

Påverkar fyllmedlen UV-lackens egenskaper; och i så fall hur?



Projektarbete 2012/13

Sammanfattning

Vårt projektarbete har resulterat i ett arbete i Tetra Paks regi, som behandlar möjligheten att ersätta aluminiumfoliebarriären i förpackningar, med en lack. Då aluminium är barriär för flera faktorer, valde vi att fokusera på en vatten-/ångbarriär. Lacken kombineras med olika fyllmedel, för att förbättra vatten- ångbarriären. Vår hypotes löd att de hydrofoba fyllmedel vi arbetade med skulle komma att fungera effektivast som en önskad vatten-/ångbarriär. Genom arbetets gång använde vi många metoder som gav varierande resultat. Hypotesen stämde överrens med det sammanfattande resultatet som visade dessutom att lacken väter dåligt mot underlaget. Vår lack skulle kunna användas i kombination med andra barriärer, för att kunna uppnå aluminiumfria förpackningar. Våra undersökningar och undersökningsmetoder kan komma att utvecklas inom Tetra Pak för att vara en del i den framtida utvecklingen till aluminiumfria förpackningar. Vilket i flera led kan leda till mindre negativ miljöpåverkan från förpackningsindustrin samt bättre priser för konsumenterna.

Inledning

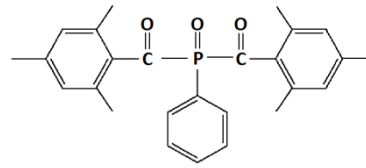
Bakgrund

Vi har fått möjlighet att arbeta tillsammans med Tetra Pak för att undersöka och utveckla en lack som skulle kunna vara en del i det som ska ersätta den barriär som idag utgörs av aluminium. Tetra Pak har tydliga mål som strävar efter en mer hållbar utveckling [1]. Tetra Paks intressen i utvecklingen av denna produkt är uppenbara, eftersom framställningen av aluminiumen är otroligt kostsam och har väldigt stor negativ miljöpåverkan, då tillverkningsprocessen kräver väldigt mycket energi. Trots sina tydliga nackdelar har aluminiumen många fördelar som har varit svåra att finna i andra barriärer. Dessa egenskaper är framförallt barriärer mot O₂, bismak från föroreningar utifrån, ljus samt förluster av arom och H₂O. Dessutom har aluminium en nedkylande förmåga då den leder bort värme, vilket är viktigt vid förslutning av förpackningar. I vårt projekt strävar vi efter att framställa en lack som är effektiv vid vätning av underlag och som tydligt förhindrar vattenpenetration.

Härdnings- och lackeringsprocess

De lacker som vi studerat härdas genom s.k. elektronstråle (EB)- eller ultraviolett (UV) -härdning. Vid användning av EB-lacker sker härdningen genom att energi tillsätts i form av accelererad elektron. Dessa anläggningar är större än vår labbskala och därför har vi inte haft möjlighet att använda denna teknik. Vi använde oss istället av UV-lacker, som härdas med hjälp av UV-ljus samt en fotoinitiator i lacken. Iracure 819 [fig. 1] är ett exempel på en fotoinitiator. Då UV-ljuset träffar fotoinitiator bildas en radikal eftersom initiators molekylstruktur förändras. Radikalen bryter därefter en dubbelbindning i monomeren, vilket leder till att den i sin tur reagerar med en ny monomer. Detta innebär

att kolkedjan byggs på. En radikalpolymerisation har startats. [2, 3, 4, 5, 6, 7]



Figur 1: Fotoinitiatorn Iracure 819

När lacker appliceras på förpackningar idag används stora tryckverk, men då lacker ska appliceras i mindre skalor används istället en manuell rodd, vilket är en metallstång med räfflor och handtag. Genom att använda oss av roddar med räfflor av olika djup, konstrueras olika tjocka lacklager.

Presentation av materiel

I vår undersökning används fyllmedlen för att förlänga diffusionsvägen för vattenmolekyler i UV-lacken. Vi använder oss av fyra olika fyllmedel med varierande struktur och egenskaper. Dessa lacker är ordnade i avtagande hydrofil ordning.

Lack 1. Flaklik struktur

Lack 2. Avlång, avrundad, rugbyformad

Lack 3. Flaklik, ej behandlad

Lack 4. Flaklik, behandlad med stearinsyra

Presentation av frågeställning och hypotes

Genom att vi i vårt projekt undersöker hur fyllmedlen påverkar vissa egenskaper hos lacken hoppas vi kunna bidra till en miljövänligare förpackningsindustri. Vi tror att våra undersökningar kommer resultera i att urskilja de olika fyllmedlens potentiella funktion i framtiden. Vår hypotes är att det fyllmedel som är mest hydrofobt har störst möjlighet att vara en effektiv vatten-/ångbarriär och därmed uppfylla de krav som ställs på lacken.

Presentation av utförande

För att urskilja de olika egenskaper som fyllmedlen påverkar så har vi konstruerat ett urval av undersökningar, som skulle vara möjliga att genomföra med primitiva tillvägagångssätt och materiel. Dessa undersökningar ger oss grundläggande egenskaper hos lacken. Med mer avancerade metoder försökte vi sedan hitta samband mellan de olika undersökningarna.

Lackerna som används i undersökningen är alla konstruerade med samma metod.

Metod

1. Lackapplicering

- En lämplig mängd lack applicerades på underlaget (plast, kartong eller aluminium).
- För att dra ut en jämn tjocklek av lacken användes en rodd (roddarna kan varieras för att uppnå olika tjocklekar på lackerna).
- För att få en jämn lacktjocklek, hölls armarna utsträckta och sedan böjdes överkroppen bakåt.
- När lackerna var roddade härdades de med hjälp av UV-strålning. (Lackerna passerar UV-lampan på ett rullband med anpassningsbar hastighet. Det är möjligt för man ska kunna härda under kontrollerade former, för att optimera exponeringstiden därmed förhindra skador på underlaget och det i närheten av maskinen).

2. Förberedelse av lacker

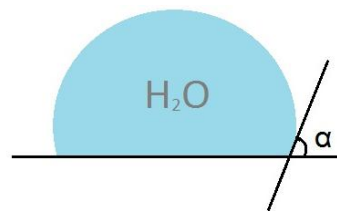
- Koncentrationen fyllmedel i klarlacken bestämdes.
- Önskad massa fyllmedel blandades i önskad massa klarlack (senare togs även volymförhållande i beaktning).
- För att göra blandningen så jämn som möjligt användes en hushållsmixer till att mixa lacken.

3. Vattenpenetrationstest

- Ca 1 ml vatten applicerades mitt på lacken som lackats på kartong.
- För att avdunstning skulle förhindras inneslötts vattnet tätt med hjälp av en bågare.
- Provet lämnades en vecka för att sedan kontrolleras.
- Sedan gjordes även testet på lack som lackats på plast.

4. Kontaktvinkeltest

- En droppe släpptes på lackens yta.
- Genom användning av en kontaktvinkelmätare mättes kontaktvinkel mellan lack och droppe på samtliga lacker. [fig. 2]
- För att se om härdningsförfaret påverkar resultatet härdades vissa lacker under längre exponeringstid (kallas för "slow").
- På varje testlack gjordes tre mätningar (undantag slow klarlack samt alla mätningar på ultratalk, då fem mätningar gjordes).



Figur 3: visar den kontaktvinkel som uppmäts i metod 4.

5a. Skiktjockleksbestämning

- 12 stycken underlag av respektive aluminium och plast vägdes upp med stor noggrannhet.
- Två lacker av vardera sort applicerades och härdades på respektive underlag.
- Genom att sedan väga de härdade lackerna, motsvarades skillnaden från tidigare mätning av lackens vikt.
- Därefter räknades lackarean ut och därmed kunde lackens tjocklek(vikt/area) beräknas.

5b. Bestämning av skiktjocklek

- En generell mätning av aluminiumets

tjocklek med apparat (Mitutoyo, Japan) gjordes.

- En specifik bestämning av aluminiumets vikt/area gjordes genom att klippa ut och väga bestämda areor (10x10cm).
- En bit som ansågs vara jämn klipptes av från lacken.
- Efter viktmätning och areaberäkning räknades den genomsnittliga tjockleken på ytan ut.

6. Koktest

- 2x1 klämma förbereddes med alla lacker roddade med ”yellow-rod”.
- 2x1 klämma förbereddes med alla lacker roddade med ”red-rod”.
- 2x1 klämma förbereddes med alla lacker roddade med ”black-rod”.
- Vatten värmdes till 100°C.
- De 3x2 klämmorna placerades i 2 olika bägare med vattnet.
- Var 30 minut kontrollerades ifall några större förändringar skett i lackens utseende.

Resultat

Nedan redovisas i tabeller och text resultatet av de undersökningar vi genomfört.

2. Förberedelse av lacker

Tabell som visar förhållandet i vikt, viktprocent samt volymprocent står att finna i bilaga.

3. Vattenpenetrationstest

Första resultatet visade fläckar på lacken men inget vatten. Proverna lämnades därefter en vecka för att eventuellt vatten i lacken skulle kunna avdunsta. Efter en vecka var fläckarna kvar och dessa kunde torkas av med vatten. Försöket gjordes därför om på plastfilmer, detta underlag är jämnare och därför lättare att få tätt mot behållaren för att förhindra avdunstning. Då resultatet undersöktes efter en vecka på plastunderlag låg vattnet kvar ovanpå filmen och ingen penetration i lacken syntes.

4. Kontaktvinkeltest

Denna undersökning visade att ”slow” genererade överlag ett något lägre gradtal i våra undersökningar. Viss skillnad mellan de olika lackerna kan avläsas, se tabell 1-5.

Tabell 1: Lack 1, erhållna vinklar vid kontaktvinkeltest

| | | | |
|-----------|-------------|-------------|-------------|
| Plast | 77,7 | 82,1 | 76,6 |
| Aluminium | 77,1 | 78,0 | 80,4 |
| Slow | 72,6 | 78,6 | 70,6 |

-Efter 60 minuter togs ett set av var tjocklek upp ur vattnet och analyserades.

- Efter 120 minuter togs de resterande seten med lacker upp ur vattnet och undersöktes.

7. Viskositettest

- De flytande lackerna blandades väldigt noga.
- En ungefärlig lika volym av varje lack applicerades på ett kartongark.
- Arket lutades och vändes tillbaka till utgångsposition då nederdelen av pappret nåddes av den första lacken.
- Försöket upprepades två gånger.

8. Mikroskopering

- En bit av lacken skars ut.
- Lacken undersöktes i mikroskåp.
- Med hjälp av en avancerad hyvlingsteknik hyvlades en extremt tunn bit av lacken av.
- Snittet på den tunna lacken granskades i mikroskåp.

Tabell 2: Lack 2, erhållna vinklar vid kontaktvinkeltest

| | | | |
|-----------|-------------|-------------|-------------|
| Plast | 82,2 | 79,9 | 80,8 |
| Aluminium | 79,1 | 74,7 | 74,7 |
| Slow | 67,6 | 73,9 | 70,0 |

Tabell 3: Lack 3, erhållna vinklar vid kontaktvinkeltest

| | | | |
|-----------|-------------|-------------|-------------|
| Plast | 85,1 | 86,8 | 85,9 |
| Aluminium | 84,8 | 83,8 | 83,2 |
| Slow | 81,7 | 81,2 | 80,2 |

Tabell 4: Lack 4, erhållna vinklar vid kontaktvinkeltest

| | | | | | |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Plast | 78,1 | 80,6 | 83,6 | 83,3 | |
| Aluminium | 83,8 | 87,8 | 81,7 | 82,4 | 77,5 |
| Slow | 76,0 | 84,6 | 84,0 | 80,5 | 82,1 |

Tabell 5: Klarlack, erhållna vinklar vid kontaktvinkeltest

| | | | | | |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Plast | 88,5 | 84,0 | 87,2 | - | - |
| Aluminium | 99,6 | 97,7 | 91,7 | - | - |
| Slow | 82,5 | 83,4 | 83,0 | 83,3 | 79,4 |

5a. Bestämning av skikt tjocklek

Resultatet av denna undersökning tyder på att lacken i genomsnitt har en tjocklek på 6 mikrometer, vilket visas i tabell 6 nedan.

Tabell 6: Beräkning av lackens tjocklek med metod 5a, lackens tjocklek anges i g/m^2 , det kan emellertid likställas med lackens tjocklek i mikrometer.

| Lack | area [m^2] | Δ massa lack [g] | tjocklek lack [g/m^2] |
|-----------------|----------------|-------------------------|---------------------------|
| 1 | 0,0182 | 0,1448 | 7,96 |
| 1 | 0,0168 | 0,1051 | 6,26 |
| 2 | 0,0181 | 0,1418 | 7,83 |
| 2 | 0,0164 | 0,1355 | 8,27 |
| 3 | 0,0164 | 0,1122 | 6,85 |
| 3 | 0,0172 | 0,1153 | 6,69 |
| 4 | 0,0167 | 0,1300 | 7,77 |
| 4 | 0,0176 | 0,1473 | 8,38 |
| Klarlack | 0,0174 | 0,1284 | 7,40 |
| Klarlack | 0,0140 | 0,0778 | 5,55 |

5b. Bestämning av skikt tjocklek

Resultatet av denna undersökning visar att värdena från vår metod att mäta tjocklek, är jämförelsebara med som föregående metod då vi även konstaterat att den genomsnittliga tjockleken är 6 mikrometer.

Tabell 7: Beräkning av lackens tjocklek med metod 5b, lackens tjocklek anges i g/m^2 , det kan emellertid likställas med lackens tjocklek i mikrometer.

| Lack | area [m^2] | Δ massa lack [g] | tjocklek lack [g/m^2] |
|------|----------------|-------------------------|---------------------------|
| 1 | 0,00842 | 0,04929 | 5,85 |
| 2 | 0,00824 | 0,06251 | 7,58 |
| 3 | 0,00893 | 0,04575 | 5,13 |

| | | | |
|-----------------|---------|---------|------|
| 4 | 0,00755 | 0,05686 | 7,54 |
| Klarlack | 0,00770 | 0,04718 | 6,13 |

6. Koktest

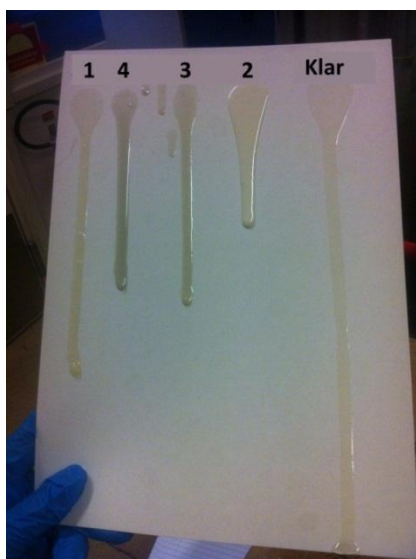
När proverna kontrollerades efter de första 30 minuterna syntes inga uppenbara resultat, men då lackerna varit 60 minuter i 100°C vatten kunde resultat urskiljas. Vad som först såg ut som en vattenpenetration hos nästan alla lacker visade sig vara vatten som trängt in i skarven mellan lack och plast, vilket orsakade att lacken inte längre satt helt fast (vidhäftningsproblem).

Tabell 8: Visar om vatten penetrerar in mellan filmen och plasten vid koktest

| Tid | 1 h | | | 2h | | |
|-----------------|------------|----------|-------------|---------------|----------|-------------|
| | Black rodd | Red rodd | Yellow rodd | Black rodd | Red rodd | Yellow rodd |
| 1 | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja |
| 2 | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja |
| 3 | Lite | Ja | Nej | Ja | Ja | Nej |
| 4 | Nej | Nej | Nej | Ja(små skikt) | Ja | Nej |
| Klarlack | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja |

7. Viskositettest

Resultatet av viskositetstestet är nästintill entydigt. Förekommande skillnader visas i figur 3-4 nedan och diskuteras i diskussionen. *Större bilder står att finna i bilaga.*



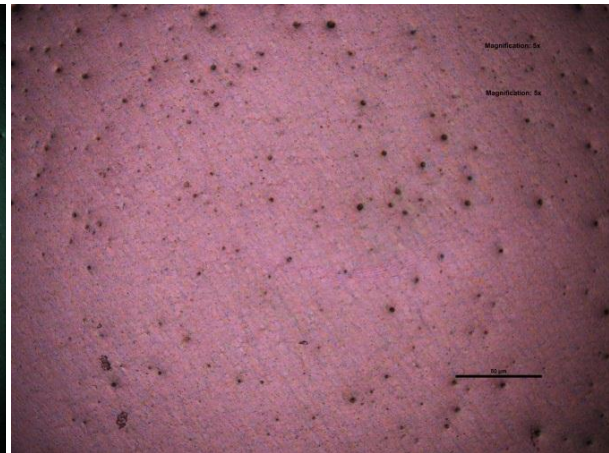
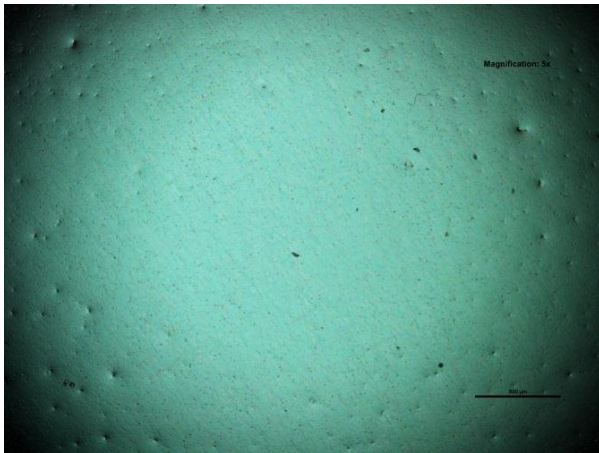
Figur 3: visar viskositettest 1



Figur 4: visar viskositettest 2

8. Mikroskopering

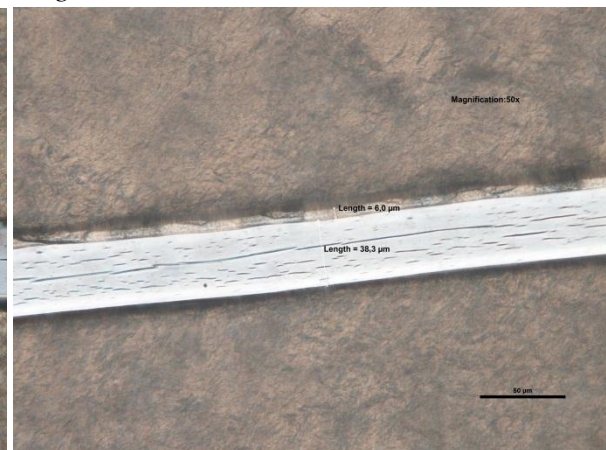
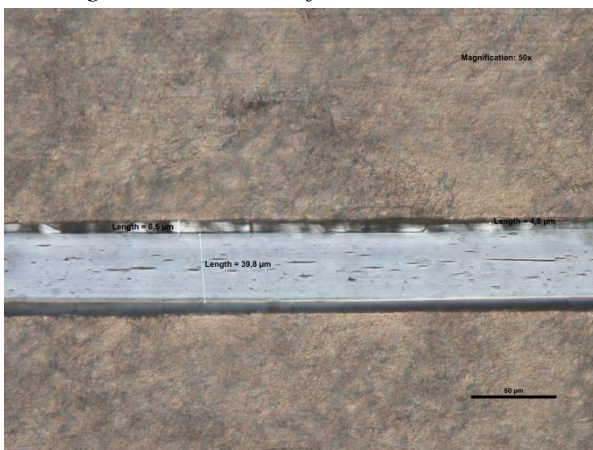
Resultatet är relativt svårtytt men små ”hål” i lackerna är tydliga, se figur 5-6. Detta mönster beskrivs som ”apelsinskal” och båda lackerna har ett liknande utseende uppifrån. Vi har begränsat våglängdsområden för att optimera kontrast och underlätta avläsning, därav olika färger.



Figur 5: Mikroskoperingsbild uppifrån av lack 1 **Figur 6:** Mikroskoperingsbild uppifrån av lack 2

Snittbilderna som vi tog under mikroskoperingstillfället tyder på skuggade områden under båda lackerna, se figur 7-8. Dessa områden är tydligast och mest förekommande i lack 1. De skuggade områdena beror förmodligen på dålig vätning mot underlaget.

Samtliga bilder står att finna i större storlek i bilaga.



Figur 7: Mikroskoperingsbild snitt av lack 1

Figur 8: Mikroskoperingsbild snitt av lack 2

Diskussion

Det stora antalet undersökningar vi har genomfört har resulterat i ett väldigt många resultat vilket gör det svårare att konstatera huruvida vår hypotes stämmer. I följande diskussion gör vi en ansats att utreda vilket fyllmedel som har gett optimalt resultat.

1. Lackapplicering

Applicering av lacker är ett kritiskt moment som i många fall kan komma att påverka utgången av samtliga undersökningar. Att få in en rutin och utföra appliceringen konsekvent så att lackens tjocklek blir jämn

kräver tid och övning. Vi anser att vi övade tillräckligt innan vi började testa de lacker vi producerat, men självklart hade man alltid kunnat öva mer och på så sätt få säkrare resultat. Resultatet kan dessutom ha påverkats av att vi turats om att ”rodda” våra lacker. Att vi applicerar olika mängder lack innan vi roddar alternativt att vi lyfter vid något tillfälle påverkar direkt lackens egenskaper.

Dessutom kan appliceringen ha påverkats av att lackerna skicktas efter att de fått stå en tid. Detta innebar att man var tvungen att röra om lacken innan den applicerades. Att vi rörde om för hand kan således ha blivit en

mänsklig faktor som har kommit att påverka resultatet. Detta kan göra att man inte får väntad mängd fyllmedel när lacken testats och att egenskaperna därför liknar klarlackens mer än väntat. Men genom att röra om kraftigt försökte denna effekt undvikas.

2. Förberedelse av lacker

Lackerna förbereddes först efter viktförhållande, men efter att testa en initial roddning så märkte vi att lack 1 skiljde sig betydligt från övriga lacker. Vi konstaterade efter vidare funderingar att detta förmodligen berodde på att volymprocenten i lack 1 skiljde sig från mängden. Det visade sig att Fyllmedel 1 har ca 3 gånger längre densitet än övriga fyllmedel och eftersom det är volymer som interagerar konstaterade vi att lack 1 måste blandas om. Således ändrades lack 1 efter att några veckor passerat, så att volymförhållande mellan klarlack och fyllmedel skulle stämma. Denna lack användes sedan i samtliga undersökningar.

3. Vattenpenetrationstest

Detta test genomfördes för att se hur vatten interagerade med lacken utan stressade förhållande. Det här testet hade kunnat förbättras om vi använt oss av ett planare underlag, då hade avdunstning förhindrats. Dessutom hade vi kunnat använda destillerat vatten, då hade efterlämningen av joner undvikits och bedömningen av resultatet hade blivit tydligare. När vi skulle börja med detta test föreslog vi även att vi skulle utgå från vikten hos det lackerade pappret, och sedan mäta vikten efteråt för att se hur pass mycket vatten som hade absorberats. Denna metod är ytterst svår att utföra eftersom att vikten hos det potentiellt absorberade vattnet är så pass liten i förhållande till det ursprungliga materialet. Men om man använt sig av extremt noggranna vågar samt applicerat

vatten på en tillräckligt stor yta så hade denna metod kunnat fungera även i praktiken och ge ett tydligare resultat.

4. Kontaktvinkeltest

De skillnader man ser mellan slow och övriga tester beror troligen på att komponenter diffunderar till lackens yta ((mer) då lacken får längre tid på sig) alternativt att lacken i sig oxiderats, denna oxidation skulle kunna bero på ökad temperatur. För att se vad skillnaden mellan slow och övriga lacker beror på skulle man kunna göra en kemisk analys med spektroskop, men detta har vi inte haft möjlighet att göra. Man skulle även kunna utföra kontaktvinkeltestet på "baksidan" av lacken, dvs. den sidan som är mot underlaget. Denna undersökning skulle förmodligen hjälpa att fastställa den diffusion som eventuellt sker i lacken.

Den skillnaden mellan de olika fyllmedlen är inte tillräckligt signifikant för att påvisa ett resultat till vår undersökning eftersom att kontaktvinkeltestet har en felmarginal på $\pm 5^\circ$, men de skillnader vi ser skulle kunna bero på de hydrofila/hydrofoba egenskaper fyllmedlen har i sig. Trenden visar att mer hydrofila fyllmedel ger mer hydrofil lack, resultaten skiljer sig dock inte tillräckligt mycket för att helt bekräfta denna slutsats.

5a och b. Bestämning av skikt tjocklek

Målet med dessa undersökningar var att konstatera den exakta tjockleken på lacken. Den första undersökningen kunde inte genomföras på kartong eftersom att det blir förlust av vatten i kartongen då den passerar UV-ljuset. För att med större säkerhet kunna bestämma tjockleken på lackerna valde vi att utföra två metoder för att beräkna dessa. För att kunna kontrollera om våra metoder var rimliga genomförde vi även punktmätningar på lackerna med en avancerad apparat

(Mitutoyo, Japan). Denna visade att tjockleken varierade väldigt mycket på olika ställen i samma lack. Det finns många faktorer som kan ha påverkat detta, främst den mänskliga faktorn vid roddningen. På så sätt är en exakt bestämning av lackernas tjocklek ej möjlig, utan istället beräknades ett generellt värde för varje lack. Variationen mellan prover av samma lack är större än mellan de olika lackerna, det är bra då det tyder på att tjockleken är beroende av roddens räffeldjup och ej lack.

Då alla lacker ligger runt ca 6 µm så drar vi slutsatsen att varierande tjocklek mellan lackerna inte kommer vara en faktor som påverkar resultatet av de övriga undersökningarna.

6. Koktest

Detta test syftade till att undersöka lackens förmåga att hindra vattnet från att penetrera in i lacken. För att stressa undersökningen hölls en hög temperatur under lång tid. Lackens förmåga att utesluta vatten var större än vidhäftningsförmågan vid skarven, därför passerade vattnet in mellan lack och underlag. Detta test gav således inte önskat resultat, men eftersom att det finns skarvar även i den färdiga produkten är detta ändå ett intressant resultat. Under produktionen av förpackningar utsätts de för ett väteperoxidbad med temperaturer uppemot 75-85°C, vårt test syftar till att stressa de egenskaper som krävs i en sådan process. Vårt test visade således att lacken påverkas vid rådande förhållanden men att resultatet varierar någorlunda mellan de olika fyllmedlen.

7. Viskositetstest

Viskositetsskillnaden mellan de olika fyllmedlen kan bero på storleken hos partiklarna, det vill säga att interaktionen med klarlacken beror på hur pass bra

fyllmedlet blandas/slammas. Det kan även vara så att det beror på de hydrofila/hydrofoba egenskaperna hos de fyllmedlen vi använder. Det skulle förklara varför lack 1:s viskositet stämmer bra överrens med klarlackens viskositet, eftersom att lack 1 är mindre hydrofob så interagerar den inte med klarlacken utan slammats, därför behåller lacken till stor del sina egenskaper.

8. Mikroskopering

Resultatet från mikroskopering visar tydliga tecken på s.k. apelsinyta, detta innebär små håll över stora ytor av lacken. Trots att bilden ser ut att visa fler tydliga kratrar i lack 2 så kunde vi under mikroskoperingstillfället urskilja fler kratrar i lack 1. På grund av reflektion av ljus samt svårheter att anpassa fokus så var det svårare att fånga dessa kratrar på bild. Vidare så är skillnaden mellan lack 1 och lack 2 att groparna ligger på rad i lack 1. Detta tror vi kan bero på den viskositetsskillnad som påvisats i viskositetstestet. Lack 1 har låg viskositet och därför är dess benägenhet att dra ihop (p.g.a. dålig vätning) sig större. Detta gör att den drar ihop sig i den riktning vi roddat den och bildar linjer av hål som var tydliga i mikroskoperingen. Lack 2 däremot som enligt viskositetstestet var betydligt drygare hade även hål, men dessa var jämnt utspridda över ytan och således beror det förmodligen av annan aspekt. Genom att använda den avancerade snittsteknologin kunde vi dessutom uppmäta skuggade områden under lacken. Dessa skuggade områden tyder på dålig vätning mellan lack och underlag, vilket stämmer överrens med resultatet från vårt koktest. Då detta är tydligast i lack 1 så stödjer det vårt antagande om varför kratrarna ligger på rad i lacken.

Slutsats

Våra undersökningar har varit såväl många som omfattande. Detta har gett ett väldigt komplext resultat där utmaningen har varit att hitta gemensamma nämnare. Våra undersökningar har lett till framsteg i den mån att de tydligt visat att vatten aldrig penetrerar in i lacken. Varken vattenpenetrationstestet eller koktestet visade några som helst tecken på att vatten diffunderat in i lacken. Den lack som visat sig vara effektivast vatten-/ångbarriär har varit lack 4, dvs. den mest hydrofoba vilket stödjer den hypotes vi hade i ursprungsläget. Resultatet beror på att fyllmedelns hydrofoba egenskaper integrerar bra med klarlacken samtidigt som den i sig stöter bort vatten och förlänger diffusionsvägen.

Dock har lacken även visat oönskade egenskaper. Vi upptäckte ganska tidigt att lacken fick en struktur av ränder längs med rodningsriktningen. Vi trodde att de bidragande egenskaperna kunde vara dålig vätning, klumpar i lacken eller att vi var orutinerade i vår roddning. Dock visade sig ränderna finnas i de lacker som var lättast att rodda medan det inte uppkom några ränder i de lacker som var svårast att rodda. Klumpar i lacken gick även att utesluta då det inte fanns några tecken på detta när vi utförde mikroskoperingen. Det som kvarstår och som verkar mest troligast är därmed dålig vätning.

Detta resultat stöds även av resultatet från mikroskoperingen.

Tecken på dålig vätning visades även i koktestet där vatten lätt tog sig in mellan lack och plast. Detta är en egenskap som självklart måste arbetas bort i framtiden. En eventuell lösning på förpackningsindustrins problematik hade kunnat vara att kombinera två olika lackers egenskaper för att ersätta den aluminiumfoliebarriär som idag används. Detta är dock utveckling som Tetra Pak genomför själva eftersom att det är en kombination av alla egenskaper som avgör huruvida lacken kommer att vara användningsbar i framtiden. Att utesluta aluminium inom förpackningsindustrin hade haft goda följder för omvärden. Förutom stora förbättringar inom miljöpåverkan så är det dessutom möjligt att den nya tekniken gör processen mindre kostsam. En billigare förpackningsprocess hade gynnat konsumenterna då produkterna i längden blivit billigare.

Utöver de resultat vi fått så undersökningarna även gett oss otroligt mycket kunskap. Kunskap om de teoretiska fenomen vi mött såväl som kunskaper om hur man konstruerar praktiska metoder. Denna kunskap och utvecklande av vårt analytiska tänk, kommer att vara otroligt givande för oss i framtiden och vi känner att det har hjälpt oss i vår utveckling mot medvetna studenter inom naturvetenskapen.

Acknowledgement

Tack till Charlotte Rosendahl, för att vi fick möjligheten att studera lackerna med mikroskopering.

Även ett stort tack till Dr. Thomas Schuman för att vi fick möjlighet att genomföra och lära oss av kontaktvinkeltestet.

Vi vill tacka Tetra Pak för att vi fått möjligheten att utföra vårt projektarbete hos er och för att vi tilldelades en otroligt bra handledare.

Ett enormt tack till Dr. Joakim Balogh, som stått ut med oss under detta hårda arbete. Han har varit en stor kunskapskälla och gjort oss väldigt medvetna om hur vi ska använda den kunskap vi har med oss från skolgången i praktiken.

Referenslista

- [1] Tetra Pak, *Tetra Pak and the environment*, 2012-11-27,
<http://www.tetrapak.com/environment/Pages/default.aspx>
- [2] RadTech International, *The UV & EB Curing Process*, 2012-11-27
http://www.radtech.org/index.php?option=com_content&view=article&id=48&Itemid=56
- [3] <http://www.youtube.com/watch?v=i3QTIshVSXo>, 2012-10-26.
- [4] Nationalencyklopedin, 2012-11-29 *Initiator*, 2012-11-29 <http://www.ne.se/initiator>
- [5] Micheal Müller, *Chempage.de*, 2012-11-29, <http://www.chempage.de/theorie/radpoly.htm>
- [6] Wikipedia.en, *Radical polymerization*, 2012-11-29,
http://en.wikipedia.org/wiki/Radical_polymerization
- [7] Ciba, 2003-10, *Photoinitiators for UV Curing*, 2012-11-30,
<http://people.rit.edu/deeemc/courses/0305-676/reference/Imprint/Photoinitiators%20for%20UV%20curing.pdf>
- [8] Densitet för fyllmedel, 2013-01-25
http://www.rtvanderbilt.com/Mineral_Fillers_Paints_Coatings.pdf

Tetra Paks loga på försatsblad, *Wikipedia*, 2013-01-24

http://en.wikipedia.org/wiki/Tetra_Pak

Katedralskolans loga på förstasblad, *Lunds kommuns hemsida*, 2013-01-24

<http://www.lund.se/katedralskolan>

Försatsbild, *Tetra Pak* 2013-01-25

http://www.tetrapak.com/media/globalimagebank/environment/Pictures/environment_overview.jpg

Bilaga

”Påverkar fyllmedlen UV-lackens egenskaper; och i så fall hur?”

Som tabell 1 visar, skiljer sig lack 1s volymprocent en aning från de andra. Detta beror på att densiteten för fyllmedlet varierar, då det behandlats olika. [8]

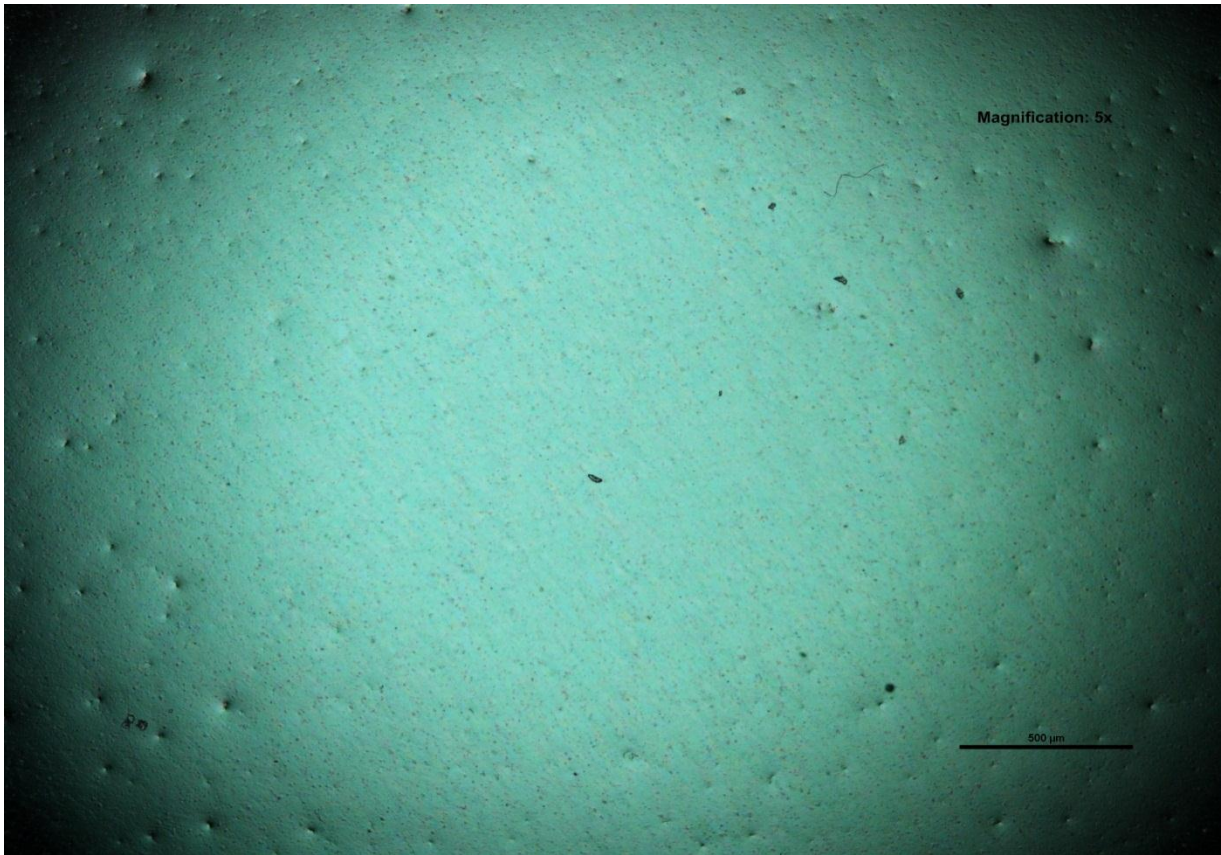
Tabell 1: Visar proportionerna mellan klarlack och fyllmedel i respektive lacker

| Lack | Klarlack [g] | Fyllmedel [g] | Viktprocent av fyllmedel i lacken [%] | Volymprocent av fyllmedel i lacken [%] |
|-----------|--------------|---------------|---------------------------------------|--|
| 1a | 65,34 | 12,78 | 16,36 | 15,21 |
| 1b | 65,39 | 3,19 | 4,65 | 4,28 |
| 2 | 68,55 | 14,10 | 17,06 | 7,08 |
| 3 | 65,87 | 12,85 | 16,32 | 6,62 |
| 4 | 64,48 | 12,56 | 16,30 | 6,61 |

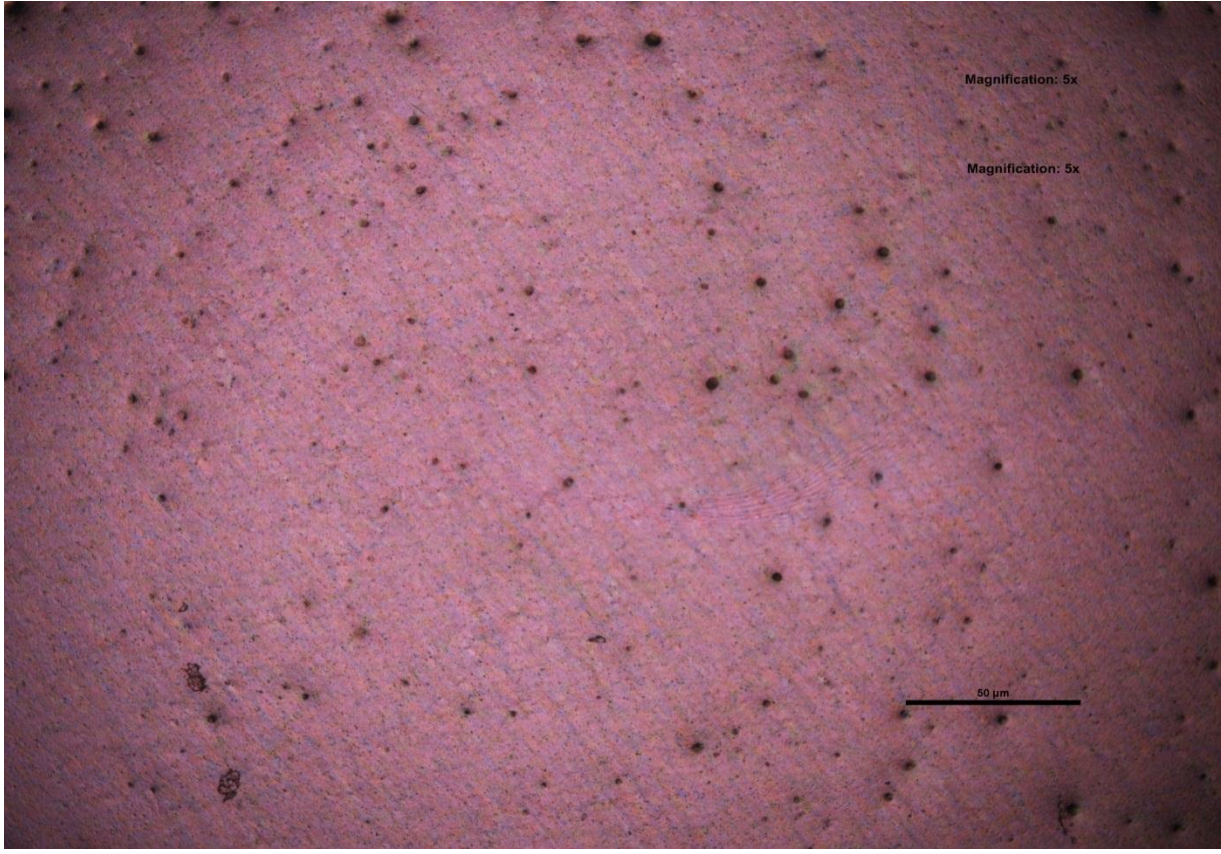
Tabell 2 visar noggrannheten i vikt, på samma yta aluminium. Detta gjordes för att fastställa att det inte var en variabel, utan snarare en konstant.

Tabell 2: Vikten(g)/(10x10 cm) aluminiumfolie

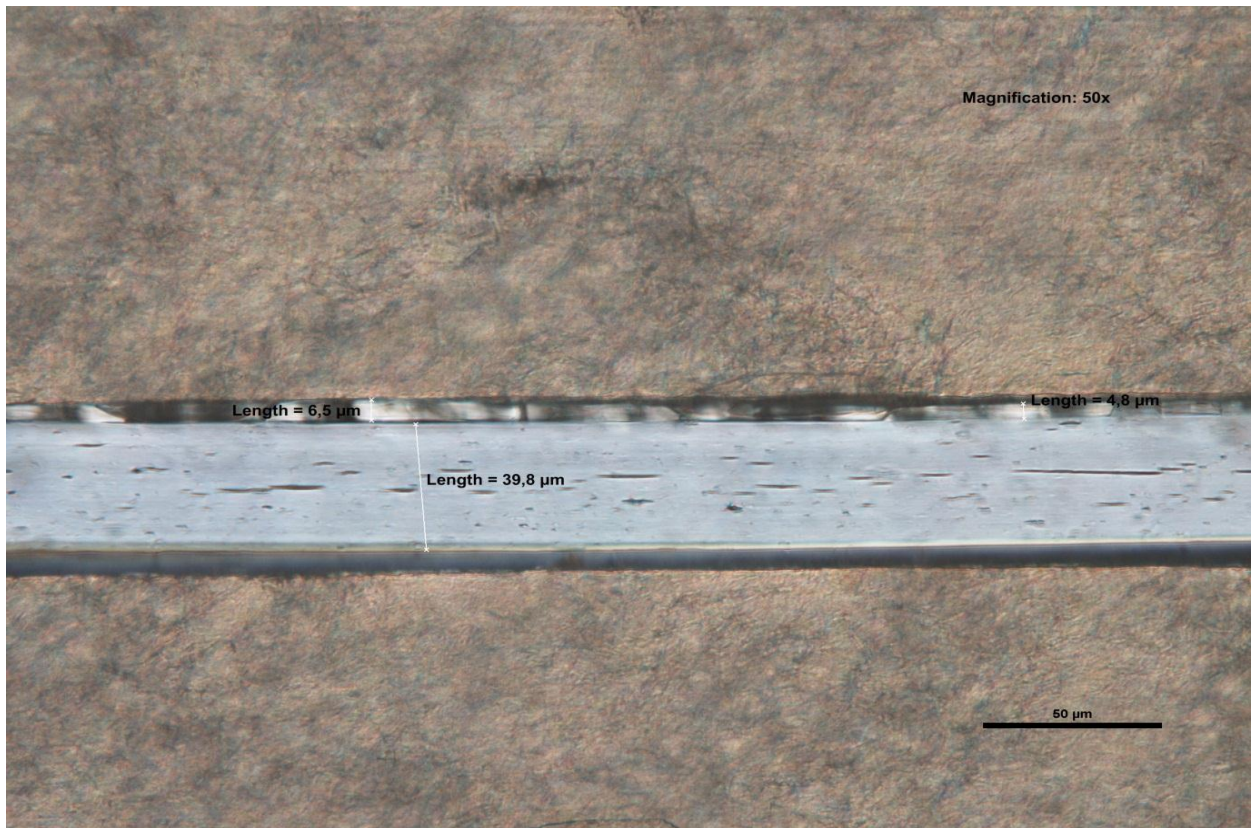
| Försök | Vikt (g) |
|-----------|----------|
| 1 | 0,4912 |
| 2 | 0,4885 |
| 3 | 0,4896 |
| 4 | 0,4877 |
| 5 | 0,4891 |
| 6 | 0,4891 |
| Mv | 0,4892 |



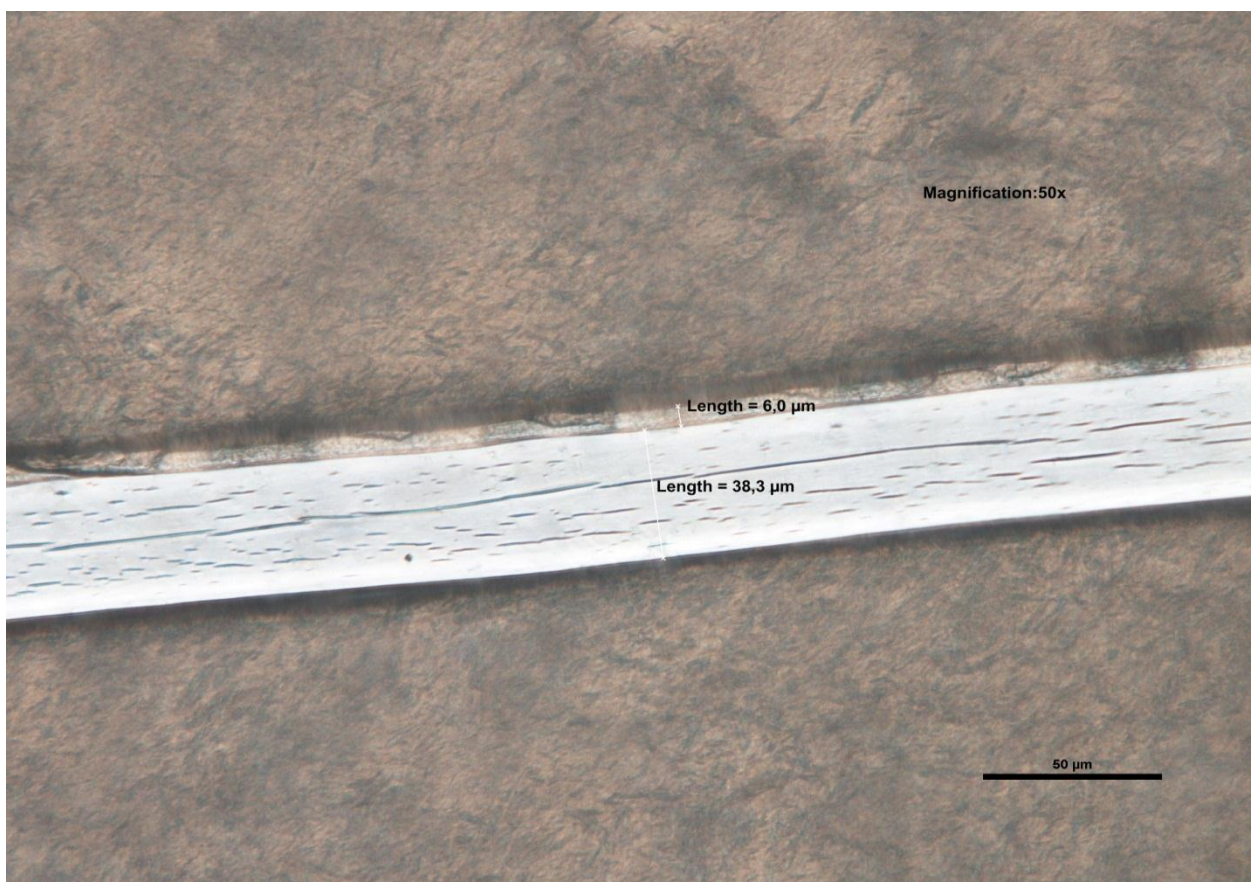
Figur 1. Större mikroskoperingsbildav lack 1



Figur 2. Större mikroskoperingsbild av lack 2



Figur 3. Större mikroskopieringsbild - snitt av lack 1



Figur 4. Större mikroskopieringsbild - snitt av lack