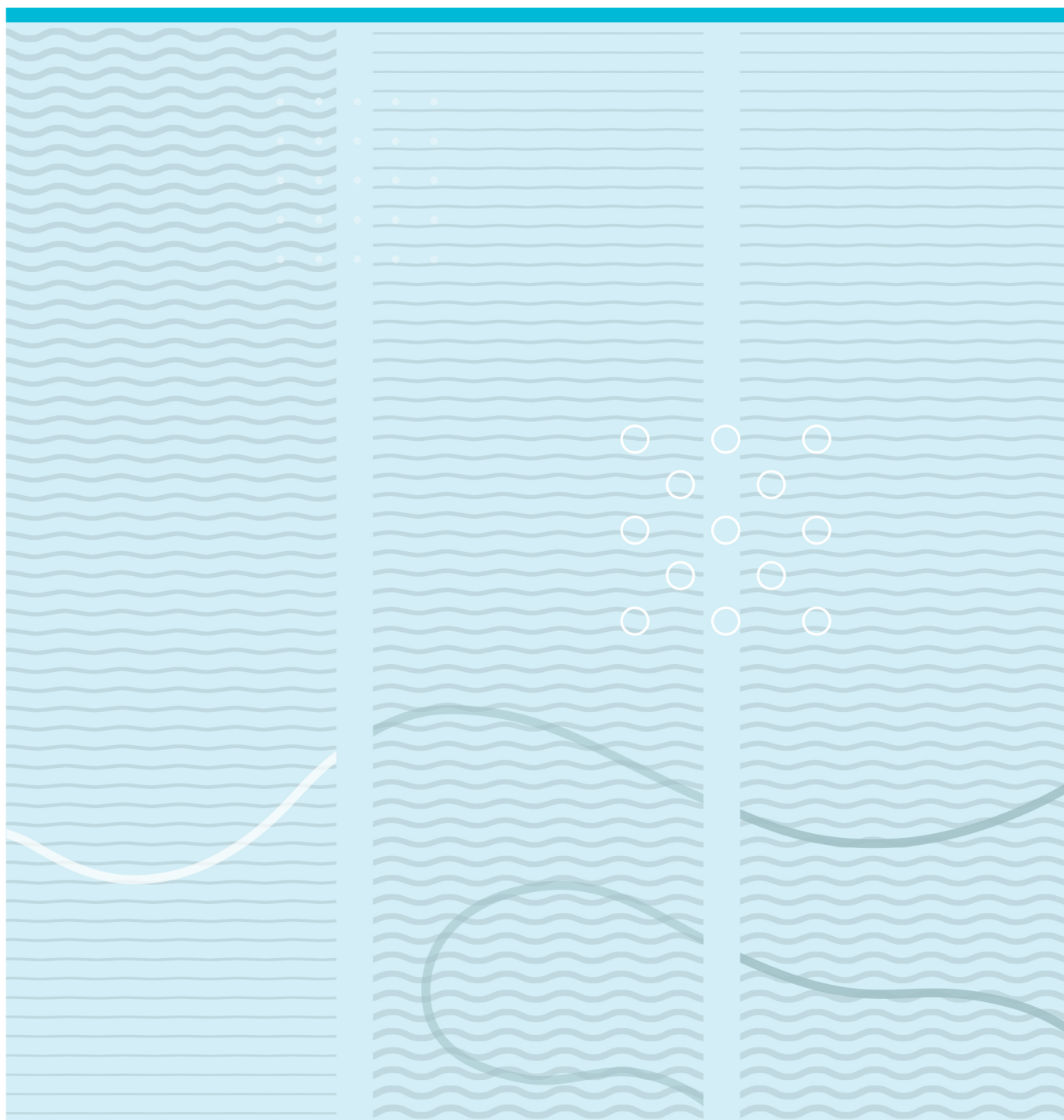


Stian Røkenes Christensen

Vindusemalje

Hvordan bruke emaljens egenskaper til utøverens fordel ved vindusemaljering.



Høgskolen i Sørøst-Norge
Fakultet for humaniora, idrett og utdanningsvitenskap
Institutt for tradisjonskunst og folkemusikk
Kjølnes ring 56
3918 Porsgrunn

<http://www.usn.no>

© 2016 Stian Røkenes Christensen

Denne avhandlingen representerer 60 studiepoeng

Sammendrag

Hensikten med oppgaven er å finne ut hva skjer med emalje som brennes som vindusemalje. Hvorfor dette skjer, og hvordan denne informasjonen kan brukes til produksjon av vindusemaljearbeid. Avhandlingen tar bare for seg grunnleggende prosesser innenfor faget, og er ment som en lavterskel-innføring i det essensielle rundt vindusemalje. Det vil bare bli utført forsøk med bindemiddel som eneste hjelpemiddel, og ingen av teknikkene som bruker midlertidig bakgrunn vil bli sett nærmere på. Slike teknikker vil være et naturlig steg videre, etter denne oppgaven.

Metoden for å tilegne seg denne informasjonen eller retttere sagt kunnskapen på er en PaR-metode (Practice as Research), som tar utgangspunkt i handlinger som i stor grad betraktes som taus kunnskap, og blir gjennom kritisk refleksjon og kontekstualisering formulert og formidlet som eksplisitt kunnskap.

Resultatene viser at det å være kjent med hele hendelsesforløpet til emaljen når den smelter, de ulike stadiene og egenskapene knyttet til disse, samt temperaturkontroll, er de viktigste faktorene til å forstå hva som skjer mens man lager vindusemalje. Å forstå prosessen, gir muligheten til å påvirke utfallet i positiv retning i forskjellige situasjoner. Dette gir stabilitet i et ellers tidvis flyktig fagfelt.

Abstract

The purpose of the report is to find out what happens to enamel fired as a plique-à-jour. Why this happens, and how this information can be used for the production of plique-à-jour-work. The dissertation only deals with basic processes within the subject, and is meant as a low-threshold introduction to the essentials in working with plique-à-jour. Only surface tension of the enamels is used as the sole aid, and none of the techniques that use temporary backing will be explored. Such techniques will be a natural step forward, following this exploration.

The method of acquiring this information or, rather, the knowledge is a Practice as Research (PaR) methodology, which is based on actions that are largely regarded as implicit knowledge, and through critical reflection and contextualization are formulated and conveyed as explicit knowledge.

The results show that extensive knowledge about the firing of the enamels from start to end, the different stages and properties associated with them, as well as temperature control, are the most important factors for understanding what happens when making plique-à-jour. Understanding the process gives the opportunity to influence the outcome in a positive direction depending on the situation, in an otherwise very volatile field.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	9
1.1	Innledning	9
1.2	Problemstilling	10
1.3	Begreper og forklaringer	11
1.4	Metode	11
2	Bakgrunn.....	14
2.1	Emalje	14
2.2	Tradisjonen	15
2.2.1	David-Andersen.....	15
2.2.2	Tostrup	15
2.2.3	7 grunner til at emalje ble populært og relevans til dags dato.....	16
2.3	Hva er gjort på området?	18
2.3.1	Fay Rooke	18
2.3.2	Valeri Timofeev	18
2.3.3	Grete Prytz Kittelsen	20
2.4	Dokumenterte teknikker, forskjellige fremgangsmåter.....	22
2.4.1	Teknikk: Kobberfolie.	23
2.4.2	Teknikk: Glimmer	23
2.4.3	Teknikk: Kobber og gull.....	23
2.4.4	Teknikk: Bindemiddel og overflatespenningen til væsker.	24
3	Relevante momenter ang. forsøkene (protokoll).....	26
3.1.1	Emaljen.....	26
3.1.2	Metallet.....	26
3.1.3	Pilotforsøkene	27
3.2	Innledende forsøk.....	28
3.2.1	Påvirkning av Klyrfire.....	29
3.2.2	Emaljens heft på kokehud og fargeløs emalje.....	30
3.3	Oppsummering	30
4	Oppfølgende forsøk	31
4.1	Forsøksplater 1-6, horisontalt Ø4,0mm celler.....	31
4.1.1	Plate 1.....	31

4.1.2	Plate 2	39
4.1.3	Plate 3	45
4.1.4	Plate 4	49
4.1.5	Plate 5	53
4.1.6	Plate 6	56
4.1.7	Oppsummering	60
4.2	Forsøksplater 7-8, horisontalt, Ø6,0mm celler.	60
4.2.1	Plate 7	60
4.2.2	Plate 8	63
4.2.3	Oppsummering	64
4.3	Forsøksplater 9-10, vertikalt, Ø 4,0mm celler	64
4.3.1	Plate 9	65
4.3.2	Plate 10	69
4.3.3	Oppsummering	72
4.4	Forsøksplatene 11-12, plater i 925 sølv, Ø4,0mm, horisontalt og vertikalt..	72
4.4.1	Plate 11(Ag)	72
4.4.2	Plate 12(Ag)	76
4.4.3	Oppsummering	78
4.5	Sammendrag av alle forsøkene	78
5	Praktisk anvendelse av teknikken	79
5.1	Praktisk anvendelse	79
6	Oppsummering og diskusjon av resultatene	85
6.1	Platene 1-6	85
6.1.1	Forskjeller og likheter	85
6.1.2	De forskjellige stadiene i brenneprosessen	87
6.1.3	Problemer knyttet til kobberoksid	87
6.1.4	Videre forsøk	87
6.2	Plate 7-8	88
6.2.1	Cellestørrelser	88
6.3	Plate 9-10	89
6.3.1	Påvirkning av tyngdekraft	89
6.4	Plate 11-12	90

6.4.1	Fordeler med et oksidfritt miljø.....	90
6.5	Konklusjon.....	90
6.6	Oppsummering og vurdering av konklusjonen	93

Forord

Denne oppgaven er ment å fungere som et startpunkt for oss som vil jobbe med vindusemalje, men i kjent stil har møtt lite tilgjengelige ressurser og hemmelighetskremmerier om faget. Den tar for seg bare en liten del av faget, der jeg går inn på hva som skjer og hvorfor. Forsøkene i denne avhandlingen er utformet basert på tidligere eksperimentering jeg har gjort i faget, og tar opp situasjoner jeg har opplevd problemer med, for å få ny innsikt på dette området. Dette er informasjon som de fleste utøvere vil kunne finne ut på egen hånd, gitt at de eksperimenterer. Derfor ønsker jeg å gjøre denne informasjonen tilgjengelig for andre interesserte, slik at de første skrittene inn vindusemaljens verden ikke blir å falme rundt i blinde med et høyt frustrasjonsnivå. Med denne informasjonen som grunnlag er det mulig å se og prøve seg videre med andre, mer avanserte, teknikker som for eksempel emaljering med en midlertidig bakgrunn. Det grunnleggende er allerede på plass.

1 Innledning

1.1 Innledning

Formålet med denne oppgaven kan kort beskrives som en kartlegging av emaljens oppførsel for å forenkle design og produksjon av arbeid med vindusemalje. For å utdype så er det mange utfordringer knyttet til vindusemalje, og at teknikken gjennom en årrekke har vært omhyllet av hemmelighetskremmerier og få utøvere hjelper nye utøvere som ønsker å benytte seg av denne teknikken. For all produksjon vil venn-diagrammet der forholdet mellom form, material og teknikk er illustrert være sentral, og vindusemalje er ikke noe unntak. Problemet åpenbarer seg når vi starter å fylle ut det vi vet innenfor hver av disse seksjonene, der i de fleste tilfellene, vil være svært mangelfull informasjon sammenlignet med mange andre teknikker. For eksempel vet jeg fra tidligere erfaringer at vindusemalje har store variasjoner i oppførselen ut i fra hvilken form arbeidet har, og denne oppførselen kan påvirkes av en rekke variabler som blant annet cellestørrelse. Dette kan skape problemer for å bedømme hvilke begrensninger som eksisterer innenfor venn-diagrammet, og uten en god forståelse av oppførselen til emaljen, blir det vanskelig å ta hensyn til alle variablene og hvordan de påvirker hverandre. I eksempelet nevnt over var det et korpus som skulle ha en del i vindusemalje, jeg hadde på daværende tidspunkt gjort noen vindusemaljearbeid og konkludert med at motivet mitt var innenfor det jeg var i stand til med tanke på cellestørrelse, omfang og godstykkelse. Det jeg ikke hadde informasjon om var hvor mye emaljen ble påvirket av gravitasjonen. Formen på korpuset var slik at tangenten til overflaten på den ene siden av motivet som skulle ha vindusemalje sto med en vinkel på over 90° til tangenten på andre siden av motivet. Dermed ville det alltid være emaljeceller som enten var horisontal eller vertikal i forhold til hverandre, uavhengig av orienteringen av arbeidet, med andre ord vil cellene bli utsatt for gravitasjonskraften i forskjellige retninger (hvis celleplanet brukes som utgangspunkt). Dette problemet var uforutsett, og vanskelig å løse (viste seg å ikke være gjennomførbart innenfor gitt tidsramme, men utbedret på et senere tidspunkt) og skulle i en ideell verden vært adressert allerede på designstadiet i prosessen, der det ennå var mulig å forandre variabler for å få et annet utfall. Det jeg prøver å fremheve med dette eksempelet er at med en grundig kartlegging av oppførselen til emaljen i ulike situasjoner vil være et godt grunnlag å starte på både når det kommer til designprosessen og emaljeringen, men den

informasjonen tilgjengelig per i dag er svært mangelfull og utøvere er avhengig å gjøre omfattende forsøksrekker med prøving og feiling bare for å finne ut om det er mulig eller ikke. Jeg vil med en slik kartlegging av emaljens oppførsel danne et grunnlag som kan være til stor hjelp for utøvere som kan bruke den som startpunkt for målrettede forsøk for å løse konkrete problemer.

Jeg vil også bruke denne informasjonen til å skrive en arbeidsinstruks, der jeg beskriver en mulig fremgangsmåte for å få et vellykket resultat, vanlige begrensninger og problemløsninger. Den vil også omfatte en sammenfattet teori om emaljens oppførsel og hvordan den kan manipuleres av omgivelsene. Instruksen er ment med et startpunkt for vindusemalje, slik at en kan oppnå en viss forståelse av emaljen uten å måtte utføre en rekke forsøk. Den er også ment som et supplement til informasjonen til V. Timofeev som hovedsakelig adresserer produksjonen av cellene til emaljen, som er minst like viktig for å et godt resultat. Han beskriver også kort om emaljeprosessen, men temaer som cellestørrelser, form, og andre begrensninger og påvirkningselementer blir ikke diskutert. For å vise en praktisk anvendelse av prosjektet vil jeg også lage en serie gjenstander i sølv og emalje som illustrerer forskjellige måter denne teknikken fremdeles kan brukes for prosjekt i samtiden.

1.2 Problemstilling

Problemstillingen for dette prosjektet er som følger:

Hva skjer med emaljen når den brennes som vindusemalje? Hvorfor skjer dette? Hvordan kan jeg bruke denne informasjonen i produksjon av vindusemalje?

Fokuset her vil være på hva som skjer med emaljen i gitte situasjoner som kan oppstå under produksjon av vindusemalje og hvorfor dette skjer, og til slutt hvordan man kan bruke denne informasjonen for å påvirke utfallet av emaljeprosessen.

Gjenstander laget med teknikken illustrer praktisk anvendelse av kartleggingen.

Forsøkene vil i første omgang ta for seg forskjellige cellestørrelser og godstykkelse, for deretter gå videre med orienteringen av emaljeplanet (brenne plater både horisontalt og vertikalt, for å se påvirkningen av gravitasjon osv.).

1.3 Begreper og forklaringer

Emalje er et materiale som hovedsakelig består av glass, og kan ved rette temperaturer smelte og hefte seg til metall som en overflatebehandling. For kobber og sølv ligger disse temperaturene rundt 700°C til 850°C.

Vindusemalje er en spesiell teknikk innenfor emaljefaget der emaljen legges uten bunn, men i et nettverk av celler laget i metall. Emaljen hefter seg da bare til sidene av disse cellene og vil slippe gjennom lys ved bruk av transparent emalje. Det endelige resultatet er en matriks av metall og glass, ikke ulik i uttrykk som blyglassvinduer, bare i mindre skala.

Moderne tid /modernismens æra: Brukt her under det historiske kapittelet for å beskrive alt arbeid innenfor gitt felt etter storhetstiden for emalje rundt århundreskiftet. Med andre ord, arbeid etter vindusemaljen ble faset ut eller «tapt».

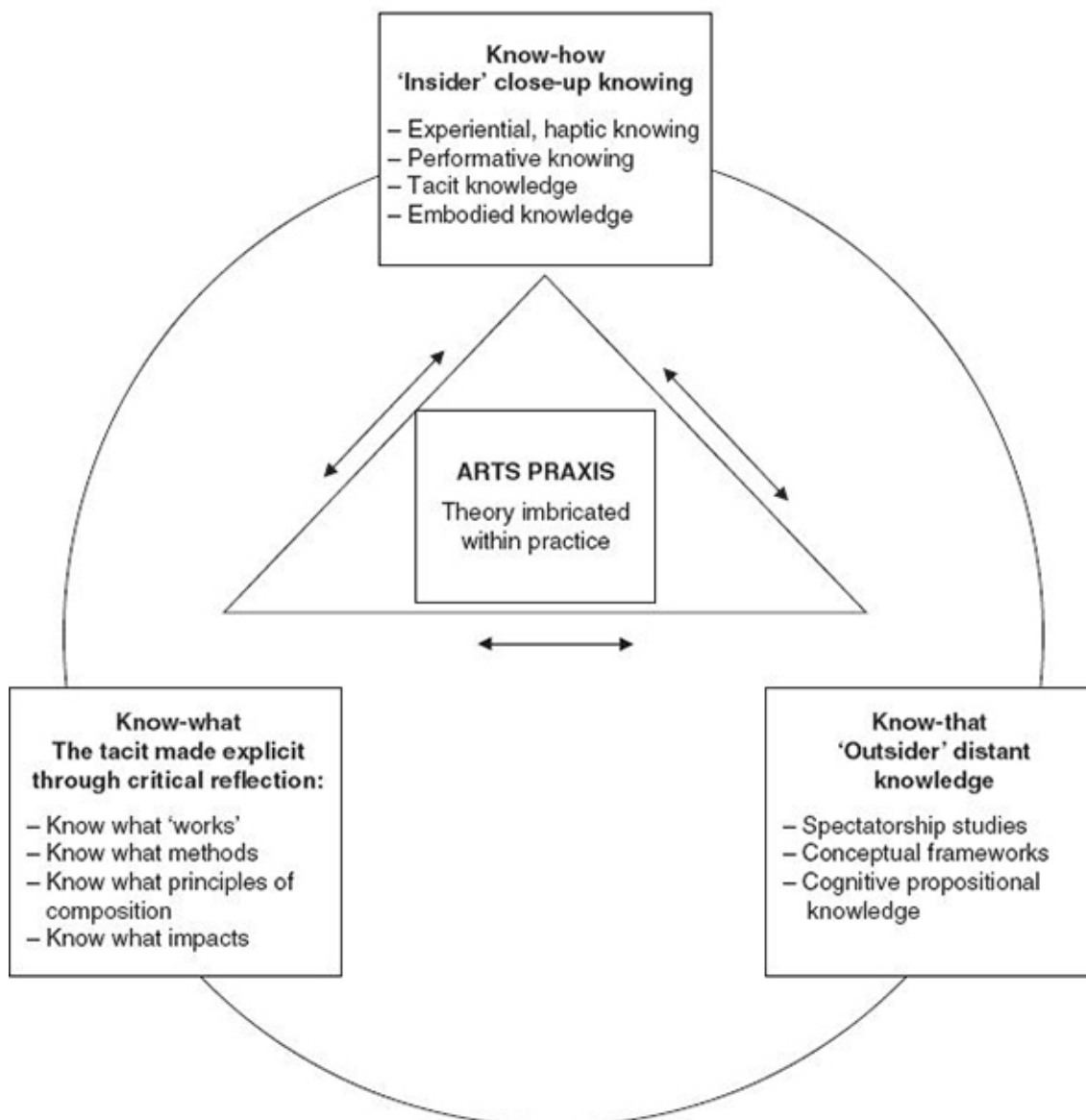
1.4 Metode

Måten jeg går frem for å løse problemstillingen er gjennom prøveplater i en serie med forsøk for å kunne belyse kunnskap som ikke er direkte tilgjengelig fra før. Jeg tar utgangspunkt i en modell som viser sammenhengen mellom forskjellige typer kunnskap og hvordan disse kan utnyttes eller skapes for å oppnå ønsket formål (Figur 1-1). Det er denne modellen jeg tar utgangspunkt i når jeg analyserer prøveplatene. Modellen er hentet fra Nelsons bok *Practice as Research* og bør sees i sammenheng med et sitat av Leonard og Sensiper om hvordan kunnskap opptrer:

Knowledge exists on a spectrum. At one extreme, it is almost completely tacit, that is semi-conscious and unconscious knowledge held in people's heads and bodies. At the other end of the spectrum, knowledge is almost completely explicit or codified, structured and accessible to people other than individuals originating it. Most knowledge of course exists between the extremes. (Leonard & Sensiper, sitert i Nelson, 2013, s. 37)

Når det gjelder vindusemalje, har det som nevnt tidligere vært en aktiv interesse innenfor fagfeltet å holde mye av denne kunnskapen hemmelig, som gjør deler av denne kunnskapen mangelfull eller svært vanskelig å oppdrive, enten det har vært kunnskap

som er lett å formidle gjennom språk (skriftlige kilder), eller kunnskap som må læres i praksis (mester til lærling).



Figur 1-1 Deler av kunnskapsspekteret og deres relasjoner til praksis. (Nelson, 2013, s. 37)

I disse forsøkene vil jeg gå nærmere inn på den kategorien kunnskap som omtales som *know-what* i figuren over, da mye av kunnskapen i vindusemalje er taus kunnskap, vil jeg gjennom forsøkene tilegne meg den kunnskapen. Gjennom refleksjon av denne kunnskapen, får jeg en mulighet til å formidle den videre ved å omgjøre den til eksplisitt kunnskap. Det vil også skape en større forståelse av emaljeringsprosessen, og være nøkkelen til å besvare spørsmålene i problemstillingen, spesielt de to siste.

Denne fremgangsmåten skaper et rammeverk for definering og kartlegging av kunnskap, som devierer fra det tradisjonelle tankesettet ved å basere all kunnskap på formuleringen av lover basert på deduksjon og induksjon; og heller fokuserer på konteksten i relasjon til hva som er kjent og kritisk refleksjon av praktiske eksperimenter (Nelson, 2013, s. 38). Her er det refleksjonen som er et av de viktigste elementene i disse forsøkene, fordi det gir svar på det som søkes, og samtidig oppfyller alle kravene som blir stilt til denne kunnskapen. Senere i oppgaven går jeg nærmere inn på hva som kan forventes av nøyaktighet i forsøkene og de forskjellige variablene som kan påvirke emaljen, men kortfattet vil det være et større slingringsmonn her, for å oppfylle formålet med å kunne bruke dette i produksjon av vindusemalje, og kan derfor ikke opprettholde et sterilt labmiljø, som kunne vært av interesse ved andre forsøk. Derfor vil få, men kvalitative forsøk, der refleksjon over hva som skjer og hvorfor være den fremgangsmåten jeg velger for å besvare problemstillingen min.

2 Bakgrunn

2.1 Emalje

Emaljering er en svært gammel teknikk som har vært i bruk de siste to tusen årene, og har tradisjoner i de fleste kulturer verden over (Brepohl, 2001, s. 297). Teknikken ble videreført i den vitenskapelige arenaen på begynnelsen av 1900-tallet, der formålet med og bruksområdet ble større og dermed større fokus på utviklingen. Det startet tidlig som en metode for å få farger på smykker, men under utviklingen ble det lagt til rette for å bruke emalje som en overflatebehandling til metall for bruksgjenstander. Emalje som overflatebehandling utenfor smykke- og gullsmedtradisjonen var et av feltene som ble store under den industrielle revolusjonen, og alt fra drikkestell til skilter kunne avsluttes med emalje. Emaljen gav store fordeler som overflatebehandling, med glatte og ikke porøse overflater, er dem lette å rengjøre, slitesterke og beskyttende, samt muligheter for sterke og klare farger.

Grunnprinsippene til emaljen er en enkel prosess som bruker lite spesialisert utstyr, og annet enn at ovnen nå til dags er elektrisk og styres med termostat, så har verktøyet tilnærmet vært uforandret siden starten. Det viktigste verktøyet er ovnen, som ofte er spesielt beregnet på emalje, men det vil være mulig å emaljere med nesten uansett type varmekilde med tilstrekkelig temperatur.

Kommersiell emalje er oftest kjøpt i pulverform eller større glassbiter, og består hovedsakelig av det vi kaller fritt, som er mediet i emaljen. I tillegg til fritten så tilsettes også farge, ofte i form av metalloksid, samt andre ingredienser hvis spesielle effekter eller egenskaper er ønskelig. Fritten i en vanlig oppskrift inneholder kvarts, feltspat, borsyre, natrium, pottaske (lut), og blyoksid (Brepohl, 2001, s. 374). Ikke uvanlig er det at disse oppskriftene er hemmelige, og seriøse aktører ofte lager sin egen emalje, da gjenskapelsen av visse farger var en bedriftshemmelighet. Blant annet hadde David-Andersen en egen seksjon for produksjon og utvikling av emaljefarger (Opstad, 1994, s. 12). I senere tid har også utøvere som Grete Prytz Kittelsen vært i samarbeid med kjemikere på UiO for å utvikle emalje med ønsket farge og egenskaper. Nå til dags er det dog vanlig å kjøpe ferdigprodusert emalje, og det er en håndfull produsenter som er anerkjent og produserer mesteparten av emaljen i dagens marked. Dette er nok på grunn av all den ekstra resursen det krever å produsere egen emalje, og som normen i dagens

samfunn er småskalaproduksjon sjeldent lønnsomt. Samtidig blir det levert svært god kvalitet av emalje fra disse anerkjente produsentene.

Den typen emalje jeg kommer til å bruke i oppgaven er kalt vindusemalje og ble svært populær i Norge på slutten av 1800-tallet og begynnelsen av 1900-tallet, med utøvere som David-Andersen, Tostrup, og Marius Hammer.

2.2 Tradisjonen

2.2.1 David-Andersen

Hos David-Andersen så vi inntoget av stilarten art nouveau når Arthur og Alfred tok over bedriften etter David Andersens død i 1901, og det er med denne stilarten at emaljen blir utnyttet videre. Med Gustav Gaudernack som den ledende tegneren, satset David Andersen stort på emalje, selv om grunnlaget for den store interessen for emalje ble lagt allerede i 1880-årene (Skatvedt, 1976). Gaudernack var en ivrig insektsamler, og brukte i tillegg mye tid i drivhusene til J. Olsens Enke på Bestum der han drev disse naturstudiene som vi tydelig ser preger hans art nouveau arbeider; spesielt er det stiliserte blomster og insekter som står for en stor del av motivene (Opstad, 1976, s. 48). Mest kjent er nok libelleskålen, som er tegnet av Gustav Gaudernack for David-Andersen, og som nå er utstilt på Kunstindustrimuseet i Oslo.

2.2.2 Tostrup

Hos Tostrup kunne man tidlig finne emaljerte arbeider, da emalje ble flittig brukt allerede på midten av 1800-tallet, men dette er mer tradisjonelle emaljearbeid, som vi kjenner fra tidligere i Europa, og tilhører ikke det som beskrives som emaljens renessanse her i Norge (Opstad, 1994, s. 40). Rundt 1900 var Tostrup, med Torolf Prytz i spissen en vesentlig del av utviklingen av emaljearbeidene i Norge, og ved hundreårsskiftet, tegnet til verdensutstillingen i Paris, presenterer Prytz en kolleksjon som brøt med alle tidligere emaljearbeid, og var starten på en ny retning for norsk emalje. Etter utstillingen i Paris, finner vi rene art nouveau arbeider innenfor firmaet, og kan vise til objekter som for eksempel sneklokkevasen, tegnet av Prytz og regnes som ett av hovedarbeidene i norsk vindusemalje, sammen med libelleskålen fra David-Andersen (Opstad, 1994, s. 62)

2.2.3 7 grunner til at emalje ble populært og relevans til dags dato.

Som nevnt over fikk emaljetradisjonen en oppblomstring rundt hundreårsskiftet, og selv om det ikke fantes en gammel tradisjon for emalje i Norge, sørget denne oppblomstringen for at emalje ble en norsk spesialitet på begynnelsen av 1900-tallet. Under vil jeg kortfattet gå gjennom sju punkter som forklarer hvorfor emalje kunne bli så populært i nasjonen, og om noen av disse punktene kan ha noen relevans per dags dato. Det første punktet er østen-interessen som preget vestens kunst allerede fra 1700-tallet fortsatte utover 1800-tallet. Arbeid fra den fjerne Østen ble vist på verdensutstillingene og begeistring var stor for arbeidene som ellers var et svært sjeldent syn i Europa. Her var også emaljarbeid som ble vist stor interesse, og for perioden var det dekorasjonen av flatene, det maleriske og ikke det plastiske som stod i fokus; her var det fargene som var det viktigste virkemiddelet, noe som egnet seg ypperlig for emaljen (Opstad, 1994, s. 18).

Det andre punktet var tidens fargesyn, som i forbindelse med empirismen førte til at fargene var et av de viktigste virkemidlene innenfor kunsten. Dette påvirket også arbeider utført i materialer som gull og sølv, og da var emalje en utmerket måte å bruke forskjellige farger i arbeidene. Det tredje punktet var interessen for tekniske utfordringer, og det var det som drev mange til å jobbe med emalje, som hadde mange hemmeligheter og utfordringer. Ofte finner vi håndverkeren drevet av det tekniske aspektet ved en teknikk, og ønsker om å mestre teknikken, for å produsere gjenstander ingen andre har gjort før han, og få klarer å gjøre etter han (Opstad, 1994, s. 19-20).

Dette var også tiden for den store industrielle framgangen, og flere av håndverkerne var opptatt av å ennå produsere for hånd, og var imot inntoget av maskinelle arbeidsprosesser. Her er emaljetechnikken en ideell teknikk fordi den kan ikke gjennomføres helt maskinelt, og må derfor avsluttes for hånd; emaljerte arbeid har en kvalitet som ikke kan skapes med maskiner, og var populær blant de som jobbet for å bevare håndverker arten (Opstad, 1994, s. 21)

Det femte punktet var den store interessen for historiske stilarter som egnet seg godt for emaljarbeid. Gjenstandene i disse stilene hadde ofte voldsomme formen og rik og fargeglad dekor, og dermed var det en mulighet til å vise frem emaljekunstens egenskaper. Verdensutstillingene i Europa påvirket også interessen ved å vise frem gamle

arbeider fra private samlinger, og vi fikk innblikk i de gamle emaljearbeidene(Opstad, 1994).

På denne tiden gikk det også et arbeid med å forandre og oppgradere kirkeinventaret, og de nye sakrale objektene ble ofte gjennomført med de gamle Limoges-arbeidene¹ som utgangspunkt og ny interesse for å mestre grubeemaljen oppstod hovedsakelig bare for å produsere nytt kirkeinventar. I Norge har vi to lysestaker i Domkirken i Trondheim, laget av J. Tostrup, etter Limoges-arbeider(Opstad, 1994, s. 22)

Den syvende og siste faktoren for at emalje fikk så stor popularitet i Norge var den sterke nasjonalfølelsen og måten denne ble uttrykt på, nemlig å vise til noe særegent norsk, og her ser vi blant annet dragestilen som ble møtt med begeistring på verdensutstillingene. Det var dette med å kunne vise frem noe som gav vår egen identitet og som var ulikt det våre naboer og andre hadde, som ble sett på som positivt og forbilledlig. Når det i tillegg viste seg at de norske emaljearbeidene kunne måle seg med den internasjonale standarden, ble emaljen et av de områdene av industrien som ble vektlagt. Dette førte til at emaljeproduktene i stor grad ble iført den nasjonale stilen som dragestil, og fikk ry på seg til å være en norsk spesialitet(Opstad, 1994, s. 24)

Når vi ser på disse sju faktorene fra dagens ståsted, er det umiddelbart et par av dem som skiller seg ut på den måten at de kan også brukes den dag i dag for å nå frem til rett målgruppe eller brukes under markedsføring. Dette er hovedsakelig punktet om håndverk, men trekker også inn punktet før om teknisk utfordring. I dagens samfunn er det satt et større fokus på yrker og håndverksteknikker som er i ferd med å fases ut. Det er i denne forbindelsen at fokuset på gjenstander som er håndlaget har kommet til sin rett, og folk er mer opptatt av godt håndverk og villig til å betale mer for et godt produkt. Fordelen med mye av emaljeringen har ikke forandret seg i den forstand at den i de fleste tilfeller må gjennomføres for hånd, og at det ikke er mulig å erstatte denne typen arbeid med noe som er produsert maskinelt. Det er klart at mye av arbeidet kan forenkles og man kan gjøre tiltak for at prosessen skal effektiviseres, men til slutt må gjenstandene under håndverkerens hånd, og ingen snarveier kan tas.

¹ Emaljearbeidene fra Limoges i Frankrike er svært avanserte emaljearbeider fra 1100-tallet, berømt for sin kompleksitet og vibrante farger, og mange av disse objektene var produsert til sakralt bruk og spredt over en stor region(O'Neill, 1996, s. 7,26,41)

2.3 Hva er gjort på området?

2.3.1 Fay Rooke

Fay Edwards Rooke er en kanadisk artist som er internasjonalt kjent for sine arbeid innenfor emalje, og bruker flere av emaljeteknikkene mesterlig. Hun er utdannet ved Ontario College of Art i Toronto, og jobbet en stund som frilans artist etter utdannelsen, der hun laget alt fra illustrasjoner til skulpturer. En fascinasjon av farger og kompleksiteten farger kan gi, førte henne til emaljekunsten i 1968, og har siden spesialisert seg på emalje (Crowe, Castonguay, & Hustler, 2013). Flere av verkene viser flotte store gjenstander utført i vindusemalje, ofte i kombinasjon med celleemalje, og hun har utviklet en egen stil som er tydelig inspirert av naturen og de organiske formene kommer til liv med fargespillet fra emaljen.

Senere i karrieren grunnla hun og underviste i emaljestudiet ved Ontario College of Art frem til 1995, og hun er ennå aktiv med gjesteforelesninger og kurs på universitetet. Rooke har studioet i Burlington, Ontario (Crowe et al., 2013).

2.3.2 Valeri Timofeev

Valeri Timofeev ble født i Latvia i 1941 og startet sin karriere med å studere mekanisk ingeniørkunst og sivil luftfart, før han i 1967 dro til Moskva for å studere kunst, der han fikk en grad i tegning og brukskunst (hovedsakelig innenfor metall, der han dro fordel av materialkunnskapene fra ingeniørstudiene).

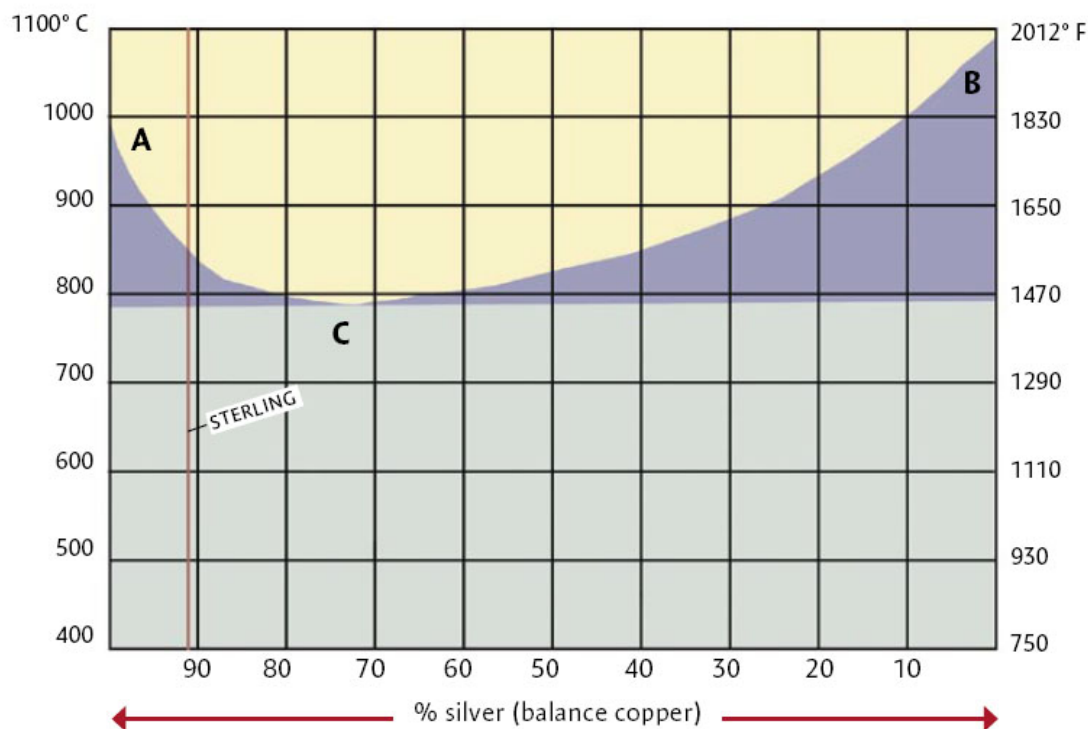
Startet som gullsmed i 1972 og var interessert i de forskjellige teknikkene for fremstilling i faget, spesielt fascinert av de tekniske aspektene som lå i grunn. Han begynte tidlig på 80-tallet å forske på vindusemalje og dens tradisjon i Russland, da teknikken i praksis hadde vært borte siden revolusjonen i 1917. Forskingen gikk blant annet ut på å besøke og lære seg hemmelighetene til de gamle mesterne som ennå var i live, samt en lang periode med utprøvinger. Timofeev behersket disse gamle tradisjonene og utviklet en egen stil med teknikken. Han er blitt sitert med å beskrive kunsten sin som hans egen personlighet i et annet medium, og derfor bruker ofte symboler og andre mindre direkte motiver i sine verk.

Han har holdt flere kurs på temaet går systematisk til verks når han deler sin teknikk. Det virker som han er mer opptatt av hva vi som individer lager og mindre på hvordan, så derfor er han svært transparent når det kommer til utføringen av teknikken. Noe som er

positivt overraskende, da temaet rundt vindusemaljen er saturert med yrkeshemmeligheter som selv den dag i dag holdes hemmelig.

Etter den informasjonen tilgjengelig om Timofeevs arbeid, så går mye av forskningen hans ut på hvordan cellene som skal brukes til vindusemalje er produsert. Han har blant annet rekonstruert et slaglodd for å bruke til emaljearbeidene. De kjente russiske verkene som var grunnlaget for hans inspirasjon var som regel utført i filigransteknikken før emaljen ble påført. Dette fører til at det er mange loddepunkter som senere skal dekkes av emaljen, og det er et vanlig fenomen at emaljen har til tider vanskelig for å hefte seg til områder som er dekket med slaglodd. Her forekommer sprekker og flaking oftest, og det er avhengig av hvilken emalje som brukes osv.; de fleste emaljekunstnere unngår å emaljere på slaglodd, nettopp på grunn av dette. Selv om det i mange tilfeller går helt fint, vil en teknikk som den Timofeev ville bruke være svært utsatt for slike problemer. Derfor forsket han på å få et slaglodd som var likest mulig legeringen som resten av arbeidet var laget av. Her kom han frem til å bruke et slaglodd av 70% sølv og 30% kobber, dette er legeringsforholdet til disse to metallene som gir den lavest mulige flytetemperatur. Fordelene er at den oppfører seg likt med andre sølv/kobberlegeringer med tanke på emaljeprosessen, ulempen derimot vil være vanskelighetsgraden å lodde med dette slagloddet. Som nevnt tidligere er flytetemperaturen til dette slagloddet det laveste oppnåelig for en sølv og kobberlegering, men likevel vil disse temperaturene være så høye at en 925S legering vil være innenfor smeltepunktet, for det første stadiet.

Videre går forskningsarbeidet hans ut på selve loddeprosessen, og det er mulig å finne konkrete fremgangsmåter for å lodde store filigransobjekter med dette spesielle slagloddet. Kort fortalt brukes en form med anløpt stål til å legge filigranstrådene på, trådene kan festes med lim (organisk lim som brenner så askefritt som mulig) deretter surres alt med jernbindetråd, og en blanding av fluss og strøslaglodd er påført og loddingen utføres. Loddingene sjekkes, og eventuelt loddet igjen før jernbindetrådene fjernes og gjenstanden løsnes fra stålformen. Selve emaljeringen blir ikke omtalt så detaljert, annet enn at emaljen må påføres sammen med bindemiddel i flere omganger og brennes forsiktig frem til tilstrekkelig emalje befinner seg i cellene. ("Valeri Timofeev plique-a-jour enameling art," 2015)



Figur 2-1 Fasediagram for fasene A B C I forhold til legering og temperatur (McCreight, 2010, s. 288).

2.3.3 Grete Prytz Kittelsen

Født inn i gullsmedfamilien og verkstedet J. Tostrup var Grete en arvtager i bransjen og videreutviklet sine emaljetechnikker til å bli en pioner innenfor faget, og samtidig var en sentral person i populariseringen og utviklingen av begrepet brukskunst, der hennes korpusarbeider kommer inn. Hun designet og utviklet også en del smykker, som ofte ikke blir tatt med under begrepet brukskunst for det regnes som pynt i modernismens æra. Det som går igjen i verkene hennes er emaljen, som brukes på smykker så vel som korpus. Rundt 1900 var Norge på verdenstoppen med tanke på vindusemalje og J. Tostrup var en av de store aktørene her, med blant annet gjenstander som sneklokkevasen. Selv om mesteparten av emaljeverkene til Kittelsen ikke var vindusemalje, har hun laget en serie gjenstander med denne teknikken der hun ønsket å lage moderne paralleller til verkene fra århundreskiftet. Her samarbeidet hun med en norsk gjerdefabrikk for å veve og tvinne tråd i sølv til et nettverk av celler som senere ble fylt med emalje. Selv om Kittelsen ikke jobbet så mye med spesifikt vindusemalje, var hun en av de fremste emaljeutøverne i Norge i moderne tid. Ikke bare bidro hun med nye måter å uttrykke

speilemalje på, ved å fokusere på de optiske egenskapene til transparent emalje og forskjellige behandlinger av overflaten som skulle emaljeres, men også samarbeidet med UiO for å få utviklet og produsert emalje i Norge med egenskaper om ikke var lett tilgjengelig på markedet, spesielt med tanke på farge, optikk og termiske egenskaper. (Kittelsen et al., 2008)

2.4 Dokumenterte teknikker, forskjellige fremgangsmåter.

Vindusemalje er en emaljetechnik der emaljen ikke har noen metallbakgrunn, slik at lys kan slippe gjennom og resultatet kan minne om blyglassmotiv som er vanlig i kirker osv. Emaljen «henger» i et åpenrom i flaten på metallet som brukes, disse blir omtalt som celler. Det er mange måter å skape disse cellene og emaljere dem. Punktene under vil gå gjennom flere av disse teknikkene som vi finner dokumentert som fremgangsmåte i forskjellige skriftlige kilder.

Det samme for alle teknikkene vil være å lage rammeverket av celler som skal emaljeres, og her er det hovedsakelig to fremgangsmåter som brukes, fjerning av gods eller sammenføring. Det vil si at i en situasjon starter man med en hel flate og fjerner deler av denne for å danne cellene til emaljen, med for eksempel å sage, bore eller frese. Her kan det være aktuelt å bruke nyere teknologi som CNC styring av verktøy for å produsere effektivt. Ulempen her vil være at mye av materialet går til spille og det merkes spesielt med verdifulle materialer som sølv og gull. Det er denne teknikken jeg kommer til å bruke for den unngår en del ukjente variabler som andre teknikker kan innføre, som for eksempel slaglodd på celleveggen (introduksjon av en ny metallegering). Osv. I tillegg vil jeg bruke en søyleboremaskin til å forme cellene, for da vil jeg få konsekvente celler, som også er svært effektivt tidsmessig. Den andre fremgangsmåten for å danne et rammeverk er å sammenføre flere deler sammen til et nettverk av celler. Her er det ofte snakk om emaljeslaglodd og metalltråder i forskjellige dimensjoner. Fordelene her er at det er mindre svinn i materialet som brukes, men det kreves mye tid og mye arbeid. I tillegg vil det som nevnt over innføres en ny legering til nettverket av celler og som emalje på flere punkter også må hefte seg til, noe som fra tidligere erfaringer ikke alltid er ideelt. En annen måte er å støpe direkte den formen som skal brukes. Her får vi en gjentakelseevne som er vanskelig å konkurrere med, og i tillegg er svært effektiv når et større volum av gjenstander skal produseres. Ulempen her vil være hvordan materialet oppfører seg. Mye er avhengig av krystallstrukturen til støpet, noe som kan variere fra støp stil støp, som igjen gir inntog til nye variabler som er vanskelig å kontrollere, og er mer egnet for produksjon av gjenstander for salg. Det er heller ikke noen hemmelighet at støpte objekter er mer porøse i strukturen og generelt sett ikke så enkle og rett fram å emaljere på. Her vil formen på objektet spille en større rolle ved emaljering enn på smidde objekt.

2.4.1 Teknikk: Kobberfolie.

Flere av metodene for vindusemalje er å ha en midlertidig bakgrunn som emaljen kan bruke som støtte under påføring og brenning. Den blir deretter fjernet rett før siste brenning, da denne sørger for en blank og jevn overflate i emaljen. Denne siste brenningen blir ofte omtalt som en (varm) polering (fire-polish eller flash polish), og er en vanlig form for avslutning for de fleste emaljeteknikkene. Eventuelle justeringer som sliping av emaljen er utført i forkant av denne handlingen. Gjenstanden blir bare varmet opp slik at overflaten på emaljen akkurat smelter og blir blank, så det er en svært kort brenning sammenlignet med andre brenninger.

En av disse midlertidige bakgrunnene er å bruke kobberfolie som man påfører baksiden av rammeverket. Her er det viktig at folien presses godt på plass slik at emaljen ikke kommer ut mellom cellene på baksiden. Til dette brukes et polerstål for å sørge for god kontakt på hele overflaten som skal dekkes. Den tynne kobberfolien kan etter brenningen skrelles av, og eventuelt søl av emalje eller flaking av emalje kan retusjeres med diamantslip, før siste brenning. Folien er så tynn at når den manipuleres brytes heftet mellom kobberet og emaljen.

2.4.2 Teknikk: Glimmer

På samme måte som kobberfolien var en midlertidig bakgrunn, kan også kråkesølv eller glimmer brukes. Glimmer kan få en svært glatt overflate og tåler høye temperaturer uten problemer. I tillegg fester emaljen seg ikke spesielt bra på glimmer, slik at glimmeren lett kan fjernes etter brenning. Emaljen som har vært brent i kontakt med glimmer vil ha en matt overflate og i noen tilfeller vil det være rester av glimmer i overflaten av emaljen. Disse flatene må slipes rene, og brennes på nytt uten glimmer for å få blanke overflater. Det vil ikke være store problemer med slike brenninger, da celler med rikelig emalje ikke er så ustabil og utsatt for kollaps som celler som er under fylling av emalje.

2.4.3 Teknikk: Kobber og gull.

I noen tilfeller brukes en tykkere plate av kobber som festes til nettverket av celler, slik at gjenstanden blir å betrakte som et cellemaljearbeid. Hovedsakelig blir denne teknikken brukt på gull da kobberet kan fjernes med syre som bare løser opp kobberet og lar gullet være igjen. Samme teknikk brukes også av og til for å lage hule konstruksjoner av gull for

å spare vekt i den ferdige gjenstanden. For at dette skal kunne fungere må emaljen tåle denne syre, noe som ikke er en garanti i alle tilfeller, så dette må testes før det settes i verk.

Foruten syrer kan også kobberet fjernes mekanisk, der man bruker diamant eller karbid for å fjerne de siste restene av kobberet på glassoverflaten. Glasset vil på baksiden bli matt der kobberet er fjernet, men dette kan poleres opp med en rask brenning i ovnen eller med slipemidler for glass. Dette er en svært arbeidsom og tidkrevende prosess, men kan være et alternativ med enkle og store celler som er vanskelig å emaljere i andre sammenhenger, eller trenger å emaljeres med få brenninger pga. fargepåvirkning og lignende. Med flate gjenstander kan også arbeidstiden reduseres med tilgang til en fres eller lignende mekaniske verktøy for rask fjerning av overflødig gods.

2.4.4 Teknikk: Bindemiddel og overflatespenningen til væsker.

Den siste teknikken jeg blir å beskrive og den jeg blir å bruke, er å utnytte overflatespenningen til vann og legge emaljen våt inn i cellene. Overflatespenningen til vannet holder da en liten vannmengde på plass inne i cellen, og siden emaljen ikke er vannløselig vil den være i suspensjon mellom overflatespenningene i vannet. Siden emaljen er tyngre enn vannet vil emaljen til slutt sedimentere i det tilgjengelige vannet, så det er viktig og har rikelig med emalje i vannet som fyller cellen for å få en fin fordeling av emalje i cellen. Selv om vannet tørker ut vil emaljekornene ved hjelp av spenningen av overflatespenningen holde sammen og formen til cellen med svært lite fukt i emaljen, på samme måte som fuktig sand holder på formen selv etter mye uttørking. Samtidig vil jeg benytte meg av et polymer-basert bindemiddel løst i vannet, dette stoffet vil være igjen etter vannet har fordampet, og fungerer som et lim mellom emaljekornene når væsken er helt fordampet. Under brenning vil dette stoffet brenne askefritt, slik at det ikke er noen synlige spor etter bindemiddelet igjen på det ferdige produktet. Dette bindemiddelet gjør hele prosessen litt tryggere. Det er fullt mulig å benytte seg bare av vann, men da er man avhengig av friksjonen mellom emaljekornene til å holde på plass emaljen mellom det stadiene fra det er helt tørt og til kornene begynner å bli plastiske og gripe hverandre. Uten bindemiddel blir gjenstanden satt inn i ovnen mens det er litt fuktighet i emaljen, men ikke så mye at fuktigheten hurtig omdanner seg til vanndamp og utvidelsen blåser emaljen ut av cellen, på denne måten vil det stadiet der emaljen er

avhengig av friksjon for å holde seg på plass være når arbeidet står uten andre ytterlige påvirkninger inne i ovnen. Denne balansen er lettere å utføre med bindemiddel, fordi arbeidet kan med fordel settes inn i ovnen i en mer tørket tilstand enn uten bindemiddel.

3 Relevante momenter ang. forsøkene (protokoll)

Rette kanter på cellene, og ingen skarpe hjørner på formen av cellen. For å oppnå dette vil jeg fortrinnsvis bore hull i platene. I tillegg vil det teste hvor godt emaljen hefter til metallet, da en sirkel vil være den formen med størst areal i forhold til omkretsen. Samtidig som det er en form som ikke skaper skarpe vinkler, som er et punkt for stress under avkjølingen av glass.

3.1.1 Emaljen

Emaljen jeg bruker er en japansk type som inneholder bly. Dette fordi det er en nyprodusert emalje som uten problemer kan skaffes. I tillegg har den svært fine farger som jeg, som artist, er interessert i å bruke senere i mine arbeider. Etter egen erfaring oppfører denne japanske emaljen seg likt med den blyfrie serien til Thomson, som er den mest tilgjengelige emaljen i Norge. Så en stor forskjell i hvilken emalje som brukes er usannsynlig, men det vil i utgangspunktet bare bli brukt en type emalje under forsøkene. Jeg vil også bruke blyholdig emalje fordi det er samme type emalje som ble brukt til vindusemalje når dette var vanlig. Dette er for å ha de samme egenskapene til emaljen som da vindusemalje var vanlig. Blyfrie emaljer ble utviklet med andre emaljeteknikker i tankene, og det er ikke sikkert at det egner seg like bra for vindusemalje som andre emaljeteknikker. Bly er brukt i emaljer for å påvirke smeltepunktet for emaljen, og for vindusemalje er temperaturkontroll en essensiell del av brenneprosessen.

3.1.2 Metallet

Metallet jeg emaljerer på vil være kobber i forskjellige dimensjoner. Kobber ble valgt fordi det er vesentlig billigere enn sølv, men oppfører seg svært likt. Spesielt med tanke på hardhet og herding vil kobber være sammenlignbart med sølv. Samtidig og viktigere vil de termofysiske egenskapene til kobber være nært sølv, og emaljene som brukes er spesielt produsert til bruk på disse metallene. Metaller som for eksempel flere legeringer av messing vil ikke kunne hefte til emalje på grunn av hvordan utvidelsen og sammentrekningen påvirket av temperatur er så ulikt emaljen at stresset som blir bygd opp under avkjølingen fører til at forbindelsen brytes.

Tykkelsen på platene vil være mellom 0,4mm og 2,0mm og det er vanlige standarder som blir brukt som intervaller. Alle tykkelsene er også normale størrelser brukt i smykkefremstilling, så dette vil dekke de fleste behovene for fremstilling av produkter. Tynnere plater vil ikke ha noen form for strukturell styrke, og derfor uønsket med tanke på produksjon, samtidig som gods tykkere enn 2,0mm vil føre til at emaljen oppleves opak.

3.1.3 Pilotforsøkene

Forsøkene deles inn i tre forskjellige deler, satt opp i denne rekkefølgen fordi hver foregående del kan påvirke hva som skal utføres i neste prosjekt.

Mål for eksperimentene: Det overordnede målet med forsøkene er å kartlegge oppførselen til emaljen i gitte situasjoner slik at den kan manipuleres til artistens fordel. Utformingen av forsøkene er basert på min erfaring av hva som kreves for å kunne bruke vindusemalje i produkter, og fokuserer spesielt på deler der jeg har støtt på problemer i forbindelse med emaljering.

I del en av pilotforsøket vil jeg ganske enkelt se på den visuelle påvirkningen av å bruke bindemiddel har på emaljen. I tidligere forsøk har jeg konkludert med at bindemiddelet hadde en uønsket effekt, men her testet jeg bare ut å bruke middelet konsentrert, slik man gjør med vanlig emaljering av metalloverflater. Det er på et senere tidspunkt at jeg kom over informasjon der utøvere brukte det samme bindemiddelet i en fortynnet tilstand til vindusemalje. Siden de praktiske fordelene med bindemiddel aldri var under tvil, vil jeg forsøke med fortynnet bindemiddel og se hvilken effekt den har. Alle tekniske fordeler med brenning av vindusemalje må utnyttes til det fulle.

I del to vil jeg bruke den metoden fra del en som gav det beste resultatet visuelt. I dette forsøket er målet å finne ut hva som skjer med emaljen når den emaljeres på forskjellige godstykkelser og forskjellige størrelser på cellene, og kartlegge emaljens oppførsel. En vurdering av resultatet kan gi innblikk i hva som er praktisk når det kommer til produksjon av gjenstander.

I del to er målet å fortsette fra del en og utforske hvordan emaljen oppfører seg når cellene ikke ligger i samme plan som resten av cellene, denne situasjonen oppstår hver gang et ikke-flatt objekt skal emaljeres.

3.1.3.1 Rammeverk for forsøkene:

Del en er et rent visuelt eksperiment med et spesifikt mål. Plater med 1,0mm tykkelse blir delt opp i kvadrater på 40mm x 40mm, og hull med en diameter på 3,5 mm er fordelt i et rutenett med ruter på 5,0mm x 5,0mm. To av kantene har et felt på 10mm uten hull for emalje. Dette er for å se om det er noen åpenbar virkning på emaljen med mye metallgods i nærheten. Dette vil være standard for mye av de resterende forsøkene. Basert på tidligere eksperiment og fargeprøver har jeg her valgt en hull størrelse på 3,5 mm for denne vet jeg at jeg klarer å fylle uten store vansker og samtidig er stort nok til at emalje kvaliteten kan undersøkes før en eventuell påvirkning av bindemiddelet vil være merkbar. Platen blir forberedt, påført og brent der platen har celler både med og uten bindemiddel, samt noen celler med konsentrert bindemiddel som kontroll. Emalje fargen blir valgt etter hvilken grad den er transparent, da noen, spesielt mørke farger, tilegner seg en opak kvalitet med tykke emaljelag, noe som gjør inspeksjon av bindemiddelets påvirkning vanskeligere.

Del to fortsetter med plater på 40 mm x 40 mm dekket med hull i størrelsen 4,0mm og godstykkelser med 0,4mm, 0,7mm, 1,0mm, 1,2mm, 1,5mm og 2,0mm. Resultatet fra disse vil diktere senere forsøksrekker. Samme emalje, og eventuelt bindemiddelblanding vil være det samme på alle prøvene. Cellene fylles og brennes til de er fylt.

Del tre er den samme som del to, men platene i denne delen er plassert vertikalt, for å se på celler som ikke ligger i samme retning som del en. I denne delen brukes bare størrelser som viste seg å fungere i del to.

Målet for del to og del tre er å emaljere i situasjoner som er relevante for en artist, og bruke disse forsøkene til å se tendenser til emaljen og bruke denne informasjonen videre for mer spesifikke forsøk.

3.2 Innledende forsøk

De innledende forsøkene er mer en formell gjennomgang av informasjon og erfaringer som egentlig er å forvente at man har som en emaljeutøver, men jeg vil fremdeles gå gjennom dem for å kvalitetssikre utsagnene, der det første av disse er at bindemiddelet ikke påvirker emaljens optiske egenskaper eller utseende.

3.2.1 Påvirkning av Klyrfire

Viser til egne forsøk med forskjellige bindemidler, der flere av bindemidlene etterlot seg rester etter brenningen og påvirket utseende til emaljen. Det bindemiddelet jeg bruker er spesielt utviklet for å bruke til emalje, og etterlater derfor ingen rester etter brenning, men det kan forekomme mange små luftbobler i emaljen når bindemiddelet blandes med emaljen (etter anvisningen skal tørr emalje strøs på toppen av et strøk med Klyr-Fire, og ikke blandes med emalje). For å se eventuelle påvirkninger av Klyr-Fire som bindemiddel ble et kobberstykke perforert med uniforme hull og delt inn i tre seksjoner, der seksjon en er ren Klyr-Fire, seksjon to 50/50 vann og Klyr-Fire (et forhold som anbefales), og seksjon tre var bare vann.



Figur 3-1 Testplate for Klyr-Fire. To kolonner til venstre har ren Klyr-Fire, de to i midten 50/50 blanding, mens de to til høyre er rent vann.

Merknader: Ved tredje brenning skiftet emaljen farge (overflaten på fritten smeltet) ved 737°C – 745°C, verdt å sjekke om dette gjentar seg, da det kan bli lettere å kontrollere de første brenningene.

På fjerde brenning ble prøve brikken snudd fordi emaljen hang ut på undersiden av cellene, og dette fordelte emaljen bedre i cellene.

Resultat: Inspeksjon av cellene etter fullstendig brenning viser at det er svært liten til ingen forskjell å se mellom samtlige seksjoner, selv ikke med 10x forstørrelse kan noen

påvirkning fra Klyr-Fire observeres. Eventuelle urenheter og inklusjoner i emaljen kan kanskje tilskrives partikler av kobberoksyd som dannes under oppvarming av kobber, siden denne urenheten var konstant i samtlige celler, uavhengig om det var Klyr-Fire i emaljen.

Det er da kontrollert og jeg blir å bruke en sammensetning av 50/50 Klyr-Fire og vann i resten av mine emaljeringer.

3.2.2 Emaljens heft på kokehud og fargeløs emalje

I dette forsøket vil jeg konstatere at emaljen har samme heft på sølv som er varmet opp og syrekokt gjentatte ganger får å få frem et fint sølvlag på overflaten uten at denne trenges å kratses først. Platene, her og senere, vil bli varmet og syrekokt til fargen er en jevn hvitfarge, selv under oppvarming; prosessen gjennomføres minst fem ganger. Siden hefteflaten ikke skal vises frem i vindusemaljeteknikken så er kratsingen et steg ekstra der man kan få urenheter på overflaten, eventuelle oljer og lignende blir brent bort under oppvarmingen. Samtidig vil det bli enklere å emaljere i flere omganger, med en sikkerhet på at overflaten er klar for å hefte til ny emalje rett ut av ovnen etter en brenning, og man kan unngå oksidering fra varme som man erfarer fort ikke har like god heft på emaljen.



Figur 3-2 Plate 1b, viser emalje på fint sølvlag.

3.3 Oppsummering

Valg av materialer er valgt ut av de egenskapene jeg er ute etter, og et rammeverk for å avgrense forsøkene mine er definert. Samtidig er det testet for optisk påvirkning på emaljen av bindemiddelet Klyr-Fire, uten at noen synlig forskjell kunne påvises. Dermed blir bindemiddel brukt i resten av oppgaven. Til sist vises også emalje på kokehud, fordi det er en omdiskutert overflate å emaljere på, i mitt tilfelle er det derimot ideelt.

4 Oppfølgende forsøk

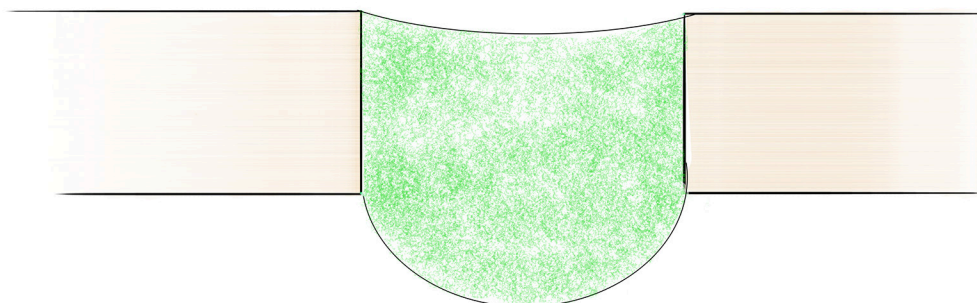
4.1 Forsøksplater 1-6, horisontalt Ø4,0mm celler.

4.1.1 Plate 1

Plate nummer 1 har en jevn fordeling med celler og brennes horisontalt.

Plate	1		
Tykkelse	0,4mm	Romtemperatur	20,6°C
Ø celler	4,0mm	Avkjølingstemperatur	55,6°C
Emalje	N-26 Medium Yellow	Brennetemperatur	770°C
Bindemiddel	50% Klyr-Fire	Materiale	Cu

Leggingen av emalje i denne platen var før noen brenning vanskelig siden man måtte jobbe for å få hinnen med vann og emalje til å spenne seg over hele cellen. På grunn av så tynt gods formet det seg også fort dråper med emalje som henger ned fra cellene på undersiden. Det virker som at våt emalje oppfører seg likt hele tiden² og det kan være lett å påføre for mye emalje, bare for å fylt hele cellen. Se illustrasjon.



Figur 4-1 Den våte emaljen samler seg på undersiden med tynt gods.

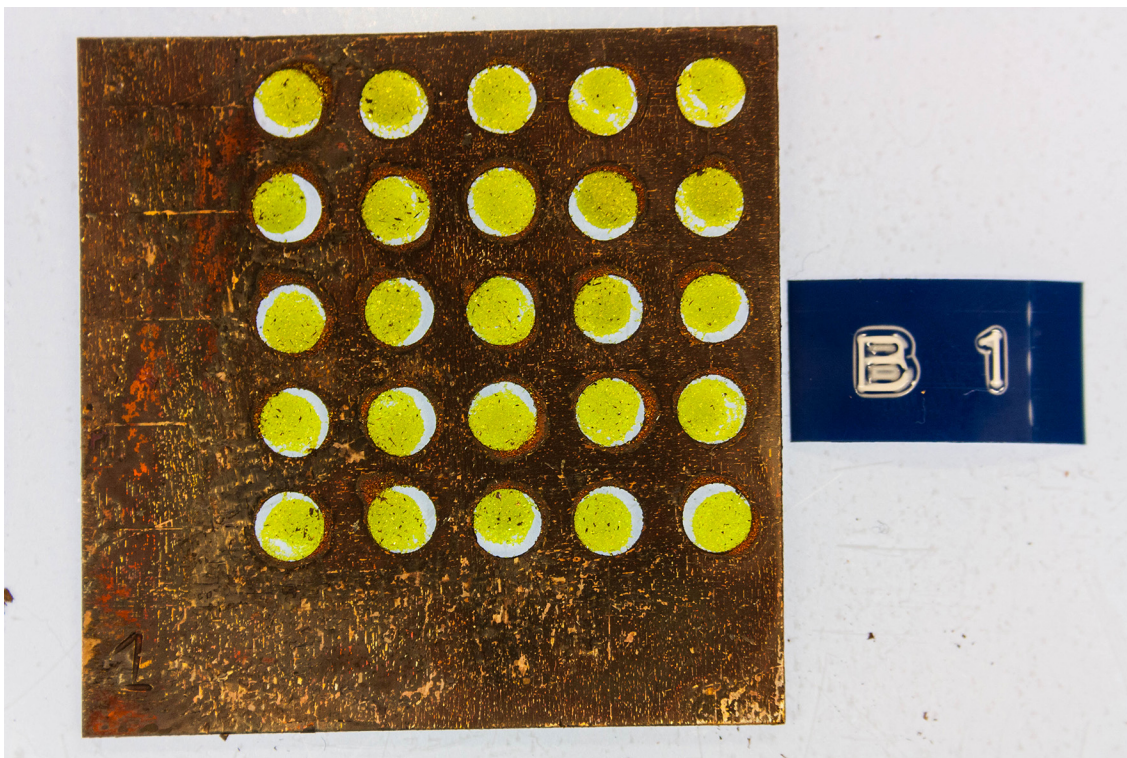
4.1.1.1 Plate 1, første brenning

Den første brenningen ble tatt ut på 730°C akkurat idet emaljen startet å smelte og overflaten var ru og porøs. Emaljen ble observert gjennom luftehullet i ovnen for å ta den

² Med tanke på de egenskapene til denne blandingen av Klyr-Fire og vann med emaljen suspendert i denne væsken; overflatespenningen og krumningen av væsken, får mye av suspensjonen til å henge under metallet.

ut på riktig tidspunkt. Idet emaljen startet å smelte trakk den seg svært raskt sammen og det er tydelig at den bare har festet seg til metallet på noen steder langs kanten av cellen, og i flere av cellene hang bare emaljen så vidt fast i metallet. Samtidig henger flere av cellene ned på undersiden av platen, og med tanke på hvor lite av emaljen som faktisk henger fast i metallet så er brenningen helt i begynnelsen avgjørende for hvordan emaljen fordeler seg i cellen (sammentrekningen av smeltet emalje skjedde svært raskt, bare sekunder fra den nådde rett temperatur til den måtte tas ut av ovnen). Hadde platen vært inne i ovnen lengere så ville sammentrekningen vært større, og i verste fall falt ut av cellen, og etterfyllinger av emalje vil kreve mer arbeid eller flere brenninger. At metallet var så tynt gav heller ingen fordeler med hefteareal eller slingringsmonn for emaljens plassering i cellen.

Det er også en del urenheter synlig i selve emaljen, som mest sannsynlig er kobberoksid. Emaljen er etter bare en brenning for porøs til å fjerne disse urenheterne, som for det meste bare ligger i overflaten, men fra andre eller tredje brenning kan platen børstes med en glassbørste for å fjerne uønsket oksid på platen.



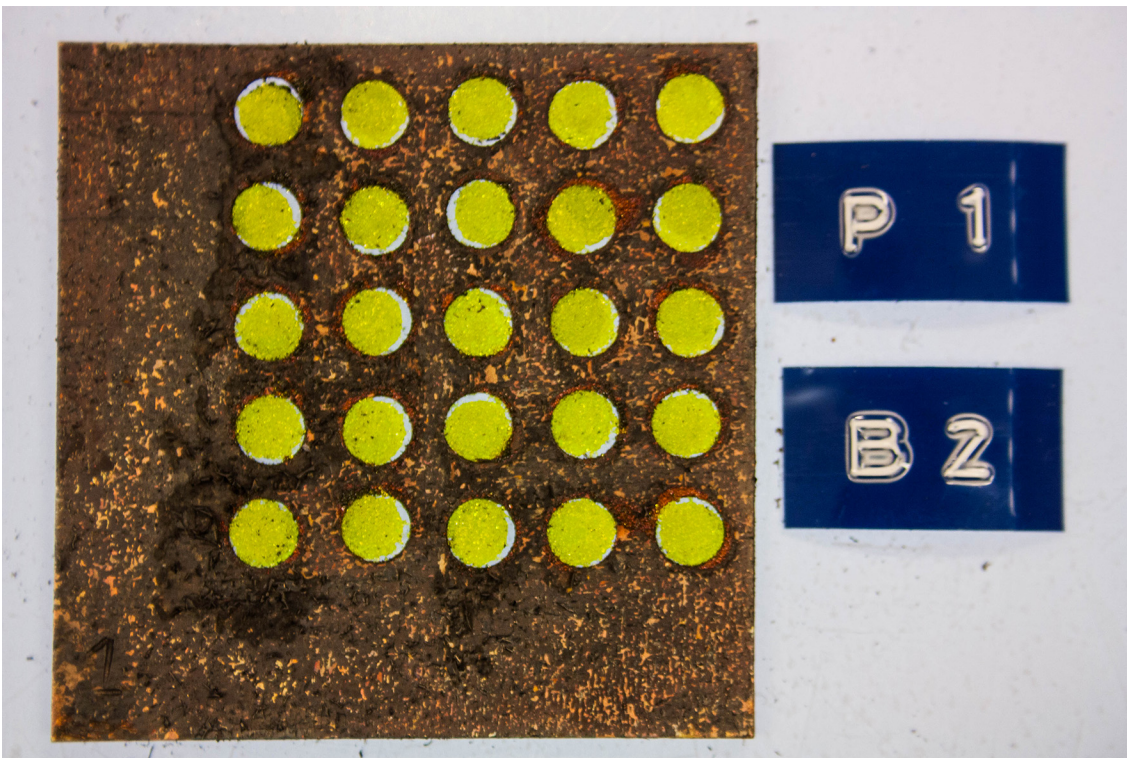
Figur 4-2 Plate 1, første brenning.

Før andre brenning ble cellene fylt med emalje, og her måtte det brukes mye vann for å få fordelt emaljen ut i hele cellen på grunn av den porøse strukturen til emaljen som allerede var brent måtte satureres med fuktighet for å få rett konsistens på den våte emaljen.

4.1.1.2 Plate 1, andre brenning

Den andre brenningen ble tatt ut på 728°C når emaljen hadde dannet samme tekstur som appelsinhud. Overflaten er kornete og ikke så porøs som i første brenning, og emaljen hadde akkurat startet å trekke seg sammen. Det er ingen hull i selve emaljen, slik som det var i noen celler etter første brenning, men det er en åpning mellom emaljemassen og deler av kanten på nærmest alle cellene. Disse er mindre enn i første brenning så fremgangen i å fylle cellene er tydelig. Mye av emaljemassen henger på undersiden av platen, tilnærmet det som er illustrert på Figur 4-1, som fører til at det er nok emaljemasse i cellene men den dekker ikke hele cellen, derfor vil jeg ved neste brenning snu platen for å dra nytte av gravitasjonen. Ellers vil det bare bygge seg opp med volum av emalje som henger på undersiden av platen før hele cellen er dekket med emalje.

Bildene er tatt med platen i samme orientering, så her kan vi se at noe, men ikke alt av kobberoksidet var mulig å fjerne før påføringen av emalje til den andre brenningen. Selv om det er nok emalje i cellene, må det hele tiden tilsettes mer emalje så lenge det er hull av den størrelsen vi ser på figur 4-3. Dette bød på problemer med så store heng av emalje under platen, så det var vanskelig å få emaljen bare til å fylle hullet langs kanten av cellen, uten å bruke for mye emalje i hele cellen siden det allerede er en stor mengde i cellen.

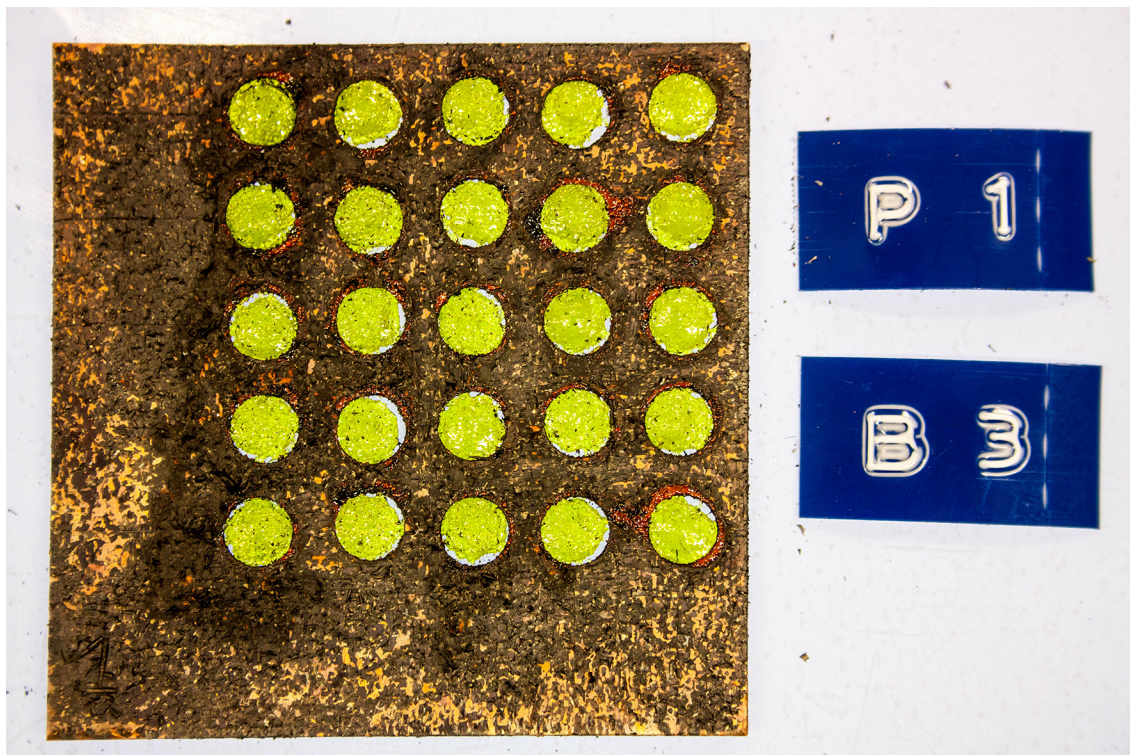


Figur 4-3 Plate 1, andre brenning.

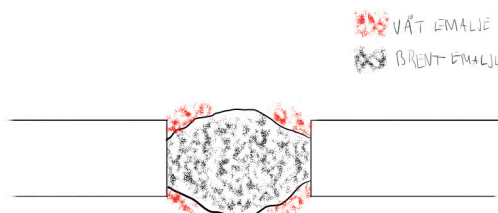
4.1.1.3 Plate 1, tredje brenning

Den tredje brenningen ble tatt ut på 753°C og er litt forbi appesinhudstadiet. Overflaten er glatt, men fremdeles ruglete. Dette kommer av at emaljen har brent lengere og den er ikke lenger porøs, men fremdeles har ikke alle emaljekornene smeltet så mye at overflaten er helt jevn. Ser vi på figur 4-4 er det en tydelig glans i emaljen, mens vi fremdeles ser ujevnhetene i overflatene, som en tydelig kontrast med den matte overflaten vi finner i figur 4-2 og figur 4-3. Å brenne så lenge var mulig her på grunn av mengden emalje i cellene, og emaljen blir mer stabil og fjerning av uønsket oksid eller andre inklusjoner er nå mulig uten fare for at emaljen faller ut av cellen eller blir ødelagt. Samtlige av cellene har hull langs kanten der emaljen ikke har heftet seg til metallet, men dekningen av cellene er en forbedring fra andre brenning. Å snu platen reduserte henget på undersiden av platen, men brenningen varte ikke lenge nok til at det ble helt borte, derimot er det antydninger til en mer sfærisk form i midten av cellene dannet av emaljen. Dette gjør at det ser ut som emaljen henger ut på begge sidene av platene, og det er minst emalje langs kanten av cellen. Hadde cellene vært helt dekt av emaljen kunne dette blitt jevnet ut med å brenne platene flere korte omganger for å holde viskositeten til emaljen høy. Med åpninger i cellene bruker jeg svært lite emalje med mye væske og

påfører denne tynt langs kanten på begge sider (se figur 4-5) før jeg gjør klart for å brenne platen med de største hengene av emalje på oversiden av platen, for å igjen dra nytte av gravitasjonen.



Figur 4-4 Plate 1, tredje brenning.

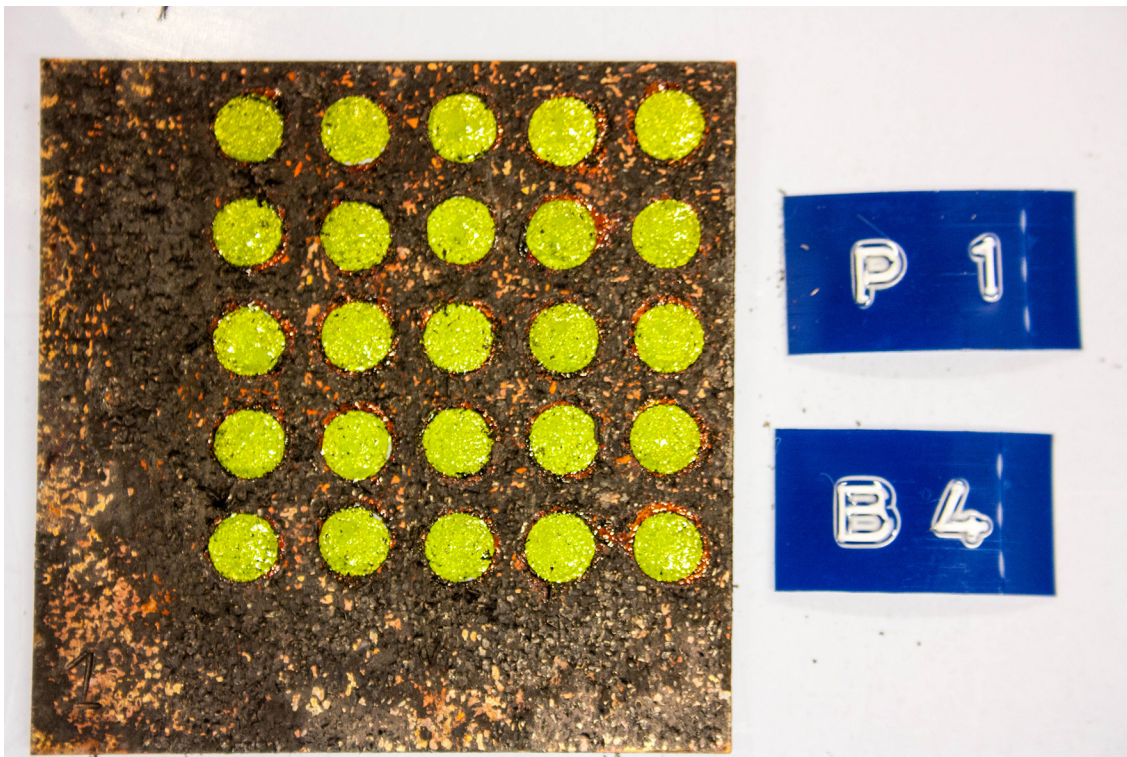


Figur 4-5 Legging av våt emalje

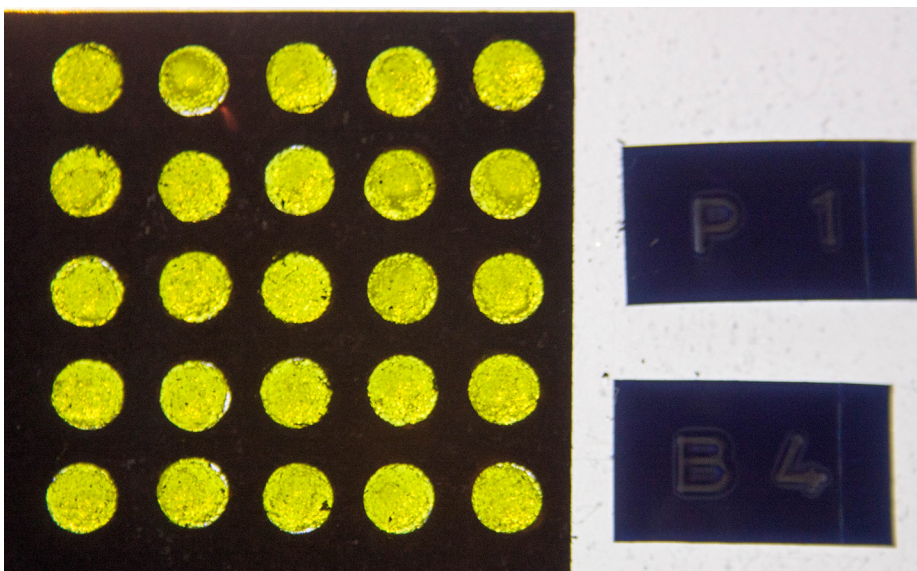
4.1.1.4 Plate 1, fjerde brenning

Den fjerde brenningen ble tatt ut av ovnen på 738°C, med en ruglete og blank overflate. Emaljen er jevnt fordelt i cellene, men det er tydelig at det er mye emalje i forhold til tykkelsen på platen og overflaten på emaljen ruver utover overflaten på begge sider av platen. Det gjenstår bare noen små åpninger av emaljen i noen celler, og ellers er det

bare å få emaljen til å jevne seg i hele cellen som gjenstår. Ut fra bildet med sterkt baklys, er hullene i noen celler og strukturen ujevn godt synlig (Figur 4-7).



Figur 4-6 Plate 1, fjerde brenning.



Figur 4-7 Plate 1, fjerde brenning med belysning bak.

For å sikre et godt utgangspunkt supplerte jeg litt emalje i cellene, men det er snakk om nesten ubetydelige mengder siden det allerede er godt med emalje i cellene. Det er

fremdeles mer emalje på den ene siden av platen, og denne brennes med massen på oversiden i samsvar med metoden over.

4.1.1.5 Plate 1, femte brenning

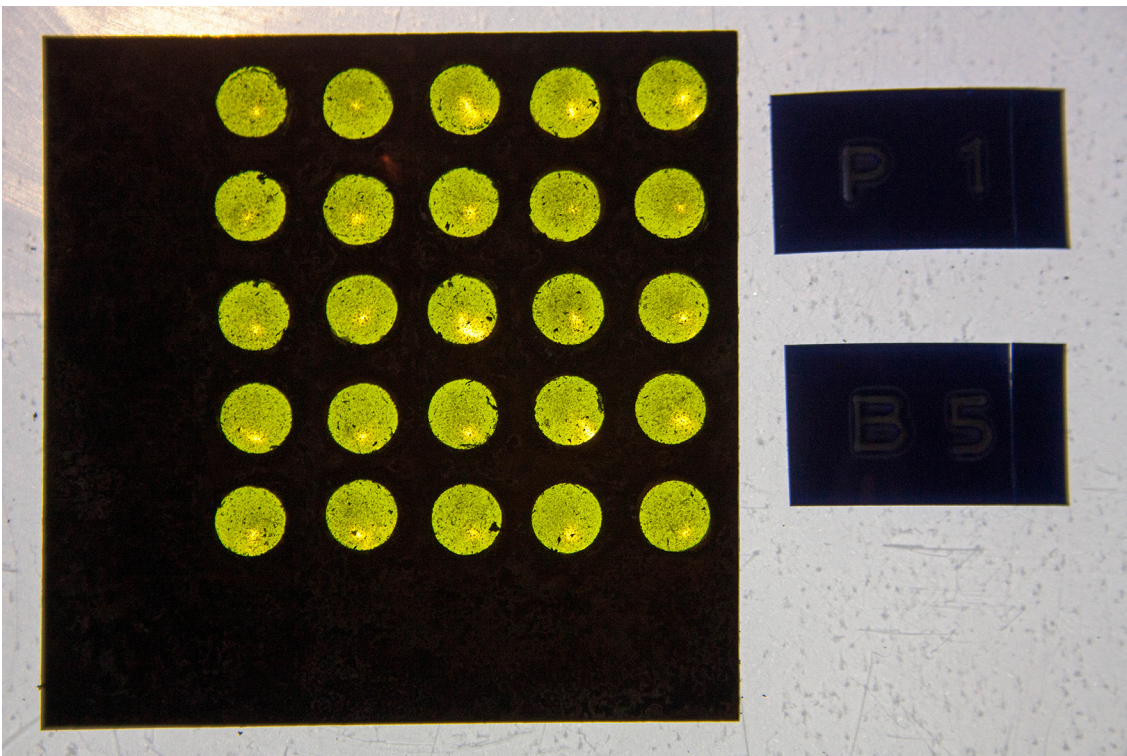
Den femte brenningen består egentlig av to omganger i ovnen rett etter hverandre. Dette er fordi denne brenningen er for å jevne ut emaljen i cellene, og siden det ikke er metallstøtte under emaljen er målet å beholde en høy viskositet når emaljen er smeltet, som oppnås med større kontroll ved flere korte brenninger enn en lang brenning. Først blir platen tatt ut på 740°C, og satt oppå ovnen mens den oppnår rett temperatur igjen, før den blir brent til 752°C og overflaten på emaljen er helt glatt og jevn.



Figur 4-8 Plate 1, femte brenning.

Som man ser ut fra bildet er emaljen her ferdig brent, og har merkbart skiftet optiske egenskaper sammenlignet med tidligere brenninger. Her er overflatene helt glatte og jevne, med en svak konveks form som står opp fra overflaten på metallet på begge sider, der den ene er litt større enn den andre, og dette samsvarer med hvilken vei den ble brent sist og er et resultat av gravitasjonens påvirkning under brenningen. Med en så tynn metallplate er den bikonvekse formen av emaljen i cellene svært markant og det er nok mer emalje enn det man ideelt sett vil ha, hadde dette vært et produkt, men da har nok

også en del av emaljen gått bort med steining og slip som vanligvis avslutter en slik produksjon. Det er også tydelig en del inklusjoner av kobberoksid som er synlig i emaljen, men som nevnt tidligere er det vanskelig å unngå, når en emaljerer kobber, spesielt med store eksponerte flater av metallet. Annet enn de synlige svarte inklusjonene ser det ikke ut som oksidene påvirker emaljen. Ser vi på et bilde med lys fra baksiden, så er det tydelig at det er en del små inklusjoner som ikke er så tydelig på de andre bildene. Her er det også mulig å se noen luftbobler i emaljen, men det er få av disse og kan minimeres med forsiktig behandling og påføring av emaljen.



Figur 4-9 Plate 1, femte brenning med belysning bak.

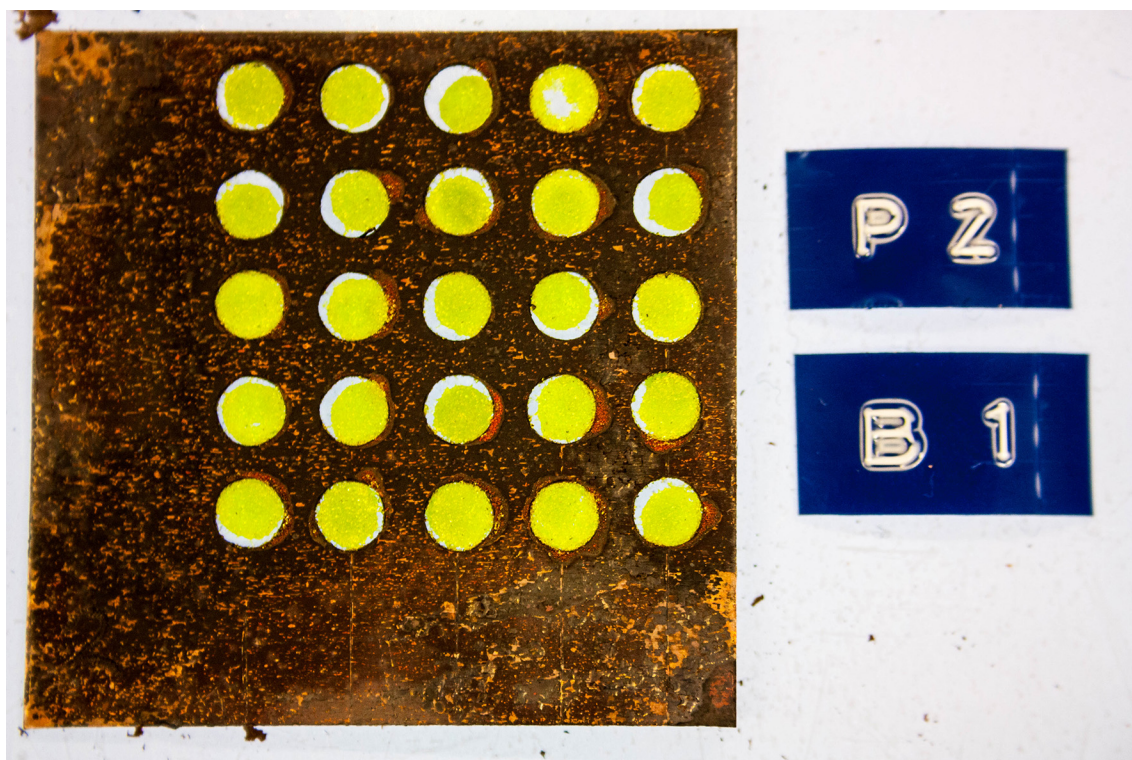
4.1.2 Plate 2

Plate nummer 2 har en jevn fordeling av celler og brennes horisontalt.

Plate	2		
Tykkelse	0,7mm	Romtemperatur	18,4°C
Ø celler	4,0mm	Avkjølingstemperatur	53,6°C
Emalje	N-26 Medium Yellow	Brennetemperatur	770°C
Bindemiddel	50% Klyr-Fire	Materiale	Cu

Å legge våt emalje i de tomme cellene var merkbart enklere enn sammenlignet med plate 1, da hinnen fra væsken dekket hele cellen uten mye manipulasjon fra min side. Fremdeles er platen tynn, og det er vanskelig å kontrollere hvor mye emalje som henger i cellen, og når mengden emalje økes henger mye av den i en dråpe på undersiden av platen slik som vist på figur 4-1.

4.1.2.1 Plate 2, første brenning



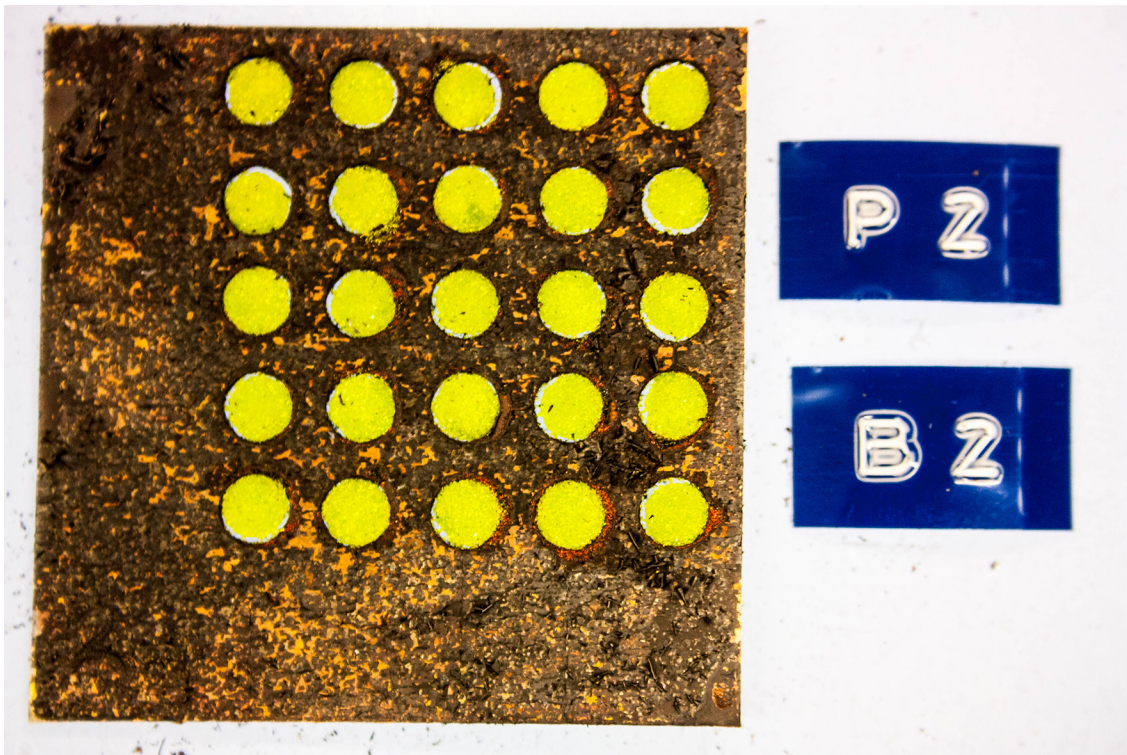
Figur 4-10 Plate 2, første brenning.

Første brenning ble tatt ut av ovnen på 748°C akkurat idet emaljen startet å smelte, og dannet en grov og porøs overflate. Emaljen trakk seg sammen raskt og de fleste cellene har emalje bare i den ene siden på grunn av dette. I noen av cellene har emaljen vippet

litt slik at de ikke er parallelle med cellen de skal fylle, men tatt i betraktning hvor mye mer emalje som trengs for å fylle disse cellene vil de nok ikke by på problemer så lenge de ikke faller av før andre brenning. Emaljen er svært porøs og påføring av ny emalje krever mye væske for å få rett konsistens.

4.1.2.2 Plate 2, andre brenning

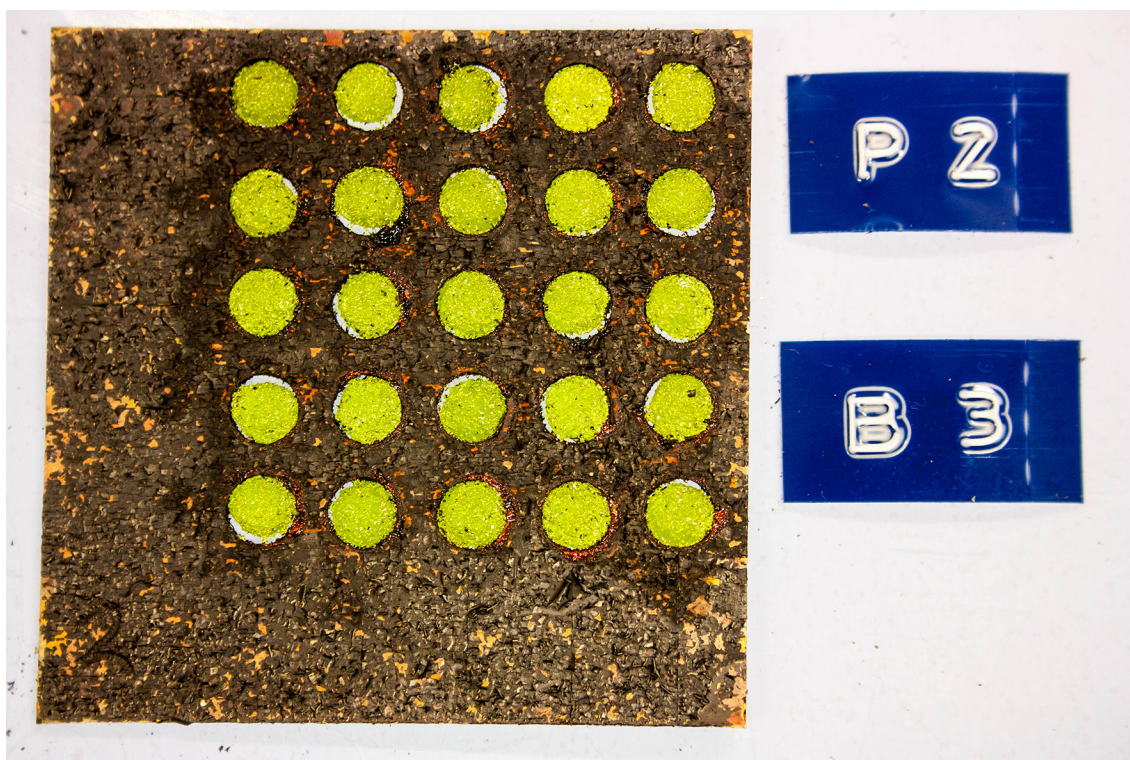
Den andre brenning ble tatt ut av ovnen på 739°C da emaljens overflate dannet en struktur som lignet på appelsinhud, men ennå litt porøs. God dekning med emalje i cellene, ingen hull i selve emaljen, men åpninger langs kanten av cellene. Disse er små til å være andre brenning, og viser til at det allerede er mye emalje cellene, nesten nok til å fylle dem helt. Likevel viser emaljen en tendens til å synke ned i cellen og deler av emaljen henger på undersiden av platen som vist på figur 4-1. Derfor snur jeg platen etter å ha påført emaljen, og vil fremover orientere platen slik at det er mest emalje på oversiden av platen under brenningene.



Figur 4-11 Plate 2, andre brenning.

4.1.2.3 Plate 2, tredje brenning

Den tredje brenningen ble tatt ut av ovnen på 741°C med en kornete og glatt overflate. Noen sekunder lengere enn appelsinhud. Det er en stor mengde emalje i cellene, men de fleste åpningene fra forrige brenning er fortsatt til stede med små forandringer. Det virker som emaljen har problemer med å feste seg til nytt metall. Dette kan være på grunn av oksidering av metallet, og emaljen hefter ikke så godt på det. Her er det bare å legge små mengder med emalje i hullene for å gi en større sjanse for feste til nytt metall.



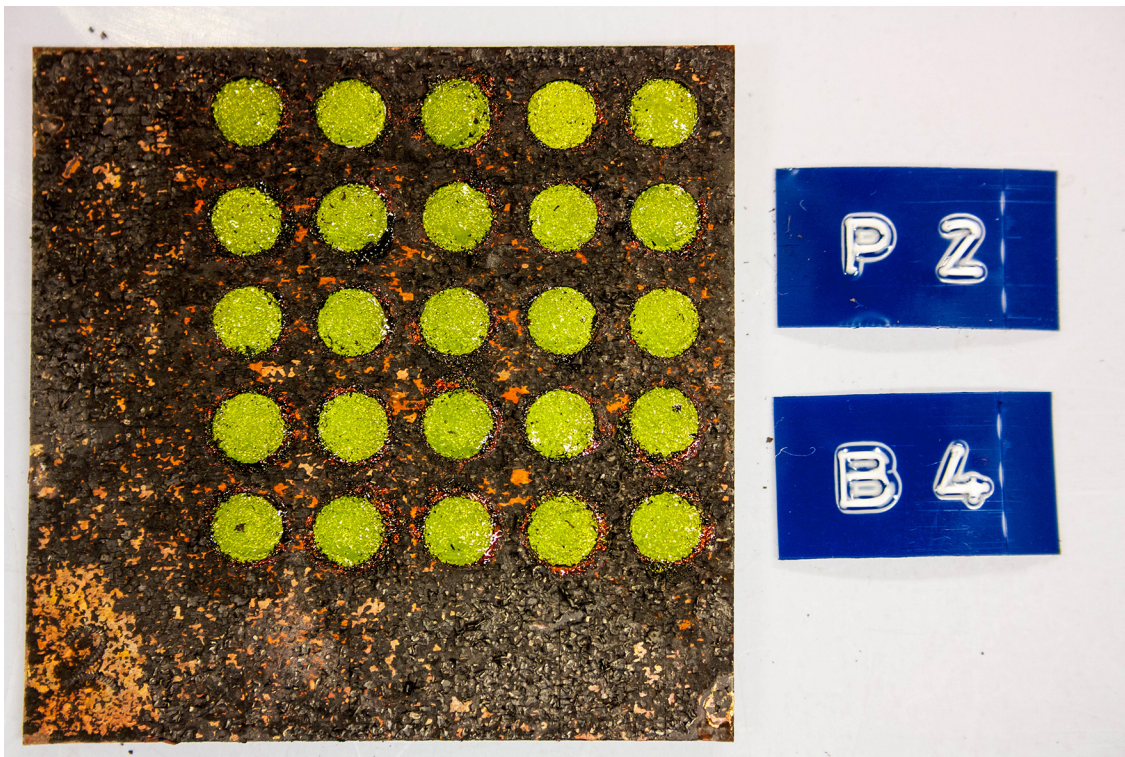
Figur 4-12 Plate 2, tredje brenning.

Cellene fylles med et tynt lag med emalje, og eventuelle hull blir fylt. På grunn av problemer med heft til metallet visse steder, blir litt av den våte emaljen lagt litt utover kanten på overflaten til platen, dette bruker å øke sjansen for at emaljen flyter der. Eventuelt emaljesøl må uansett slipes bort ved produksjon, så det påvirker ikke det endelige resultatet i praksis.

4.1.2.4 Plate 2, fjerde brenning

Den fjerde brenningen ble tatt ut av ovnen på 744°C med en kornete og glatt overflate, flere sekunder over appelsinhud for å prøve å jevne ut emaljen. Samtlige celler har nok

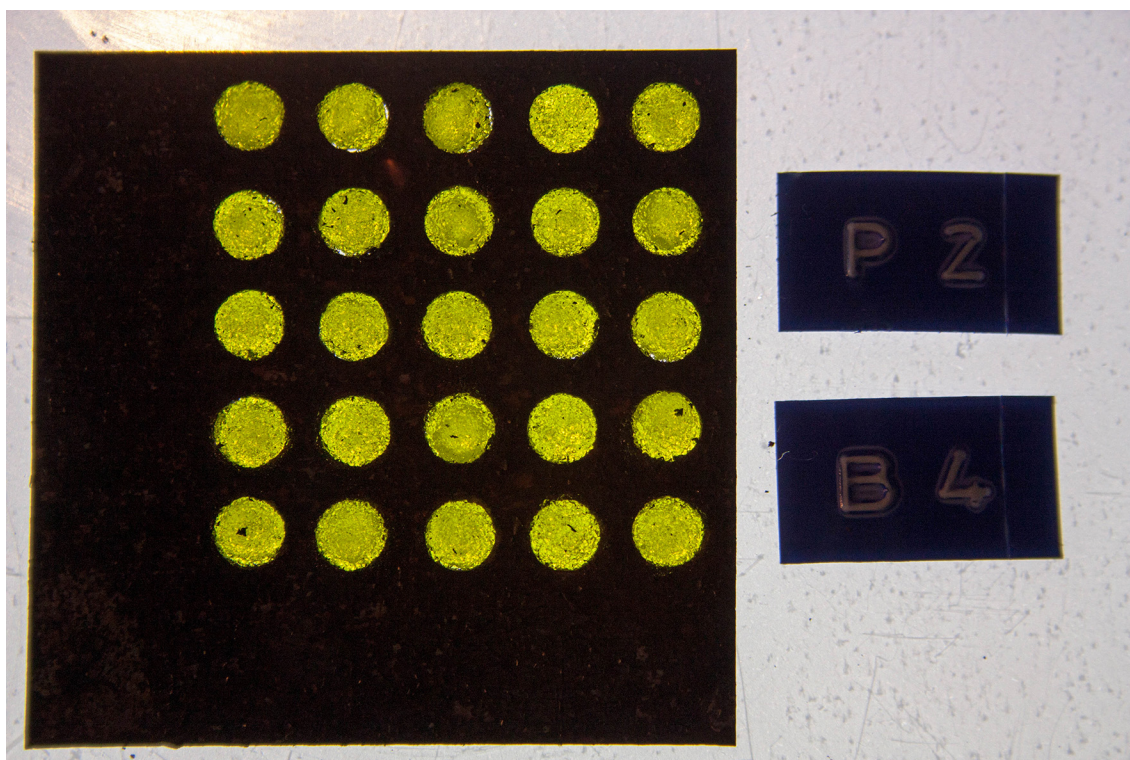
emalje i seg nå, og med første øyekast kan det se ut som at cellene er dekt helt med emalje, men det er noen celler som har små åpninger.



Figur 4-13 Plate 2, fjerde brenning.

De få hullene som er til stede er så små at det bare kan sees på bilde som er belyst fra baksiden. Det er også en del oksider som er inkludert i overflaten etter siste brenning og en kan også se at strukturen i emaljen ikke er brent helt ut.

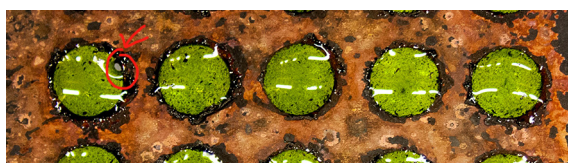
Siden hullene er så små er det sannsynlig at det ikke er behov for å påføre mer emalje i cellene, men på grunn av vanskelighetene tidligere for å få emaljen til å feste seg på nye områder går jeg over hullene med litt emalje blandet med mye væske for å få noen få nye emaljekorn til å dekke hullene. Hullene her er så små at ved mer aggressiv brenning den fjerde gangen kunne platen ha blitt brent ferdig med en jevn overflate.



Figur 4-14 Plate 2, fjerde brenning med belysning bak.

4.1.2.5 Plate 2, femte brenning

Den femte brenning består av to raske brenninger etter hverandre for å hindre at viskositeten i emaljen ikke blir for lav. Platen ble først tatt ut på 765°C deretter brent ferdig på 770°C. Da var overflaten helt glatt og jevn, og svakt konveks. Brenningen var lang fordi det var et synlig hull i en av cellene og ønsket at emaljen skulle flyte utover hele cellen. Til slutt kunne den ikke stå inne i ovnen lengere, og samtlige celler er helt dekt med emalje, bortsett fra en celle som har et lite hull. På grunn av den lange siste brenningen henger mye av emaljen ned på undersiden av metallet. Siden alle cellene i disse forsøkene skal brennes fullstendig etter beste evne, må denne ellers ferdige platen brennes på nytt for å fylle det ene hullet som er til stede. Samtidig kan platen snus før brenningen for å utjevne emaljen på hver side av platen. Hullet fylles med litt emalje, mens resten av cellene blir det ikke gjort noe med.



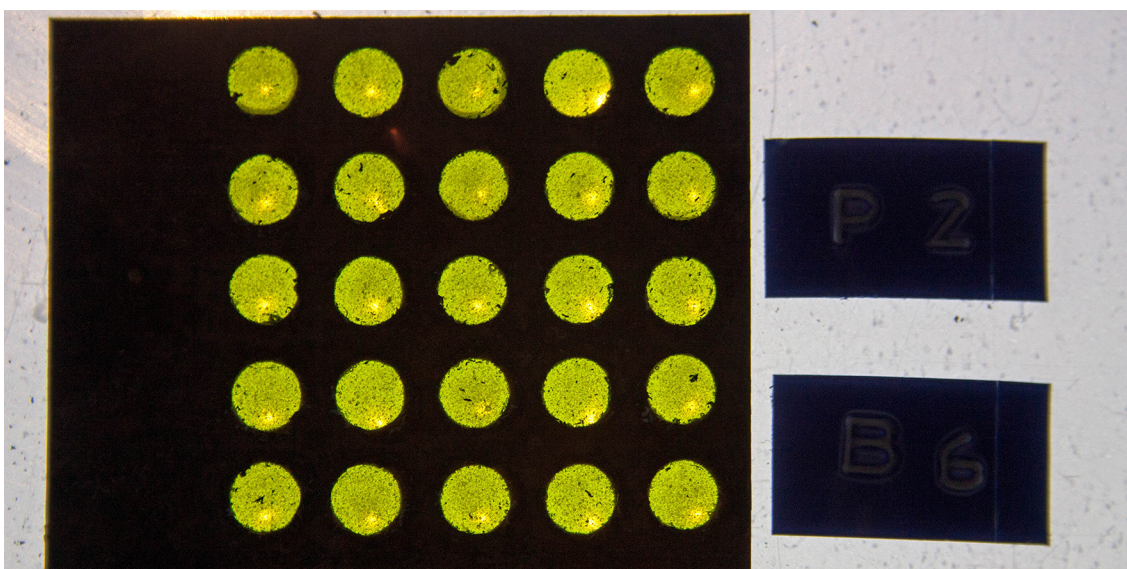
Figur 4-15 Hull i Plate 2.

4.1.2.6 Plate 2, sjette brenning

Den sjette brenningen ble tatt ut av ovnen først på 764°C, deretter en gang til på 764°C. Overflaten der hullet var er glatt og jevn, og hullet er dekt med emalje. Resten av cellene er uforandret med tanke på tekstur og struktur, fremdeles glatt og jevn, men fordelingen av emaljen er jevnere nå på grunn av at platen ble snudd for siste brenning. Fremdeles er det en uønsket mengde med kobberoksid, men som nevnt tidligere er det ikke til å unngå med så store overflater av kobber i hver brenning, ellers er emaljen klar og fin med noen få inklusjoner av luftbobler.



Figur 4-16 Plate 2, sjette brenning.



Figur 4-17 Plate 2, sjette brenning med belysning bak.

4.1.3 Plate 3

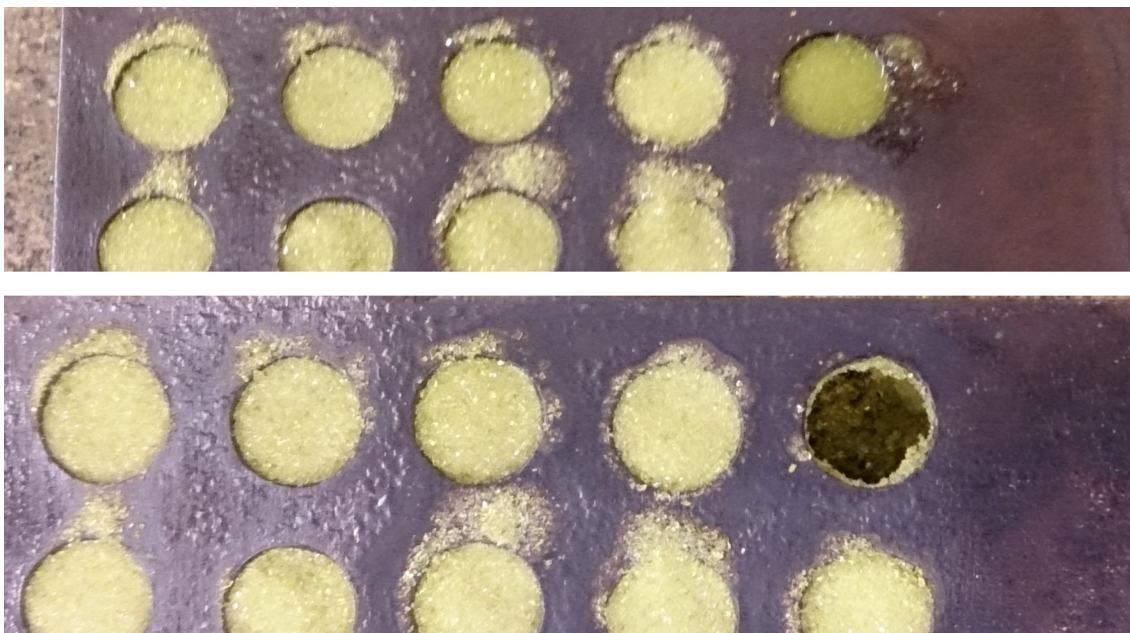
Plate nummer 3 har en jevn fordeling av celler og brennes horisontalt.

Plate	3		
Tykkelse	1,0mm	Romtemperatur	20,9°C
Ø celler	4,0mm	Avkjølingstemperatur	59,8°C
Emalje	N-26 Medium Yellow	Brennetemperatur	770°C
Bindemiddel	50% Klyr-Fire	Materiale	Cu

Å legge våt emalje i disse cellene gikk fort, og det var enkelt å få en hinne til å strekke seg over hele cellen og fylle denne med emalje. Merkbart forskjell i forhold til 0,4mm og 0,7mm platene, arbeidet her var mer effektivt og lett å legge emaljen.

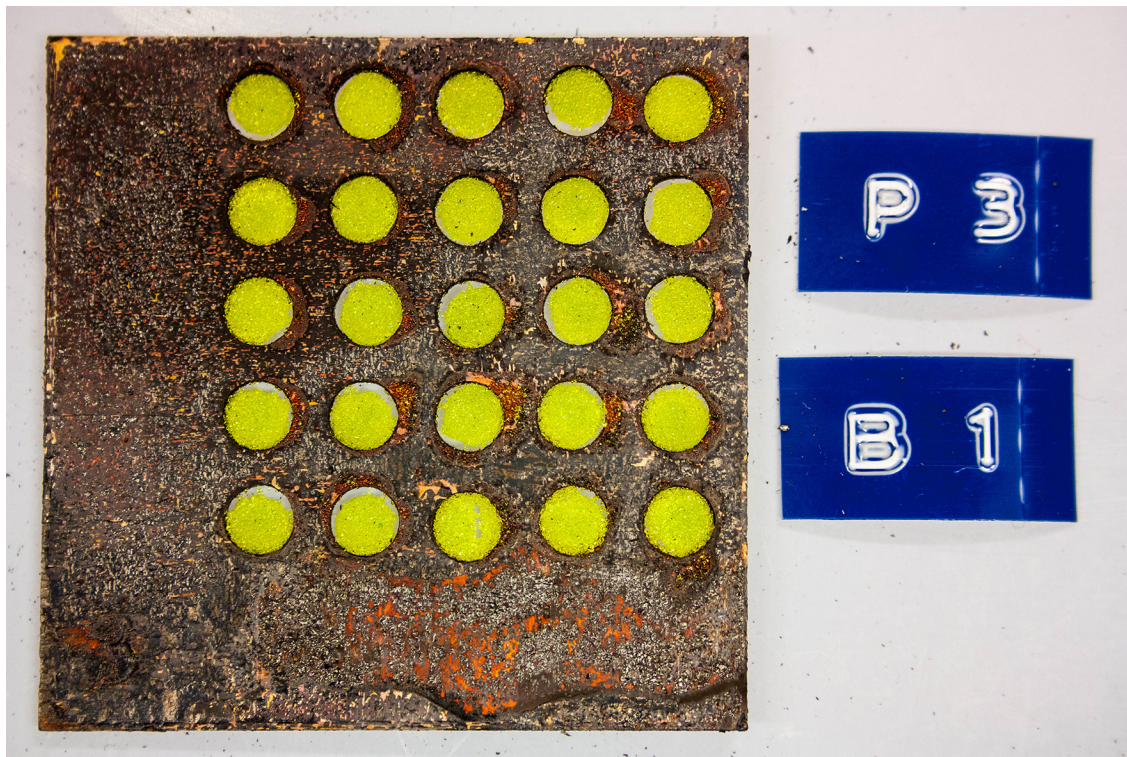
4.1.3.1 Plate 3, første brenning

Den første brenningen ble tatt ut av ovnen på 744°C, da overflaten viste tegn til å skifte farge og overflaten på emaljen smeltet. Dette viste seg i ettertid var akkurat for lite tid til at emaljen fikk fusjonert seg til seg selv og metallet, og en av cellene falt ut fra platen når jeg testet mistanken om for kort brenning. De andre cellene var intakte men ikke brent, så jeg fylte den ene cellen på nytt og satte platen inn i ovnen. Disse cellene med emalje som hadde vært en tur i ovnen var svært skjøre, men ellers uforandret. Hvis de holdt lenge nok til å bli satt inn i ovnen en gang til så ville ingenting være annerledes, ellers måtte denne platen bli startet på nytt.



Figur 4-18 Omfylling av cellen.

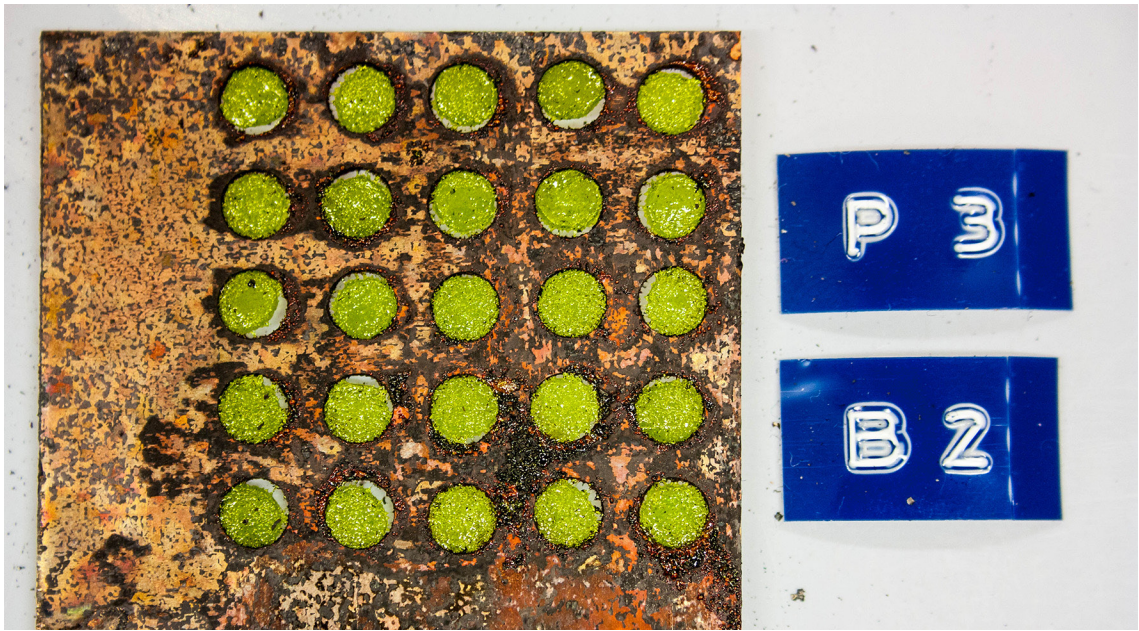
Den andre gangen ble platen tatt ut av ovnen på 737°C med en tydelig porøs appelsinhud. Det er en god fordeling av emalje i cellene, den henger litt på undersiden av platen, men er festet godt nok til metallet slik at ingen av cellene vipper slik som tidligere plater. Hull langs kanten av cellene der emaljen har trukket seg sammen med god plass til å fylle opp med ny emalje på fremsiden av platen. Platen snus før brenning, på grunn av emaljen henger på en side fra første brenning.



Figur 4-19 Plate 3, første brenning.

4.1.3.2 Plate 3, andre brenning

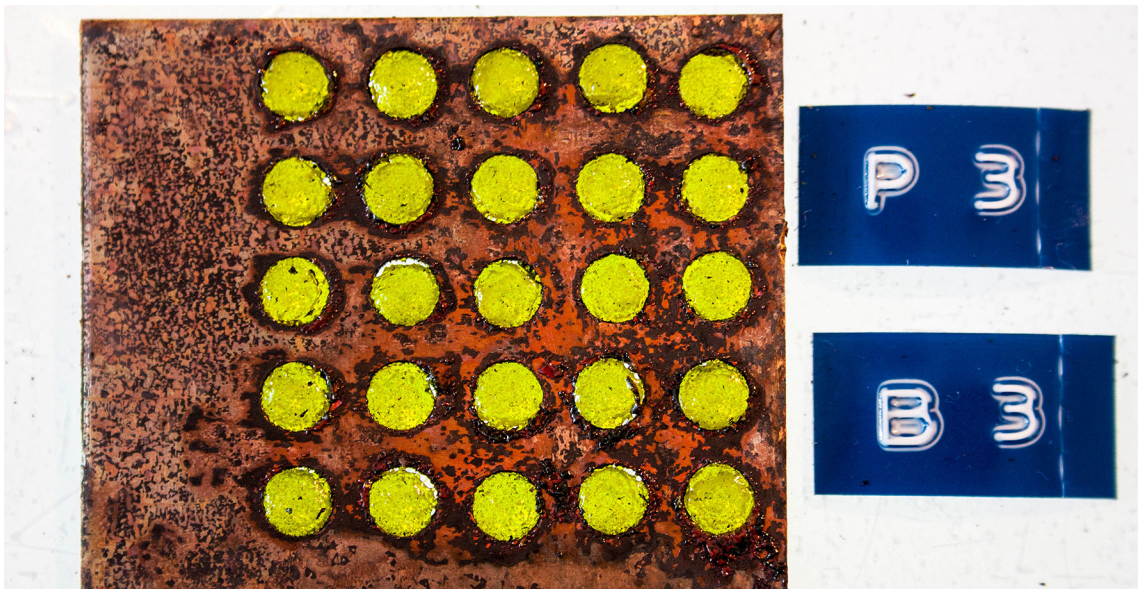
Den andre brenningen ble tatt ut av ovnen på 750°C med en glatt og kornete appelsinhud. Emaljen dekker ikke mer av cellene enn ved første brenning, og åpningene i cellene er de samme, men nå er emaljen brent lengere og er ikke porøs, så det er større mengde emalje i cellene og har trukket mer sammen. Emaljen viser en tendens til å trekke seg sammen og da bort fra en av kantene i cellen, som igjen blir vanskelig og får emaljen til å flyte i. Disse åpningene blir fokusert under påføring av våt emalje. Det er fremdeles heng med emalje på en av sidene av platen fra tidligere brenninger, og platen blir orientert slik at den brennes med denne massen på oversiden. Med denne tredje legging av emaljen er emaljenivået nært det som er ønskelig i cellene, og lengere brenninger er ønskelig.



Figur 4-20 Plate 3, andre brenning.

4.1.3.3 Plate 3, tredje brenning

Den tredje brenningen ble tatt ut av ovnen på 765°C der overflaten av emaljen har tydelig smeltet og er kornete og glatt. Denne brenningen er lengere enn det som resulterer i appelsinhud og er dermed ett steg nærmere en fullstendig brenning. Emaljemenngden i cellene er god, og det er noen små hull langs kantene på noen celler, der en celle har et større hull ren resten (hull 2,3).



Figur 4-21 Plate 3, tredje brenning.

4.1.3.4 Plate 3, fjerde brenning

Den fjerde brenningen ble tatt ut først på 765°C og deretter på 772°C med en glatt og jevn overflate. Alle cellene er dekt med emalje uten noen hull. Cellene har en svak bikonveks form som kan tyde på litt mye emalje, men ikke noe som skiller seg ut slik som plate nr. 1.

En interessant observasjon på denne brenningen var at det store hullet (celle 2,3) var synlig fra luftehullet på ovnen, og der kunne jeg se at emaljen startet å trekke seg utover hullet etter som temperaturen ble høyere og viskositeten ble lavere. Den fylte ut resten av cellen sakte med sikkert og ble ikke påvirket så mye av tyngdekraften som jeg hadde forestilt meg, basert på den observasjonen i tidligere brenninger der emaljen fort blir hengende som en dråpe på undersiden av platen. På bakgrunn av dette vil det å starte lengre brenninger når det er nok emalje i cellene, siden den først trekker seg sammen i en sfærisk form før den flyter utover i cellen, og overfylling av celler kan bli et mindre problem. Ellers er emaljen glatt og klar, med få inklusjoner av kobberoksid og luftbobler, som kanskje kan relateres til færre brenninger totalt.



Figur 4-22 Plate 3, fjerde brenning.

4.1.4 Plate 4

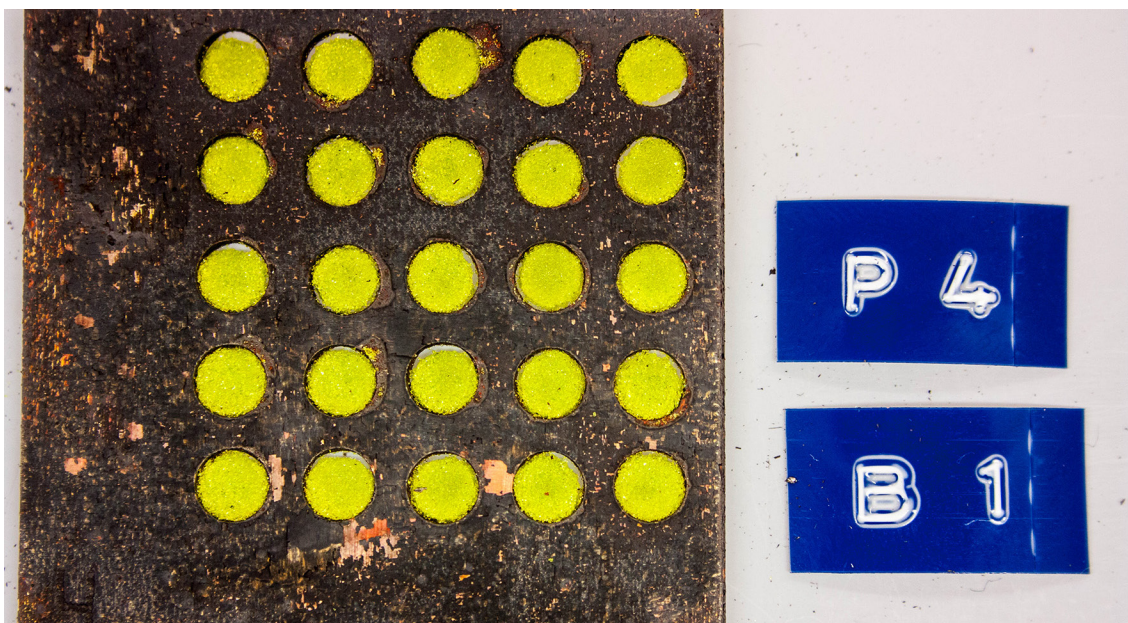
Plate nummer 4 har en jevn fordeling med celler og brennes horisontalt.

Plate	4		
Tykkelse	1,2mm	Romtemperatur	20,9°C
Ø celler	4,0mm	Avkjølingstemperatur	59,8°C
Emalje	N-26 Medium Yellow	Brennetemperatur	770°C
Bindemiddel	50% Klyr-Fire	Materiale	Cu

Den våte emaljen legger seg svært lett i cellene, og fylles fort og effektivt. Emaljen blir liggende lavt i cellene, og jeg mistenker at den blir å henge på undersiden av platen etter første brenning.

4.1.4.1 Plate 4, første brenning

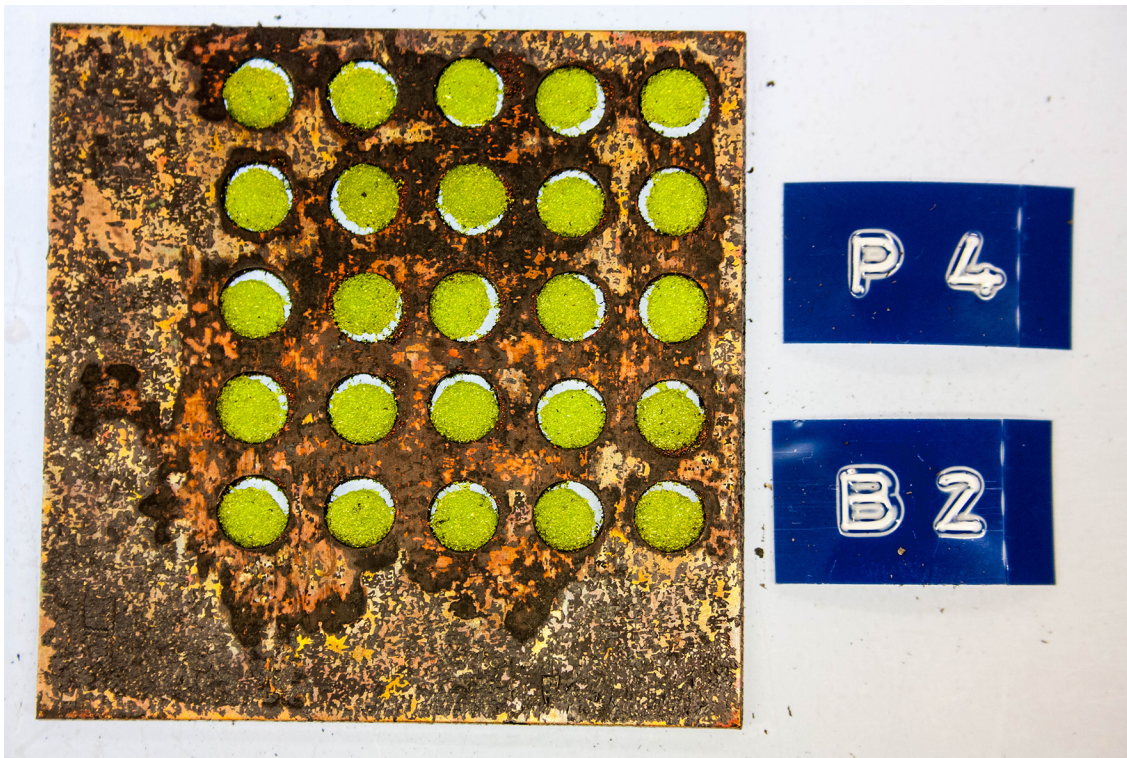
Den første brenningen ble tatt ut av oven på 760°C med en porøs appelsinhud overflate. Emaljen fyller svært godt og sammentrekningen av emaljen er ikke så markant som på tidligere plater, noe som fører til at det er små hull langs kanten til de fleste cellene mens noen celler som celle 1,2 ser ut til å være helt uten hull. Emaljen er ennå porøs så emaljen skal til slutt bli mer kompakt, og det kan åpne seg større hull ved senere brenninger, men denne begynnelsen er god, og det er lett å legge neste lag med emalje. Det er som antatt en del heng av emalje på undersiden av platen, og den vil snus ved neste brenning. Ennå kreves det mye mer emalje i cellene for å kunne fylle godt.



Figur 4-23 Plate 4, første brenning.

4.1.4.2 Plate 4, andre brenning

Den andre brenningen ble tatt ut av ovnen på 745°C med en appelsinhudoverflate. Emaljen er kornete og litt porøs, med mange hull langs kanten av cellene. Her ser vi at sammentrekningen er mye større enn ved første brenning og dermed er det også større åpninger i emaljen nå. Mengden med emalje i cellene virker tilstrekkelig, og med grunnlag av den fjerde brenningen av plate 3, vil jeg fylle cellene med emalje og brenne platen lenger for å få emaljen til å flyte utover cellene.



Figur 4-24 Plate 4, andre brenning.

4.1.4.3 Plate 4, tredje brenning

Tredje brenning ble utført som en fullstendig brenning av emaljen og dermed brent to ganger rett etter hverandre. Først på 765°C deretter på 780°C. Emaljen hadde da fått en glatt og jevn overflate. Brenningen var lang i forventning om at emaljen skulle flyte utover i cellen, men observasjonen gjennom luftehullet viste at de fleste cellene trakk seg mer sammen og laget hullet større. I disse cellene er det tydelig å se at emaljen klumpet seg opp på den siden den trakk seg sammen, og danner en dråpeform fra undersiden av platen, så det er ikke tvil om at det var nok emalje til å dekke hele cellen hvis den hadde fordelt seg jevnt i hele cellen. Dette viser at det ikke bare er emaljemengden som dikterer

hvordan emaljen oppfører seg i cellen, og prosessen på denne brenningen kan nesten regnes som et steg tilbake, med så store hull i emaljen. Fordelen er at emaljen som er i cellene er ferdig brent og gir god plass til ny emalje.

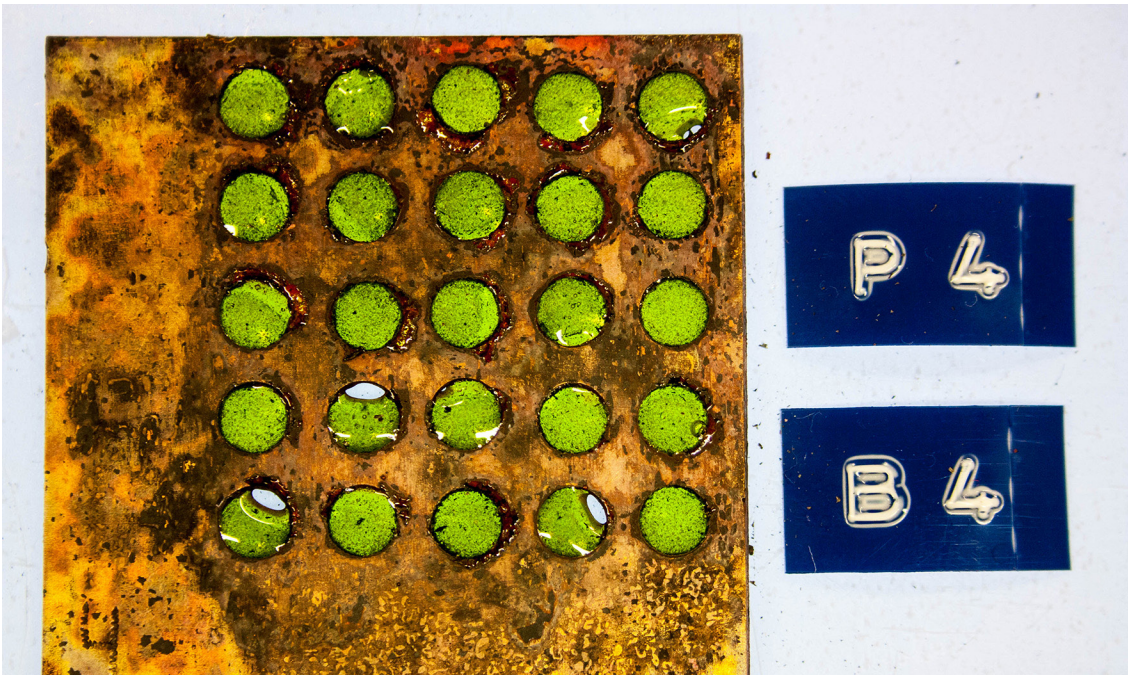


Figur 4-25 Plate 4, tredje brenning.

Ut fra bildet ser man tydelig at de cellene som ble fylt helt ut er helt ferdige, mens de resterende cellene fikk svært store hull i forhold til hva som har vært å se på tidligere plater, og jeg antar at det kreves mer enn én brenning til for at alle cellene skal være komplett.

4.1.4.4 Plate 4, fjerde brenning

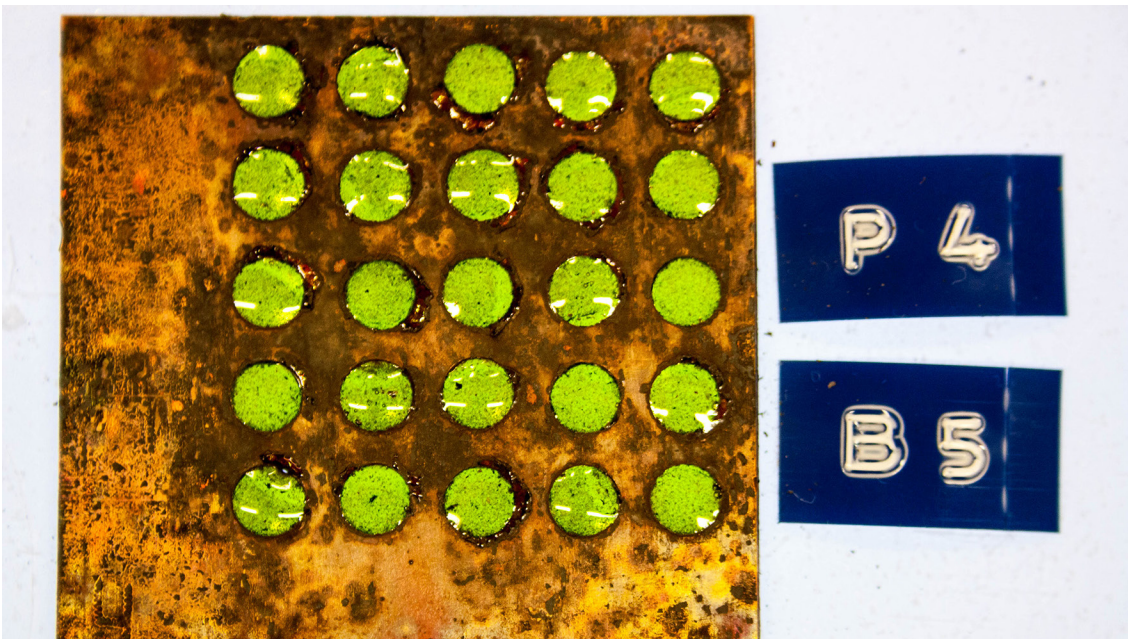
Den fjerde brenningen ble tatt ut av ovnen på 784°C med en glatt og jevn overflate. De fleste cellene er fylt helt og dermed ferdig, men der er fremdeles fire celler som hadde for store hull til å fylles helt. Dette viser at å brenne emaljen ferdig for tidlig kan hindre fremgangen, noe som er et sjeldent problem i andre emaljeteknikker der hver eneste brenning skal være fullstendig. På grunn av denne lange brenningen vil de siste cellene som fylles har merkbart mer emalje enn resten, siden den klumpet seg opp langs siden og det må fylles mer emalje i åpningen for å få emaljen til å feste seg på de delene av metallet som ikke er heftet til emalje ennå.



Figur 4-26 Plate 4, fjerde brenning.

4.1.4.5 Plate 4, femte brenning

Den femte brenningen ble tatt ut av ovnen på 768°C med en glatt og jevn overflate. Alle cellene er fylt. Emaljen i cellene har en svak konveks overflate, og noen celler har mer emalje enn andre celler, så små forskjeller er merkbare. Ellers er strukturen og teksturen den samme for de siste tre brenningene, og er glatt og jevn, med noen inklusjoner av kobberoksid og luftboble.



Figur 4-27 Plate 4, femte brenning.

4.1.5 Plate 5

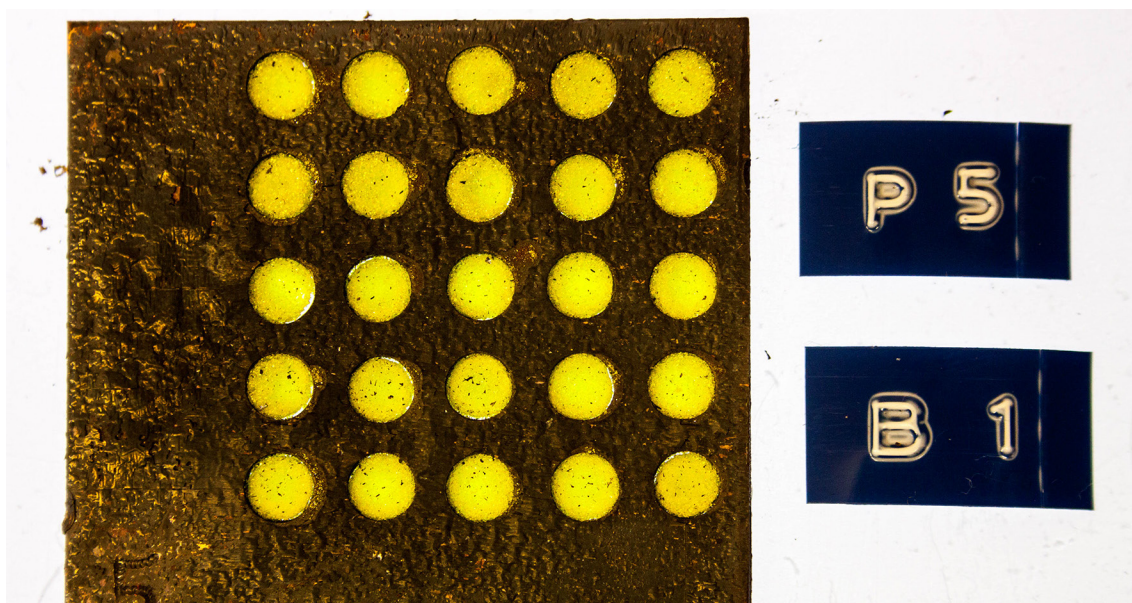
Plate nummer 5 har celler som er jevnt fordelt på platen og brennes horisontalt.

Plate	5		
Tykkelse	1,5mm	Romtemperatur	20,7°C
Ø celler	4,0mm	Avkjølingstemperatur	46,8°C
Emalje	N-26 Medium Yellow	Brennetemperatur	770°C
Bindemiddel	50% Klyr-Fire	Materiale	Cu

Lett å legge våt emalje i disse cellene og det er svært effektivt. Det er plass til mye væske i cellene og emaljen samler seg i bunnen av cellene, og det er allerede tydelige heng på undersiden av platen som illustrert i figur 4-1.

4.1.5.1 Plate 5, første brenning

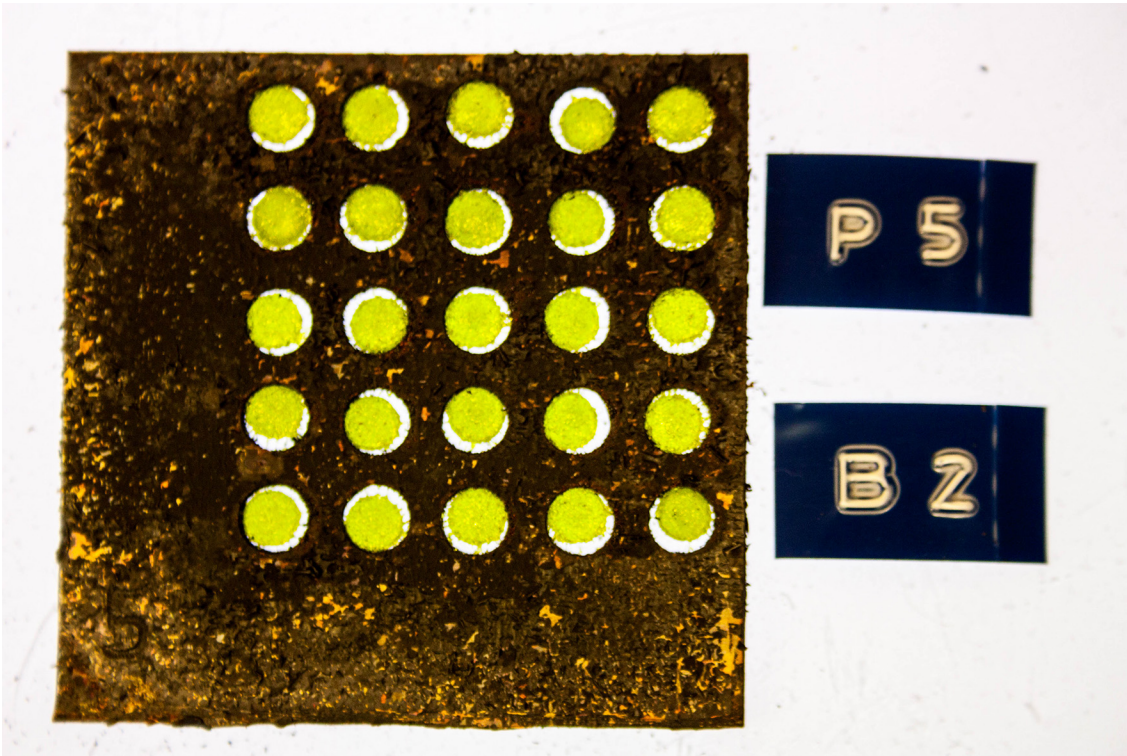
Den første brenningen ble tatt ut på 780°C med en appelsinhudoverflate, som var porøs. Cellene var jevnt fylt og lite sammentrekning er å se. Som er resultat av dette så er det veldig små hull langs kanten av noen celler, mens andre er fylt helt til kanten. Dette gjør legging av neste lag med emalje enklere. Emaljen ligger lavt i cellene med god plass til å legge våt emalje på forsiden. Dette betyr også at en del av den brente emaljen henger ned på undersiden, så platen vil bli snudd før neste brenning. Strukturen til emaljen er svært porøs, så det kreves mye vann under legging av våt emalje. Den brente emaljen har heftet godt til hverandre og metallet, så dette var en særdeles god første brenning.



Figur 4-28 Plate 5, første brenning.

4.1.5.2 Plate 5, andre brenning

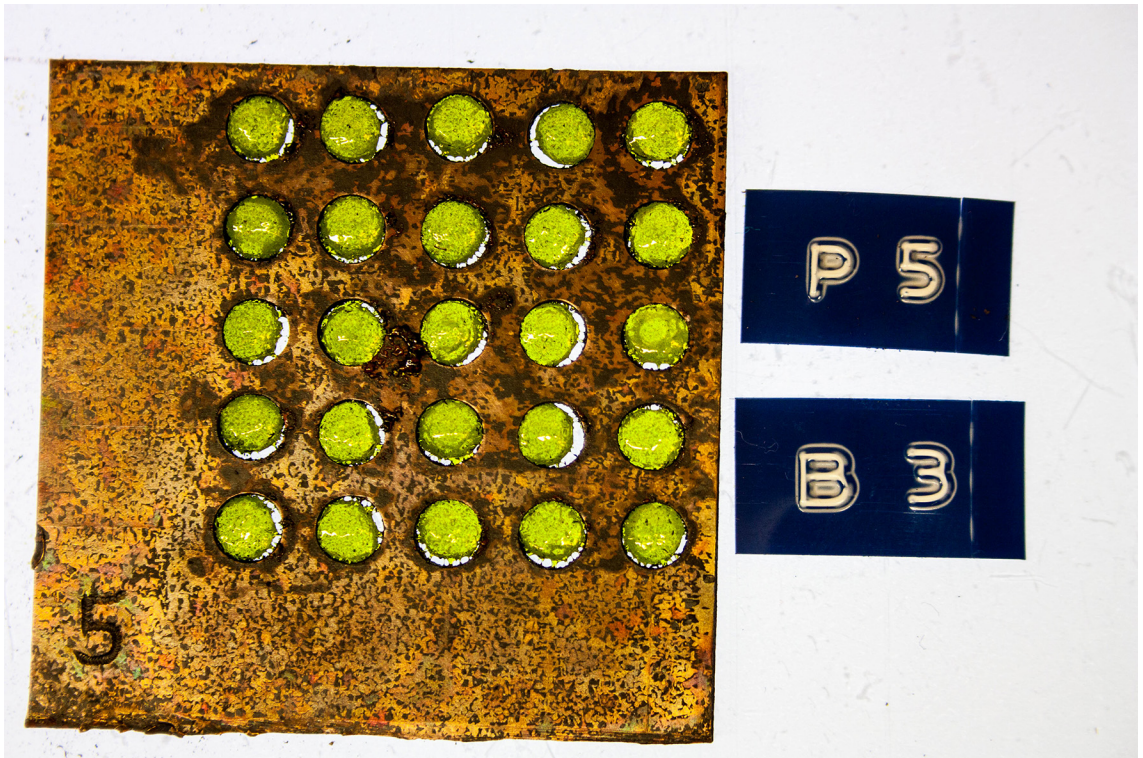
Den andre brenningen ble tatt ut av ovnen på 760°C med en kornete appelsinhudtekstur. Emaljen er ujevn i overflaten og har trukket seg godt sammen mot midten av cellene, som fører til de store åpningene langs kanten av cellene som er synlig på bildet. Her er det ennå mye emalje som skal til for å få cellene fylt. Mye av massen henger på undersiden av platen, så praksisen med å snu platen for å utnytte tyngdekraften ser ut til å gi gode resultater.



Figur 4-29 Plate 5, andre brenning.

4.1.5.3 Plate 5, tredje brenning

Den tredje brenningen ble tatt ut av ovnen på 750°C med en kornete og glatt overflate. Korningen på emaljen er svak, som tyder på en lengere brenning enn på den andre brenningen, her ser vi også at emaljen har trukket seg sammen, derfor er åpningene i emaljen de samme som ved forrige brenning; ser man på de optiske egenskapene, er denne tredje brenningen jevnere i overflaten og mer transparent sammenlignet med brenning nummer to. Mengden emalje i cellene er tilstrekkelig slik at platen kan begynne å bli brent lengere, for å jevne ut emaljen.



Figur 4-30 Plate 5, tredje brenning.

4.1.5.4 Plate 5, fjerde brenning



Figur 4-31 Plate 5, fjerde brenning

Den fjerde brenningen ble tatt ut av ovnen først på 770°C og deretter på 770°C, da overflaten på emaljen var glatt og jevn. Fin mengde med emalje i cellene og overflaten til hver celle har en svak konkav form. Emaljen har noen få inklusjoner av kobberoksid og små luftbobler.

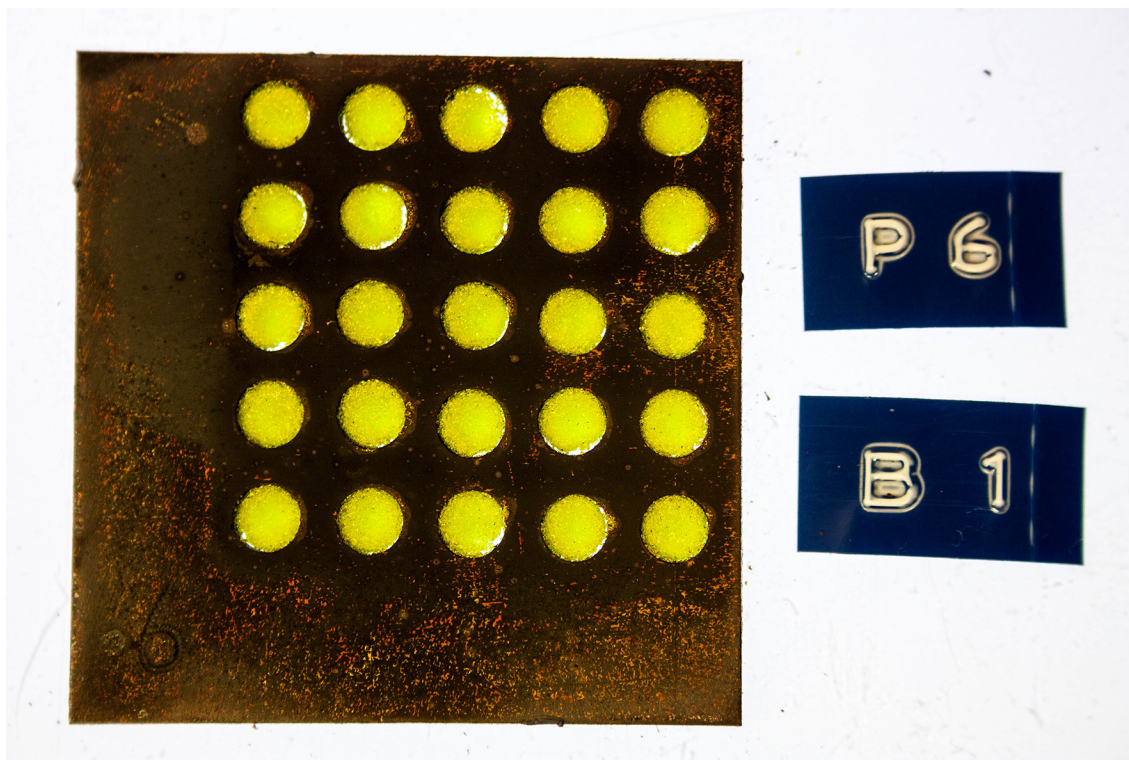
4.1.6 Plate 6

Plate nummer 6 er har en jevn fordeling med celler og brennes horisontalt.

Plate	6		
Tykkelse	2,0mm	Romtemperatur	21,6°C
Ø celler	4,0mm	Avkjølingstemperatur	46,8°C
Emalje	N-26 Medium Yellow	Brennetemperatur	770°C
Bindemiddel	50% Klyr-Fire	Materiale	Cu

Det er svært lett og raskt å fylle emalje i disse cellene. Siden godset er så tykt er det vanskelig å få kontroll på hvor mye emalje som blir lagt, da disse cellene kan holde på ganske mye emalje uten at det blir utfordrende å legge den.

4.1.6.1 Plate 6, første brenning

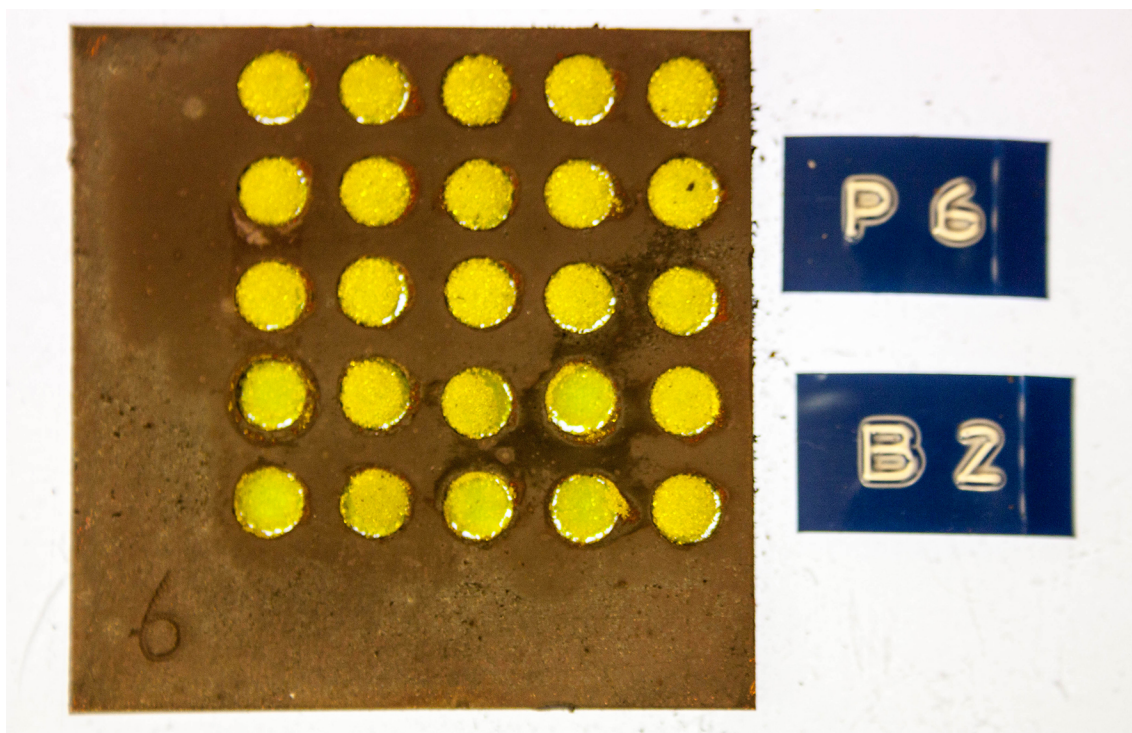


Figur 4-32 Plate 6, første brenning

Den første brenningen ble tatt ut av ovnen på 770°C når emaljen dannet en grov appelsinhudtekstur. Lite sammentrekning, så det er ikke store åpninger i emaljen bortsett fra der emaljen har trukket seg unna kanten på cellene. Emaljen ligger lavt i cellene så det er god plass til å legge våt emalje på forsiden av platen. Dette betyr også at emaljen henger ned under platen, slik som tidligere. Derfor vil den fylles fra forsiden og snus før brenning. Emaljen er svært porøs, så den har bare blitt brent akkurat lenge nok, men hefter likevel godt til seg selv og metallet.

4.1.6.2 Plate 6, andre brenning

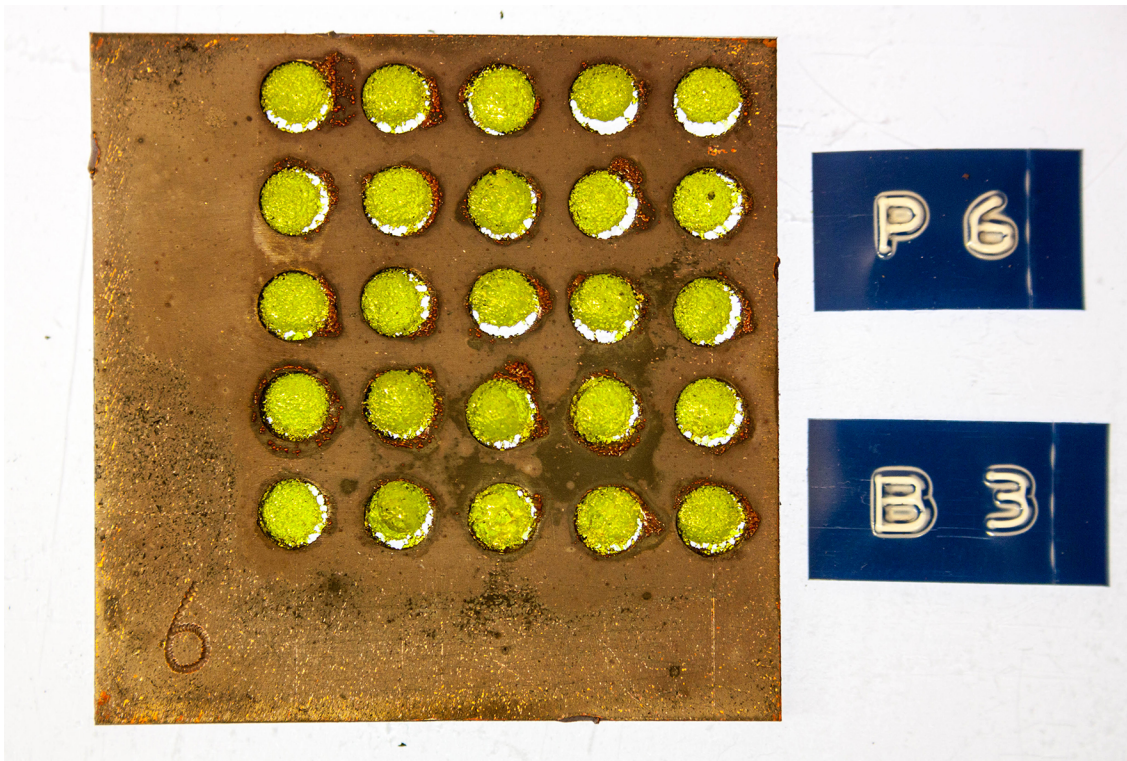
Den andre brenningen ble tatt ut av ovnen på 783°C med en appelsinhud tekstur på overflaten. Porøs emalje, og lite lys slipper gjennom cellene. Noen små hull langs kantene, ellers god dekning av cellene. Emaljen har ennå ikke trukket seg så mye sammen. Påføringen av emalje fra forrige steg falt ut fra tre celler, da bindemiddelet ikke klarte å holde emaljen på plass på undersiden av platen før den smeltet og heftet seg til den andre emaljen, derfor er det mindre emalje i tre av cellene. Cellene fylles for en ny brenning.



Figur 4-33 Plate 6, andre brenning.

4.1.6.3 Plate 6, tredje brenning

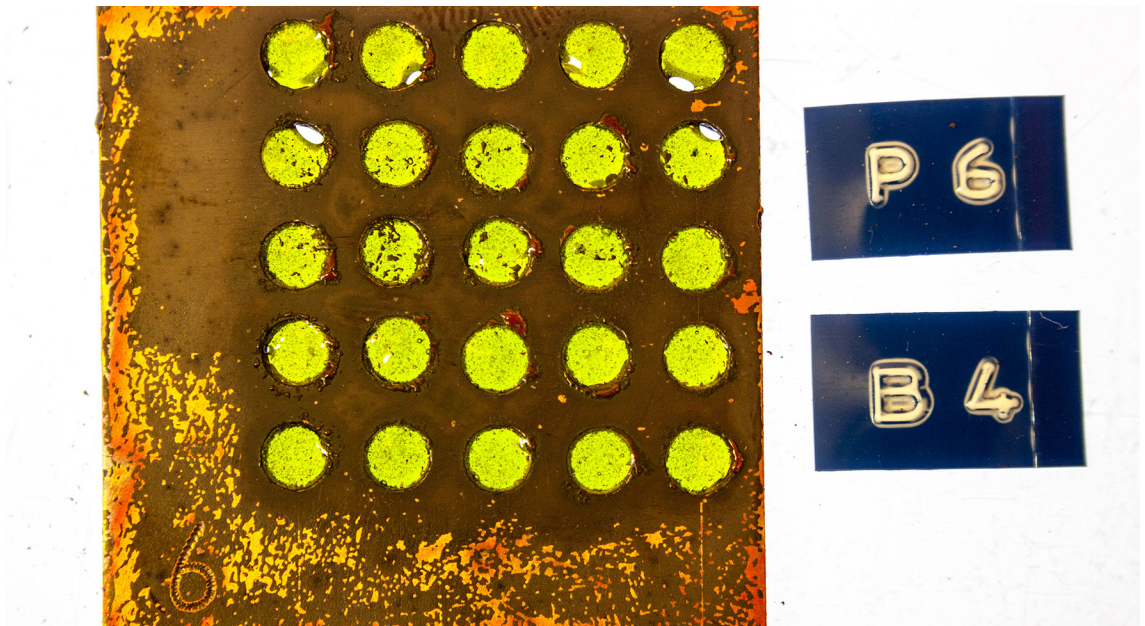
Den tredje brenning ble tatt ut av ovnen på 784°C med en glatt og ruglete overflate, et sent stadium av appelsinhudoverflaten. Mye emalje i cellene henger ut på hver side av platen. Emaljen har i alle celler trukket seg til en side og etterlatt seg hull langs kanten av cellen. Mengden med emalje i cellene virker tilstrekkelig, så cellene fylles opp og blir forsøkt brent fullstendig.



Figur 4-34 Plate 6, tredje brenning.

4.1.6.4 Plate 6, fjerde brenning

Platen ble tatt ut av ovnen først på 786°C deretter på 788°C med en glatt og jevn overflate. Det som først kunne se ut som misfarging av emaljen, når den kom ut av ovnen, viste seg å være en større mengde med kobberoksid som hadde løsnet fra platen eller stativet, og festet seg til emaljen. Det er spesielt i celle (2,3) og de cellene rundt denne som er utsatt for oksidene. Med unntak av noen få celler, har emaljen fordelt seg jevnt i cellene og overflaten er glatt og fin. De fem cellene som har hull, må fylles opp, samtidig blir de andre cellene fylt hvis det er plass. Dette må gjøres fra begge side, siden godset er så tykt, og det er vanskelig å få fylt alle cellene jevnt med så høye cellevegger.



Figur 4-35 Plate 6, fjerde brenning.

4.1.6.5 Plate 6, femte brenning

Platen ble først tatt ut av ovnen på 785°C deretter på 789°C med en jevn og glatt overflate. Vanskelig å få emaljen til å feste seg over hele celleveggen, mest sannsynlig på grunn av oksidbelegg på celleveggen. Emaljen i cellene er jevnt fordelt, og det er ingen åpninger i emaljen, men mengden i cellene kunne vært større. Nå er deler av celleveggen synlig, for første gang i forsøksrekkene er overflaten til noen av cellene konkave.



Figur 4-36 Plate 6, femte brenning.

4.1.7 Oppsummering

I forsøksrekken med platene fra 1 til 6 så jeg på hvordan det var å emaljere forskjellige platetykkelser, platene var identiske bortsett fra at tykkelsen varierte mellom 0,4mm og 2,0mm. Overraskende for meg var at platene i stor grad brant likt, og de største forskjellene var hvordan påføringen av emaljen opplevdes.

4.2 Forsøksplater 7-8, horisontalt, Ø6,0mm celler.

Jeg fortsetter forsøket med å gjøre diameteren på cellene 2,0mm større, samtidig som jeg bare fortsetter med to forskjellige platetykkelser, 1,0mm og 1,2mm. Grunnen for at jeg går videre med disse verdiene, kan leses i kapittel 6.1, men kort fortalt er det for å se om oppførselen til emaljen forandrer seg med større celler, og ut fra plate 1-6 er det ikke store forskjeller mellom platetykkelsene samtidig som 0,4mm og 0,7mm er så tynne og 1,5mm og 2,0mm er så tykke at de er urealistisk til å bruke som basis for vindusemalje. Derfor går jeg videre med 1,0mm og 1,2mm, da disse tykkelsene er det jeg mest sannsynlig kommer til å jobbe med.

4.2.1 Plate 7

Plate 7 har en jevn fordeling med celler og brennes horisontalt.

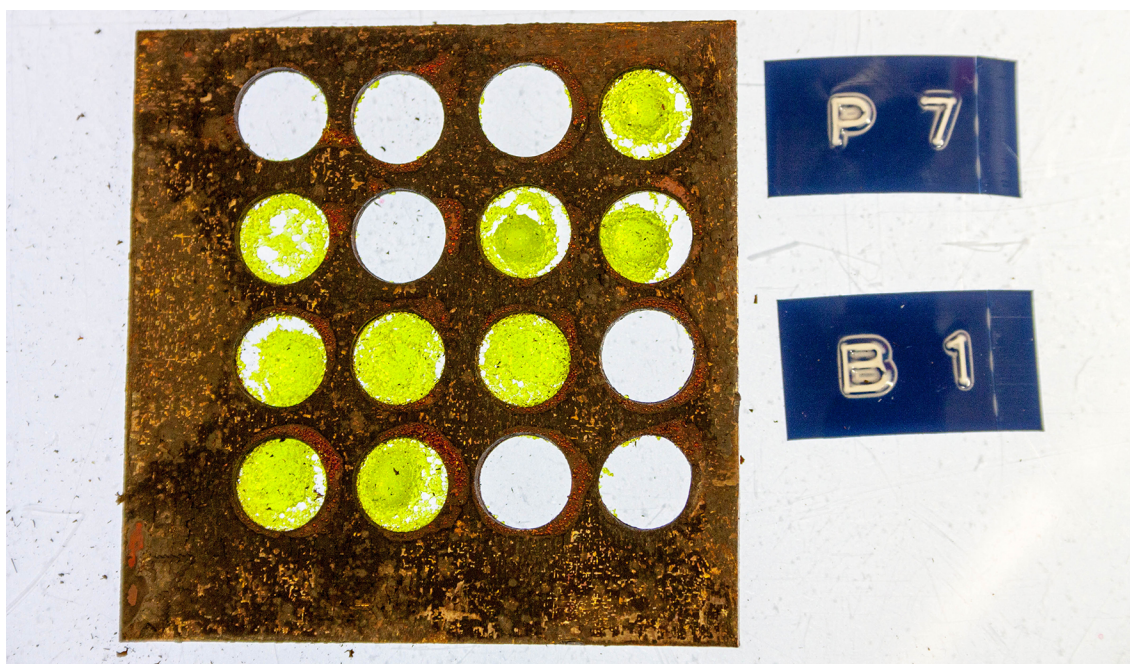
Plate	7		
Tykkelse	1,0mm	Romtemperatur	22,4°C
Ø celler	6,0mm	Avkjølingstemperatur	35,2°C
Emalje	N-26 Medium Yellow	Brennetemperatur	770°C
Bindemiddel	50% Klyr-Fire	Materiale	Cu

Platen er svært vanskelig å fylle med emalje. Cellene ble for store til å danne en hinne over hele cellen på samme måte som på forsøksplatene over. Måtte bytte til en større pensel for å kunne danne denne hinnen med engang, men likevel var det vanskelig å mette væsken med emalje uten at emaljen falt ut. I tillegg er det store heng med emalje på undersiden, så et bindemiddel med høyere viskositet ville på dette stadiet være fordelaktig.

4.2.1.1 Plate 7, første brenning

Første brenningen ble tatt ut av ovnen på 750°C når emaljen akkurat hadde smeltet. Tre av cellene falt ut i ovnen under brenning, og fire falt ut av cellene under avkjølingen. De få cellene det er emalje i henger så vidt fast i metallet og cellen har lite emalje i seg. En start på slike store celler er svært vanskelig uten en midlertidig bakgrunn.

Det som er interessant her er at i alle tilfellene har emaljen trukket seg sammen mot midten og smeltet sammen til en klump, før kantene mistet feste til cellene. Som førte til at emaljen falt ut av cellene som en bit, i motsetning til det jeg har opplevd tidligere der emaljefritten som pulverform faller ut før den har fått smeltet.



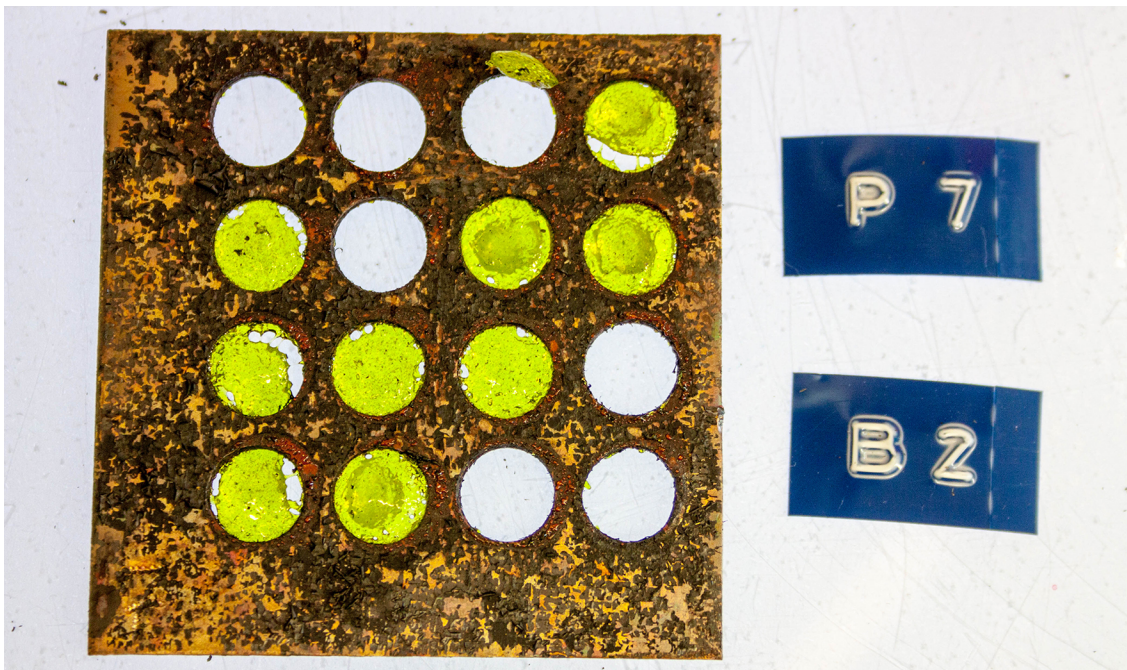
Figur 4-37 Plate 7, første brenning.

Ut av bildet ser vi tydelig hvordan emaljen trekker seg inn mot midten, og etterlater lite emalje inn mot kanten, som er det eneste som holder emaljen på plass. Fremdeles er det vanskelig å legge emalje i cellene.

4.2.1.2 Plate 7, andre brenning

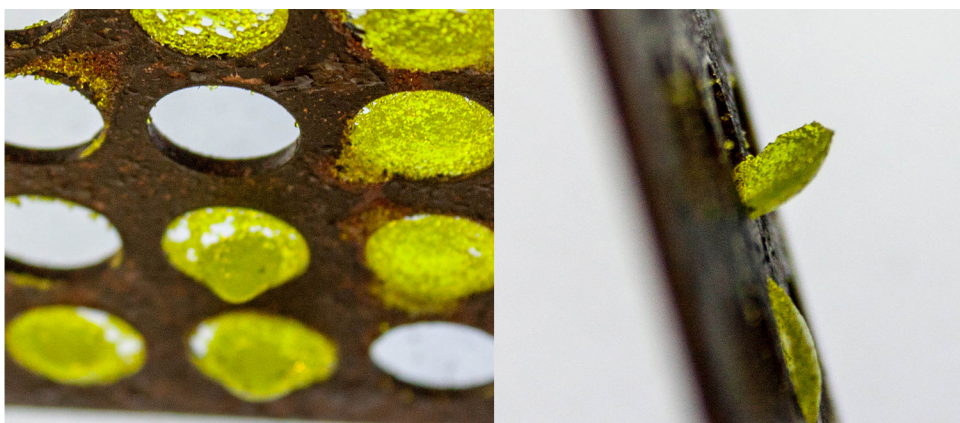
Den andre brenningen ble tatt ut av ovnen på 770°C med en appelsinhudtekstur på overflaten. Flere av cellene har falt ut av platen, eller henger loddrett ned og er bare feste med en liten bit emalje i kanten av en celle. Selv om emaljen henger fast i plate kan ikke disse cellene brukes, og emaljen må fjernes, og cellen må eventuelt startes på nytt med å legge emalje. Situasjonen er den samme som over, at emaljen trekker seg sammen mot

midten og smelter her, som fører til en svak forbindelse med cellekantene. Mengden med emalje som må til for å dekke celle er så massiv at de svake forbindelsene som holder emaljen fast til kanten ikke klarer å bære vekten av emaljen, og enten faller ut eller vipper ned i en loddrett posisjon (se figur 4-39).



Figur 4-38 Plate 7, andre brenning.

Ut fra bildet under, går det tydelig frem at emaljen trekker seg sammen mot midten, og når dette skjer så blir den kompakte massen av emalje trukket ned av tyngdekraften. De svake forbindelsene gir etter hvert etter og emaljen faller ut eller vipper ned i en loddrett posisjon slik som kan observeres på bildet under.



Figur 4-39 Utsnitt fra platene 7 og 8, som viser emalje som er ute av posisjon.

Jeg valgte å avslutte brenningene for denne platen siden så mange av cellene falt ut under og etter brenning, så hver av de nye brenningene ville bare være repetisjon av en første brenning. Jeg har allerede dokumentert to brenninger på denne platen, og fått observert hvordan emaljen oppførte seg. Jeg vil uansett utføre en brenning med neste plate, som jeg mistenker vil resultere i det samme, før jeg går videre.

4.2.2 Plate 8

Plate 8 har en jevn fordeling med celler og brennes horisontalt.

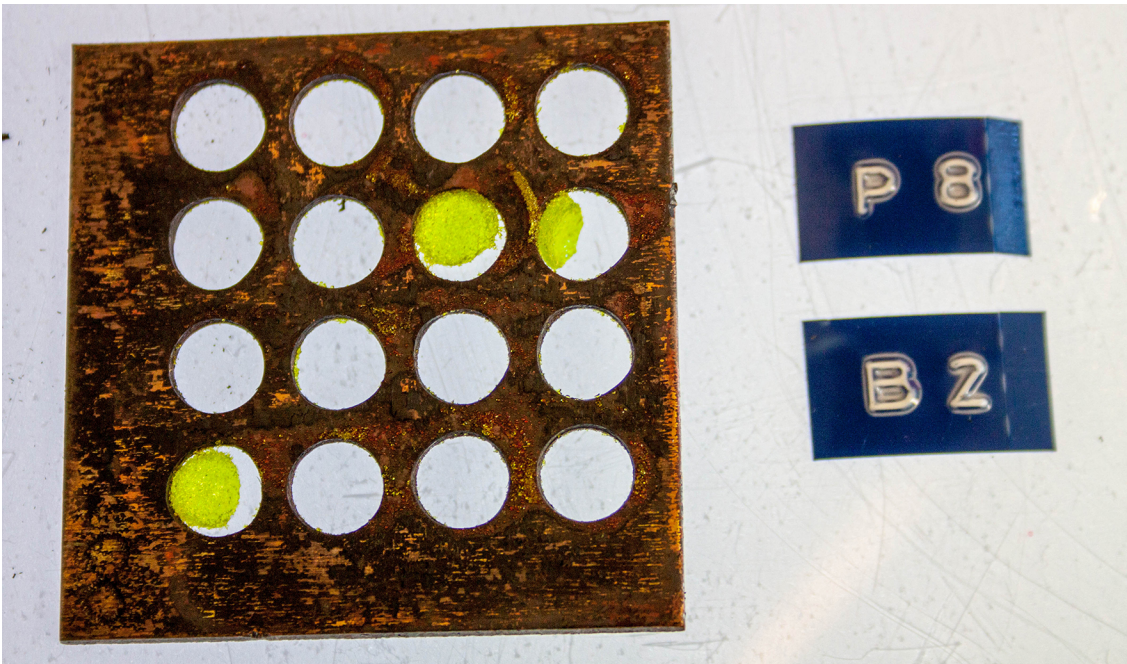
Plate	8		
Tykkelse	1,2mm	Romtemperatur	22,4°C
Ø celler	6,0mm	Avkjølingstemperatur	35,2°C
Emalje	N-26 Medium Yellow	Brennetemperatur	770°C
Bindemiddel	50% Klyr-Fire	Materiale	Cu

Platen er svært vanskelig å fylle i likhet med plate 7, og krevde en stor nok pensel til å danne væskehinnen over cellen med en gang. Teknikken for påføring er å bruke penselen som en midlertidig støtte for hinnen mens man fordeler væsken i hele cellen, slik at den kan dekke hele spennet for egen hånd. Det brukes mye væske, så emaljen henger lavt i den og har lett for å falle ut.

4.2.2.1 Plate 8, første brenning

Platen ble tatt ut av ovnen på 766°C, akkurat idet emaljen startet å smelte. På dette tidspunktet var det bare 4 celler av totalt 16 celler som hadde emalje i seg, og resten var falt ut under brenning. Av disse 4, falt 1 av under avkjøling og de resterende 3 henger bare så vidt fast i metallet. Det er bare i ett av tilfellene det er mulig å emaljere videre på, mens resten henger for mye ut av cellen til at de kan reddes; cellen til høyre på figur 4-39 er en av cellene på plate 8.

Med bare 1 celle som var mulig å bruke videre, og de resterende måtte bli startet på nytt, valgte jeg også å avslutte brenningen på denne platen, siden jeg har observert flere slike brenninger med plate 7 og 8, og har nok data til å bruke videre.



Figur 4-40 Plate 8, første brenning (feilmarkering i foto skal være B1).

4.2.3 Oppsummering

Platene 7 og 8 hadde celler som var 2,0mm større i diameter enn i tidligere forsøksrekker, og dette gav store problemer både før, under og etter brenning. Denne størrelsen i seg selv er nok ikke for stort for å kunne brukes i vindus emalje, men med denne teknikken blir begrensningene under fyllingen og de første brenningene for store til at denne størrelsen kan brukes. Det er begrensinger, når bindemiddelet har så lav viskositet som Klyr-Fire³ har og det blir vanskelig å fylle cellene før brenning. Samtidig som brenningen samler emaljen i midten, og den faller ut før den fikk heftet seg godt nok i metallet.

4.3 Forsøksplater 9-10, vertikalt, ø 4,0mm celler

I løpet av forsøksplatene 1-8, har jeg sett at tyngdekraften påvirker hvordan emaljen flyter. Samtidig er det ikke uvanlig at objekt som skal emaljeres har celler med forskjellige plan i forskjellige retninger. Jeg vil derfor gå tilbake til 4,0mm celler og brenne plater som står vertikalt. På denne måten får jeg også observert emaljeringen der planet i cellene er vinkelrett på celleplanet i de andre forsøkene. Hvis jeg går ut fra at alle situasjoner mellom

³ Klyr-Fire har tilsvarende viskositet som vann, og den blandingen jeg bruker med Klyr-Fire og vann vil da også kunne sammenlignes med vann.

disse vinklene oppfører seg som en sum av vektorene til stede ved horisontal brenning og vertikal brenning. Vil dette forsøket kartlegg to ekstremer, som kan brukes sammen for alle andre vinkler de forskjellige celleplanene er til hverandre. Som nevnt over vil jeg gå videre med platetykkelsene 1,0mm og 1,2mm fordi det var liten forskjell mellom godstykkelsene, og disse to dimensjonene er de som er mest relevant for meg å bruke til produksjon av gjenstander.

4.3.1 Plate 9

Plate 9 har en jevn fordeling med celler og brennes vertikalt.

Plate	9		
Tykkelse	1,0mm	Romtemperatur	21,5°C
Ø celler	4,0mm	Avkjølingstemperatur	38,7°C
Emalje	N-26 Medium Yellow	Brennetemperatur	770°C
Bindemiddel	50% Klyr-Fire	Materiale	Cu

Platen er lett å legge emalje i og emaljen fyller cellene fint. Rett etter påføring godt fordelt i væsken, men etter litt venting under tørking er det tydelig at emaljen sedimenterer i det nederste sjiktet med væske. En liten del øverst i cellene er ikke emaljen i kontakt med cellekanten, der er det bare blank væske. Det vil være en fordel å legge emaljen så tørr som mulig for å legge mest mulig emalje.

4.3.1.1 Plate 9, første brenning

Den første brenningen ble tatt ut av ovnen på 752°C med en blank appelsinhudtekstur på overflaten. Vanskeligere å kontrollere temperaturen, siden det er begrenset med muligheter til å observere emaljen hele tiden under brenningen. Luftehullet i toppen av ovnen gir en mulighet til å se ned på cellene i en kraftig vinkel, slik at bedømmingen av stadiene under brenning har større unøyaktigheter enn ved horisontal brenning. Denne platen var brent litt lenger en ideelt, men er fremdeles på appesinhudstadiet som jeg er ute etter i tidlige brenninger. Emaljen er derimot ikke så porøs som tidlige brenninger i forsøkene over.

Her er det tydelig at tyngdekraften påvirker retningen emaljen trekker seg sammen, og den har trukket seg sammen til nedre halvdel av cellene, med god plass til å legge ny emalje i cellene.



Figur 4-41 Plate 9, første brenning.

4.3.1.2 Plate 9, andre brenning

Platen ble tatt ut av ovnen på 742°C med en blank appelsinhudtekstur i overflaten. Emaljen i alle cellene sitter lavt, men cellene er fylt mer nå enn ved første brenning. Det er ingen buling av emaljen utover cellekanten, og er jevn med metallens overflate. Siden cellene er over halvfulle og trekkes nedover, vender jeg platen for å fylle åpningene.



Figur 4-42 Plate 9, andre brenning.

4.3.1.3 Plate 9, tredje brenning

Den tredje brenningen ble tatt ut av ovnen på 743°C med en overflate som appelsinhud. God dekning med emalje, noen hull øverst i cellene. På bildet under ser vi tydelig at noe av emaljen legger seg øverst i cellen og flere emaljemasser som ikke er smeltet helt sammen ennå. Dette kommer av at platen ble brent med åpningene i cellene ned og den nylige påførte emaljen la seg her først, og platen har ikke vært i høy nok temperatur til å få en fullstendig smelting av emaljen. Fortsetter å brenne platen med åpningene nedover, for å bruke gravitasjonen til å dekke hele cellen.



Figur 4-43 Plate 9, tredje brenning.

4.3.1.4 Plate 9, fjerde brenning

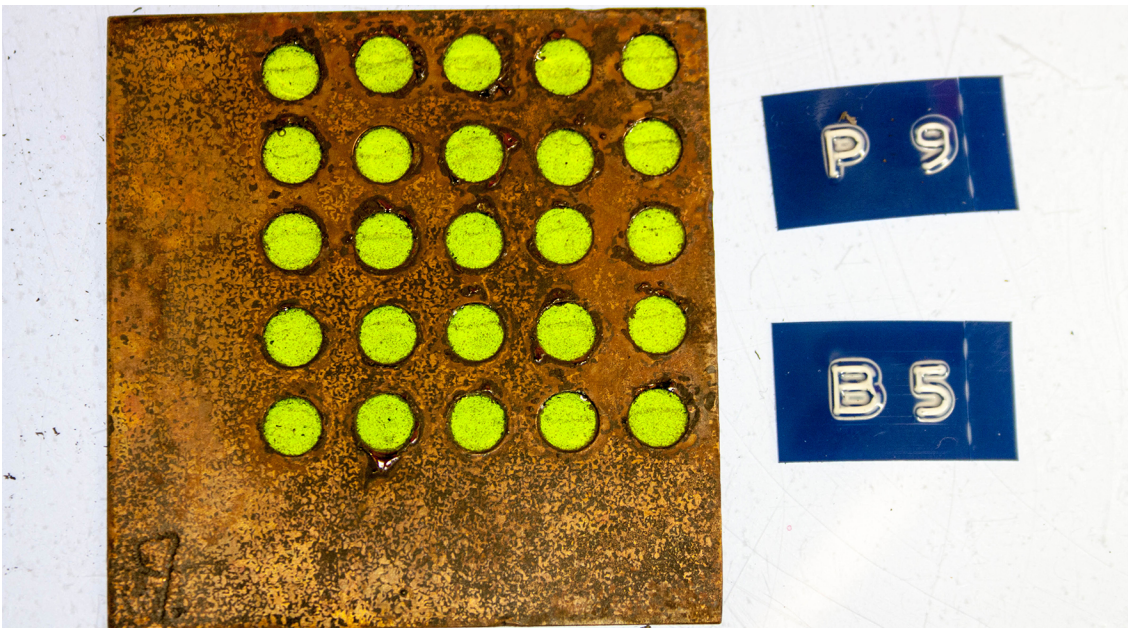
Den fjerde brenningen ble tatt ut på 756°C med en glatt og blank overflate. De fleste cellene er fylt med emalje og har en jevn overflate, i 4 av cellene er det hull, der det ikke var tilstrekkelig med emalje i cellene. Disse hullene fylles før den brennes en siste gang for å få fullført alle cellene.



Figur 4-44 Plate 9, fjerde brenning.

4.3.1.5 Plate 9, femte brenning

Platen ble tatt ut av ovnen på 760°C, med en glatt og jevn overflate. Alle cellene er helt dekt med emalje, uten synlige hull. Emaljemenngden er akkurat nok til å dekke cellene, og henger ikke merkbart ut på noen side, slik som var normalen horisontalt brente platene. Det er imidlertid synlig skille mellom emaljen fra de første brenningene, og de etter at platen ble vendt, med en liten samling av små inklusjoner på tvers av cellene.



Figur 4-45 Plate 9, femte brenning.

4.3.2 Plate 10

Plate 10 har en jevn fordeling med celler og brennes vertikalt.

Plate	10		
Tykkelse	1,2mm	Romtemperatur	21,5°C
Ø celler	4,0mm	Avkjølingstemperatur	38,7°C
Emalje	N-26 Medium Yellow	Brennetemperatur	770°C
Bindemiddel	50% Klyr-Fire	Materiale	Cu

Platen er lett å legge emalje i på. Her møter jeg på samme observasjon som på plate 9, der emaljen synker litt i cellene allerede før den skal brennes, slik at det er en liten åpning mellom emaljen og kanten av cellen.

4.3.2.1 Plate 10, første brenning.

Platen ble tatt ut av ovnen på 753°C der overflaten akkurat hadde smeltet til appelsinhud. Samme situasjon med dårlig observasjonsvinkel under brenningen, og platen er brent litt lenger enn nødvendig. Emaljen samler seg nederst i cellene og celleveggene øverst i cellene er dekket med kobberoksid. God plass til ny påføring av emalje.



Figur 4-46 Plate 10, første brenning.

4.3.2.2 Plate 10, andre brenning

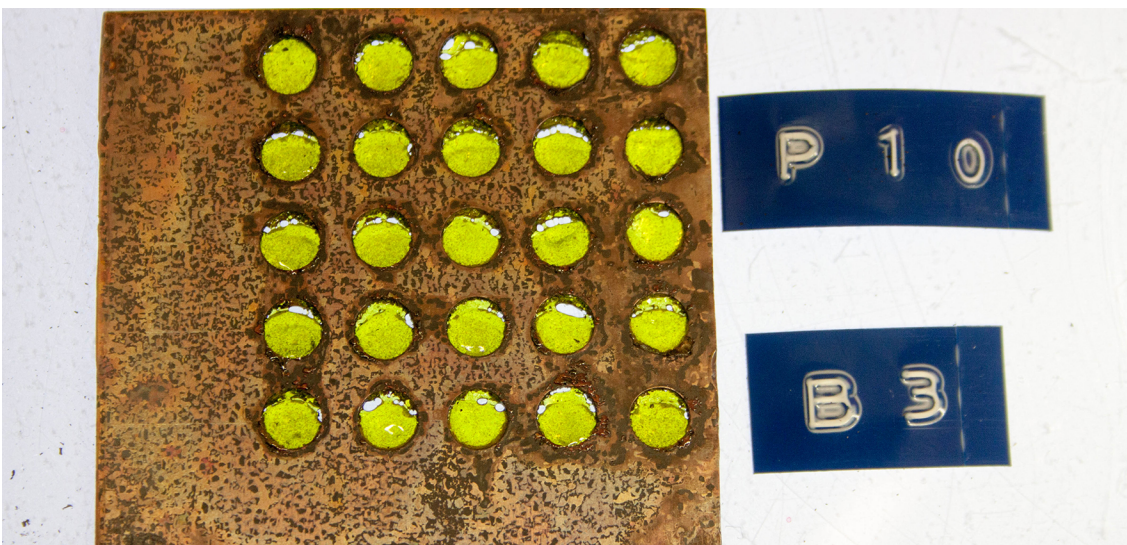
Den andre brenningen ble tatt ut av ovnen på 748°C med en glatt appelsinhud. Emaljen sitter lavt i alle celler, men de er fylt over halvveis. Sammentrekningen av emaljen er god, slik at mengden emalje i cellene er også er høy. Derfor fyller jeg åpningene og vender platen med åpningene i cellene ned for å fylle igjen de siste hullene.



Figur 4-47 Plate 10, andre brenning.

4.3.2.3 Plate 10, tredje brenning

Den tredje brenningen ble tatt ut av ovnen på 754°C, med en glatt appelsinhud. Den er mer fylt enn forrige brenning, men det er fremdeles noen åpninger i emaljen. Fordelen nå er at det heftet emalje rundt hele kanten på cellene og åpningen er midt i emaljen.



Figur 4-48 Plate 10, tredje brenning.

4.3.2.4 Plate 10, fjerde brenning

Platen ble tatt ut av ovnen på 763°C med en glatt og jevn overflate. Nesten alle celler er dekt med emalje, og det mangler bare litt emalje i 3 av cellene. Selv om emaljen dekker de andre cellene, er det ikke så mye emalje i dem, og litt av celleveggen er synlig langs kantene, så før neste brenning fylles alle cellene med litt emalje, i tillegg til at åpningene i cellene fylles med emalje.



Figur 4-49 Plate 10, fjerde brenning.

4.3.2.5 Plate 10, femte brenning

Den femte brenningen ble tatt ut av ovnen på 763°C og alle cellene var dekket med en jevn og glatt overflate. Emaljen er jevn med overflaten til metallet, og har mindre emalje enn ved horisontal brenning. Små inklusjoner og luftbobler.



Figur 4-50 Plate 10, femte brenning.

4.3.3 Oppsummering

I forsøkene til platene 9 og 10 ble platene brent vertikalt for å se hvordan emaljen oppfører seg i denne situasjonen. I et faktisk produksjons scenario, vil cellene til et objekt kunne være i alle mulige vinkler til hverandre, og til tyngdekraften. Derfor kan jeg ut fra denne rekken etablere forventninger til hvordan de forskjellige cellene emaljerer.

4.4 Forsøksplatene 11-12, plater i 925 sølv, ø4,0mm, horisontalt og vertikalt

I forsøkene tidligere, har jeg sett at oksideringen av kobberet forekommer flere ganger før området blir dekt av emalje. Noe som går igjen i de fleste lærebøker, er at emaljen har problemer med å feste seg på oksiderte overflater. Merk at det er snakk om vanskeligheter til å få emaljen til å hefte seg, med slett ingen umulighet. Realiteten er den at både kobber og sølv oksiderer ved lavere temperaturer enn emaljen smelter, slik at metallet vil oksidere under emaljepulveret, uansett hvor rent det var under påføring av emaljen og før brenning, dette er også grunnen til at det anbefales opak emalje på kobber som oksiderer kraftig. I sølvet er det kobberet som oksiderer og skaper det svarte belegget på metallet. Med gjentatte omganger av oppvarming og syrekoking, vil kobberet i legeringen oksidere, deretter bli kokt bort i syren. Resultatet er en overflate bestående av fintsølv som ikke oksiderer. Viser til forsøket i kapittel 3.2.2, og bruker samme fremgangsmåter for å lage platene 11 og 12, for å se påvirkningen av oksiderte overflater i vindusemaljen.

4.4.1 Plate 11(Ag)

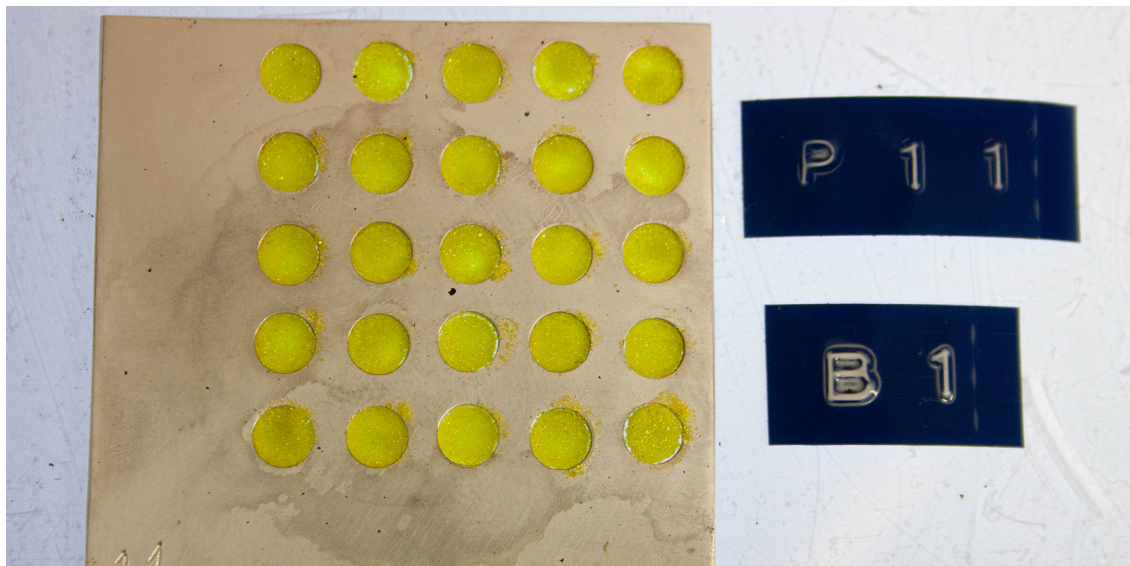
Plate 11 har en jevn fordeling med celler og brennes horisontalt.

Plate	10		
Tykkelse	1,2mm	Romtemperatur	21,3°C
Ø celler	4,0mm	Avkjølingstemperatur	42,1°C
Emalje	N-26 Medium Yellow	Brennetemperatur	770°C
Bindemiddel	50% Klyr-Fire	Materiale	Ag

Platen var lett å fylle med emalje og de n legger seg fint i cellene.

4.4.1.1 Plate 11, første brenning

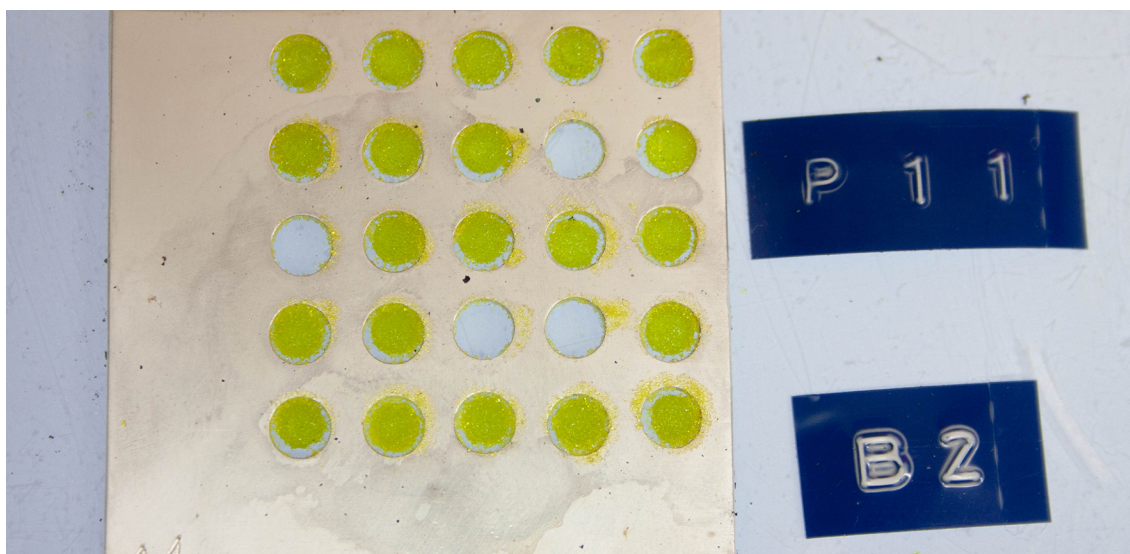
Den første brenningen ble tatt ut av ovnen på 768°C med en porøs overflate der emaljen akkurat hadde smeltet. Svært liten sammentrekning, slik at emaljen dekker alle cellene helt. Så porøst at emaljen oppfattes helt opak i denne tilstanden.



Figur 4-51 Plate 11, første brenning.

4.4.1.2 Plate 11, andre brenning

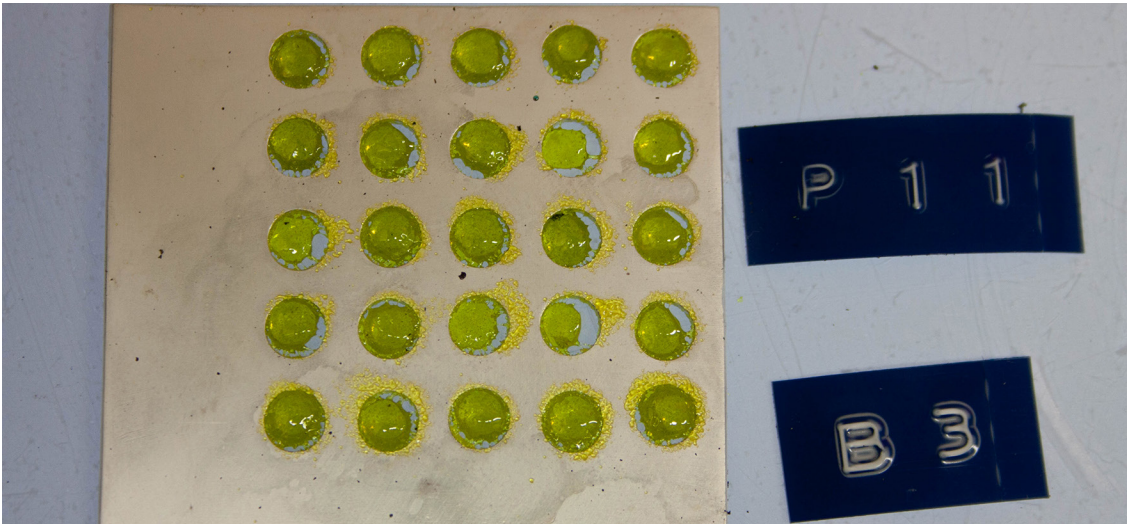
Platen ble tatt ut på 784°C med en porøs appelsinhudtekstur, og liten sammentrekning av emaljen. Under avkjøling falt 4 av cellene ut. Det viste seg at forbindelsen mellom emaljen og cellekanten var på et lavere brenn stadium enn resten av emaljen, og hadde derfor ikke heftet seg godt nok. Disse fylles opp og lengere brenninger foretas i fremtiden.



Figur 4-52 Plate 11, andre brenning.

4.4.1.3 Plate 11, tredje brenning

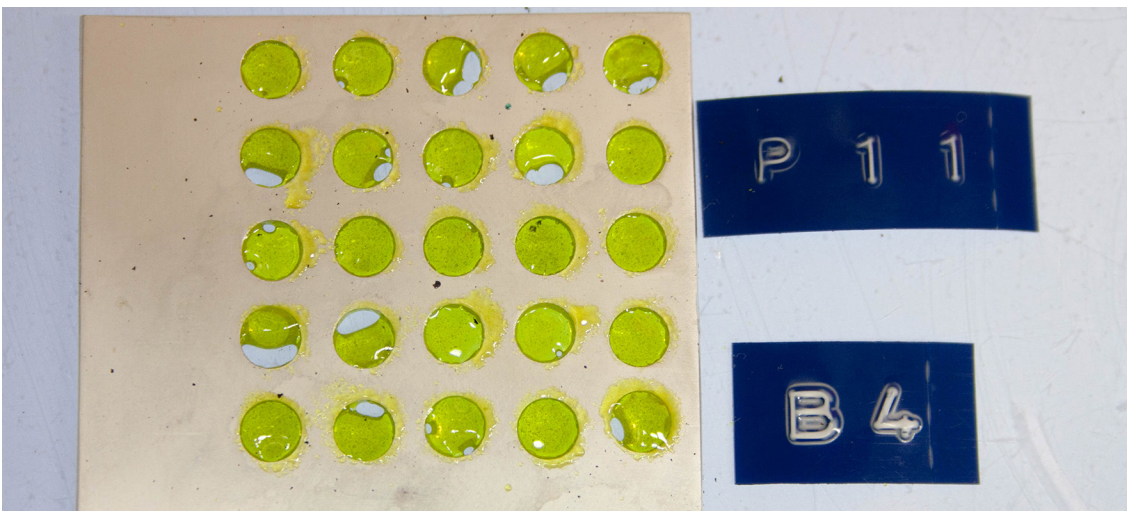
Platen ble tatt ut av ovnen på 784°C med en glatt og svakt kornete overflate. Bare små hull langs kanten av cellene, bortsett fra de cellene som falt ut ved forrige brenning, som har noenlunde større åpninger i emaljen. Nå har emaljen tydelig begynt å trekke seg sammen, og drar mot en side av cellen.



Figur 4-53 Plate 11, tredje brenning.

4.4.1.4 Plate 11, fjerde brenning

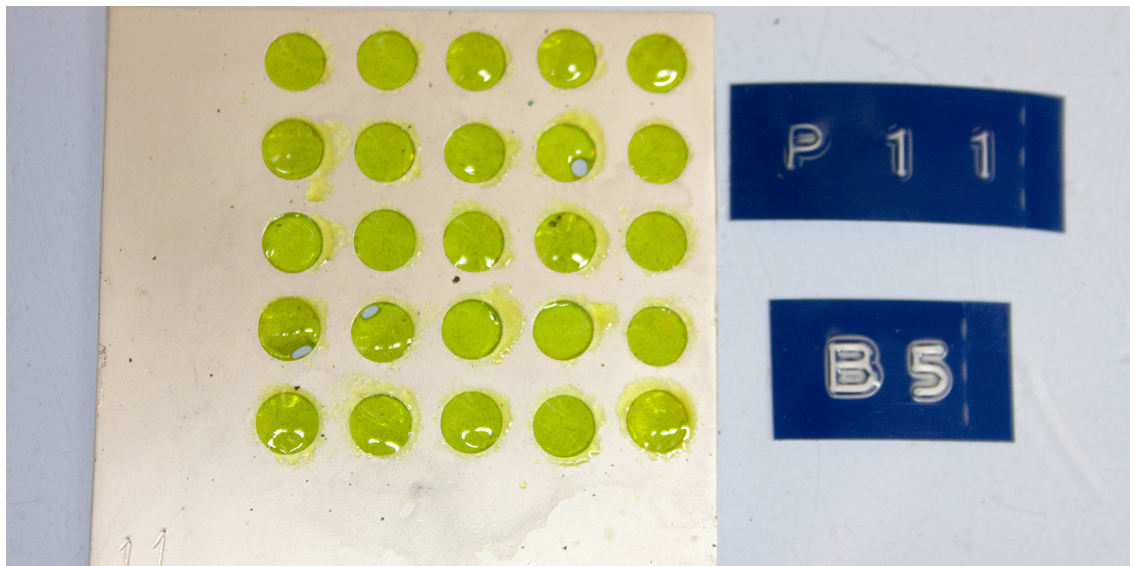
Den fjerde brenningen ble tatt ut av ovnen på 772°C med en helt glatt overflate. Sammentrekningen er nå fullstendig, og avslører at det ennå mangler emalje i flere av cellene. Her er det også tydelig at det er kommet en inklusjon av kobberoksid i en av cellene.



Figur 4-54 Plate 11, fjerde brenning.

4.4.1.5 Plate 11, femte brenning

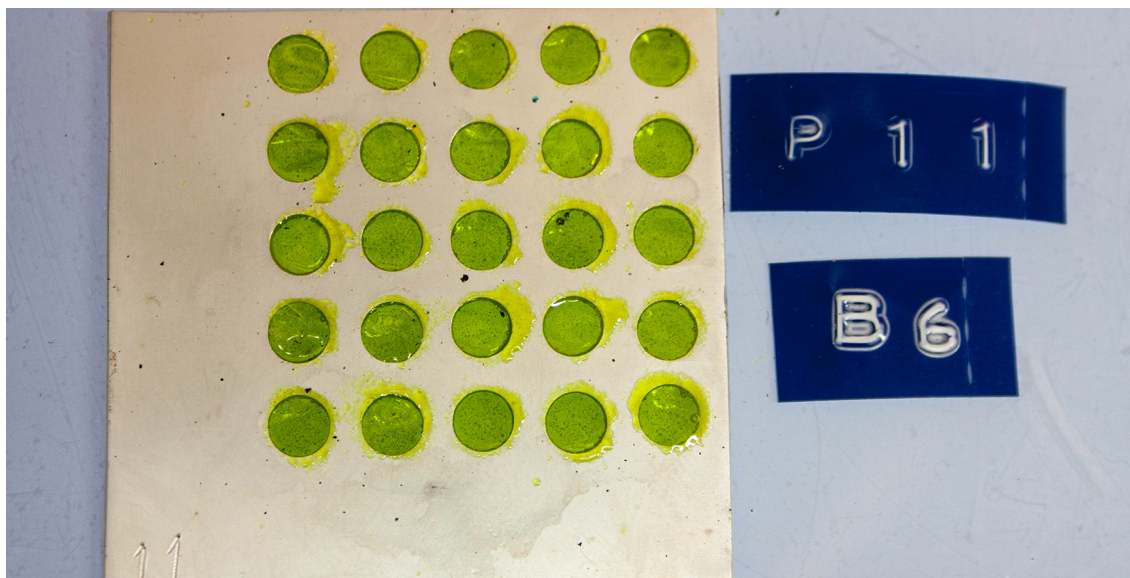
Platen ble tatt ut av ovnen på 772°C med en glatt og jevn overflate. Emaljen har fordelt seg fint i cellene, med en fin og blank overflate, og klar, fin farge. Det er 3 celler som har små åpninger i emaljen, slik at platen på brennes en gang til for å fylle disse.



Figur 4-55 Plate 11, femte brenning.

4.4.1.6 Plate 11, sjette brenning

Platen ble tatt ut av ovnen på 779°C med en glatt og jevn overflate som dekker alle cellene. Fargen er fremdeles fin og klar, det eneste som forstyrrer er to inklusjoner av kobberoksid, som må komme fra stativet den brennes på.



Figur 4-56 Plate 11, sjette brenning.

4.4.2 Plate 12(Ag)

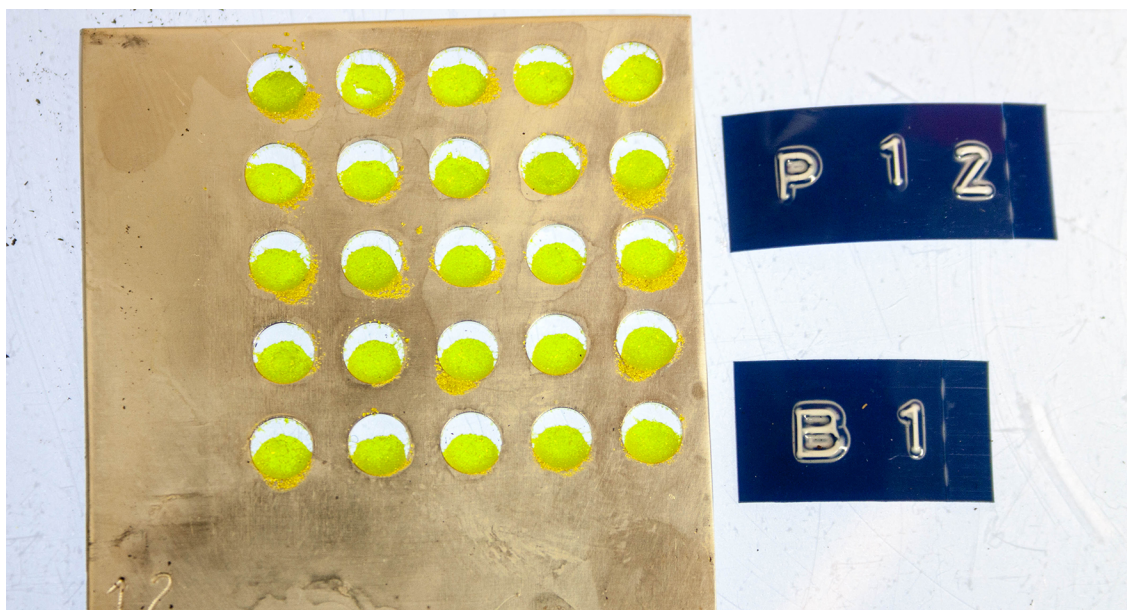
Plate 12 har en jevn fordeling med celler og brennes vertikalt.

Plate	10		
Tykkelse	1,2mm	Romtemperatur	21,3°C
Ø celler	4,0mm	Avkjølingstemperatur	42,1°C
Emalje	N-26 Medium Yellow	Brennetemperatur	770°C
Bindemiddel	50% Klyr-Fire	Materiale	Ag

Platen var lett å fylle med emalje og de n legger seg fint i cellene.

4.4.2.1 Plate 12, første brenning

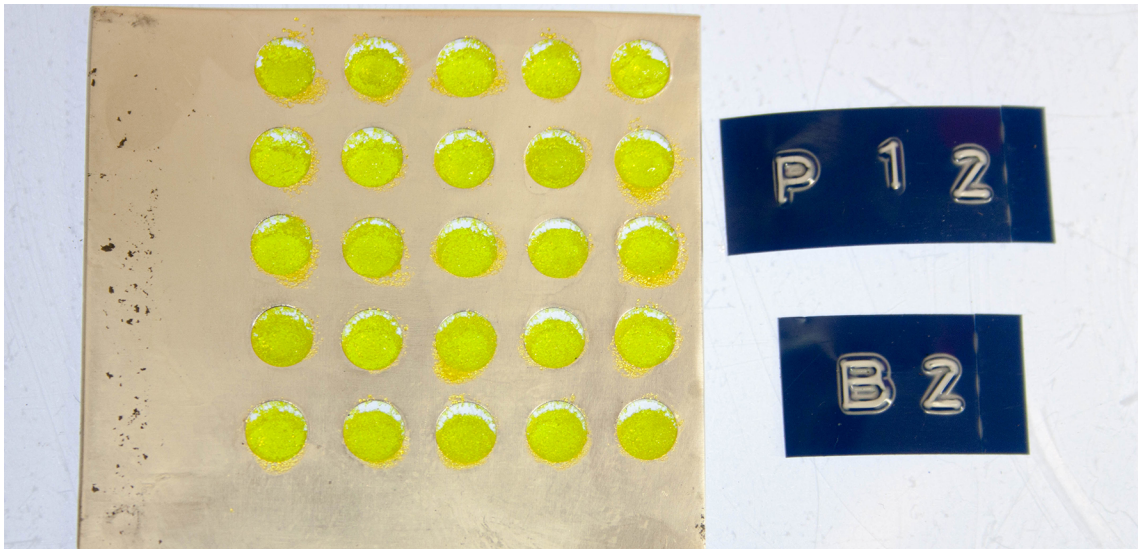
Platen ble tatt ut på 742°C med overflaten som kornete appelsinhud. Ikke så porøs som jeg oppnår med de horisontale platene, men et tidlig stadium likevel. Siger ned i cellene, og har god sammentrekning av emaljen. Store åpninger øverst i cellene.



Figur 4-57 Plate 12, første brenning.

4.4.2.2 Plate 12, andre brenning

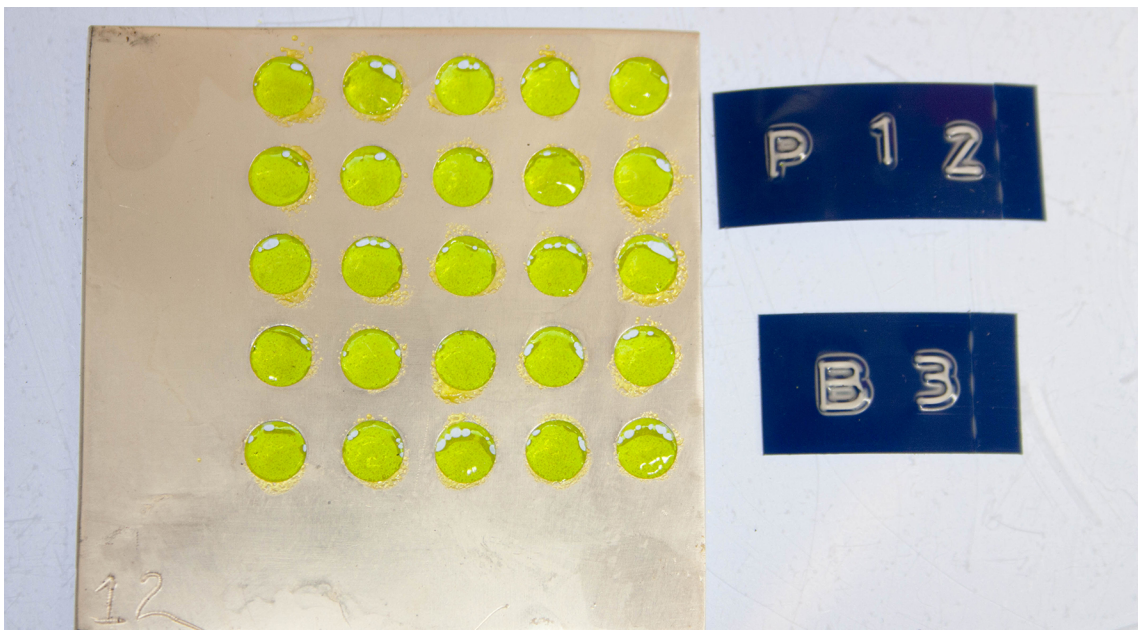
Platen ble tatt ut av ovnen på 745°C med en appelsinhudoverflate. Fin sammentrekning av emaljen, samtidig som den fyller cellene nesten helt opp. For å få fylt resten av cellene, vendes platen og brennes med åpningene i cellene vendt nedover.



Figur 4-58 Plate 12, andre brenning.

4.4.2.3 Plate 12, tredje brenning

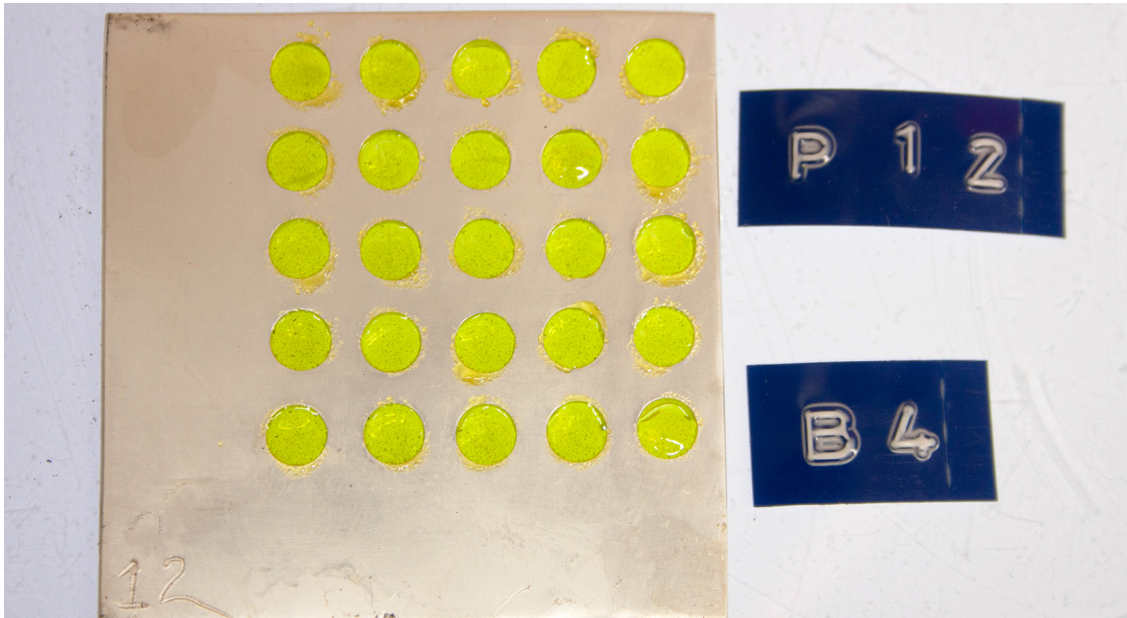
Platen ble tatt ut av ovnen på 765°C med en glatt og jevn overflate. Det er små hull i nesten alle celler. Samtidig er det emalje festet langs hele kanten på alle celler. Ikke tilstrekkelig mengde med emalje i cellene, og krever en brenning til.



Figur 4-59 Plate 12, tredje brenning.

4.4.2.4 Plate 12, fjerde brenning

Platen ble tatt ut på 775°C med en glatt og jevn overflate. Emaljen dekker alle cellene, med en fin mengde emalje i cellene. Ingen av sidene bulder ut, eller henger utover metallens overflate. Klar transparent farge og ingen inklusjoner, bare noen små luftbobler. Ingen problemer med å hefte til metallet, og fløt fint utover i cellen.



Figur 4-60 Plate 12, fjerde brenning.

4.4.3 Oppsummering

I disse prøvene med plater i sølv, var det merkbart at emaljen fløt bedre i cellene. Cellene var enklere å fylle jevnt, og hadde ingen problemområder som krevde en overflod av emalje.

4.5 Sammendrag av alle forsøkene

Gjennom disse fire forsøksrekkene har jeg sett på hvordan emaljen oppfører seg, gjennom å se hva som skjer med emaljen mens den brennes, og reflektert over hvorfor dette skjer. Det jeg har sett på er godstykkelse, cellestørrelse, påvirkning fra tyngdekraften (brent både horisontalt og vertikalt), og påvirkning fra kobberoksid (plater med fintsølvlag). Det som gav størst inntrykk var hvor viktig de forskjellige brennestadiene er for en god arbeidsflyt og resultat. En fordypende diskusjon og vurdering om resultatene blir tatt opp i kapittel 6.

5 Praktisk anvendelse av teknikken

5.1 Praktisk anvendelse

For å vise hva som er mulig innenfor denne teknikken, samtidig som å vise en praktisk fremgangsmåte å jobbe med denne teknikken på, må jeg først definere de kvalitetene jeg forbinder med vindusemalje, og hvordan jeg kan formidle disse gjennom gjenstander. Jeg må også bestemme meg for hvilke kvaliteter jeg ønsker å fremheve og hvorfor jeg valgte disse, da det å ta for seg alt er en for stor oppgave med uante grenser, derfor er det også viktig å begrense hva som skal fremheves, og ikke minst hva jeg vil oppnå med gjenstanden.

Den største og viktigste kvaliteten etter min mening, fremstår allerede i navnet på denne teknikken, om det er på engels, tysk, norsk, eller fransk. På norsk heter det vindusemalje, som setter en forutsetning om at gjenstandene utført i teknikken deler noen av de samme kvalitetene man finner igjen i vinduer. På fransk heter teknikken plique-à-jour som praktisk talt betyr å slippe inn dagslys, på samme måte vi forventer at vinduer slipper gjennom lys; og det er akkurat dette som skiller vindusemalje fra andre emaljeteknikker, der uttrykket kan være lett og ledig, og understreker skjørheten av glass. Derfor vil en av kvalitetene jeg er ute etter i gjenstandene være at det er naturlig å se lyset skinne gjennom emaljen. På dette grunnlaget vil gjenstander som for eksempel flate eller tilnærmet flate brosjer være upassende fordi funksjonen dikterer at denne gjenstanden vil være festet til et klesplagg og muligheten for at lys slipper gjennom emaljen er nærmest lik null.

Den andre kvaliteten, eller snarere kravet jeg stiller til gjenstanden er at det skal være et bærbart smykke. Tidligere har denne teknikken vanligvis blitt brukt til små gjenstander som skåler osv., men siden jeg hovedsakelig jobber med smykker vil jeg fokusere på dette området. For å gjøre mest ut at vindusemaljen vil det nødvendigvis ikke være hverdagssmykker, eller spesielt praktiske smykke, men heller smykker for spesielle anledninger eller statement, fordi en viss størrelse er nødvendig for å trekke fokuset til vindusemaljen. Et slikt bruksområde vil også gjenspeiles i produksjonen, da denne teknikken er svært tidkrevende og hver gjenstand vil være unik, og produsert for hånd, uten muligheter til å drastisk automatisere produksjonen. Med disse kravene til gjenstandene har jeg skissert og kommet frem til å lage en ring og en klave eller

halssmykke. Begge er tegnet med sterke inspirasjoner fra floraen og vil være en liten skulptur av planter, så de kan betraktes fra alle vinkler. På denne måten vil det være naturlig å ha lys komme inn bak gjenstanden og fremheve at det er brukt vindusemalje. En annen kvalitet de fleste vindusemaljegjenstandene har er at de, spesielt i de senere art nouveau arbeidene, har en lett og skjør kvalitet. Denne karakteristikken kommer fort av seg selv, i den form at glass som materiale allerede har den egenskapen, men jeg må huske at dette er en ønsket kvalitet, siden gjenstandene er relativt store til sitt formål, og en lett, kanskje luftig karakteristikk vil være fordelaktig for å ikke tynde ned det endelige uttrykket.

Jeg har bestemt meg for å bruke floraen som inspirasjon fordi det er noe jeg har vært interessert å bruke i smykkene min i lengere tid. Personlig liker jeg vakre blomster og vil bringe disse kvalitetene videre i mine arbeider. I begge smykkene er det en naturlig og organisk orden jeg legger til grunn for å fremstille tiltalende smykker, og det er nettopp denne karakteren av det naturlige og vakre jeg ønsker bringe videre i mine smykker. Derfor vil det også være viktig at denne organiske ordenen ikke brytes, og det helhetlige inntrykket bevarer (Brochmann, 1953). Samtidig som denne naturlige ordenen opprettholdes, vil det være fort at smykkene forsvinner, uten å markere seg. For å fremheve smykkene og vindusemaljen vil jeg lage smykkene større enn hva som forventes av smykker generelt, og de vil fungere som blikkfang og dra fokuset mot seg selv, samtidig som de viser frem vindusemaljen på en spektakulær måte. Samtidig vil det bare være en enkelt blomst i hvert av smykkene for å kunne gi fullstendig oppmerksomhet og fokus på gjenstandene og hindre at det er for mye som tar oppmerksomhet. Av samme grunn vil bare selve blomsterformen være vindusemalje (Lauer & Pentak, 2012, s. 57-64,72).

For å oppsummere kravene jeg setter til disse smykkene, skal de være større enn forventet eller hva som er å regne for vanlig innenfor smykker, der skala blir brukt for å fremheve emaljen og som blikkfang. Den naturlige ordenen skal opprettholdes for det er en forutsetning for et tiltalende produkt, og det sørger for en fullkommen helhet i produktet. Det skal lages en klave og en ring, fordi det gir tilfredsstillende muligheter til å betrakte gjenstandene, samt viser en viss variasjon av mulighetene til vindusemalje.



Figur 5-1 Konsept til klaven.

Til klaven valgte jeg en traktformet blomst fordi jeg ville videreføre linjen som allerede var startet av stilken som henger rundt halsen. Det eneste andre alternativet hadde vært en klokkeformet form, men med en traktform er det mulig å vinkle blomsten slik at når den ligger langs kroppen vil åpningen naturlig vinkle litt utover, og gi en bedre presentasjon av blomsten enn en klokkeform som vil henge rett ned. Avslutningen på stilken i begge ender er for å få en naturlig men enkel overgang i formen, den er stilisert, for å ikke tiltrekke seg for mye oppmerksomhet, men bryter likevel ikke den naturlige karakteren smykket uttrykker.



Figur 5-2 Konsept til ring

Til ringen er det brukt en enkel åpen blomsterform, der kronbladene overlapper hverandre litt slik at det dannes en illusjon av at det kan være en dobbel eller fylt blomsterform, for å gi mer substans til blomsten, uten at det blir for mye materialer eller overlapping av emaljeflatene. På denne gjenstanden er det selve blomsterformen som utgjør hoveddelen av smykket, og ringskinnen på undersiden av blomsten er en enkel justerbar ringskinne med funksjonalitet som eneste krav, da den i praksis vil være nesten helt tildekket og skjult under blomsten eller av hånden.

For begge gjenstandene, er blomsterformen produsert for seg selv, der cellene er saget ut av en plate med tykkelse 1,2mm for å unngå loddesømmer i emaljeområdet. Blomsten emaljerer også alene, før den festes til ringskinnen eller stilken ved hjelp av nitting. På denne måten er den emaljerte delen lettere å håndtere. Ringskinnen og stilken er produsert i sølv, ved hjelp av tradisjonelle gullsmedteknikker, og består hovedsakelig av plater og sjarner for å holde den totale vekten nede.

Produksjonen av disse objektene danner også grunnlaget for arbeidsinstruksen som tar konklusjonen fra problemstillingen og danner retningslinjer for å arbeide med denne teknikken av vindusemalje. Instruksen er kortfattet og går rett på sak, så den vil være av verdi å ha som en referansekilde ved arbeidsplassen. For en grundigere gjennomgang av produksjonsprosessen, kan arbeidsinstruksen konsulteres (vedlegg 2).

Figur 5-3 Klave utført i vindusemalje.

Figur 5-4 Ring utført i vindusemalje.

6 Oppsummering og diskusjon av resultatene

I dette kapittelet vil jeg gå gjennom hva jeg kom fram til, og hvilke slutninger jeg trakk ut fra forsøkene i kapittel 4. Forsøkene i kapittelet er delt inn i seksjoner som ble utført i den rekkefølgen de er presentert i, der ofte resultatet fra den ene seksjonen dikterer hva som blir utforsket i neste seksjon. Jeg vil derfor først ta hver seksjon hver for seg, og se på resultatet, hva kan hentes ut fra dette og hvorfor jeg valgte å gå inn i neste seksjon med forsøk slik jeg gjorde. Til slutt vil jeg komme med en helhetlig vurdering av forsøkene opp mot de tre spørsmålene som danner problemstillingen.

6.1 Platene 1-6

6.1.1 Forskjeller og likheter

Det som var spesielt merkbart og som overrasket meg mest, var hvor likt emaljen oppfører seg uavhengig av platetykkelse. Bortsett fra de første brenningene til hver plate, der forskjellen var svært tydelig i hvor mye emalje som det var mulig å legge den første runden. Dette ser vi på sammentrekningen av emaljen etter hver første brenning, der etterhvert som platene blir tykkere så blir hullene i emaljen etter første brenning mindre og mindre, og noen ganger er det ingen hull. Merk at dette bare gjelder første brenning for å få emaljekornene til å hefte seg til hverandre og metallet. Det ser også ut som det er to variabler som forandrer seg her, som jeg tror kan påvirke dette utfallet. Det ene er at det er mulig å legge mer emalje i cellene på en tykkere plate og dermed unngå at emaljen trekker seg så kraftig sammen. Som jeg vil gå nærmere inn på senere i kapittelet, så virker emaljen til å ville fylles med tilsvarende mengder uavhengig av platetykkelsen, og derfor vil det hjelpe med å få mer emalje pakket inn i cellene ved første brenning. Det andre er at med tykkere plater vil også ovnen varme opp disse platene forskjellig, der jeg antar at de tynne platene vil oppnå samme temperatur som resten av ovnen raskere enn de tykkere platene på grunn av større masse som skal varmes opp av samme varmekilde. Som igjen kan påvirke hvor raskt gjenstanden som emaljeres oppnår den riktige temperaturen. Her er det viktig at temperaturen oppnår optimale forhold, og at gjenstanden tas ut av ovnen med en gang, fordi emaljen har en utrolig rask sammentrekning når den oppnår denne temperaturen. Dette dreier seg ofte bare om sekunder, fra gjenstanden har rett temperatur, til den må fjernes fra ovnen. Med større

metallmasse som må varmes opp vil dette vinduet med ideell temperatur opptre litt senere på de tykke platene enn de tynne, og kanskje hvis platene ikke er fullt saturert av varmen, så vil det det også være en mulighet at dette vinduet varer lenger slik det er større margin for å ta gjenstanden ut av ovnen før sammentrekningen av emaljen oppstår. Dette baserer jeg på den tendensen som utarter seg i forsøkene, der de tykke platene tas ut på høyere temperaturer enn de tynne. Nå skal det også sies at variasjonen i temperaturene er svært store over hele forsøket, og det er vanskelig å bruke denne dataen til å si noe med sikkerhet, spesielt siden disse ovnene bruker den PID-regulator⁴ for å kontrollere temperaturen som i seg selv åpner for mange variabler av hvordan ovnen oppfører seg, der oppvarming av ovnen mest sannsynlig er forskjellig for hver gang døren åpnes.

Bortsett fra denne første brenningen, så oppfattes emaljen likt mellom de forskjellige platetykkelsene. Det skal også merkes at det er bare den første brenningen der emaljen bare så vidt skal ha høy nok temperatur til å hefte seg, at sammentrekningen er så forskjellig. Sammenlignes brenning nummer to mellom alle platene så er sammentrekningen av emaljen en helt annen og opptrer likt. Ved den andre brenningen så smeltes emaljen litt mer enn ved første brenning, og sammentrekningen er større. At karakteren til emaljen er den samme over flere platetykkelser, vil jo være å forvente siden det er den samme emaljen som ble brukt for alle platene, men en av faktorene som overrasket meg mest var mengden med emalje i cellene som måtte til for å kunne brenne emaljen fullstendig var tilnærmet den samme, derfor er det mulig å se på plate 1 at det er mye emalje i cellene, og det ser mer ut som platen er fett med en rekke bikonvekse linser og ikke emalje. Platene er også brent ferdig på fire til fem omganger, der de fleste brenninger utover dette er for å utbedre en anomali. Som tyder på at platene fikk lagt emalje slik at hvert steg av emaljeringen hadde lik fremgang. Det jeg sitter igjen med som utøver, er at utenom forskjellene med å legge emalje i tomme celler og den første brenningen, så var det vanskelig å oppleve en forskjell mellom de forskjellige platetykkelsene.

⁴ PID er en forkortelse for Proporsjonal Integrasjon Derivasjon, som definerer algoritmen ovnen bruker for å opprettholde en temperatur, og forandres avhengig av faktorer som temperatur avvik, restavvik, og hastigheten temperaturen forandres.

6.1.2 De forskjellige stadiene i brenneprosessen

En annen faktor som etablerte seg som viktig var de forskjellige stadiene under brenneprosessen, og hvordan disse påvirker fremgangsmåten for å brenne vindusemalje. Det som er tydelig fra brenningene fra start til slutt for alle platene er at de gikk gjennom flere stadier, med forskjellige mengder emalje i cellene og ulike grader av brenninger, og at disse måtte komme i rett rekkefølge og gjennomføres på riktig måte for å være mest effektiv. Som eksempel på hvor viktig dette er, er det bare å sammenligne plate 3 og plate 4 der en feilantagelse fra en observasjon på plate 3, førte til en forhastet gjennomføring av den siste fasen til plate 4, som fikk små negative effekter for resultatet, men påvirket effektiviteten drastisk med en økning på 25% av arbeidsmengde, forutsatt at det er likt arbeid per brenning (økte brenningen fra fire til fem).

Det første stadiet er den første brenningen, der emaljen skal hefte seg for først gang til hverandre og til metallet. Det andre stadiet er et mellomstadium kalt appelsinhudstadiet, der målet er å brenne emaljen så mye som mulig uten at sammentrekningen lager for store hull i cellen, i praksis går det ut på å fylle cellen med emalje og gjøre den mer kompakt. Med nok emalje i cellen kan det siste stadiet utføres, og der blir emaljen brent til den blir helt flat og glatt. Dette kan ha negative konsekvenser hvis det ikke er nok emalje i cellene, som vist i eksempelet over.

6.1.3 Problemer knyttet til kobberoksid

Med prøveplater utført i kobber, er det ikke til å unngå at det er en del kobberoksid i nærheten av emaljen. Denne dannes hver gang platene brennes og er derfor svært vanskelig å håndtere. I praksis, så lenge den ikke påvirker emaljeringen er det ikke et stort problem, da sølv som bedre egnet for faktiske produkt, kan brennes i ovnen noen ganger før emalje påføres etterfulgt av syrekok, og vil etter dette ikke produsere kobberoksid ved emaljering.

6.1.4 Videre forsøk

For å fortsette dette forsøket, vil jeg se hvordan oppførselen til emaljen forandrer seg når størrelsen på cellene blir større, siden det i praksis vil være nyttig å kunne bruke celler som har et større spenn enn 4,0mm eller større areal enn 12,6mm². Basert på alle de likhetene mellom platetykkelsene beskrevet i kapittel 6.1.1 og en vurdering av egnet

platetykkelser til produksjon av gjenstander med vindusemalje, vil jeg gå videre med å lage større celler i platetykkelsene 1,0mm og 1,2mm. Disse to godstykkelsene er praktiske å jobbe med fordi emaljen sitter fint i cellene sine uten å ruve for mye over overflaten til metallet, og det er samtidig så lett at det ikke skaper unødvendige tunge gjenstander. Samtidig så vil tykkelsene 1,5mm og 2,0mm kreve lyse farger for å opprettholde de samme optiske kvalitetene som de tynnere platene har, siden de lett kan fylles med mye emalje, og resultere i svært tykke celler med emalje.

Med tanke på det problemet kobberoksidet kan ha for flyten av emalje vil jeg også, lage en testplate i 925S, med celler på \varnothing 4mm og sammenligne hvordan emaljen fordeler seg i cellene i forhold til kobberplatene.

6.2 Plate 7-8

6.2.1 Cellestørrelser

For disse to platene er cellene utvidet med 2,0mm sammenlignet med platene 1-6, altså diameteren på cellene er 6,0mm. Det skulle vise seg umiddelbart at celler på denne størrelsen bød på problemer. Det første var ved påføringen av emalje, at det var vanskelig å få en hinne av bindemiddelet til å strekke seg over hele cellen. Samtidig som at cellen er så stor, at hvis ikke hinnen dannes med en gang, ender bindemidlet og emaljen opp på undersiden av platen eller drypper av platen. Dette gjør det vanskelig å legge emalje på for første gang, her vil en annen teknikk med midlertidig bakgrunn vært fordelaktig.

Det som var mest interessant fra denne forsøksrekken var imidlertid måten emaljen oppførte seg på under brenning. Vi har sett fra de andre forsøkene at emaljen trekker seg sammen og blir mer kompakt etterhvert som den progresserer gjennom brennstadene. Det som fanget min oppmerksomhet her var at emaljen trakk seg sammen mot midten av cellen. I noen tilfeller gikk det mer mot en side og ikke mot midten, men har var forbindelsen mot metallet fortsatt tynt fordi emaljen klumpet seg sammen rett ved siden av kanten, og ikke på kanten. Konsekvensene av dette ble forsterket med store celler, og forbindelsen mellom emaljen og metallet var for svakt til å bære massen av emaljen, som førte til at emaljen falt ut av cellen eller vippet ned og hang ut fra celleåpningen, slik vi kan se på figur 4-39. Grunnen til at dette skjer tror jeg er fordi emaljen i pulverform har mye tomrom mellom alle kornene, som fører til at det er mang små korn med relativt stor overflate sammenlignet med metallplaten. Dette igjen fører til at hvert emaljekorn

oppnår en høyere temperatur før metallet har samme temperatur, og starter å smelte sammen. Når emaljen starter å smelte oppfører den seg mer som en væske med høy viskositet, og dermed tiltrekker emaljedråpene seg sammen for å danne en stor emaljedråpe. Hvis det er nok emalje i cellen vil dråpen spre seg, og utfylle cellen, men hvis det ikke er nok emalje fester den seg enten til siden av cellen eller, i verste fall, falle ut av cellen.

Konklusjonen jeg trekker ut av cellestørrelsene, som jeg blir å bruke som en retningslinje for min produksjon, er å unngå at det minste spennet i en celle er større enn 4,0mm. Dette fordi jeg ikke kommer til å bruke midlertidige bakgrunner ved emaljering med det første. Her er det også viktig å ha i tankene at emaljen oppfører seg som en væske og derfor er det snakk om det minste spennet i en celle, fordi overflatespenningen vil holde væsken på plass i en lang men smal celle.

6.3 Plate 9-10

6.3.1 Påvirkning av tyngdekraft

Plate 9 og 10 brant jeg vertikalt, for å sammenligne resultatet med de platene som ble brent horisontalt. På denne måte kunne jeg oppleve de forskjellige måtene tyngdekraften påvirket emaljeringen. På de vertikale platene ble det tydelig at når emaljen smeltet arbeidet den seg ned mot bakken, og med mindre den hadde heftet seg til toppen av cellene vil den ikke strekke seg oppover for å fylle hele cellen. Det eneste unntaket her er hvis forholdene ligger til rette for at kapillarkrefter, kan de fylle cellen helt med emalje. Kapillarkrefter virker mellom en væske og en gass, og er et resultat av overflatespenningen til væsken. Overflatespenningen er det som gir væsker egenskapen til å oppsøke minst mulig overflateareal, for eksempel at vann danner helt runde dråper i luften. Overflatespenningen til emaljen gjør at den fyller ut cellene for å dekke hele overflaten til celleveggene. Denne kraften overkommer ikke alt, og vi kan ikke forvente for mye av denne, men hvis vi legger til rette for å utnytte tyngdekraften sammen med disse kapillarkreftene så kan emaljeceller fylles effektivt.

6.4 Plate 11-12

6.4.1 Fordeler med et oksidfritt miljø

Nå er det sjeldent at man utenfor et labmiljø kan være sikker på å ha et område fritt for kobberoksid, men tiltakene som ble tatt i verk for plate 11 og 12 er helt innenfor det som er å forvente av et emaljeverksted. Prøveplatene var av 925 sølv og varmet og syrekokt minst 5 omganger, for å danne et lag med fintsølv på overflaten som ikke oksidere fordi det ikke er kobber tilstede. Platene ble brent både horisontalt og vertikalt, siden jeg hadde kobberplater å sammenligne med i disse situasjonene.

Det som skiller å arbeide med slike sølvplater er at emaljen virker til å flyte bedre på sølvet enn på kobberet, og det er ingen problemområder som krever mye emalje for å tvinge noe av emaljen på plass. Opplevelsen kan sammenlignes med vann som samler seg på en fet eller oljet flate. Vannet samler seg i dråper og vil ikke dekke et større areal, men med nok vann kan vannet spre seg over hele flaten. Samme effekten kan oksiderte områder ha på emalje, der emaljen trekker seg vekk fra området, og mye emalje må til for dekke problemområdet. Derfor ser vi at sølvplatene har mindre emalje på seg enn kobberplatene ofte har.

En annen fordel er jo selvfølgelig en mye lavere risiko for å få oksid-inklusjon i emaljen, som i det store og hele resulterer i en klarere og finere farge. Spesielt med vindusemaljeteknikken, for der vil det ikke alltid være en mulighet å slippe bort inklusjonene og brenne på nytt.

6.5 Konklusjon

Det første som blir tydelig når man ser på alle forsøkene, og hvordan emaljen oppfører seg er at plate tykkelse har mye mindre å si enn det jeg hadde antatt på forhånd. Hele tiden når jeg har jobbet med vindusemalje tidligere, har jeg brukt tykkere materiale for at emaljen skal ha mer metall å hefte seg til. Det er mulig at den ekstra tykkelsen gir bedre feste, men i praksis er det ikke annerledes å emaljere og utseendemessig er det like mye emalje i cellene uavhengig av platetykkelsen. Dette fører hovedsakelig til at en større mengde av emaljen henger utenfor metallets overflate, og cellene ser overfylt ut.

En annen ting som er interessant, og som er nyttig for å produsere gjenstander i vindusemalje, er de forskjellige stadiene emaljen kan brennes. Det er kritisk at disse

stadiene blir fulgt, for å få gode resultat. Det hele baserer seg på hvor stort volum den knuste emaljefritten har kontra hvor stort volum fullstendig smeltet emalje har. Det er mye tomrom når cellen fylles med fritt, uansett hvor mye man forsøker å fylle cellen før brenning. Her vil emaljen trekke seg sammen slik at bare en liten del av cellen er fylt med emalje. Ved å kontrollere hvor langt den er kommet i brenneprosessen, kan man ved de første brenningene stoppe i det emaljen akkurat startet å smelte. Fordelen med dette er at emaljekornene henger fast i hverandre og i metallet, men emaljen har ikke trukket seg nevneverdig sammen. På denne måten får den neste påføringen av emalje en solid base, så etter første brenning er sjansen for at celler faller ut under brenneprosessen redusert. I tillegg fylles cellen opp med mer og mer emalje for hver gang den brennes og trekker seg sammen. Å ikke la emaljen brennes for mye de første rundene er viktig fordi når det ikke er nok emalje i cellene har emaljen en tendens til å klumpe seg til en side av cellen, for så å bule ut til hver side istedenfor å fylle opp cellen. Da kreves det mer emalje for å dekke cellen, og den ender til slutt opp med å være overfylt. Det er først når det er nok emalje i cellen at den bør utsettes for en fullstendig brenning for da vil emaljen trekke seg utover hele cellen istedenfor å dryppe ut av cellen. Emalje vil i et smeltet stadium oppføre seg som en væske med høy viskositet og naturlig trekke seg ut i hele cellen hvis det er nok emalje i cellen, eller i tilfeller der det er for lite, henge fast i kanten av cellen for så å lage en dråpe nedover på grunn av tyngdekraften. Her vil også kontroll på brenningen være aktuelt, siden høyere temperatur på emaljen fører til en lavere viskositet; emalje med lav viskositet blir mer påvirket av gravitasjonen enn emalje med høy viskositet.

Stadiene kan deles opp i det første stadiet, der emaljen bare akkurat her smeltet på overflaten av kornene, de fleste mellomrommene mellom kornene er fremdeles til stede og følgelig er denne emaljen svært porøs. I dette stadiet er også emaljen nær opak, og veldig skjør. Dette er man ute etter på første brenning, siden den er akkurat stødig nok til å holde et nytt lag med emalje og trekker seg lite sammen, så cellen har som regel enda et jevnt lag med emalje. Det andre stadiet er det som jeg kaller appelsinhud, og er når emaljen ligner skallet på en appelsin, der den er ruglete med en markant tekstur, men overflaten er blank. Det er ikke så stor forskjell mellom disse stadiene, og appesinhudstadiet kan også variere. Etterhvert som emaljen brennes lengere blir teksturen i appelsinhuden mindre markant, og overflaten glattere. På et tidspunkt her

går jeg over fra å kalle det appelsinhud til kornet og glatt overflate, dette er når det nesten ikke er spor etter emaljekornene i overflaten, men de er fremdeles synlige ved inspeksjon av cellen. Appelsinhudstadiet er det man er ute etter på alle brenninger etter den første, til man har fått fylt opp cellen med tilstrekkelig emalje, og gjerne prøver man å komme senere og senere i dette stadiet uten å få for store hull i emaljen på grunn av sammentrekningen. Det siste stadiet er det jeg kaller for en fullstendig brenning. Her blir emaljen brent til den er helt smeltet, og det er ingen spor etter enkelt-korn. På grunn av ovnsens tendens til å overskyte temperaturen av og til blir denne brenningen gjennomført to ganger i suksesjon, eller åpne ovnsdøren for inspeksjon, dette senker temperaturen litt og sjansen for at emaljens viskositet blir for lav reduseres.

En annen observasjon jeg fant interessant var den graden av påvirkning som kom fra gravitasjon. Jeg har hele tiden vært klar over det har en viss påvirkning, Men siden man ved vanlig emaljering gjerne kan emaljere både over- og undersider, eller flater som henger loddrett, og brenner de som de er, ville jeg ikke innse med det første at emaljen ble påvirket i så stor grad av gravitasjonen. Det går tidlig frem av forsøkene at emaljen blir påvirket, både i ubrent tilstand der emaljen er suspendert i en væske, og under brenneprosessen når emaljen i seg selv oppfører seg som en væske. Her er det begrensinger man må ta hensyn til for å kunne emaljere effektivt. Før brenning er det bare overflatespenningen til bindemiddelet som motvirker tyngdekraften, så når man ikke har en midlertidig bakgrunn så vil størrelsen på cellene være diktert av kapillarkreftene som virker på bindemiddelet, i tillegg til å måtte kunne brennes uten å trekke seg sammen til en så stor masse som ikke kan holdes oppe av forbindelsen til metallet.

For å bruke disse egenskapene i realiteten, vil det å kunne brenne objektet i flere retninger være et must for å få fordelt emaljen effektivt i cellene. På denne måten kan man dra nytte av tyngdekraften, og ikke se på den som et problem. Et annet moment jeg vil ta med videre til produksjonen av vindusemalje, er å unngå å bruke kobber, eller sølv som ikke er behandlet for å ikke oksidere. Oksidene skaper mer problemer enn det er verdt, og med vindusemalje er det garantert at det må flere brenninger til, og det er ikke sikkert at emaljen er stabil nok mellom brenningene til å fjerne oksid og lignende. Derfor vil et materiale som ikke forandrer karakter etter hver brenning være å foretrekke til produksjon av vindusemalje.

6.6 Oppsummering og vurdering av konklusjonen

Med den problemstillingen jeg har, vil svaret være et langt et, og hele i kapittel 6 har jeg tatt for meg hva som skjer med emaljen som brennes som vindusemalje, og refleksjonen om hvorfor dette skjer. Jeg har også til slutt, i delkapittelet over, diskutert hvordan dette kan utnyttes ved produksjon av vindusemalje, og hvordan jeg planlegger å bruke informasjonen til egen produksjon.

For å kondensere konklusjonen, så er det tre punkter som gav meg innsikt i emaljeringen og jeg følte jeg fikk svar på det jeg var ute etter. Det første punktet er brennestadiene, og hvor mye de har så si for effektiviteten og resultatet av emaljen, denne ferdigheten krever litt implisitt kunnskap, men med de retningslinjene jeg kom frem til vil den være enklere å oppnå. Det andre punktet er irrelevansen av platetykkelse, der mesteparten av tykkelsene emaljertes likt. Fra tidligere var jeg skeptisk til å bruke tynt gods, fordi jeg trodde det ikke var mulig å få emaljen til å hefte seg til så tynt metall. Med disse forsøkene bak meg, har jeg et bedre grunnlag til å velge materialer ut fra hvilke behov jeg har. Det tredje punktet er påvirkningen av tyngdekraften, som virkelig kommer til sin rett i vindusemaljen. Den kan brukes til å påvirke retningen emaljen flyter i og, med god planlegging, effektivisere emaljeringen. Her kommer også kommentaren om cellestørrelser, og teknikken som er utforsket denne avhandlingen har begrensede muligheter til å emaljere store celler, så alle celler med et minste spenn over 4,0mm må forventes å være vanskelige.

I helheten er jeg fornøyd med resultatet, og fikk de svarene jeg trengte for å forstå grunnleggende vindusemalje. Dette kan da brukes som grunnlag for videre studier av emaljeteknikkene.

Oversikt over bilder og figurer

Figur 1-1 Deler av kunnskapsspekteret og deres relasjoner til praksis.(Nelson, 2013, s. 37)	12
Figur 2-1 Fasediagram for fasene A B C I forhold til legering og temperatur (McCreight, 2010, s. 288).....	20
Figur 3-1 Testplate for Klyr-Fire. To kolonner til venstre har ren Klyr-Fire, de to i midten 50/50 blanding, mens de to til høyre er rent vann.....	29
Figur 3-2 Plate 1b, viser emalje på fintsløvlag.	30
Figur 4-1 Den våte emaljen samler seg på undersiden med tynt gods.	31
Figur 4-2 Plate 1, første brenning.	32
Figur 4-3 Plate 1, andre brenning.	34
Figur 4-4 Plate 1, tredje brenning.	35
Figur 4-5 Legging av våt emalje.....	35
Figur 4-6 Plate 1, fjerde brenning.	36
Figur 4-7 Plate 1, fjerde brenning med belysning bak.	36
Figur 4-8 Plate 1, femte brenning.	37
Figur 4-9 Plate 1, femte brenning med belysning bak.	38
Figur 4-10 Plate 2, første brenning.	39
Figur 4-11 Plate 2, andre brenning.	40
Figur 4-12 Plate 2, tredje brenning.	41
Figur 4-13 Plate 2, fjerde brenning.	42
Figur 4-14 Plate 2, fjerde brenning med belysning bak.	43
Figur 4-15 Hull i Plate 2.	43
Figur 4-16 Plate 2, sjette brenning.....	44
Figur 4-17 Plate 2, sjette brenning med belysning bak.	44
Figur 4-18 Omfylling av cellen.....	45
Figur 4-19 Plate 3, første brenning.	46
Figur 4-20 Plate 3, andre brenning.	47
Figur 4-21 Plate 3, tredje brenning.	47
Figur 4-22 Plate 3, fjerde brenning.	48
Figur 4-23 Plate 4, første brenning.	49

Figur 4-24 Plate 4, andre brenning.	50
Figur 4-25 Plate 4, tredje brenning.	51
Figur 4-26 Plate 4, fjerde brenning.	52
Figur 4-27 Plate 4, femte brenning.	52
Figur 4-28 Plate 5, første brenning.	53
Figur 4-29 Plate 5, andre brenning.	54
Figur 4-30 Plate 5, tredje brenning.	55
Figur 4-31 Plate 5, fjerde brenning.	55
Figur 4-32 Plate 6, første brenning.	56
Figur 4-33 Plate 6, andre brenning.	57
Figur 4-34 Plate 6, tredje brenning.	58
Figur 4-35 Plate 6, fjerde brenning.	59
Figur 4-36 Plate 6, femte brenning.	59
Figur 4-37 Plate 7, første brenning.	61
Figur 4-38 Plate 7, andre brenning.	62
Figur 4-39 Utsnitt fra platene 7 og 8, som viser emalje som er ute av posisjon.	62
Figur 4-40 Plate 8, første brenning (feilmarkering i foto skal være B1).	64
Figur 4-41 Plate 9, første brenning.	66
Figur 4-42 Plate 9, andre brenning.	66
Figur 4-43 Plate 9, tredje brenning.	67
Figur 4-44 Plate 9, fjerde brenning.	68
Figur 4-45 Plate 9, femte brenning.	68
Figur 4-46 Plate 10, første brenning.	69
Figur 4-47 Plate 10, andre brenning.	70
Figur 4-48 Plate 10, tredje brenning.	70
Figur 4-49 Plate 10, fjerde brenning.	71
Figur 4-50 Plate 10, femte brenning.	71
Figur 4-51 Plate 11, første brenning.	73
Figur 4-52 Plate 11, andre brenning.	73
Figur 4-53 Plate 11, tredje brenning.	74
Figur 4-54 Plate 11, fjerde brenning.	74
Figur 4-55 Plate 11, femte brenning.	75

Figur 4-56 Plate 11, sjette brenning.....	75
Figur 4-57 Plate 12, første brenning.	76
Figur 4-58 Plate 12, andre brenning.	77
Figur 4-59 Plate 12, tredje brenning.	77
Figur 4-60 Plate 12, fjerde brenning.	78
Figur 5-1 Konsept til klaven.....	81
Figur 5-2 Konsept til ring.....	82
Figur 5-3 Klave utført i vindusemalje.	83
Figur 5-4 Ring utført i vindusemalje.....	83

Vedlegg

Vedlegg 1: Arbeidstegninger og ideutvikling.

Vedlegg 2: Arbeidsinstruks (eget ark).

Vedlegg 3: Prøveplatene, som vist på bildene.

Vedlegg 4: To arbeider, klave og ring, utført i sølv og emalje.

Vedlegg 5: Ikke-digitale tegninger.

Litteratur

- Brepohl, E. (2001). *The theory and practice of goldsmithing*. Portland, Maine: Brynmorgen Press.
- Brochmann, O. (1953). *En bok om stygt og pent : som handler om tingenes form, vesen og innhold, og om det inntrykk de gjør på oss*. Oslo: Cappelen.
- Crowe, C., Castonguay, G., & Hustler, D. (2013). Fay Rooke. Hentet fra <https://fireandfusion.wordpress.com/virtual-exhibition-2/fay-rooke/>
- Kittelsen, G. P., Flor, T., Halén, W., Opstad, J.-L., Skjerven, A., Gilje, K. B., & Nasjonalmuseet for kunst, a. o. d. (2008). *Grete Prytz Kittelsen : emalje - design*. Oslo: Gyldendal Nasjonalmuseet for kunst, arkitektur og design.
- Lauer, D. A., & Pentak, S. (2012). *Design basics*. Boston, MA: Wadsworth, Cengage Learning.
- Leonard-Barton, D., & Sensiper, S. (1998). *An exploration of the role of tacit knowledge in group innovation*. Boston: Division of Research, Harvard Business School.
- McCreight, T. (2010). *Complete metalsmith*. London: A&C Black.
- Nelson, R. (2013). *Practice as Research in the Arts Principles, Protocols, Pedagogies, Resistances*. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- O'Neill, J. P. (Red.) (1996). *Enamels of Limoges : 1100-1350*. New York: Metropolitan Museum of Art : Distributed by H. Abrams.
- Opstad, J.-L. (1976). *David-Andersen : 100 år i norsk gullsmedkunst : gullsmedkunst og stillhistorie 1876-1976*. Oslo: David-Andersen.
- Opstad, J.-L. (1994). *Norsk emalje : kunsthåndverk i verdenstoppen*. Oslo: C. Huitfeldt.
- Skatvedt, A. (1976, 30.04). Norsk sølv i hunder år. *Aftenposten*.
- Valeri Timofeev plique-a-jour enameling art. (2015). Hentet fra <http://vseart.com/valeri-timofeev-plique-jour-enameling-art/>

Vedlegg 1



Ideutvikling



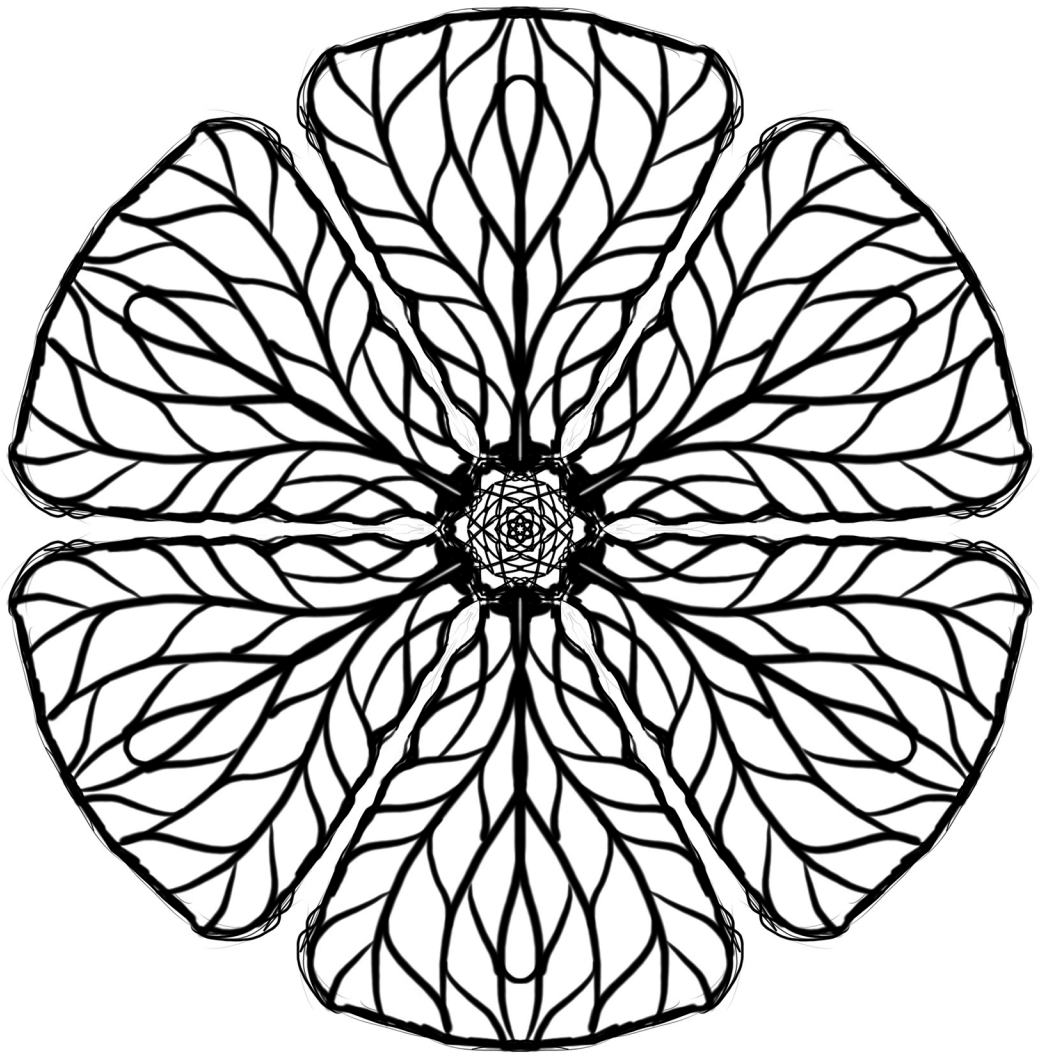
Ideutvikling



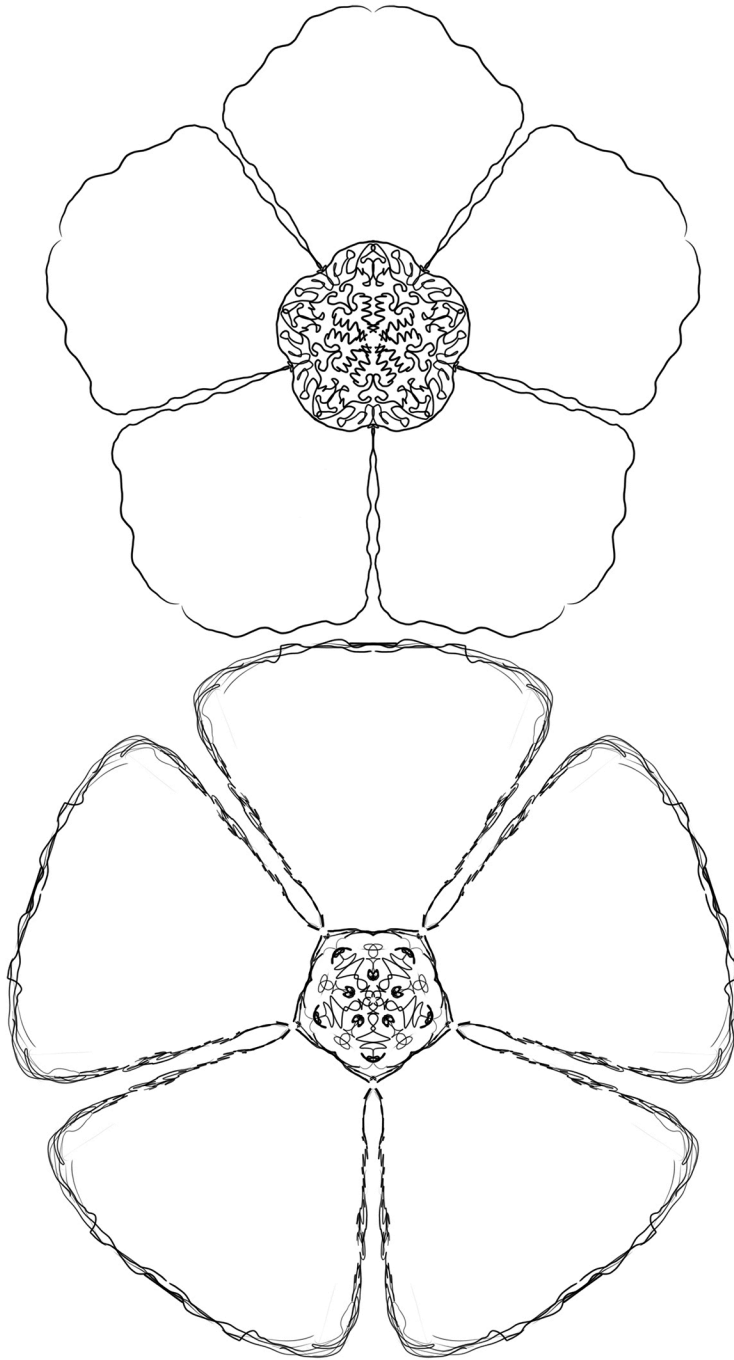
Ideutvikling



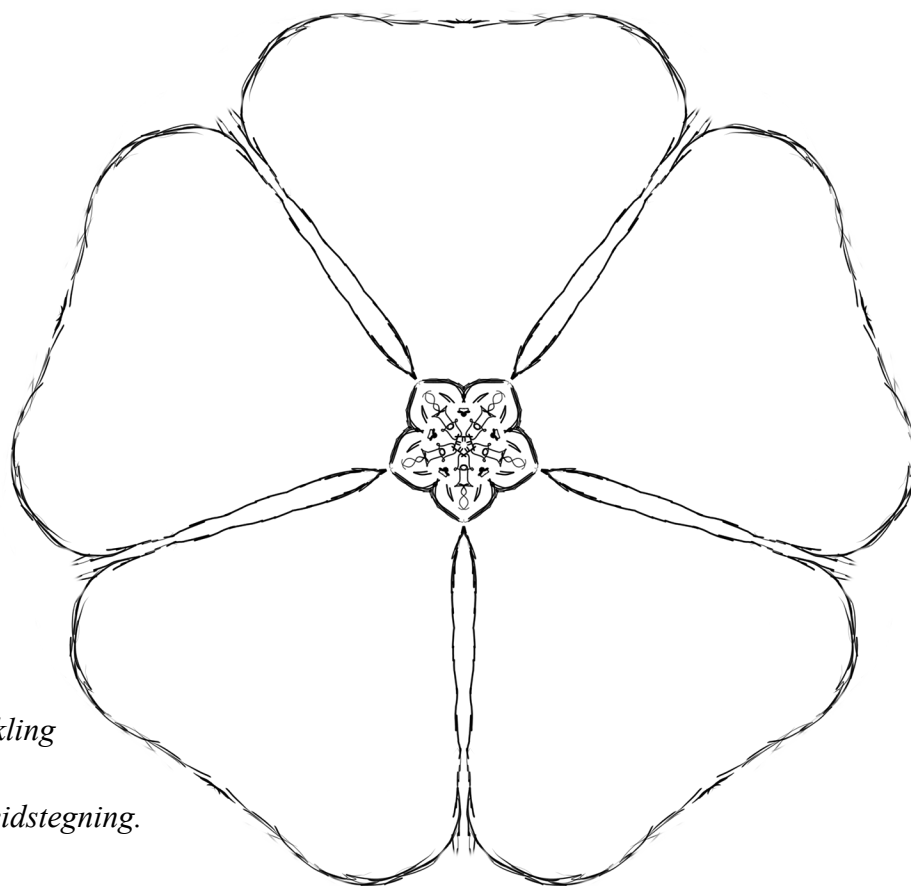
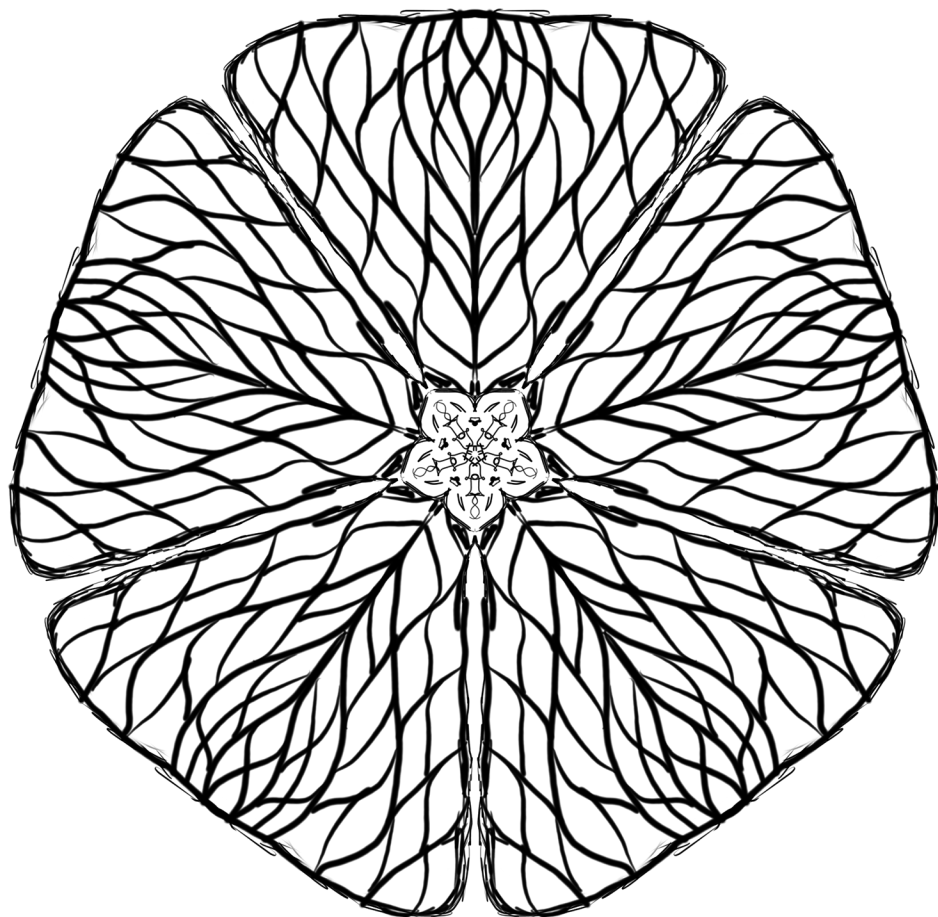
Ideutvikling



Arbeidstegning.

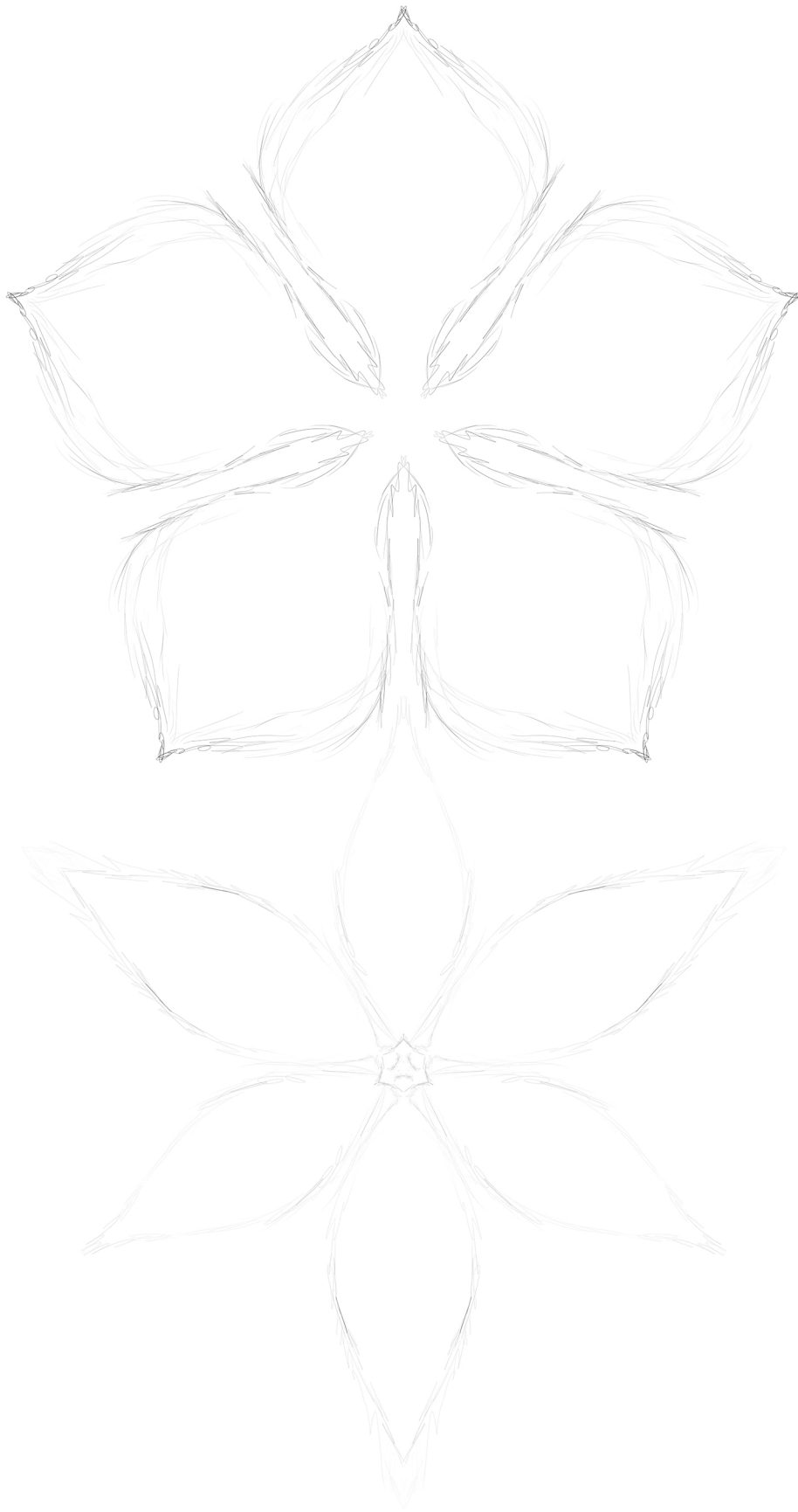


Ideutvikling

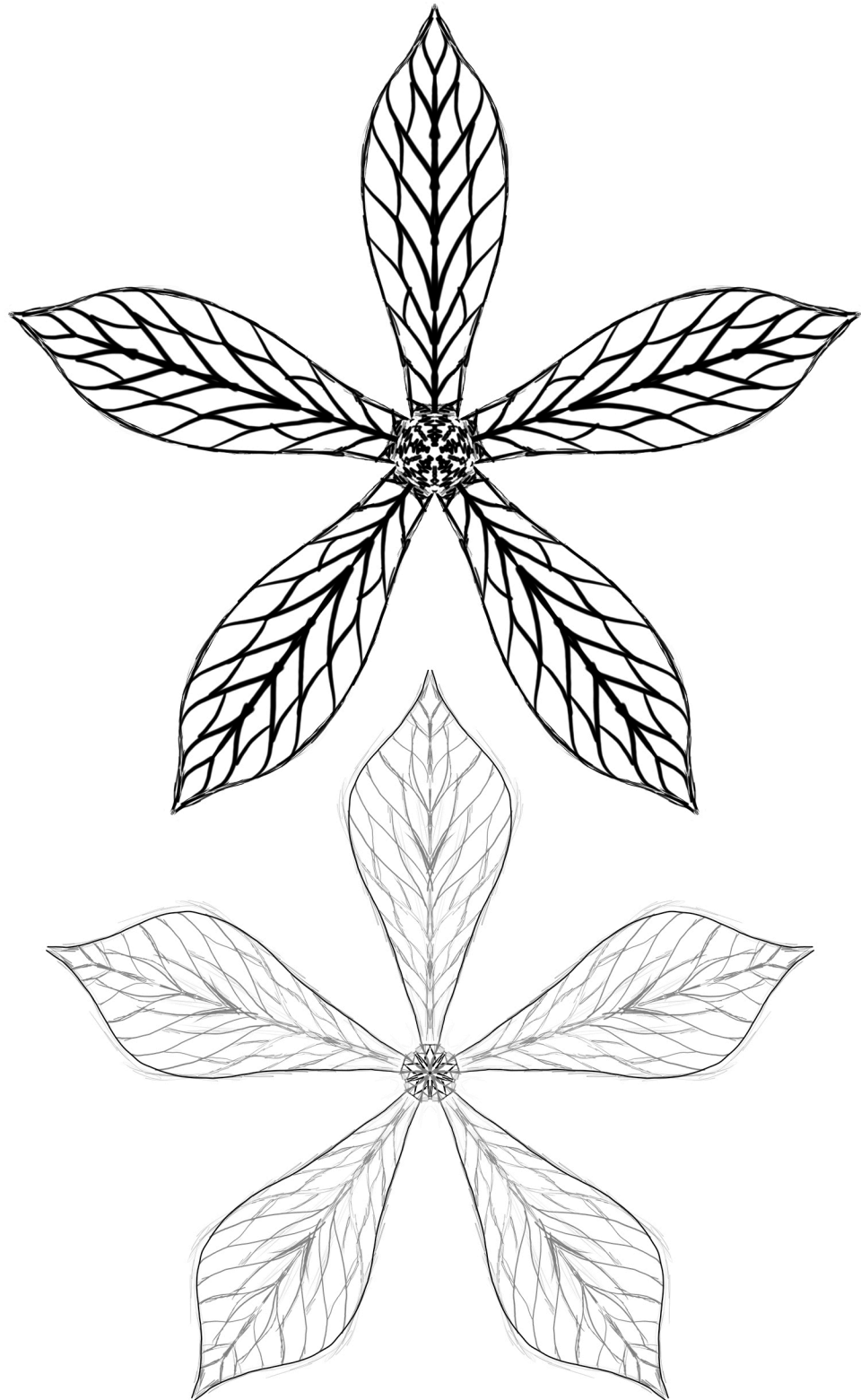


Ideutvikling

og arbeidstegning.



Ideutvikling



Arbeidstegning.