinen, 2023). Lämpötilaa on huomattavasti vaikeampi nostaa, kun liikutaan korkeissa lämpötiloissa. Puiden lisäämistä seurattiin myös piipun luukusta uunin perältä. Luukusta näkee uunin sisälle, uunin perällä olevaan salakammioon asti. Kun salakammion esineet näkyivät, tarkoitti se samaa asiaa, kuin piipun savun kirkastuminen. Kun esineitä ei näe, vaan uunin sisäosa näyttää sumealta tarkoittaa se samaa kuin se, että piipusta tulisi savua (henkilökohtainen tiedonanto, Jari Vesterinen, 2023). Poltto kävi korkeimmillaan 1300°C asteessa.

Poltto lopetettiin sunnuntai-iltana klo 18.30. Päiväkirjassa lukee ”aloitetaan loppureduktio”. Tämä tarkoittaa, että poltto lopetettiin ja klo 21.00 mennessä uuni tilkittiin kiinni ja kaikki luukut laitettiin kiinni. Uuni jäähdyi rauhassa seuraavan viikon ja uuni purettiin lauantaina 1.10.2022 aamulla klo 09.30 uunin ollessa 32°C astetta.

4.2 Kaasupoltto

Kaasu-uunin poltto järjestettiin Hämeen Ammattikorkeakoulun tiloissa helmikuussa 2023.

Lasitetut esineet ladottiin uuniin edeltävänä päivänä, jotta poltto voidaan aloittaa seuraavana aamuna. Hämeen Ammattikorkeakoulun kaasu-uunin lämpötila nousee todella nopeasti, joten tästä syystä esineet on lasitettava viimeistään polttoon edeltävänä iltana. Jos uunissa on vasta lasitettuja esineitä, ne saattaisivat räjähtää esineissä olevan kosteuden vuoksi (Henkilökohtainen tiedonanto, Jari Vesterinen, 2022).

Kuva 8. Kaasupolton käynnistys



Opinnäytetyön työt ladottiin uunin toiselle ja kolmannelle uunilevyille oikeaan reunaan, josta liekki tulee. Esineet haluttiin latoa liekin kohdalle, koska puupoltossa olleet esineet olivat myös olleet suoraan liekin edessä. Tällä halusin kopioida mahdollisimman pitkälle esineiden sijoittamista samankaltaisesti polttojen kesken. Tämän opinnäytetyön työt näkyvät kuvassa kahdeksan alhaalta laskettuna hyllyillä kaksi ja kolme.

4.2.1 Kaasupolton kulku

Kaasu-uunin poltto-ohjelma ja uunin asetukset on määritelty aiemmilla poltoilla, joten syötin samat asetukset, sekä ohjelman myös tähän polttoon. Polton aikana täytettiin

uunipäiväkirjaa ja polttokäyrrää, jolla seurattiin polton kehittymistä (Liite 6). Poltto aloitettiin kahdeksalta aamulla ja uuni sammutettiin puoli neljältä illalla. Poltto kesti 6 tuntia 50 minuuttia.

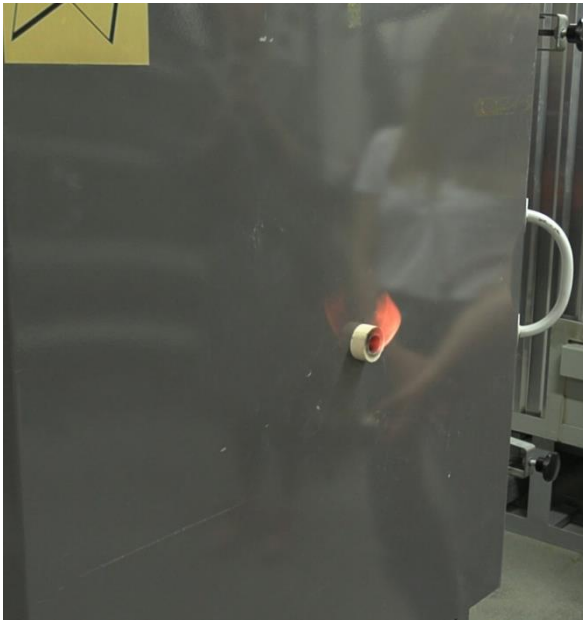
Uunissa on käytetty aiemmilla kerroilla kahta lämpötilamittaria, sekä uunin omaa että Fluke-lämpömittaria. Uunin oma mittari sijaitsee uunin yläosassa ja Fluke on uunin keskiosassa, muutaman uunilevykerroksen alempana. Tällä kertaa Fluke-lämpömittari ei toiminut, joten jouduimme luottamaan uunin omaan lämpömittariin. Koska uunin oma lämpömittari sijaitsee suoraan liekin kohdalla, voi sen antama lämpötila vääristää uunin todellisen lämpötilan. Koska ladonta oli samankaltainen, kuin kaasupoltossa vuotta aikaisemmin, päätin seurata kyseisen polton päiväkirjaa ohjenuorana tälle poltolle.

Uunin lämpötila nousi reipasta vauhtia kohti massapelkistysvaihetta. Massapelkistys suoritettiin, kun uunin lämpötilamittari oli 937 °C ja polttoa oli kulunut 2 tuntia 50 minuuttia. Pelkistyksessä säädettiin uuniin tulevaa ilmaa pienemmäksi ja menevällä ilmalla säädettiin pelkistyksen tehokkuutta. Pelkistyksen tehokkuutta voi seurata uunin oven näkyvästä kurkistusaukosta. Kurkistusaukosta halutaan nähdä savua, mutta liian iso määrä savua tarkoittaa, että pelkistys on liian tehokas. Kurkistusaukosta tulevaa savua pystytään säätämään uunin takana olevilla tiilillä, eli säädetään lähtevää ilmaa. Jos lämpötila alkoi laskemaan, nostettiin tulevaa ilmaa suuremmaksi ja tarkistettiin savun määrä aukosta. Tämä vaihe vaatii kokemusta ja uunin tuntemista. Massapelkistys kesti 15 minuuttia. Pelkistyksen jälkeen sekä uunin tuleva ilma että lähtevä ilma säädettiin isommiksi ja lämpötilan annettiin nousta rauhassa kohti lasituspelkistystä.

Lasituspelkistyksen kesto voi olla 0,5–1,5 h välillä, mutta pelkistyksen lopullisen keston määrittää keila. Pelkistys lopetetaan kuitenkin viimeistään 1,5 tunnin jälkeen (henkilökohtainen tiedonanto, Jari Vesterinen, 2022). Pelkistys suoritettiin, kun uunin lämpötila oli 1240°C ja uunin ovesa olevasta kurkistusaukosta näkyi, että keila 9 oli kaatunut, mutta keila 10 oli vielä pystyssä. Poltto oli tässä vaiheessa kestänyt 6 tuntia ja 10 minuuttia. Pelkistämisen tavoitteena oli saada lämpötila pysymään korkealla, jotta keila 10 kaatuisi samalla, kun palamiseen tarvittavaa happea rajoitetaan uunin sisällä. Tuleva ja lähtevä ilma laskettiin pelkistyksessä pienemmälle. Uunin oven kurkistusaukosta pitäisi

näkyä lasituspelkistyksessä pieni liekki (Kuva 9). Jos lämpötila lähtee laskemaan pelkistyksen aikana, säädetään tulevaa ilmaa kovemmalle ja uunin takana olevilla tiilillä säädettiin vetoa piippuun, jolla saadaan kurkistusaukon liekki sopivaksi.

Kuva 9. Kaasu-uuni kurkistusaukon liekki lasituspelkistyksen aikana



Keila 10 näkyi pelkistyksen aloituksen jälkeen huonosti kurkistusaukosta, mutta näytti kaatuneen jo 40 minuutin pelkistyksen jälkeen. Tavoitteenani oli pelkistää polttoa 1–1,5 tuntia, joten piti päättää, jatketaanko pelkistystä pidemmälle. Polton jatkamisen vaarana oli polton lämpötilan nouseminen liian korkealle ja esineiden sulaminen, mutta jos poltto keskeytetään liian aikaisin, voi esineiden pelkistys olla liian vähäinen, mikä vaikuttaa esineiden lopputuloksiin. Päätin keskeyttää polton 40 minuutin pelkistyksen kohdalla. Keiloja tulkitsemalla lämpötila kävi korkeimmillaan 1270–1280°C asteessa. Uuni sai jäähtyä seuraavaan päivään ennen avaamista.

4.3 Sähköpoltto

Sähköuuneissa ei käytetä erikseen palavaa polttoainetta, vaan kuumentuminen tapahtuu sähkövastusten kautta. Sähkövastusten vastusmateriaalit purkavat energiaa lämpösäteilynä ympärilleen (Jylhä-Vuorio, 2020, s.177), joka lämmittää uunin. Toisin kuin kaasu- tai

puupoltoissa sähköuunissa on helpompi toistaa polttoprosessia ja polttotuloksia, koska poltto on täysin automatisoitu prosessi. Sähköuunin haittapuolena voi kuitenkin pitää sen yllätyksetöntä lopputulosta ja jännittävyyden puutetta (Mattison, 2004, s.190).

Sähköpoltto tehtiin Hämeen Ammattikorkeakoulun tiloissa helmikuussa 2023. Ladoin lasitetut esineet Kerako-sähköuunin keskimmäisille uunilevyille. Asetin uunilevyille myös keilat 9 ja 10, jotta näen, tavoittiko uuni halutun lämpötilan.

Poltto-ohjelma sähköuunille oli seuraava:

- 125°C/h → 600°C
- 150°C/h → 1280°C
- 15 minuutin haudutus 1280°C asteessa
- Jäähdyminen vapaasti

Koska sähköuunissa polttoatmosfääri on hapettava, pelkistystä ei suoriteta. Uuni saa mennä ohjelman mukaan huippulämpöön ja suorittaa polton loppuun. Poltto on siis täysin automatisoitu. Uuni avattiin seuraavana päivänä.

5 Polttojen tulokset

Kaikkien massojen sekä lasitteiden välillä oli eroja poltosta riippuen. Seuraavissa kappaleissa analysoin massojen ja lasitteiden eroja polttojen välillä. Vertailen mitä eroja esineiden ulkonäöissä on riippuen esineen polttotekniikasta, kun käytössä on samat savet ja lasitteet. Vertailen kappaleessa 5.1 massojen eroja poltosta riippuen. Kappaleessa 5.2 tarkastelen lasitteiden eroja poltosta riippuen. Analysoin esineiden ulkonäöissä niiden väriä, efektejä ja tekstuuria. Vertailun apuna käytin matriisitaulukkoja. Taulukot löytyvät tekstistä ja liitteistä 10–20.

Analysoinnissa puhutaan ”hunnusta”. Tällä tarkoitetaan massan ja lasitteen väliin tulevaa efektiä. Tämä efekti syntyy, kun materiaalien sisältämä suola kulkeutuu veden mukana esineen pintaan ja veden haihtuessa suola jää esineen pinnalle. Tämä reaktio voi tapahtua esineen kuivuessa tai poltossa. (Hansen, n.d.) Opinnäytetyön töissä reaktio tuli näkyviin polttojen jälkeen.

5.1 Savimassojen analysointi

Tässä kappaleessa analysoin tuloksia massan näkökulmasta. Tarkastelen massan väriä ja tekstuuria ja eri poltoissa massaan syntyneitä efektejä.

Craft Crank -massa (Kuva 10, Taulukko 2) on todella karkea. Massa myös imee itseensä paljon lasitetta ja pinta lasitteenkin kanssa jää karkeaksi. Massan väri on ruskea.

Sähköpoltossa väri jää vaaleaksi kellertävän ruskeaksi, kun taas kaasu- ja puupoltossa väri on enemmän lämmin oranssin ruskea. Puupoltossa olleissa esineissä väri on vaaleampi kohdista, joihin oli liimattu wadding-pallot. Puupoltossa olleisiin esineisiin on massa jäännyt liekistä tummemmat melkein mustat jäljet. Puupoltossa massassa on myös uunissa pöyhittyä tuhkaa, joka on lasittunut esineen pinnalle. Tuhkalasite on jättänyt muuten mattaan massaan kiiltävät tummanruskeat jäljet. Puu- ja kaasupoltossa olleissa, eli pelkistyspoltetuissa esineissä näkyi pieniä mustia pieniä pisteitä. Nämä ovat syntyneet massapelkistyksessä, massan sisältämästä raudasta.

Kuva 10. Craft Crank -massa. Vasemmalla sähköpoltto, keskellä kaasupoltto ja oikealla puupoltto



Taulukko 2. Craft Crank -massan analysointi

Massa ja poltto	CRAFT CRANK SÄHKÖPOLTTO	CRAFT CRANK KAASUPOLTTO	CRAFT CRANK PUUPOLTTO
Väri	Vaalea kellertävän ruskea	Lämmin oranssin ruskea	- Lämmin oranssin ruskea - Vaaleampi väri wadding kohdissa
Efektit	Jun6 ja Shino-lasitteiden kanssa punainen ”huntu” massa	Pieniä mustia pisteitä	- Liekki luonut tummat kohdat - Tummat ruskeat kiiltävät kohdat tuhkalasitetta - Pieniä mustia pisteitä
Tekstuuri	Todella karkea	Todella karkea	Todella karkea

Peter Meanley PF500 -massa (Kuva 11, Taulukko 3) on vaalea kivitavaramassa. Massan väri vaihtelee lämpimän vaaleasta ruskeanharmaaseen polttojen välillä. Sähköpoltossa massan väri on lämpimän vaalea ja tekstuuuri sileä. Shino-lasitteen kanssa massa on syntynyt iso oranssi ”huntu”.

Kaasu- ja puupoltoissa olleet Peter Meanley -massat ovat pohjasta ja waddingien kohdilta harmaita. Kaasupolton massa muuten paitsi uunilevyä vasten ollut pohja on lämpimän ruskea, hieman oranssiin taittava. Sekä kaasupoltossa, että puupoltossa pelkistyspoltoissa massassa oleva rauta puskee massan läpi ja näkyy pieninä pisteinä.

Peter Meanley puupoltetut esineet ovat tuhkalasittuneet lämpimän ruskeiksi. Puu-uunissa kulkenut liekki on jättänyt jälkensä massa oranssina. Yksi Peter Meanley -massan puupoltossa olleista esineistä on liuskeenharmaa toiselta puolelta (Kuva 11 oikealla, keskiriivi), joka on ollut suoraan tulipesää vasten. Tämän arvioin johtuvan joko suuresta tuhkan määrästä massan pinnalla tai mahdollisesta ylipoltosta, koska poltto kävi 1320°C

asteessa. Muut samassa poltossa olleet Peter Meanley -massan esineet olivat kauempana tulipesästä (Kuva 11, oikealla, ylin ja alin rivi) ja näiden esineiden massojen värit ovat enemmän ruskeita ja kellertäviä.

Kuva 11. PF500 Peter Meanley-massa. Vasemmalla sähkö-, keskellä kaasu- ja oikealla puupoltto



Taulukko 3. PF500 Peter Meanley -massan analysointi

Massa ja poltto	PETER MEANLEY SÄHKÖPOLTTO	PETER MEANLEY KAASUPOLTTO	PETER MEANLEY PUUPOLTTO
Väri	Vaalea, lämmin	- Pohja harmaa, lämpimämpi kuin puupoltto - Reduktiossa lämmin ruskea, oranssiin taivuttava	- Wadding kohdissa harmaa - Reduktiosta lämmin punertava väri - Liekistä oranssi/kellertävä jälki
Efektit	Massassa iso oranssi "huntu" Shino-lasitteen kanssa	- Massassa paljon pisteitä - Syvä punainen väri "huntu" Shino-lasitteen kanssa	- Massassa pieniä ruskeita pisteitä - Tuhkalasite kiiltävää ruskea
Tekstuuri	Sileä	Sileä	- Sileä - Tenmoku (keskellä) massa harmahtava

Hurme RH05 -massa (Kuva 12, Taulukko 3) on vaalea kivitavaramassa. Massan väri vaihtuu polttotavasta riippuen melkein valkoisesta vaaleaan harmaaseen. Sähköpoltossa massa on melkein valkoinen ja sileä. Kaasupoltossa uunilevyä vasten ollut pohja on harmaa. Muuten massa on pelkistyksessä lämpimän ruskea, joka taivuttaa oranssiin.

Puupoltossa Hurme -massa on vaaleampi ja hieman kylmempi, kuin kaasupoltossa. Liekki on jättänyt vahvan kirkkaan oranssin jäljen saveen. Tenmoku ja Jun6-lasitteilla lasitetut puupolton esineiden massat (Kuva 12, oikealla, keskirivi ja alarivi) ovat liuskeenharmaita, kuten myös Peter Meanley -massassa (Kuva 11 oikealla, keskellä). Myös Hurme -massan esineet olivat suoraan tulipesän edessä, joten näissä on todennäköisesti suurempi määrä tuhkaa tai massa on poltettu hieman yli. Shino-lasitteella lasitettu Hurme -massa oli taas kauempana tulipesästä ja on vaaleamman värinen oranssilla liekin jäljellä. Myös Hurme -massan raudat nousevat pilkkuina esille. Peter Meanley ja Hurme savia verrattuna toisiinsa Hurme on kylmempi ja vaaleampi.

Kuva 12. RH05 Hurme -massa. Vasemmalla sähköpoltto, keskellä kaasupoltto ja oikealla puupoltto



Taulukko 4. Hurme RH05 -massan analysointi

Massa ja poltto	HURME SÄHKÖPOLTTO	HURME KAASUPOLTTO	HURME PUUPOLTTO
Väri	Todella vaalea, melkein valkoinen	- Pohja harmaa, lämpimämpi kuin puupoltto - Reduktiossa lämmin ruskea, oranssiin taittava	- Vaalea, harmahtava - Tenmoku ja Jun-lasitetut esineet, liuske harmaita
Efektit	Massassa "huntu" Shino-lasitteesta	Massassa pilkkuja	Liekistä vahva jälki
Tekstuuri	Sileä	Sileä	Lasittamaton pinta karkea

5.2 Lasitteiden analysointi

Seuraavissa kappaleissa analysoin tuloksia lasitteen näkökulmasta. Tarkastelen lasitteen kiiltoa ja käyttäytymistä eri massoilla ja poltoissa.

5.2.1 Carbon Trap Malcolm's Shino

Shino-lasite on pelkistyspoltoon tarkoitettu lasite. Lasitteen värit vaihtelevat helmenvalkoisesta, kullanuskeaan ja punaiseen (Kuva 13). Siellä missä lasitetta on paksummin, väri on vaaleampi, ja kun lasitetta on taas ohuemmin, taittaa väri oranssiin ja punaiseen. Carbon Trap -lasitteiden luonteeseen kuuluu hiilen loukkuun jääminen lasitteen tai massan sisälle. Tämä luo lasitteeseen mustia ja harmaita kuvioita (Hopper, 2014). Shino-lasitteiden luonteeseen kuuluu myös, että ne voivat helposti luoda esineisiin neulanreikiä tai lasitteen säröilyä (Hansen, n.d.).

Kuva 13. Kaikki Shino-lasitteella lasitetut esineet. Ylärivissä kaasupoltetut esineet, keskellä puupoltetut, alarivillä sähköpoltetut. Vasemmassa reunassa Craft Crank -massa, keskellä Peter Meanley, oikealla Hurme



Esineissä lasitteiden värit vaihtelevat juuri tasaisen helmeilevän valkoisesta vahvaan punaiseen. Sähköpoltetuissa esineissä lasite on kaikilla massoilla puhtaan valkoinen ja matta. Sähköpoltetuissa esineissä ei ole juuri suurta tekstuuria tai efektiä (Liite 10), mutta Hurme ja

Peter Meanley-massoissa on pientä kuoroutumaa ja neulanreikää. Näissä massoissa myös esineen ulkopuolen reunoilla, jossa lasitetta on enemmän, lasite säröilee hieman. Hurme ja Peter Meanley-massat Shino-lasitteella ovat tuloksiltaan todella lähellä toisiaan. Craft Crank -massassa sähköpoltossa väri on tasaisen valkoinen. Massan reunoilla lasitetta on ohuemmin ja massan väri pääsee läpi ja väri taittaa enemmän lämpimään beigeen. Lasite tuntuu si-leältä, eikä karkea massa ole imenyt itseensä niin paljon lasitetta, vaikka se tuntuu kuuluvan massan luonteeseen. Craft Crank -massassa Shino-lasite on myös tehnyt pientä neulanreikää esineen pintaan.

Puu- ja kaasupoltossa Shino-lasitteessa on enemmän vaihtelua. Liitteessä 11 ja 12 tarkemmat kuvat esineistä. Hurme ja Peter Meanley-massojen välillä Shino-lasitteessa ei ole kuitenkaan suuria eroja. Kaasupoltossa esineiden värit vaihtelevat valkoisesta punaiseen. Craft Crank -massassa väri on pääasiassa matta punainen. Pohjassa ja ulkoreunoilla, missä lasitetta on paksummin, väri on enemmän kerman värinen. Pelkistykseen vuoksi lasitteen läpi näkyy massasta pelkistynyt rauta pieninä pisteinä. Paksuissa lasitevalumissa lasite on säröillyt.

Kaasupoltetut Hurme ja Peter Meanley massoissa Shino-lasite (Liite 11) on kiiltävä valkoinen, jonka läpi massan pelkistynyt rauta näkyy pisteinä. Molempien esineiden sisäpuolella reunalla on oranssi raita. Raidat johtuvat luultavammin siitä, että lasitetta on ohuemmin. Esineet lasitettiin kaatamalla, joten reuna, jossa ei ole oranssia olisi se puoli, josta lasite kaadettiin pois. Lasitteen ja massan ”huntu” esineen ulkopuolella on syvä tumman punainen. Esineiden ulkopuolen yläreunassa (Kuva 16) on Shinolle ominainen Crabon Trap reaktio. Hiili on jäänyt loukkuun massaan tai lasitteeseen, ja lasite on sulanut hiilen päälle. Nämä ovat mielenkiintoisia yksityiskohtia esineiden pinnalla. Peter Meanley -massassa kaasupolton pelkistykseen reaktiot näkyvät vahvemmin, kuin Hurme -massassa.

Kuva 16. Carbon Trap- reaktio, Peter Meanley -massa, Shino -lasite.



Puupoltossa (Liite 12) olleiden esineiden värit ovat ruskeampia ja tuhkalasite erottuu selvästi. Craft Crank -massassa lasiteen väri on liukuvärimäinen, yläreunan punaisesta pohjan vaaleanruskeaan. Yläreunan punainen on todennäköisimmin liekin nuolaisema efekti, koska punainen on vastakkaisella puolella, kuin massa on jäänyt liekin jälki. Esineen pohjalla näkyy jälkiä tuhkasta, mutta ei vahvasti. Massa on karkeaa ja imenyt paljon lasitetta itseensä, joten siksi tuhkanakin efekti on todennäköisesti jäänyt pieneksi. Massapelkistyksestä tulleet raudan pisteet näkyvät lasitteen läpi.

Hurme ja Peter Meanley massoissa Shino on puupoltossa samantapaisia ulkonäöltään. Lasitteen väri on kullanruskea, jonka pohjassa on paljon puu-uunissa lentänyttä tuhkaa. Tuhkalasite näkyy tummana pienenä pisteenä. Kohdat, joissa ei ole tuhkalasitetta on puhtaamman valkoista ja säröilevää. Esineen ulkopuolella näkyy selkeästi enemmän tuhkalasitetta. Tuhkalasite on kiiltävää lämpimän ruskeaa ja yläreunassa näkyy jälleen Carbon Trap -efekti harmaina jälkinä.

Shino-lasite antoi paljon vaihteluja polttojen välillä. Tasaisen valkoisesta vahvoin efekteihin ja lämpimämpiin sävyihin. Kiiltävästä mattaan ja rosoisesta sileään. Hapettava eli sähköpoltto erosi tuloksista selkeimmin tasaisuudellaan ja efektien vähäisyydellä. Kaasu- ja puupoltoissa, eli pelkistyspoltoissa Shino-lasitteen ominaisuudet pääsivät esille, vaikkakin puupoltossa tuhkalasite vei huomiota Shinolta.

5.2.2 Jun6 koivutuhka

Jun6-lasite on pelkistyspolton lasite. Lasitteen värit vaihtelevat vaaleasta sinivihreästä harmaaseen ja paksuna kerroksena puhtaan valkoiseen. Koivutuhka luo esineen pinnalle kullanuskeita pisteitä (Kuva 18).

Sähköpoltetut esineet (Liite 13) ovat kaikki massasta riippumatta kirkkaita, jossa koivutuhka näkyy kullanuskeina pisteinä. Craft Crank -massa on lasitteen kanssa lämpimän ruskea ja sileä pintainen. Hurme ja Peter Meanley -massat ovat kirkkaita, mutta kun lasitetta on paksusti taittaa väri hieman helmeilevän siniseen. Jun6-lasite on Hurme ja Peter Meanley -massoilla säröillyt ja tuhkan pisteet ovat valuvampia ja epäsäännöllisempiä.

Kuva 18. Kaikki Jun6-lasitteella lasitetut esineet. Ylärivissä kaasupoltetut esineet, keskellä puupoltetut, alarivillä sähköpoltetut. Vasemmassa reunassa Craft Crank -massa, keskellä Peter Meanley, oikealla Hurme



Kaasupoltossa (Liite 14) Craft Crank -massalla Jun6-lasite vaihtelee lasitepaksuuden mukaan rusehtavasta sinivihreään. Peter Meanley ja Hurme -massoilla lasite on väriltään sinertäviä. Hurme hieman kylmemmän sävyinen ja tasavärinen, kun Peter Meanley -massalla lasitteessa on enemmän epätasaisuutta. Molemmissa esineissä myös ulkopuolella paksut lasitevalumat ovat valkoisia. Kaikissa esineissä näkyy lasitteen läpi paljon pieniä pisteitä ja myös hieman

isompia pisteitä. Pienet pisteet ovat pelkistyksessä massan läpi tullutta rautaa, isommat pisteet ovat lasitteen tuhkasta. Tuhkan pisteet ovat kullankeltaisia, kun pelkistetyn raudan pisteet ovat mustia. Hurme -massassa pisteistä on vähemmän, kuin Peter Meanley -massassa, mutta ne ovat terävämpiä ja tummempia. Craft Crank massassa on paljon pisteitä massan pelkistyksestä, mutta vain muutamia tuhkasta.

Puupoltetuissa esineissä (Liite 15) on paljon tuhkalasitetta. Craft Crank -massassa lasitteen väri on sinivihreä, mutta paksuissa lasitevalumissa lasite on sinisempi ja ohuena lasite on ruskea. Pohjassa näkyy paljon tuhkaa, joka näkyy tummina pisteinä. Hurme ja Peter Meanley ovat puupoltossakin samankaltaisia. Molemmat ovat väriltään vaaleansinisiä, hieman vihertäviä. Esineiden pohjilla on paljon kullankeltaista tuhkaa. Tuhka on kertynyt pohjalle ja hieman toiseen reunaan kulhon seinälle. Hurme -massassa tuhkalasite valuu selkeämmin, kuin Peter Meanley -massalla. Peter Meanley -massassa tuhkalasite on pilkullisempaa ja sulamattomasta tuhkasta on jäänyt pohjaan tekstuuria.

5.2.3 Tenmoku C439

Tenmoku-lasite on pelkistyspolton lasite. Värit vaihtelevat polttojen välillä mustan, punaisen ja keltaisen välillä. Lasitepaksuus vaikuttaa lasitteen väriin, mitä paksumpi lasite sitä tummempi väri (Kuva 22).

Sähköpoltetut esineet ovat kaikki tummia, massasta riippumatta (Liite 16). Craft Crank -massassa lasite on karkea tummanruskea, jossa ei ole juurikaan vaihtelua värin tasaisuudessa. Hurme ja Peter Meanley -massoissa lasitteessa on pientä vaihtelua värin tasaisuudessa. Esineiden pohjassa, jossa lasitetta on paksusti, väri on syvä musta. Reunoilla ja ulkopuolella, jossa lasitetta on ohuemmin lasitteen väri taittaa enemmän tummanruskeaan.

Kuva 22. Kaikki Tenmoku C439-lasitteella lasitetut esineet. Ylärivissä kaasupoltetut esineet, keskellä puupoltetut, alarivillä sähköpoltetut. Vasemmassa reunassa Craft Crank -massa, keskellä Peter Meanley, oikealla Hurme



Kaasupoltetut (Liite 17) esineet vaihtelevat ruskean sävyistä viininpunaiseen, mustilla efekteillä. Craft Crank -massassa lasiteen väri on tasainen, ilman suurempia efektejä. Väri taittaa viininpunaiseen, lasitevalumissa paksu lasite on väriltään musta.

Hurme ja Peter Meanley -massoissa lasiteen väri on viininpunainen mustilla efekteillä. Mustat jäljet ovat Hurme -massassa pilkkuina esineen sisäalareunalla ja nousevat yläreunaan vain yhdessä kohdassa esinettä. Tämä johtuu todennäköisimmin lasitepaksuudesta, ja mustan efektin asettautuminen näin johtuu siitä, että esine lasitettiin kaatamalla lasitetta esineen sisään ja ylimääräinen lasite kaadettiin pois yhdestä reunasta. Peter Meanley -massassa musta jälki on pienempi yksi selkeä lasitevaluma. Ulkoreunalta, jossa lasitetta on ohuemmin, väri on kastanjanruskea. Tenmoku-lasite on luonut pieniä neulanreikiä Hurme ja Peter Meanley -massoihin, joiden seassa myös näkyy hennosti pelkistynyt massan rauta.

Puupoltetuissa esineissä (Liite 18) on suuri määrä efektejä ja yksityiskohtia. Värit vaihtelevat syvän mustasta, viininpunaiseen, kullankeltaiseen. Peter Meanley ja Hurme -massoissa on jälleen hyvin samankaltainen lopputulos. Esineen pohjalla paksumpi kerros lasitetta on syvän musta ja yläreunassa ohkaisempaa viininpunainen. Huomion kuitenkin varastaa kirkkaan keltaiset liekin ja tuhkalasitteen jättämät jäljet. Tuhkalasite on pohjalla kullankeltaisina

valuvina pisteinä, jotka kipuavat kohti esineen yläreunaan. Yläreunaan toisella puolella on iso keltainen liekin jättämä jälki. Craft Crank -massalla Tenmoku on huomattavasi hienovaraisempi. Väri on tumma viininpunainen, melkein musta. Tuhkalasite on jättänyt pohjaan vain muutamia kultaisia pisteitä ja liekin jättämä kultainen jälki on pienellä alalla esineen yläreunassa.

5.2.4 C-Matta

C-Mattalasite (Kuva 26), joka kävi vain kaasu- ja sähköpoltossa, on hapettavaan polttoon tarkoitettu lasite. Hapettavassa poltossa, eli sähköuunissa (Liite 19) lasite on matta valkoinen. Valkoisen sävy lämpimästä kylmään vaihtuu massan mukaan. Hurme -massa on vaaleampi ja valkoisen sävy on kylmempi kuin Peter Meanley -massassa. Craft Crank -massa imee lasitetta itseensä, mutta valkoinen väri on silti tasainen.

Kaasu-uunissa C-Mattalasite muuttuu pelkistyksessä sinivihreäksi ja harmaaksi (Liite 20). Tämä todennäköisimmin johtuu massassa olevasta raudasta, joka pelkistyy. Craft Crank ja Peter Meanley -massoissa on sinivihreä ja ohuempina kerroksena muuttuu ruskeaksi.

Hurme -massassa lasite on kylmän harmaa. Kaikissa esineissä näkyy vahvasti läpi pelkistynyt massan rauta pieninä pisteinä.

Kuva 26. C-Mattalasite. Vasemmalla sähköpoltetut ja oikealla kaasupoltetut. Kuvissa vasemmalla Craft Crank, keskellä Peter Meanley ja oikealla Hurme



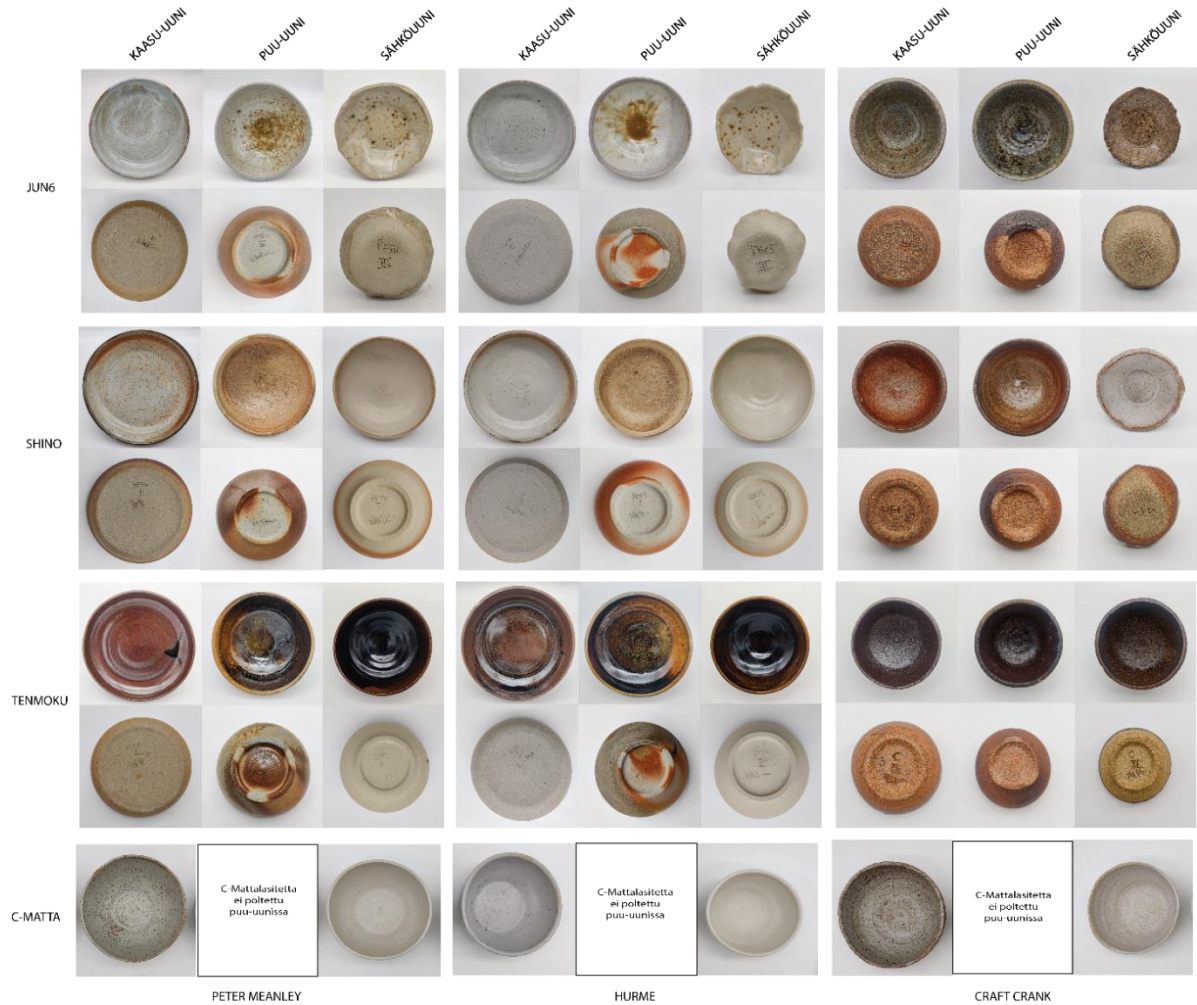
6 Tuloksien loppupäätelmät

Esineissä sekä massoissa että lasitteissa on eroja poltosta riippuen. Opinnäytetyössä saatiin tuloksena konkreettiset esineet, jotka havainnollistavat sähkö-, puu-, ja kaasupolttojen erot. Kaasu- ja puu-uuneissa polttotuloksiin vaikuttavat muutkin asiat, kuin massa ja lasite. Uunin tunteminen, polttajat, raaka-aineet ja ladonta ovat isoja tekijöitä. Anagman-puu-uunin polttaminen on monivaiheinen prosessi ja jokaiseen päivään liittyi paljon tapahtumaa ja tiedon omaksumista.

Pelkistyspolttojen tummemmat ja elävämmät sävyt antavat esineille syvyyttä. Puupolton liekin kulkemisen näkyminen massassa ja lasitteessa tekee esineestä uniikin. Massojen sisältämät raaka-aineet ja niiden reagointi pelkistävässä poltossa luovat efektejä ja värejä, joita ei saavuteta hapettavassa poltossa. Se miten paljon ne vaikuttavat esineen lopulliseen ulkonäköön on myös paljon kiinni käytetystä lasitteesta. Massan sävy vaikuttaa myös lasitteen värin sävyyn. Kuvassa (29) näkyy kaikki opinnäytetyössä valmistetut esineet kuvattuna pohjasta sekä ylhäältä. Lämpimät massat, kuten Peter Meanley tekee myös lasitteiden sävyistä lämpimiä. Kun taas Hurme on massana kylmemmän sävyinen, joten lasitteidenkin sävyt ovat kylmiä. Hurme -massan vaalea ja kylmä väri tekee puupolton liekin ja efektien sävyistä vahvempia ja massa antaa liekin oranssin jäljen niin sanotusti loistaa pinnallaan. Lasitepinnan puolelta Hurme ja Peter Meanley massat ovat hyvin lähellä toisiaan ja esimerkiksi Shino-lasitetuissa puu-uunissa poltetuissa esineissä on vähän ulkonäöllisiä eroja.

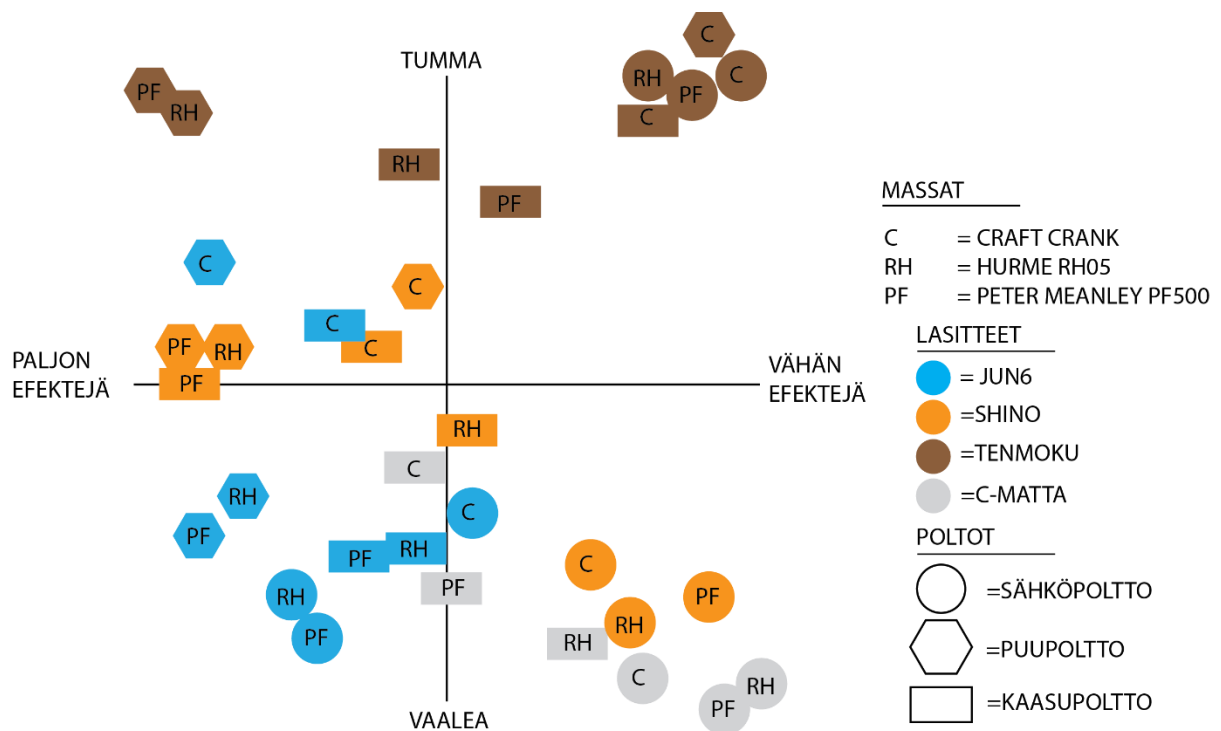
Lasitteiden ulkonäköön vaikutti paljon lasitepaksuus ja myös lasitustekniikka. Värien tummuus ja värien vaihtelut johtuivat suurelta osin lasitevalumista. Nämä efektit näkyivät selvimmin kaasu-uunissa poltetuissa esineissä ja päinvastoin vähiten vaikutuksia näkyi sähköuunissa poltetuissa esineissä. Puu-uunissa suurimmat efektit lasitteisiin tulivat liekistä ja tuhkalasitteesta.

Kuva 29. Kaikki opinnäytetyön esineet.



Kuvassa 30 havainnollistan valmiiden esineiden eroja nelikentän avulla. Pystyakseli havainnollistaa väriä tummasta vaaleaan. Vaaka-akseli havainnollistaa efektien määrää esineessä. Ikonien väri kertoo käytetyn lasitteen, muoto käytetyn polttotekniikan ja kirjain ikonin sisällä käytetyn massan.

Kuva 30. Nelikenttä. Kaikki opinnäytetyön esineet.



Nelikentässä näkee valmiiden esineiden jakautumisen ulkonäön perusteella. Puupoltto tarjosi esineisiin eniten efektejä ja tummia värejä. Sähköpoltetuissa esineissä oli taas vähiten efektejä ja vaaleimmat värit. Kaasupoltto sijoittuu nelikentässä tasaisesti sekä vaalealle että tummalle puolelle. Kaasupoltossa saadaan aikaan efektejä, mutta hallitummin.

6.1 Opinnäytetyön arviointi

Aikaisempien projektien kautta opittu järjestelmällisyys auttoi työssä ja toiminnallinen osuus kulki johdonmukaisesti eteenpäin. Opinnäytetyön aikataulu oli sidottu kiinni polttojen aikatauluihin. Polttojen aikatauluttaminen lähemmäs toisiaan, olisi kuitenkin antanut enemmän aikaa esineiden analyysiin ja aikataulu jakautunut tasaisemmin.

Vaikka polttotekniikoiden teoriat olivat tuttuja entuudestaan, auttoivat kirjallähteet ja henkilökohtainen tiedonanto Jari Vesteriseltä ymmärtämään tekniikoita ja uuneja syvemmin. Oma osaaminen, uunien ja polttoprosessien ymmärtäminen kasvoi runsaasti. Ymmärrys materiaalivalintojen vaikutuksesta ja tärkeydestä poltoissa kasvoi.

Tämä opinnäytetyö antoi tietoa omien töiden valmistamiselle tulevaisuudessa. Kiinnostus pelkistyspolttoja kohtaan kasvoi, ja ajatus siitä, minkälaisia tuotteita missäkin uunissa olisi itselleni järkevintä valmistaa selkiintyi. Puupoltttaminen on harvinaista ilman omaa uunia ja tulosten arvaamattomuus ja kontrolloimattomuus luovat varmemman pohjan taide-esineiden valmistamiselle, kuin elintarvikekäyttöön tarkoitetuille esineille. Päinvastoin sähköuunin tasalaatuisuus ja vakaus luovat hyvän pohjan esimerkiksi käyttöesineiden ja astiastojen valmistamiselle. Haluttaessa esineiden yllätyksellisyyteen voidaan vaikuttaa materiaalivalinnoilla. Tulosten perusteella kaasupoltetut esineet sijoittuvat sähköpoltettujen ja puupoltettujen esineiden väliin. Kaasu-uuni antaa efektejä ja värejä, mutta pienemmässä määrin ja hillitymmin, kuin puu-uuni. Käyttäjän tuntiessa kaasu-uunin ja materiaalit voivat tulokset olla hillittyjä, mutta yllätyksellisiä.

Lähteet

Britt J. 2004, *The Complete Guide to High-Fire Glazes*, Sterling Publishing Co.

Finkelnburg D. 2022, *Carbon Trapping Explained, Plus a Great Shino Glaze Recipe*
<https://ceramicartsnetwork.org/daily/article/carbon-trapping-explained-plus-a-great-shino-glaze-recipe>

Hansen T. n.d. *Shino Glazes* <https://digitalfire.com/glossary/shino+glazes>

Hansen T. n.d. *Efflorescence* <https://digitalfire.com/glossary/efflorescence>

Hopper R. 2014, *The beautiful variations of Chun glazes*
<https://ceramicartsnetwork.org/daily/article/The-Beautiful-Variations-of-Chun-Glazes>

Jylhä-Vuorio H. 2020, *Keramiikan materiaalit*, T:mi Jylhä-Vuorio

Lasi- ja keramiikkakeskus Kuu, n.d. *Esittely*. <https://www.ckuu.fi/esittely>

Lou, N. 1998, *The Art of Firing*, A & C Black

Mattison S. 2004, suomennos Stewen, R, *Keramiikka*, Atena

Rhodes D. 1973, *Clay and Glazes for the potter*, Pitman House Limited

The Pottery Wheel, 2022, *Oxidation and reduction in pottery- Made simple*
<https://thepotterywheel.com/oxidation-and-reduction/>

Zakin R. 1981, *Electric Kiln Ceramics*, Chilton Book

Liitteet

Liite 1: Ortonin keila taulukko

Using Orton Pyrometric Cones

Cone Numbers 022-14



Pyrometric cones have been used to monitor ceramic firings for more than 100 years. They are useful in determining when a firing is complete, if the kiln provided enough heat, if there was a temperature difference in the kiln or if a problem occurred during the firing.

Cones are made from carefully controlled compositions. They bend in a repeatable manner (over a relatively small temperature range - usually less than 40° F). The final bending position is an indication of how much heat was absorbed.

Behavior of Pyrometric Cones

Typically, it takes 15 to 25 minutes for a cone to bend once it starts. This depends on the cone number. The cone bends slowly at first but once it reaches the half way point (3 o'clock), it bends quickly. When the cone tip reaches a point level with the base, it is considered properly fired. This is the point for which temperature equivalents are determined. Differences between a cone touching the shelf and a cone at the 4 o'clock position are small, usually 1 or 2 degrees.

Temperatures shown on the charts were determined under controlled firing conditions in electric kilns and an air atmosphere. Temperatures are shown for specific heating rates. These heating rates are for the last 100°C or 200°F of the firing. Different heating rates will change the equivalent temperature. The temperature will be higher for faster heating rates and lower for slower heating rates.

Cone bending may also be affected by reducing atmospheres or those containing sulfur oxides. Orton recommends the use of Iron-Free cones for all reduction firings (cones 010-3). If a cone is heated too fast, the cone surface fuses and binders used to make cones form gases that bloat the cone. If cones are to be fired rapidly, they should be calcined (pre-fired) before use. Cones should be calcined to about 850°F (455°C) in an air atmosphere.

If a cone is soaked at a temperature near its equivalent temperature, it will continue to mature, form glass and bend. The time for the cone to bend depends on several factors and as a general rule, a 1 to 2 hour soak may be sufficient to deform the next higher cone number. A soak of 4 to 6 hours will be required to deform two higher (hotter) cones.

For more information on pyrometric cones, contact Orton or visit us at www.ortonceramic.com



The Edward Orton Jr. Ceramic Foundation
P.O. Box 2760 • Westerville, OH 43086-2760
(614) 895-2663 • (614) 895-5610 fax
info@ortonceramic.com • www.ortonceramic.com

©2001 Orton Ceramic Foundation

These tables provide a guide for the selection of cones. The actual bending temperature depends on firing conditions. Once the appropriate cones are selected, excellent, reproducible results can be expected.

Temperature Equivalents (°F)

For Orton Pyrometric Cones

Cone	Self Supporting Cones					Large Cones					Small	
	Regular		Iron Free			Regular		Iron Free				
	Heating Rate °F/hour (last 200° F of firing)											
022	27	108	270	27	108	270	108	270	108	270	540	
021		1087	1094				N/A	N/A				1166
020		1112	1143				N/A	N/A				1189
019		1159	1180				N/A	N/A				1231
018		1213	1283				1240	1279				1333
017		1267	1319				1314	1350				1386
016		1301	1360				1357	1402				1443
015		1388	1422				1416	1461				1517
014		1382	1456				1450	1501				1549
013		1395	1485				1485	1537				1598
012		1485	1539				1539	1578				1616
011		1549	1582				1576	1616				1652
010		1575	1607				1603	1638				1679
009	1636	1657	1679	1600	1627	1639	1648	1675	1623	1636	1686	
008	1665	1688	1706	1650	1686	1702	1683	1702	1683	1699	1751	
007	1692	1728	1753	1695	1735	1755	1728	1749	1733	1751	1801	
006	1764	1789	1809	1747	1780	1800	1783	1805	1778	1796	1846	
005	1798	1828	1855	1776	1816	1828	1823	1852	1816	1825	1873	
004	1839	1859	1877	1814	1854	1870	1854	1873	1852	1868	1909	
003	1870	1888	1911	1855	1899	1915	1886	1915	1890	1911	1944	
002	1915	1945	1971	1909	1942	1956	1940	1958	1940	1953	2008	
001	1960	1987	2019	1951	1990	2009	1987	2014	1989	2006	2068	
00	1972	2016	2052	1983	2021	2039	2014	2048	2016	2035	2098	
0	1999	2046	2080	2014	2053	2073	2043	2079	2052	2070	2152	
1	2028	2079	2109	2046	2082	2098	2077	2109	2079	2095	2163	
2	2034	2088	2127				2088	2124			2174	
3	2039	2106	2138	2066	2109	2124	2106	2134	2104	2120	2185	
4	2086	2124	2161				2120	2158			2208	
5	2118	2167	2205				2163	2201			2230	
5½	2133	2197	2237				2194	2233			2291	
6	2165	2232	2269				2228	2266			2307	
7	2184	2262	2298				2259	2291			2367	
8	2212	2280	2320				2277	2316			2403	
9	2235	2300	2336				2295	2332			2426	
10	2284	2345	2381				2340	2377			2457	
11	2322	2361	2399				2359	2394			2471	
12	2345	2383	2419				2379	2415			N/A	
13*	2389	2428	2458				2410	2455			N/A	
14*	2464	2489	2523				2530	2491			N/A	

Temperature Equivalents (°C)

For Orton Pyrometric Cones

Cone	Self Supporting Cones					Large Cones					Small	
	Regular		Iron Free			Regular		Iron Free				
	Heating Rate °C/hour (last 100° C of firing)											
022	15	60	150	15	60	150	60	150	60	150	300	
021		586	590				N/A	N/A				630
020		600	617				N/A	N/A				643
019		626	638				N/A	N/A				666
018		656	678				676	693				723
017		686	715				712	732				752
016		705	738				736	761				784
015		742	772				769	794				825
014		750	791				788	816				843
013		757	807				807	836				870
012		807	837				837	859				880
011		845	861				858	880				900
010		857	875				873	892				915
009	891	903	915	871	886	893	898	913	884	891	919	
008	907	920	930	899	919	928	917	928	917	926	955	
007	922	942	956	924	946	957	942	954	945	955	983	
006	962	976	987	953	971	982	973	985	970	980	1008	
005	981	998	1013	969	991	998	995	1011	991	996	1023	
004	1004	1015	1025	990	1012	1021	1012	1023	1011	1020	1043	
003	1021	1031	1044	1013	1037	1046	1030	1046	1032	1044	1062	
002	1046	1063	1077	1043	1061	1069	1060	1070	1060	1067	1098	
001	1071	1086	1104	1066	1088	1093	1086	1101	1087	1091	1131	
00	1078	1102	1122	1084	1105	1115	1101	1120	1102	1113	1148	
0	1093	1119	1138	1105	1123	1134	1117	1137	1122	1132	1178	
1	1109	1137	1154	1119	1139	1148	1136	1154	1137	1146	1184	
2	1112	1142	1164				1142	1162			1190	
3	1115	1152	1170	1130	1154	1162	1152	1168	1151	1160	1196	
4	1141	1162	1183				1160	1181			1209	
5	1159	1186	1207				1184	1205			1221	
5½	1167	1203	1225				1201	1223			N/A	
6	1185	1222	1243				1220	1241			1255	
7	1201	1239	1257				1237	1255			1264	
8	1211	1249	1271				1247	1269			1300	
9	1224	1260	1280				1257	1278			1317	
10	1251	1285	1305				1282	1303			1330	
11	1272	1294	1315				1294	1312			1336	
12	1285	1306	1326				1304	1324			1355	
13*	1310	1331	1348				1321	1346			N/A	
14*	1351	1365	1384				1388	1396			N/A	

Temperatures shown are for specific mounted height above base. For Self Supporting - 1 1/4"; for Large - 2"; for Small - 5/16". For Large Cones mounted at 1 1/4" height, use Self Supporting temperatures.

* These Self Supporting Cones and Large Cones have different compositions which result in different temperature equivalents

Liite 2: Savien kemialliset koostumukset

Peter Meanley PF500 kemiallinen analyysi korostettuna

Technical Information Sheet

	SiO2%	TiO2%	Al2O3%	Fe2O3%	P2O5%	CaO%	MgO%	K2O%	Na2O%	% Total Contraction		Pre Fired	Thermal Expansion		Texture 1-smooth 10-Coarse	Fired Colour
										1100°C	1200°C	Total	500°C	600°C		
PROFESSIONAL CLAYS																
Peter Meanley Body (PF 500)	65.90	1.16	21.77	1.47	<>	0.16	0.42	2.00	0.34	x	12.58	1280	0.255	x	4	Buff-Grey
Peter Beard Grogged (PF 510)	66.00	1.09	24.70	0.95	<>	0.10	0.33	1.85	0.18	x	9.00	1200	0.283	x	9	Off White
Ashraf Hanna Raku (PF 520)	54.70	0.57	36.30	1.14	<>	0.12	0.34	2.25	0.18	x	8.00	1200	0.208	x	8	Off White
Jim Robison Crank (PF540)	59.90	1.52	30.70	1.53	0.05	0.15	0.28	1.48	0.21	x	9.00	1200	0.305	x	10	Warm Buff
Svend Bayer Woodfire (PF 550)	66.50	1.10	22.10	0.76	<>	0.16	0.32	1.91	1.14	x	12.42	1200	0.311	x	8	Warm Buff
White Stoneware (PF 560)	67.60	0.94	21.40	0.83	0.04	0.23	0.31	2.28	0.50	x	11.80	1200	0.309	x	3	Pale Buff
White S/Ware Grogged (PF 570)	66.80	0.87	22.70	0.85	0.04	0.22	0.32	2.27	0.48	x	11.00	1200	0.287	x	6	Pale Buff
White Earthenware (PF 580)	58.50	0.51	20.60	0.55	<>	6.02	0.46	1.60	0.50	x	8.00	1200	0.302	x	2	Off White
Professional Redox (PF 590)	68.40	0.90	20.60	0.98	<>	0.18	0.34	2.16	0.46	x	10.00	1200	0.301	x	5	Warm Buff
Architectural Handbuild (PF 610)	55.10	0.63	35.98	1.23	<>	0.14	0.32	2.10	0.20	x	9.20	1200	0.209	x	8	Off White
GT Material (PF 640)	56.20	0.83	33.40	1.14	0.05	0.16	0.33	2.09	0.19	x	9.80	1200	0.225	x	8	Off White
Black Chunky Crank (PF 660)	45.45	0.90	26.17	8.82	<>	0.73	0.32	1.49	0.09	x	8.00	1200	0.283	x	10	Black
Smooth Textured Black (PF 670)	43.52	0.90	28.65	10.29	<>	1.26	0.22	0.35	0.07	x	10.00	1200	0.319	x	8	Black
Smooth Black (PF 680)	50.10	1.35	33.00	7.43	<>	0.39	0.32	0.99	0.09	x	10.00	1200	0.292	x	5	Black
Red Stoneware (PF 690)	48.66	1.35	29.53	11.49	0.06	0.81	0.44	0.67	0.08	x	11.50	1280	0.356	0.424	5	Medium-Dark Red
Porcelain White S/Ware (PF 700)	67.00	0.17	22.70	0.48	<>	0.10	0.25	1.40	0.22	x	8.00	1200	0.290	x	2	Very White
Porc. White S/W Grog (PF 700G)	66.79	0.14	24.70	0.60	<>	0.19	0.24	1.41	0.19	x	8.22	1280	0.295	x	8	Very White

Craft Crank kemiallinen analyysi korostettuna

CLAY ANALYSES/TECHNICAL INFORMATION

Code Description	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	CaO	MgO	K2O	Na2O	Loss	Shrinkage	% Thermal Expansion	Plasticity	Other Clays (Grades)	Grog % (Grades)	1-smooth heat 10-coarsest Texture	Fired Colour	Vitrification Range	Firing Range (°C)	Slip Recipe to 10 kg Plastic Diapex Water	Typical Pneumometer Range	
150-1102 Oxidising St Thomas	62.3	0.9	23.8	2.2	—	0.5	0.5	1.2	0.6	8.0	8%	11%	0.32	67	27	6(300)	Medium 4-5	Speckled Buff	1260-1280	1140-1285	40 900	NK 5-6
150-1104 Reduction St Thomas	62.0	1.0	22.7	2.3	—	1.1	0.4	1.2	1.0	8.4	9%	11%	0.31	29	61	10(300)	Medium 4	Warm Buff	1250-1280	1150-1280	20 900	
150-1106 White St Thomas	58.0	0.9	30.0	1.0	—	0.3	0.3	1.2	0.6	7.8	—	11%	0.31	—	69	20(400)	Medium 5	Off-white grey	1260-1300	1160-1300	50 900	
150-1506 White St Thomas PB	57.5	0.7	30.2	0.9	—	0.3	0.3	1.2	0.6	7.5	—	11%	0.31	—	69	20(400)	Medium 5	Off-white grey	1280-1300	1160-1300	50 900	
151-1117 Buff Stoneware	58.2	1.3	26.6	1.8	—	0.2	0.9	2.2	0.1	8.7	9%	12%	0.32	79	16	8(850)	Smooth 2	Buff Grey	1240-1270	1160-1290	100 1000	
151-1120 Buff Stoneware	65.2	1.2	20.8	1.5	—	0.7	0.3	1.8	0.7	7.9	10%	12%	0.32	69	25	6(850)	Smooth 1	Light Buff	1250-1290	1110-1285	40 950	
151-1124 Sandied Buff	65.8	0.8	21.0	1.4	—	0.6	0.3	1.7	0.7	7.9	9%	12%	0.32	65	21	14(000)	Medium 4	Light Buff	1250-1290	1110-1285	40 950	
151-1514 Lavaflack	63.0	1.3	22.4	1.7	—	0.4	0.3	1.8	0.7	7.8	—	12%	0.32	25	10	10(200)	Medium 4-5	LT Buff, Diap.Br	1250-1280	1200-1280	Not recommended	
152-1109 Flocked Stoneware	62.4	1.4	24.4	1.3	—	0.3	0.3	1.8	0.6	7.6	9%	12%	0.32	12	75	11(400)	Medium 4	Off-white	1260-1300	1160-1290	20 900	
152-2108 Flocked Stoneware PB	62.2	1.4	24.8	1.3	—	0.3	0.3	1.8	0.6	7.6	9%	12%	0.32	12	75	11(400)	Medium 4	Off-white	1260-1300	1160-1290	20 900	
152-2110 Stoneware Body PB	62.5	1.3	24.3	1.2	—	0.2	0.3	1.6	0.6	7.6	9%	12%	0.32	—	89	12(400)	Medium 3-4	Off-white	1260-1300	1160-1290	20 900	
152-1115 Staffordshire Stoneware	61.5	0.5	24.8	8.8	—	2.2	0.2	1.8	0.4	7.8	10%	12%	0.32	35	63	—	Smooth 1	Off-white	1240-1270	1200-1290	Not recommended	
153-2112 Iwanhoe Tile Body	62.0	1.3	26.0	2.8	—	0.5	0.2	1.4	0.7	5.1	9%	9%	0.32	19	44	37(600)	Smooth 3	Brown Buff	1250-1280	1130-1260	80 1500	
153-2114 Original Craft Crank	61.2	0.9	26.3	2.8	—	0.4	0.3	1.4	0.6	5.8	9%	9%	0.31	30	27	42(200)	Coarse 8	Brown Buff	1280-1320	1170-1300	60 900	
153-2114 Original Craft Crank PB	61.2	0.9	26.4	2.8	—	0.4	0.3	1.4	0.6	5.8	9%	9%	0.31	30	27	42(200)	Coarse 8	Brown Buff	1280-1320	1170-1300	60 900	
153-3114 Premium Craft Crank	61.3	0.9	26.3	2.8	—	0.4	0.3	1.4	0.6	5.8	9%	9%	0.31	—	57	42(200)	Coarse 8	Brown Buff	1280-1320	1170-1300	60 900	
153-4114 Economy Crank	61.2	0.9	26.4	2.8	—	0.4	0.3	1.4	0.6	5.8	9%	9%	0.31	30	27	42(200)	Coarse 8	Brown Buff	1280-1300	1170-1300	60 900	
153-7070 Sculpture Crank	61.3	0.9	26.3	2.8	—	0.4	0.3	1.4	0.6	5.8	9%	9%	0.31	30	27	42(200)	Coarse 8	Brown Buff	1280-1320	1170-1300	60 900	
153-1127 Grogged Pink	60.0	0.9	23.2	5.4	—	0.6	0.3	0.7	0.8	9.6	9%	11%	0.33	79	—	21(200)	Medium 6	Pink/Buff	1180-1260	1130-1270	Not recommended	
153-1153 Industrial Crank	60.6	0.9	26.5	2.8	—	0.4	0.3	1.2	0.8	6.4	—	9%	0.32	46	12	42(300)	Coarse 8	Brownish Buff	1280-1320	1210-1300	Not recommended	
154-1154 Original Raku	55.0	1.0	28.6	2.5	—	0.6	0.9	2.3	0.2	6.5	—	10%	0.31	60	8	32(200)	Coarse 7-8	Brownish Buff	1280-1320	Over 900	60 100	
154-1156 Coarse Raku	55.0	1.0	28.6	2.5	—	0.6	0.9	2.3	0.2	6.5	—	10%	0.31	60	8	32(200)	Coarse 8-9	Brownish Buff	1280-1320	Over 900	60 100	
154-1159 Smooth Raku	55.0	1.0	28.6	2.5	—	0.6	0.9	2.3	0.2	6.5	—	10%	0.31	60	8	32(200)	Coarse 7	Brownish Buff	1280-1320	Over 900	60 100	
154-0131 Tandori	Formula not disclosed										—	—	—	—	—	40(50)	Coarse 9-10	Brownish Buff	1280-1320	Over 900	60 100	
155-1147 DL Porcelain	60.9	0.1	27.4	0.4	—	0.4	0.2	2.3	0.7	—	—	14%	0.31	—	63	—	Smooth 1	White	1240-1280	1250-1280	Not recommended	
155-1148 Bone China	29.0	—	16.8	0.2	—	0.1	0.5	1.3	1.2	8.8	—	14%	0.36	—	35	—	Smooth 1	Super White	1200-1250	1200-1250	10 900	
155-1149 HF Porcelain	60.2	0.1	28.2	0.3	—	1.8	0.2	1.9	0.7	6.8	—	14%	0.31	—	66	—	Smooth 1	White	1250-1280	1220-1295	10 900	
155-4000 JB Porcelain	60.2	0.1	28.2	0.1	—	1.8	0.2	1.9	0.7	6.8	—	14%	0.31	—	66	—	Smooth 1	Super White	1250-1280	1220-1295	10 900	
155-1151 Southern Ice Porcelain	Formula not disclosed										—	—	—	Data not available		—	Smooth 1	Super White	1250-1280	1220-1300	—	—
155-1152 Cool Ice Porcelain	Formula not disclosed										—	—	—	Data not available		—	Super White	1200-1250	1180-1230	—	—	
156-0630 White Crank	58.0	0.9	30.2	1.0	—	0.3	0.3	1.2	0.6	7.7	—	10%	0.31	—	65	35(225)	Medium 6	Off-white	1280-1300	1170-1300	Not recommended	
156-1161 T Material	Formula not disclosed										—	8%	—	—	—	—	Coarse 7-8	Off-white	1280-1320	1200-1300	Not recommended	
156-2161 Y Material	56.1	—	32.8	0.8	—	—	—	—	—	—	—	8%	0.3	—	68	32(200)	Coarse 7-8	Off-white	1300-1300	1200-1300	Not recommended	
157-1142 White Special Stoneware	61.9	0.8	26.8	0.7	—	0.2	0.2	1.7	0.5	6.8	—	12%	0.32	10	85	5(900)	Smooth 1-2	Off-white	1250-1280	1220-1300	40 900	
157-4230 White Grog Stoneware	61.9	0.8	26.8	0.7	—	0.2	0.2	1.7	0.5	6.8	—	12%	0.32	10	85	10(900)	Smooth 1-2	White/Off-white	1250-1280	1220-1300	40 900	
157-1143 Drycoat White Stoneware	61.5	0.5	24.8	0.9	—	2.2	0.2	1.8	0.4	7.8	10%	12%	0.32	35	63	5(600)	Smooth 1-2	White/Off-white	1240-1270	1200-1290	40 900	
157-1145 White Stoneware	63.2	1.0	26.2	0.7	—	0.2	0.3	1.6	0.5	6.4	—	12%	0.32	—	96	—	Smooth 1-2	White/Off-white	1250-1280	1200-1300	40 900	
157-2145 White Stoneware PB	63.2	1.0	26.2	0.7	—	0.2	0.3	1.6	0.5	6.4	—	12%	0.32	—	96	—	Smooth 1-2	White/Off-white	1250-1280	1200-1300	40 900	
157-1150 Modelling Clay	69.0	1.7	20.0	0.8	—	0.2	0.4	1.9	0.3	6.4	9%	13%	0.33	—	100	—	Smooth 1	Light Ivory/Buff	1250-1280	1120-1275	40 900	
158-4138 Ivory Earthenware	68.2	0.5	19.2	0.5	—	1.8	0.3	1.6	1.3	6.5	9%	14%	0.36	—	77	—	Smooth 1	Ivory White	1180-1250	1100-1200	25 1000	
158-4130 Grogged White	67.6	0.5	19.2	0.7	—	1.8	0.3	1.8	1.5	6.5	9%	14%	0.35	—	77	—	Smooth 1	White	1180-1250	1100-1220	25 1000	
158-4120 Grogged White (Molochite)	67.8	0.5	20.4	0.7	—	0.1	0.6	1.9	1.5	6.5	9%	11%	0.35	66	17	16(30-0)	Medium 4	White	1180-1250	1110-1250	Not recommended	
159-2144 Semi Porcelain	68.5	0.4	19.4	0.5	—	0.3	0.7	2.0	1.4	6.8	9%	14%	0.38	—	50	—	Smooth 1	White	1200-1250	1100-1260	25 1000	
159-1131 New Keuper Red	58	0.4	22.0	0.4	—	0.7	0.3	0.8	0.9	10.7	10%	13%	0.34	66	28	—	Smooth 1	Light Rustic Red	1180-1200	1090-1270	40 900	
159-3140 Keuper Sandied Red	58.8	0.2	20.2	8.5	—	0.7	0.3	0.8	0.9	10.6	10%	13%	0.34	62	26	10(400)	Medium 4	Light Rustic Red	1180-1220	1090-1270	50 900	
159-4130 Red Stoneware	58.9	0.8	20.6	8.6	—	0.7	0.3	0.8	0.9	10.6	10%	12%	0.34	57	28	20(300)	Medium 4	Red Terracotta	1180-1220	1090-1270	50 900	
159-1135 Original Red S/E	58.1	0.8	18.5	9.1	0.8	0.2	0.9	1.2	1.1	11.3	11%	—	0.33	37	—	—	Smooth 1	Red Brown	1130-1170	1050-1170	40 1000	
159-1137 Red Earthenware Terracotta	58.5	—	16.4	9.7	—	0.7	0.2	0.1	1.0	12.5	11%	—	0.33	13	83	—	Smooth 1	Red Brown	1100-1130	1040-1160	40 1000	
159-3730 Sandied Terracotta	58.8	—	17.1	9.4	—	0.7	0.2	0.1	1.0	12.5	10%	—	0.33	16	78	6(300)	Medium 3	Red Brown	1100-1180	1040-1180	40 1000	
159-1140 Chococlad Black	54.6	0.8	17.2	8.2	—	0.2	1.2	0.9	1.0	12.0	12%	—	0.33	14	78	—	Smooth 1	Chocolate Black	1110-1150	1040-1150	40 900	
160-1100 Paper Clay - white SW	Formula not disclosed										—	—	—	—	—	Smooth 1	White/Off-white	1100-1280	1200-1280	—	—	
160-1102 Southern Ice Paper Clay	Formula not disclosed										—	—	—	—	—	Smooth 1	Super White	1220-1300	1220-1300	—	—	
160-1103 Paper Clay - white EW	Formula not disclosed										—	—	—	—	—	Smooth 1	Light Buff	1040-1170	1040-1170	—	—	
160-1104 Paper Clay - buff EW	Formula not disclosed										—	—	—	—	—	Smooth 1	Red Terracotta	1100-1280	1200-1280	—	—	
164-VUF	Formula not disclosed										—	—	—	—	—	—	Smooth 2-3	Black	Data not available			
164-VUC	Formula not disclosed										—	—	—	—	—	—	Coarse 6	Black	Data not available			
164-GR	Formula not disclosed										—	—	—	—	—	—	Smooth 2-3	Red Brown	Data not available			
164-GRN	Formula not disclosed										—	—	—	—	—	—	Smooth 2-3	Green	Data not available			
164-BLU	Formula not disclosed										—	—	—	—	—	—	Smooth 2-3	Blue	Data not available			
165-1187 Creative Clay - grey	Formula not disclosed										—	—	—	—	—	—	Smooth 1	—	Data not available			
165-1188 Creative Clay - grey	Formula not disclosed										—	—	—	—	—	—	Smooth 1	—	Data not available			
165-1651 Newchay	Formula not disclosed										—	—	—	—	—	—	Smooth 1	—	Data not available			

Liite 3: Lasitereseptit

Carbon Trap Malcolm's Shino

Lasi- ja Keramiikkakeskus Kuu

Maasälpä FFF	15,50 %
Nefeliinisyeeniitti	34,50%
Spodumeeni	7,5%
Sooda/Soda ash, kidevedetön Na ₂ CO ₃	14,75%
Kaoliini Grolleg	16,0%
Pallosavi Hyplas 71	11,75%
	100%

Jun 6, Koivu

Michael Bailey: Oriental Glazes, 2004.

Maasälpä FFF	40 %
Kvartsi FFQ	27%
Tuhka, koivu	33%
	100%
+ Bentoniitti	4%

Liite 4: Lasitereseptit

Tenmoku C439

Emmanuel Cooper: The Potter's Book of Glaze Recipes, 1980.

Maasälpä FFF	43 %
Liitu	10%
Pallosavi Hyplas 71	8%
Kaoliini Grolleg	5%
Kvartsi FFQ	26%
Punainen rautaoksidi	8%
	100%

C-Matta

Emmanuel Cooper

Maasälpä FFF	45%
Liitu	18%
Kvartsi	9%
Kaoliini Grolleg	18%
Sinkkioksidi	10%
	100%

Liite 5: Pallosavien tekniset analyysit

BALL CLAY

Hyplas 64

APPLICATION
Tableware

PRODUCT SPECIFICATION	Min.	Value	Max.
CHEMICAL ANALYSIS (%)			
SiO ₂	62.5	64.3	66
Al ₂ O ₃	21	23.5	25
Fe ₂ O ₃	0.75	0.9	1.10
TiO ₂	1.3	1.5	1.7
K ₂ O	1.9	2.2	2.6
L.O.I.	6.1	6.9	8.1

PHYSICAL PROPERTIES (m ² g ⁻¹)			
Specific surface area	20	25	30

TYPICAL PROPERTIES			
CHEMICAL ANALYSIS (%)		Value	
Na ₂ O		0.3	
CaO		0.1	
MgO		0.4	
Carbon		0.4	

PARTICLE SIZE ANALYSIS (%)			
Residue > 125		0.25	
< 5 µm		86	
< 2 µm		73	
< 1 µm		64	
< 0.5 µm		53	

MODULUS OF RUPTURE (MN.m ⁻²)			
Dried at 110°C		R2	

FIRE PROPERTIES			
Brightness (%)		45	
Water absorption (mass %)		1.5	
Linear contraction (%)		6.2	

PRODUCT FORM & STANDARD PACKAGING			
Powder, shredded			
Big bag, 25-50 kg bags, bulk			

December 2014
© Imerys Ceramics 2014

Seventh Edition
This version supersedes the
version dated November 2008

Production Site
Imerys Minerals Ltd
Higher Brooks Plantation
Old Newton Road
Teigngrace
Newton Abbot
TQ12 6JZ Devon
United Kingdom

Tel: +44 (0) 1626 83 2366
Fax: +44 (0) 1626 83 5683

Email
info@imerys-ceramics.com

Website
www.imerys-ceramics.com



Typical data values do not represent a
specification. The data quoted are
determined by the use of Imerys
Standard Test Methods, copies of which
will be supplied on request. Every
precaution is taken in production to
ensure the products conform to our
published data. Since the products are
based on naturally occurring materials,
we reserve the right to change these
data should it become necessary. Sales
are in accordance with our "Conditions
of Sale", copies of which will be supplied
on request.



BALL CLAY

Hyplas 71

APPLICATION
Tableware

PRODUCT SPECIFICATION	Min.	Value	Max.
CHEMICAL ANALYSIS (%)			
SiO ₂	68	71	73
Al ₂ O ₃	16.5	18.5	21
Fe ₂ O ₃	0.6	0.8	1.0
TiO ₂	1.4	1.6	1.8
K ₂ O	1.4	1.9	2.2
L.O.I.	4.7	5.3	5.8

PHYSICAL PROPERTIES (m ² g ⁻¹)			
Specific surface area	14	19	24

TYPICAL PROPERTIES			
CHEMICAL ANALYSIS (%)		Value	
Na ₂ O		0.3	
CaO		0.1	
MgO		0.3	
Carbon		0.2	

PARTICLE SIZE ANALYSIS (%)			
> 125 µm		0.7	
< 5 µm		72	
< 2 µm		58	
< 1 µm		48	
< 0.5 µm		39	

MODULUS OF RUPTURE (MN.m ⁻²)			
Dried at 110 °C		7.0	

FIRE PROPERTIES (%)			
Brightness		48.0	
Water absorption		5.0	
Linear contraction		4.8	

PRODUCT FORM & STANDARD PACKAGING			
Powder, shredded			
Big bag, 25-50 kg bags, bulk			

Typical data values do not represent a specification. The data quoted are determined by the use of Imerys Standard Test Methods, copies of which will be supplied on request. Every precaution is taken in production to ensure the products conform to our published data. Since the products are based on naturally occurring materials, we reserve the right to change these data should it become necessary. Sales are in accordance with our "Conditions of Sale", copies of which will be supplied on request.

December 2014
© Imerys Ceramics 2014

Seventh Edition
This version supersedes the
version dated November 2008

Production Site
Imerys Minerals Ltd
Higher Brooks Plantation
Old Newton Road
Teigngrace
Newton Abbot
TQ12 6JZ Devon
United Kingdom

Tel: +44 (0) 1626 83 2366
Fax: +44 (0) 1626 83 5683

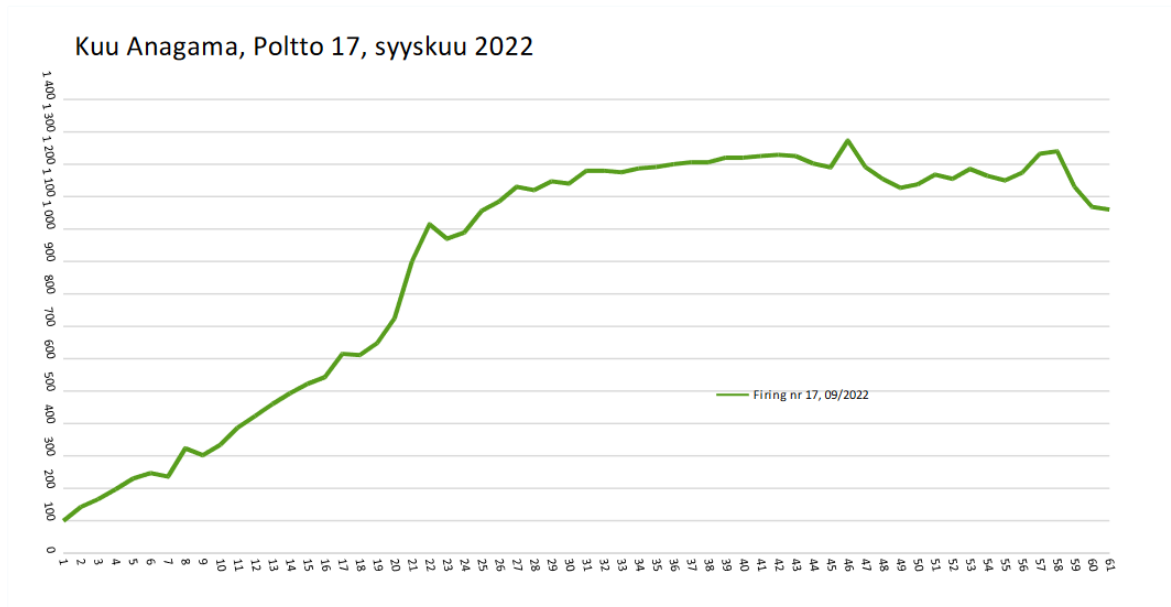
Email
info@imerys-ceramics.com

Website
www.imerys-ceramics.com



Liite 6: Puupolton päiväkirja

		Firing nr 17, 09/2022					
		etu				stoking	
		h	°C	°C/h	°C	°C/h	
23.09.22							alemmista kissaluukuista
Perjantai	09:00	0	99	99			
	10:00	1	142	43			
	11:00	2	166	24			
	12:00	3	197	31			
	13:00	4	230	33			
	14:00	5	247	17			Aloitetaan myös ylemmistä kissaluukuista
	15:00	6	236	-11			
	16:00	7	323	87			
	17:00	8	302	-21			
	18:00	9	334	32			
	19:00	10	387	53			pääovesta
	20:00	11	423	36			
	21:00	12	460	37			
	22:00	13	493	33			
24.9.22	23:00	14	522	29			
Lauantai	00:00	15	543	21			
	01:00	16	615	72			
	02:00	17	611	-4			
	03:00	18	648	37			
	04:00	19	724	76			
	05:00	20	900	176			
	06:00	21	1 015	115			Massapelkistys 40 min
	07:00	22	970	-45			
	08:00	23	989	19			
	09:00	24	1 056	67			
	10:00	25	1 085	29			
	11:00	26	1 130	45			sidestoking
	12:00	27	1 120	-10			
	13:00	28	1 147	27			
	14:00	29	1 140	-7			
	15:00	30	1 180	40			
	16:00	31	1 180	0			
	17:00	32	1 175	-5			
	18:00	33	1 187	12			
	19:00	34	1 191	4			
	20:00	35	1 200	9			
	21:00	36	1 206	6			
	22:00	37	1 206	0			
25.9.22	23:00	38	1 220	14			
Sunnuntai	00:00	39	1 220	0			
	01:00	40	1 225	5			
	02:00	41	1 229	4			
	03:00	42	1 225	-4			
	04:00	43	1 202	-23			
	05:00	44	1 190	-12			
	06:00	45	1 273	83			
	07:00	46	1 191	-82			
	08:00	47	1 154	-37			
	09:00	48	1 127	-27			
	10:00	49	1 138	11			
	11:00	50	1 168	30			
	12:00	51	1 155	-13			
	13:00	52	1 185	30			
	14:00	53	1 164	-21			
	15:00	54	1 150	-14			
	16:00	55	1 174	24			
	17:00	56	1 232	58			
	18:00	57	1 240	8			aloitetaan loppureduktio
	19:00	58	1 130	-110			
	20:00	59	1 068	-62			
	21:00	60	1 060	-8			

Liite 7: Puupolton polttokäyrä

Liite 8: Kaasupolton päiväkirja

HAMK, Lasi ja keramiikka

MG280_diary_blanco2.xls
Sivu 1

KAASU-UUNI MG-280

Pvm:

Polttajat:

Ohjelmoinnin asetukset:

STAGE	TEMP	°C/H	EVNT	DWELL	EVNT	AUTO REDUKTION - ON / OFF
STAGE 1	700 °C	450	1	0.00	1	OFF
STAGE 2	900 °C	300	1	0.00	1	OFF
STAGE 3	1100 °C	200	1	0.00	1	OFF
STAGE 4	1260 °C	100	1	3.00	1	OFF
CYCL	1					

Ladonta:	QUITE TIGHT. # SHOVES 4,5				
Uunillevyjen määrä:	9	Kellat / testirenkas:	9 & 10		

POLTON SEURANTA		°C	°C	°C	Kiln temp -SP °C		
Kilo	time from	Fluke	Kiln	Air	SP	TR	Kiln temp
8:40			11	1,5			
9:00	0:20	76,5	331	6	219		112
9:30	0:50	102,0	431	6	432		-1
10:00	1:20	155,7	606	6	658		-52
10:30	1:50	194,3	795	6	769		-32
11:00	2:20	224,8	845	6	900		-55
11:15	2:35	237,2	893	6	915		-48
11:30	2:50	249	939	6	965		-44
11:32	2:52	248	930	3	974		
11:35	2:55	246	928	3,5	984		
11:40	3:00	244,8	927	3,5	1001		-74
11:47	3:07	243,6	927	3,5	1024		-91
12:00	3:20	256,6	930	6	1045		-35
12:15	3:35	267,6	1007	6	1100		-93
12:30	3:50	278,0	1045	6	1100		-55
12:45	4:05	285,6	1075	6	1100		-25
13:00	4:20	294,2	1104	6	1122		-18
13:15	4:35	300,9	1128	6	1146		-18
13:30	4:50	309,6	1149	6	1171		-22
13:45	5:05	313,0	1170	6	1197		-27
14:00	5:20	318,4	1188	6	1222		-34
14:15	5:35	323,5	1204	6	1247		-40
14:30	5:50	328,0	1223	6	1260		-37
14:45	6:05	332,5	1239	6	1260		-21
14:50	6:10	331,6	1237	3,5	1260		-23
15:00	6:20	328,5	1230	4	1260		-30
15:15	6:35	329,2	1229	4,5	1260		-33
15:28	6:48	323,4	1230	4,5	1260		-30

2 kerta

REDUCTION 15 MIN

Tiles ~ 1/2

End of reduction

PILOT WORKING

NEW temperature stick to fluke

UUNI KÄVI 1240°C

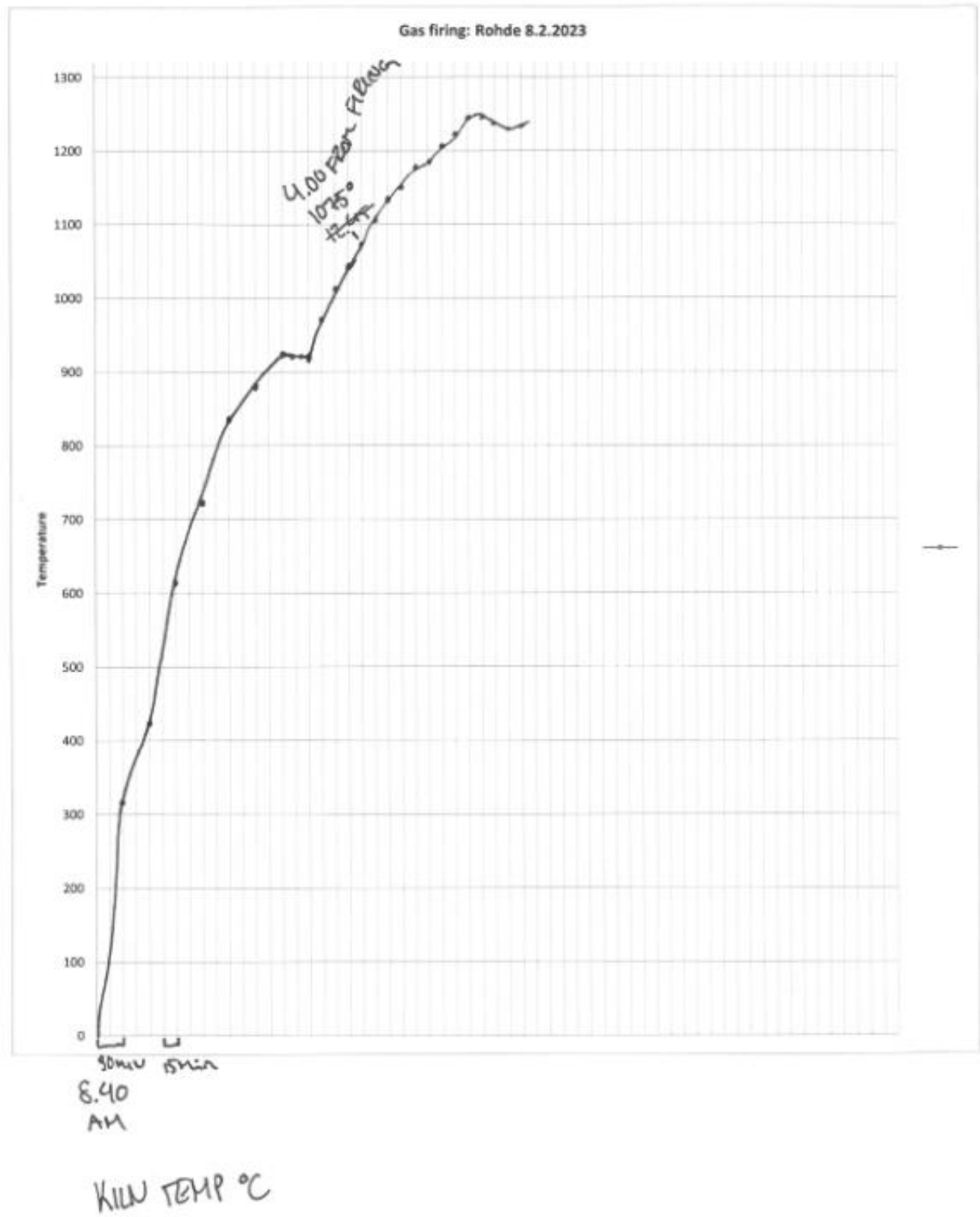
Reduction started. Tiles ~ 1/2

ADJUSTING THE TILES

SMALL HOLE FINE IN PERITOLE

Firing ready 40 min
Handover

Liite 9: Kaasupolton polttokäyrä



Liite 10: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot

Kuva 15. Shino-lasite. Sähköpoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Hurme, oikealla Peter Meanley



Taulukko 5. Shino-lasite. Sähköpoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Hurme, oikealla Peter Meanley

Väri	Valkoinen	Valkoinen	Valkoinen, tasainen
Efektit	- Ulkopuolelta, jossa lasite ohuemmin → massan väri pääsee läpi - Pieniä neulanreikiä	- Ulkopuolelta, jossa lasiteta ohuemmin taittaa oranssiin - Oranssi "huntu" - Pientä säröilyä - Pieniä neulanreikiä	- Matta - Pientä säröilyä - Pieniä neulanreikiä - Oranssi "huntu", vahvempi, kuin Hurme -massassa
Tekstuuri	Sileä	Sileä	Sileä

Liite 11: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot

Kuva 16. Shino-lasite. Kaasupoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Hurme, oikealla Peter Meanley



Taulukko 6. Shino-lasite. Kaasupoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Hurme, oikealla Peter Meanley

Väri	- Punainen - Lasitetta paksummin → Kerma	- Valkoinen - Pilkullinen - Oranssi	- Valkoinen - Pilkullinen, enemmän kuin Hurme - Oranssi, enemmän kuin Hurme
Efektit	- Matta - Tummia pisteitä massan raudasta - Ulkopuolen lasitevalumat → säröilyä, kerma	- Kiiltävä - Ulkoreunassa hiiltä loukussa lasitteen alla - Pientä säröilyä, missä lasitetta paksummin - Sisäreunassa oranssi raita	- Kiiltävä - Oranssi raita esineen sisäreunassa - Ulkoreunassa hiiltä loukussa lasitteen alla "Huntu" tumma punainen
Tekstuuri	Sileä	Sileä	Sileä

Liite 12: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot

Kuva 19. Shino-lasite. Puupoltto Vasemmalla Craft Crank, keskellä Hurme, oikealla Peter Meanley



Taulukko 7. Shino-lasite. Puupoltto Vasemmalla Craft Crank, keskellä Hurme, oikealla Peter Meanley

Väri	- Vaihtelua beigen ja punaisen välillä - Yläreuna punainen - Pohja beige	- Beige - Pohjassa tummempi sävy, kuin yläreunoilla	- Beige - Vaihtelua vaaleasta tummempaan → liukuvärimäinen
Efektit	- Puoli matta - Pieniä pisteitä massasta - Tuhkaa esineen pohjassa	- Matta - Tuhka pohjassa → tiiviitä pisteitä - Yläreunassa pientä säröilyä - Tuhka muutaman isompi piste → ei sulanut kunnolla - Ulkoreunassa lasite valkoinen	- Matta - Tuhkalasitteesta pilkullinen - Oranssin punainen raita esineen sisäyläreunassa - Yläreunassa tummia kohtia
Tekstuuri	Karkea	Sileä	Sileä

Liite 13: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot

Kuva 19. Jun6-lasite. Sähköpoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Hurme, oikealla Peter Meanley



Taulukko 8. Jun6-lasite. Sähköpoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Hurme, oikealla Peter Meanley

Väri	Kirkas → vaalean ruskea	- Kirkas → Vaalea, melkein valkoinen - Paksusti sinertävä	- Kirkas → Vaalea, kerma - Paksusti helmeilevä sinertävä
Efektit	- Kiiltävä - Tuhkasta pilkkuja → kullanruskeita	Tuhkasta pilkkuja Paljon valuvia pilkkuja	- Tuhkasta pilkkuja → kullanruskeita - Säröilevä
Tekstuuri	Sileä	- Sileä - Samankaltainen Peter Meanley kanssa, vaaleampi	- Sileä - Samankaltainen Hurmeen kanssa, lämpimämpi

Liite 14: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot

Kuva 20. Jun6-lasite. Kaasupoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Hurme, oikealla Peter Meanley



Taulukko 9. Jun6-lasite. Kaasupoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Hurme, oikealla Peter Meanley

Väri	• Vihertävä • Väri vaihtelee lasitepaksuuden mukaan rusehtavasta sinivihreään	• Sininen • Pilkullinen • Kylmä	• Vaalean sininen • Pilkullinen • Ohuelti vihertävä
Efektit	• Puolikiiltävä • Paljon pisteitä, muutamia isompia → massan pelkistys	• Kiiltävä • Pilkut sekoitus tuhkasta ja massan raudasta • Pilkut teräviä • Paksusti lasite valkoista valuvaa	• Kiiltävä • Pilkut sekoitus tuhkasta ja massan raudasta • Tuhkan pilkut kellertäviä • Paksusti lasite valkoista valuvaa
Tekstuuri	• Karkea	• Sileä	• Sileä

Liite 15: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot

Kuva 21. Jun6-lasite. Puupoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Hurme, oikealla Peter Meanley



Taulukko 10. Jun6-lasite. Puupoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Hurme, oikealla Peter Meanley

Väri	- Sinivihreä - Vaihtelua värin syvyydessä → paksusti sininen, ohuelti rusehtava	- Vihertävän sininen - Vaalean violetteja yksityiskohtia - Tuhka kullan keltainen	- Pohja väri vaalea vihertävän sininen - Tuhkalasite kullan keltainen kulhon pohjalla - Isoja mustia pisteitä → tuhka
Efektit	- Kiiltävä - Pohjassa paljon tuhkaa → tummia, mustia läikkiä - Liekistä keltaisia vivahteita	- Kiiltävä - Tuhkalasite pohjalla ja valumina seinällä	- Kiiltävä - Tuhkalasite - Kulhon pohjalla tuhka mustina isompina pisteinä
Tekstuuri	- Karkea - Kun lasitetta paksusti sileä	Sileä	Pohja tuhkalasite epätasainen → mustat tuhka pisteet kuopalla

Liite 16: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot

Kuva 23. Tenmoku C439-lasite. Sähköpoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Hurme, oikealla Peter Meanley



Taulukko 11. Tenmoku C439-lasite. Sähköpoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Hurme, oikealla Peter Meanley

Väri	Tumman ruskea	- Musta - Lasite ohuesti ruskea, taittaa vihreään - Reunoilla kullan keltainen	- Musta - Lasite ohuesti ruskea
Efektit	- Matta - Tasavärinen - Sisällä vihreä lasitevaluma → lasite paksusti	- Kiiltävä - Värin vaihtelua → Pohjassa lasitetta paksummin reunalla ja ulkopuolella ohuemmin	- Kiiltävä - Pientä värin vaihtelua lasitepaksuuden mukaan mustasta ruskeaan
Tekstuuri	Karkea	Sileä	Sileä

Liite 17: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot

Kuva 24. Tenmoku C439-lasite. Kaasupoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Hurme, oikealla Peter Meanley



Taulukko 12. Tenmoku C439-lasite. Kaasupoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Hurme, oikealla Peter Meanley

Väri	Tumma viinipunainen	- Viinipunainen - Musta - Kastanjanruskea ulkoreunalta	- Viinipunainen sisältä - Musta jälki → paksu lasite - Kastanjanruskea ulkoreunalta
Efektit	- Kiiltävä - Tasainen väri - Lasitevalumissa musta väri → lasitepaksuus	- Kiiltävä - Musta → lasitepaksuus - todella pieniä pisteitä → massan rauta, pelkistys	- Kiiltävä - Musta valuma - Neulanreikiä - Pisteitä → Massan rauta, pelkistys
Tekstuuri	Karkea	Sileä	- Neulanreikiä - Sileä

Liite 18: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot

Kuva 25. Tenmoku C439-lasite. Puupoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Hurme, oikealla Peter Meanley



Taulukko 13. Tenmoku C439-lasite. Puupoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Hurme, oikealla Peter Meanley

Väri	• Musta • Hieman keltaista ja viinipunaista	• Väririkas • Musta, keltainen, viininpunainen	• Väririkas • Musta, keltainen, viininpunainen
Efektit	• Puoli matta • Reunalla keltainen jälki liekistä • Pohjalla tuhkaa, keltaiset pilkut • Yläreuna viininpunainen → ohut lasitekerros	• Kiiltävä • Keltainen liekin nielaisu • Tuhkalasite pohjassa kullan keltainen → valumia	• Kiiltävä • Keltainen liekin nielaisu • Tuhkalasite pohjassa kullan keltainen → valumia
Tekstuuri	• Karkea	• Sileä	• Sileä • Pohjan tuhka matampi

Liite 19: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot

Kuva 27. C-Matta-lasite. Sähköpoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Peter Meanley, oikealla Hurme



Taulukko 14. C-Matta-lasite. Sähköpoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Peter Meanley, oikealla Hurme

Väri	Valkoinen	Valkoinen, lämmin	Valkoinen, kylmä
Efektit	- Matta - Massan väri tulee läpi	- Matta - Tasainen	- Matta - Tasainen
Tekstuuri	Karkea	Sileä	Sileä

Liite 20: Valmiiden esineiden kuvat ja taulukot

Kuva 28. C-Matta-lasite. Kaasupoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Peter Meanley, oikealla Hurme



Taulukko 15. C-Matta-lasite. Kaasupoltto. Vasemmalla Craft Crank, keskellä Peter Meanley, oikealla Hurme

Väri	• Sinivihreä • Tumma ruskea, ohut lasite	• Sinivihreä • Ruskea, ohut lasite	• Harmaa
Efektit	• Matta • Pilkullinen → Massan pelkistys	• Matta • Pilkullinen → Massan pelkistys	• Matta • Pilkullinen → Massan pelkistys • Tasainen
Tekstuuri	• Karkea	• Sileä	• Sileä

Liite 21: Aineiston hallintasuunnitelma

Aineiston kerääminen

Tutkimuksen aineisto kerätään kirjallisten lähteiden lisäksi haastatteleamalla henkilöä kasvotusten. Haastattelua ei nauhoitettu. Haastattelu kirjattiin osin kirjallisena. Opinnäytetyössä tai aineisto ei sisällä arkaluotoisia tai luottamuksellisia tietoja.

Aineiston säilytys

Opinnäytetyön aineiston omistaa tutkija. Haastattelusta muodostunut litteroitu tiedosto tallennetaan tutkijan omalle henkilökohtaiselle tietokoneelle. Tutkija säilyttää aineiston vain opinnäytetyön hyväksymiseen asti ja tämän jälkeen aineisto hävitetään.