



Framtidens materialval för dörrpanel

A study of flax materials for new door panels

*Examensarbete för högskoleingenjörsexamen inom
Maskiningenjörsprogrammet*

Anton Marberg
Rebecka Östergren

Institutionen för Material- och tillverkningsteknik
Avdelningen för *Avancerad förstörande provning / Högspänningsteknik*
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sweden, 2015
Examinator: *Lars Hammar* Examensarbete No. 130/2015

FÖRORD

Examensarbetet är det sista projektet som utförs under utbildningen Maskinteknik 180hp på Chalmers tekniska högskola. Arbete utgör 15 högskolepoäng och har utförts hos IAC i Låssby. Via konsultföretaget Adiga fick vi uppdraget att studera dörrpaneler som ska innehålla linfiber. Tyvärr blev leveransen av materialen försenad och därför blev testerna inte lika omfattande som vi hade planerat från början.

Vi vill tacka följande personer som har hjälpt oss med vårt arbete:

- Vår handledare Lars Hammar, forskningsingenjör inom material på Chalmers tekniska högskola
- Ricardo Heras Paleo och Camilla Pettersson, Adiga
- Magnus Hanson Fallenius, Per Mabäcker, Fritz Schweindl, Rainer Ankele, IAC group AB Sweden
- Martin Kurdve och Magnus Widfeldt, Swerea IVF
- Jens Schönning, Eric Carlestam, Thomas Lindgren Nilsson, Annika Nielsen och Johan Bergman, IAC group AB Sweden testing

SAMMANFATTNING

Detta examensarbete syftar till att testa ett naturfibermaterial och utvärdera om det går att använda som ett konstruktionsmaterial för dörrpaneler på företaget International Automotive Components. Ett kompositmaterial med en sammansättning av 50% lin och 50% PP (polypropen) analyserades enligt Volvos standardtester för att få fram dess materialegenskaper. Kompositmaterialet jämfördes med ABS-plast (sampolymer av akrylnitril-, butadien- och styren-monomer) som är tillverkningsmaterial för dagens dörrpaneler i Volvos nya XC90. Linfiber har goda mekaniska egenskaper jämfört med dess vikt. Genom att ersätta en dörrpanels material med naturfiber fås ett mer miljövänligt material och med rätt sammansättning även viktreduktion. Materialegenskaper för kompositmaterialet undersöktes med provningar för värmebeständighet, fuktprov, fogging (som är ett test där materialet kondensationsförmåga mäts upp), luktprov, dragprov, och brandhårdighetsprov.

Kompositmaterialet klarar kraven för värmebeständighet med en deformation som dock inte är synlig. Fuktprovet gav ingen deformation men dess vikt och mjukheten hos materialet har ökat för båda proverna. I foggingprovet klarar materialet kriterierna för 85°C men inte det för det något hårdare testet utfört vid 110°C. Samma resultat erhöles för ABS-proverna. Luktprovet är en bedömningsfråga där kompositmaterialet får ett sämre resultat, vilket kan bero på en ovan lukt för testpanelen som delvis bestod av yrkesverksamma inom tillverkning av bilkomponenter. Från dragprovet fås en brottspänning på 39 MPa och en brottöjning på 4.2% för kompositmaterialet. Enligt beräkningar fås att E-modulen för kompositmaterialet minst skall uppnå en spänning på 1,74GPa. Den låga brottspänningen beror på att bindningsegenskaperna mellan lin och PP är svaga vid den höga halten av lin. För att skapa en bättre bindning i kompositmaterialet måste andelen förstärkningsmaterial (lin) minskas eller addera ett bindemedel, förslagsvis MAPP (Maleinsyranahydrid polypropen). I brandhårdighetsprovet gav kompositmaterialet goda resultat. Ingen kantdeformationer runt brandområdet uppstod och kompositmaterialet har kortare brinntid än ABS.

Projektet har visat att kompositmaterialet har en god potential för att kunna användas som material i dörrpaneler men att mer omfattande tester behöver utföras för att få fram en optimal volymfraktion av lin, PP och eventuell tillsats av bindemedel.

ABSTRACT

This thesis work aims to test a natural fiber material and assess whether it is possible to use as a manufacturing material for door panels at International Automotive Components. One combination of a composite material was analyzed. Material properties were studied with sample tests according to Volvo's standard of a composite material of 50% flax and 50% PP. The composite was compared with ABS, which is the manufacturing material for today's door panels in Volvo's new XC90. Natural fiber has good mechanical properties compared to its density. Being able to replace part of the door material with natural fibers are not only more environmentally friendly, with the right composition it can also reduce weight. Material properties of the composite samples were examined for heat resistance, moisture test, fogging (which is a test where the material condensing ability is measured), odor test, tensile-strength and flammability test.

The composite material passes the test for heat resistance with no visible deformation in the material. From the moisture test the sample had no deformation. But its weight and softness of the material has increased for both samples. The fogging test is approved for the test at 85°C. The material did not approve the hard test at 110°C but neither did the ABS. From the odor test the material had a strange fragrance to an automotive component worker, but the ABS had the same fragrance strength. The tensile-strength tests got an unexpected result for the composite at 39 MPa and an elongation at break of 4.2%. This unexpectedly low value depends on the binding characteristics between flax and PP. The binding characteristics can be improved if a lower amount of flax is in the composite. Another solution is to add another material to the composite with good binding properties, as a suggestion the material MAPP (Maleic acid Anhydride Polypropylene). From the flammability test, the composite material got good qualities and had shorter burn time than ABS. After the analyses the composite had no deformation, when the ABS had a widely-spread deformation around the burning point.

The project has shown that the composite material has a good potential to be used as material for door panels but that more extensive tests need to be performed to obtain an optimal mix of flax, PP and possibly addition of binders.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 INLEDNING	2
1.1 Bakgrund	2
1.2 Syfte	2
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Frågeställning	2
2 TEORETISK REFERENSRAM	3
2.1 Naturfibermaterial	3
2.2 Lin som material.....	4
2.3 Polypropen, PP	4
2.4 Kompositmaterial	5
2.4.1 Allmänt om kompositmaterial.....	5
2.4.2 Kompositmaterial med naturfiber	5
2.5 ABS	6
2.6 Användning av naturfibermaterial vid IAC.....	6
2.6.1 Tillverkningsprocess	6
2.6.2 Tidigare utfört arbete med naturfiber hos IAC för Audi Q7	6
2.6.3 Tidigare tester på träfiberdörrpanel hos IAC	7
3 METOD.....	8
3.1 Arbetsgång	8
3.2 Materialprovning	9
3.2.1 Värmebeständighet STD 1026,1122	9
3.2.2 Fuktprov enligt teknisk bestämmelse,TB.....	10
3.2.3 Fogging VCS 1027,2719.....	11
3.2.4 Lukt hos inredningsmaterial i fordon VCS 1027,2729	14
3.2.5 Dragprov.....	16
3.2.6 Brandhårdighet hos inredningsmaterial VCS 5031,19.....	17
4 RESULTAT	19
4.1 Värmebeständighet STD 1026,1122	19
4.1.1 Resultat av korttidsprov, 18h	19
4.1.2 Resultat av långtidsprov, 404h	19
4.2 Fuktprov enligt teknisk bestämmelse, TB.....	19
4.2.1 Resultat av fuktprov 38/95	20
4.2.2 Resultat av fuktprov 70/55	20
4.3 Fogging VCS 1027,2719.....	21
4.3.1 Resultat av reflektrometrisk metod, metod F	21

4.3.2 Resultat av gravimetrisk metod, metod G	21
4.4 Luktprov hos inredningsmaterial I fordon VCS 1027,2729.....	22
4.5 Dragprov.....	24
4.6 Brandhårdighet hos inredningsmaterial, VCS 5031,19.....	28
5 DISKUSSION	29
5.1 Diskussion kring resultat av värme och fukt.....	29
5.2 Jämförelse från resultat av lin och ABS	29
6 SLUTSATS	31
6.1 Fortsatt arbete av naturfiberdörr.....	31
7 REFERENSER.....	32
Bilaga 1	

FÖRKORTNINGAR OCH SYMBOLER

IAC	International Automotive Components
PP	Polypropen
ABS	En sampolymer med olika mängd av akrylnitril-, butadien- och styren-monomer
mg	Milligram
g	Gram
kg	Kilogram
L	Liter
min	Minuter
h	Timmar
m	Meter
cm	Centimeter
mm	Millimeter
μm	Micrometer
GPa	Giga pascal
N	Newton
MPa	Mega Pascal
UV	Ultraviolett
$^{\circ}\text{C}$	Grader Celsius
T_g	Glasomvandlingstemperatur [$^{\circ}\text{C}$]
T_m	Smältpunkt [$^{\circ}\text{C}$]
CH^3	Metylgrupp
Σ	Summa
σ	Spänning
F	Kraft
A	Area
F_j	Foggingvärde för metod F i %
G_j	Foggingvärde för metod G i gram
MAPP	Maleinsyranahydrid polypropen
E	Elasticitetsmodul

1 INLEDNING

I inledningen beskrivs en översiktlig bakgrund, varför arbetet utförs och vad målet med arbetet är. Samt formulerat syfte, avgränsningar och frågeställning.

1.1 Bakgrund

På företaget IAC tillverkas främst dörr- och instrumentpaneler till Volvo. Komponenterna tillverkas och monteras på IAC och skicka sedan till Volvo där de monteras på en bil redan samma dag. Varje dag levererar IAC hundratals dörrpaneler till Volvo och det korta avståndet till deras fabriker gör att leveransen blir effektiv. Vilket är ett måste för att hinna med Volvos höga tillverkningstempo.

Arbetet med utveckling och optimering av en bils komponenter fortsätter kontinuerligt, där materialvalet har blivit en allt större och viktigare del i utvecklingen. Miljöaspekten växer inom bilindustrin och att använda sig av miljövänliga material blir viktigare. Ett nytt projekt har startat där målet är att reducera bilens totala vikt. Om bilens vikt minskas drar den mindre bränsle vilket bidrar till minskat utsläpp. Bilens vikt kan reduceras till viss del med hjälp av en förbättring av materialval. Istället för att använda sig av olika polymerer så som Polypropen och ABS-plast används istället ett kompositmaterial bestående av en eller flera polymerer och ett naturfibermaterial.⁽¹⁾ Naturfiberns långa fibrer gör att materialet blir starkt och får bättre materialegenskaper även vid tunt tvärsnitt. Ett kompositmaterial av polymerer och naturfiber kräver mer forskning och utveckling för att bli standardiserat i dagens produktion av bilar.

1.2 Syfte

Syftet med denna studie är att analysera provresultat enligt Volvos standardtester för dörrpanel av kompositmaterial och ABS-plast. I studien ingår att studera vad det finns för fördelar med kompositmaterial av lin och polypropen jämfört med ABS-plast från dagens produktion av dörrpaneler från XC90.

1.3 Avgränsningar

Kompositmaterialet som analyseras har sammansättningen 50% lin och 50% PP. Endast en sammansättning av kompositmaterial kommer genomgå provning tillsammans med ett befintligt ABS-material. Antalet tester är begränsat på grund av tidsaspekten för analyserna. Testerna som utförs görs enligt Volvos standardtester för dörrpanel. Tre av testerna utförs med reducerad provtid på grund av tidsbrist. Det kommer inte att tas hänsyn till några ekonomiska aspekter vid värdering av materialen. Ingen fördjupning i tillverkningsprocess kommer tas upp.

1.4 Frågeställning

Följande frågeställning besvars för att veta vad som skall uppfyllas och vad som skall besvaras:

- Hur skiljer sig kompositmaterialet mot det befintliga materialet i dagens dörrpanel?
- Vilka tester ger mest information om materialegenskaper?
- Vilka egenskaper förbättras samt försämras då kompositmaterial används?
- Kan dörrpanelens vikt reduceras med användning av kompositmaterialet?

2 TEORETISK REFERENS RAM

Kapitel berör tidigare och aktuell forskning inom området och ger en teoretisk grund för arbetet. Information från ett tidigare examensarbete som utförts på forskningsföretaget Swerea IVF analyseras. Även tidigare arbeten utfört på IAC med kompositmaterial tas upp.

2.1 Naturfibermaterial

Naturfiber är ett miljövänligt och återanvändbart material som är lättproducerat. Trots dess låga densitet så har naturfibern goda fysiska och mekaniska egenskaper. När naturfiber belastas och når sin sträckgräns uppkommer inga vassa kanter. Detta är en fördel i användningsområdet för bilkomponenter och dess säkerhetsaspekt. Densiteten för slags naturfiber är cirka 1400kg/m^3 och den har en fiberdiameter på 5 till $38\mu\text{m}$ beroende på vad det är för naturfiber. Att använda naturfiber tillsammans med en eller flera polymerer ger en förstärkning i materialet. Materialet är av stort intresse för bilindustrin. Forskning inom naturfibermaterial har funnits i över 30 år på företaget IAC. ⁽²⁾

Fördelar med naturfiber är:

- Människovänligt material.
- Låg densitet jämfört med andra material med liknande egenskaper.
- Goda mekaniska egenskaper.
- Inga skarpa ytor, blir ej sprött.
- Inte skadligt för miljön.
- CO₂ neutral.

Nackdelar med naturfiber:

- Avger lukt.
- Temperaturoberoende.
- Djupdragning.
- Låg fukttresistans

För att se vilket naturfibermaterial som är gynnsamt att användas som material i bilkomponenter har IAC Ebersberg i Tyskland gjort en jämförelse mellan naturfibermaterial, glasfiber och kolfibermaterial. ⁽²⁾ De olika egenskaperna visas i en Pughs matris^A där fördelar vägs mot nackdelar, se Tabell 2.1. Resultatet visar att naturfibermaterialet är ett bättre materialval av en massproducerad bilkomponent när krav för mekaniska egenskaper är lägre jämfört med glas/kolfiber.

^A Pughsmatris är en matris där fördelar ställs mot nackdelar

Tabell 2.1 Jämförelse mellan olika materials egenskaper⁽²⁾

	Naturfiber	Glasfiber	Kolfiber
Mekaniska egenskaper	+	++	+++
Tillgång	++	+++	+
Tillverkning	+++	+++	-
Miljömänniskovänligt	+++	-	-
Återanvändbart	+++	-	--
Pris	++	+++	--
Resultat	14+ 0-	11+ 2-	4+ 7-

2.2 Lin som material

Lin är en naturfiber som odlas i Kina och Europa. Lin används inom två huvudområden, dels som oljeväxt för att ta fram vegetabilisk olja men även som ett fibermaterial.

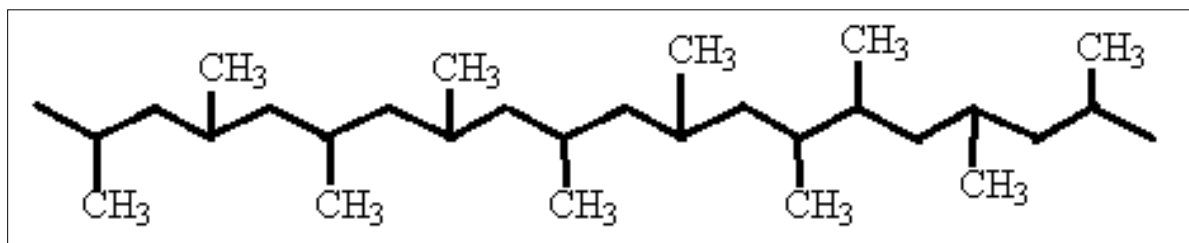
Linets goda egenskaper för djupdragning^B passar bra i en bil där det till exempel är området runt dörrfacket som berörs. Kenaf^C är ett naturfibermaterial med liknande egenskaper som lin, men detta material har sämre egenskaper i djupdragning. Lin har även ett högt motstånd mot nötning och kan användas på många olika delar i fordonsprodukter. Materialet lämpar sig väldigt bra för formpressning. I Tabell 2.2 visas materialegenskaper för lin.⁽²⁾⁽³⁾

Tabell 2.2 Materialegenskaper för Lin

Densitet	1400-1500 kg/m³
E-modul	27,6-100 Gpa
Sträckgräns	150-338 MPa
Brottgräns	345-1500 MPa
Poissons tal	0,25-0,3
Maximal användningstemperatur	110-130°C
Fiberlängd	8-69 mm
Fiberdiameter	5-30 µm

2.3 Polypropen, PP

Polypropen (PP) är en vanligt förekommande termoplast inom bilindustrin med mjuka och lättformade materialegenskaper. En vanligt förekommande form av PP är delkristallin form som tillverkas med katalysator. PP är en termoplast med låg densitet och hög hållfasthet jämfört med andra material med liknande densitet. Materialet har en låg tillverkningstemperatur vilket ger en lätt formbarhet. I Figur 2.1 visas kolkedja av PP.⁽⁴⁾



Figur 2.1 Kolkedja för PP

^B Djupdragning är en process där materialet måste töjas ut för att kunna ge ett djup i produkten, som till exempel för en cola burk.

^C Kenaf är ett naturfibermaterial med liknande egenskaper som Lin

Materialet har goda egenskaper för färgning men endast innan kylning av materialet. En nackdel med PP är att den bryts ner snabbt av UV-strålning vilket begränsar dess användningsområde och livslängd. I Tabell 2.3 visas data över materialegenskaper för PP.⁽³⁾⁽⁵⁾

Tabell 2.3 Materialdata för PP

Densitet	890-910 kg/m³
E-modul	896-1550 MPa
Sträckgräns	20,7-37,2 MPa
Brottgräns	27,6-41,4 MPa
Tg	-10°C
Tm	150-175°C

2.4 Kompositmaterial

Ett kompositmaterial består av en sammansättning av minst två material. Fördelen med att använda ett kompositmaterial är att unika kombinationer av materialets egenskaper kan tas fram.

2.4.1 Allmänt om kompositmaterial

Kompositmaterial används vanligtvis i sammanhang där ett material skall förstärkas utan att öka materialets vikt. Exempelvis är armerad betong ett kompositmaterial där armeringsjärn fungerar som förstärkningsmaterial^D och betongen som dess matrismaterial^E.

Den totala elasticitetsmodul för ett kompositmaterial kan beräknas med hjälp av de olika andelarna av materialen och dess elasticitetsmoduler. Ekvation 2.1 visar hur kombinationen av materialets elasticitetsmoduler och andel av materialet (f) ser ut.

$$E_L = \frac{E_m \times E_r}{f \times E_m + (1-f) \times E_r} \quad (2.1)$$

2.4.2 Kompositmaterial med naturfiber

Ett bra val för att skapa en komposit mellan polymerer och naturfiber är att använda sig av en termoplast då det är ett material som är lätt att bearbeta samt återvinna. Att använda sig av ett kompositmaterial av naturfiber och polymer blir allt mer intressant då det är ett material som kan ersätta dagens platser och det är ett mer miljövänligt materialval med förbättrade egenskaper. Syftet med att använda sig av ett kompositmaterial med naturfiber är för att man kan öka styrkan hos materialet, detta med hjälp av naturfibers fibrer. Ett kompositmaterial med naturfiber ger en högre sträckgräns än tidigare och förbättrade materialegenskaper. Detta leder till en betydelsefull viktreduktion på produkten⁽⁶⁾. Med reducerad vikt kommer bilen att bli lättare vilket minskar bränsleåtgången.

Fiberförstärkt termoplast blir allt mer vanligt för att förbättra och ersätta tillverkning med rena termoplaster. I början av utvecklingen för fiberkompositer används hårdplaster som matrismaterial. Bilindustrin vill hitta ett billigt och lätt tillverkat matrismaterial. Därför har fokus riktats mot termoplaster den senaste tiden. Ett kompositmaterial kan ersätta ett

^D Förstärkningsmaterial är det materialet i kompositen som har tillsatts för att öka hållfastegenskaperna.

^E Matrismaterial är det material som används som grundmaterial. Oftast lägre hållfasthetsegenskaper men mer lättillverkat och billigt.

homogent material med förbättrade egenskaper. Fiberförstärkt termoplast kan återvinnas 3-5 gånger innan det sker en märkbar försämring i mekaniska egenskaper.

Förstärkningsmaterialet är hydrofilt och matrisen hydrofob. Det skapar problem vid för hög andel förstärkningsmaterial då bindningen mellan materialen kan bli svag. Med tillsatser kan kompatibiliteten dock förbättras. Resistans mot fukt är även ett stort problem för en naturfiberkomposit, eftersom fibrer är hydrofilt material. Vattenabsorberande ämnen kan användas som tillsatts för att torka materialet. Från analyser måste en balanserad andel mellan matris- och förstärkningsmaterial tas fram för rätt användningsområde. ⁽⁴⁾

2.5 ABS

ABS är en termoplast som är lättillverkad och används i många hushållsprodukter men är även vanligt förekommande i bilkomponenter. ABS är en sampolymer med olika mängd av akrylnitril-, butadien- och styrenmonomer och materialegenskaper kan skilja sig åt beroende på mängden av de olika delarna. Plasten har bra egenskaper för återvinning men förbrukar en stor andel olja vid tillverkning. Materialegenskaper för ABS visas i Tabell 2.4. ⁽³⁾

Tabell 1.4 Materialdata för ABS-plast

Densitet	1010-1210kg/m³
E-modul	1,1-2,9GPa
Sträckgräns	18,5-51MPa
Brottgräns	27,6-55,2MPa
Tg	61,9-76,9°C

2.6 Användning av naturfibermaterial vid IAC

IAC Ebersberg i Tyskland har arbetet med att framställa en komposit av naturfiber och en eller flera polymerer. Där har tester med olika sammansättningar och med olika naturfiber utförts för att se vilken som har bäst egenskaper beroende på vad materialet skall användas till.

Stora bilföretag som Volvo, Ford, BMW, Mercedes-Benz, Volkswagen och Audi är alla intresserade av att använda naturfibermaterial i sina bilar och utvecklingen går hela tiden framåt. Mycket är fortfarande i en utvecklingsfas men Audis nya bil Q7 använder sig av naturfiber i bilens bagageutrymme. ⁽⁷⁾

2.6.1 Tillverkningsprocess

IAC Ebersberg har beräknat att formpressning är det mest gynnsamma sättet att framställa dörrpaneler. Formpressning är mest lämpat då det ger bättre resultat vid djupdragning än andra tillverkningssätt. Det är kostsamt att producera verktygen som behövs för formpressning men tillverkningstiden för att ta fram en dörrpanel är väldigt kort. Verktöget som köps in bör också kunna användas för en hel serieproduktion för att bli så gynnsam som möjligt. ⁽⁸⁾

2.6.2 Tidigare utfört arbete med naturfiber hos IAC för Audi Q7

Ett tidigare arbete som utförts vid IAC med naturfibermaterial är materialvalet för en nålfiltsmatta till nedre sidopanelen i bagaget för Audi Q7. Mattan befinner sig på sidorna i bagageutrymmet och används där för att skydda de skarpa kanter. Materialet är av flera lager där lin och PP blandas med polyester i ett lager. Ett krav på linfibermaterialet är att det måste vara nytt, det får inte vara återvunnet. Linet är behandlat för att motverka mögeltillväxt när materialet absorberar fukt. Tester som utfördes på nålfiltsmattan och som den klarade av var

standardtester för mögeltillväxt GME60287, lukttest PV3900 och specifikationen VW20180 för att produceras. Serieproduktionen startades vecka 5 år 2015 och produktionen sker hos IAC Lozorno, Slovakien.⁽⁹⁾⁽⁷⁾

2.6.3 Tidigare tester på träfiberdörrpanel hos IAC

Ett material genomgick liknande test vid IAC år 2011 som de tester som skall göras på kompositmaterialet med lin och PP. Då gjordes ett antal prover på ett träfibermaterial för en dörrpanel. Panelen var tillverkad i naturfiberakrylat kombinerat med 10% PET. En fördjupning av resultaten från dessa prover görs inte i detta arbete då materialegenskaperna skiljer sig från lin.⁽¹⁰⁾ Materialtester som utfördes då var:

- Fogging VCS 1027,2719
- Lukttest VCS 1027,2729
- Brandhårdighet VCS 5031,19
- Korttids värmebeständighetstest TR31834136
- Fukttest TR31834136

3 METOD

Beskriver i detalj arbetsgång, tillvägagångssätt för hur prover utförs och hur resultatet tas fram samt insamling av information.

3.1 Arbetsgång

Ett tidigare examensarbete som utfördes på Swerea studerades för att sammanställa information om naturfiber i allmänhet samt materialfakta om lin och PP. I examensarbetet analyserades vilket material som var mest fördelaktigt med olika sammansättningar av naturfiber och polymerer genom tester för hållfastheten av materialet. Informationen från examensarbetet användes som en förundersökning över hur de olika materialen fungerar samt vad som är viktigt under provning.

Information om PP och lin analyserades för att få fram mer fakta om kompositmaterial som proverna skall utföras på. Materialdata för både PP och lin togs fram genom Chalmers materialdatabasprogram CES EduPack 2014.

Ytterligare materialfakta från Powerpoints av IAC Ebersbergs studerades då ett kompositmaterial tagits fram för en nålfiltsmatta till nedre sidopanel i bagaget för Audi Q7. Kärnskiktet i nålfiltsmattan är av ett kompositmaterial av lin och PP men täcks av andra material som inte är intressanta för denna studie. Audins nedre sidopanel är intressant att studera för att den har satts i produktion. Information om skillnader och likheter mellan olika naturfibermaterial samlades in för att ge en förståelse för materialet som skall användas under provning. Sammansättningen bestämdes till 50% lin och 50% PP i samråd med IAC Låssby och IAC Ebersberg.

En beställning till IAC Ebersberg Tyskland skickades på prover i A4 storlek med sammansättningen som diskuterats. Under tiden proverna skickas till Sverige planerades en provplan för att kunna jämföra kompositmaterialet från Tyskland och ett befintligt material av ABS-plast från produktionen i Låssby, se Bilaga 1 provplan.

När proverna anlände till IAC Låssby påbörjades testerna. På kompositmaterialet utfördes ett antal prover för att ta fram dess materialegenskaper. En del av proverna utfördes även på en befintlig dörrpanel från Volvo XC90 i ABS för att kunna jämföra kompositmaterialet med något som idag produceras. Resultaten sammanställdes och observationer från testerna diskuterades.

3.2 Materialprovning

Samtliga tester utfördes på IAC Låssby i deras laboratorium för forskning och tester. Testerna utfördes på A4 provbitar från Ebersberg med sammansättningen 50% lin och 50% PP men också på ett befintligt material från dörrpaneler vilket kan ses i Figur 3.1.



Figur 3.1 Kompositmaterial med 50% lin och 50% PP och befintlig dörrpanel från XC90 av ABS från produktion.

Provningarna som utfördes på materialen var:

- Värmebeständighet korttidsprov 18h och långtidsprov 404h, STD 1026,1122
- Fuktprov
- Fogging, VCS 1027,2719
- Lukt hos inredningsmaterial i fordon, VCS 1027,2729
- Dragprov
- Brandhärdighet hos inredningsmaterial, VCS 5031,19

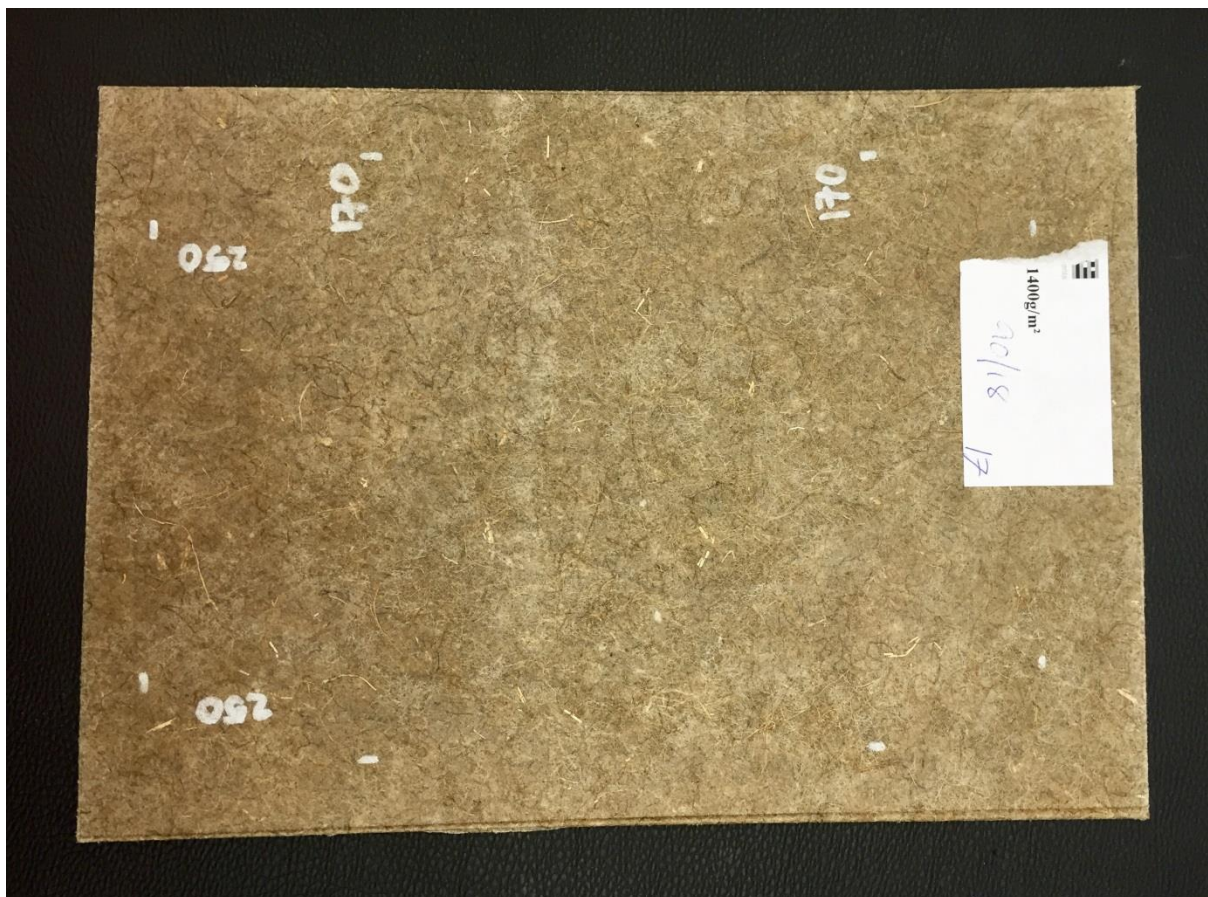
Det befintliga materialet som användes var en ABS dörrpanel från produktionen i Låssby. Alla provningar, förutom dragprov och fuktprov, utfördes enligt Volvos standardtester.⁽¹¹⁾

Kompositmaterialet och ABS dörren jämfördes i alla testmetoder förutom för åldring som endast utfördes på kompositmaterialet. I åldringsproverna ingick fukt- och värmebeständighetsproven. Standardtesterna som utfördes valdes för att erhålla information om kompositmaterialets egenskaper. Kompositmaterialets egenskaper som uppkommer av värme och fukt i olika tester är intressant då det innehåller en naturfiber som absorberar fukt på annat sätt än plast. Drag- och brandprov är intressant för att se materialets hållfasthetsegenskaper.

3.2.1 Värmebeständighet STD 1026,1122

Värmebeständighetstest utfördes för att se hur kompositmaterialet reagerar vid högre temperaturbelastning. För att utföra det här testet behövs ett värmeskåp och längdmättningsutrustning. Materialets ändring i mått och vikt är intressant för att se närmre på materialets konstruktionsförutsättningar. Provmaterialet mättes upp med fyra olika mått i två riktningar vilket visas i Figur 3.2 Två stycken mått från långsida till långsida där måttsättningen börjar en bit in på materialet samt en liknande måttsättning från kortsida till kortsida. Måttsättningen sattes ut för att enkelt kunna mäta om måtten efter värmning för att

se om det skett någon deformation. Måttsättningen utfördes likadant på fuktprovet som för värmebeständighetsprovet.



Figur 3.2 Måttsättning av kompositmaterial. Måttsättningen utförs likadant på värmebeständighetsprov som för fuktprov.

Provmaterialet placerades i värmeskåpet. För korttidsprov togs materialet ut efter 18h för att svalna. I långtidsprovet skall materialet ligga i värmeskåpet i 500h, men på grund av tidsbrist utfördes långtidsprovet på 404h istället för 500h. Testet utfördes endast på kompositmaterialet då målet var att se om det uppstod deformation eller krympning i varma klimat med mycket låg fuktighet. Två olika tester utfördes, ett korttidsprov på 18h, 90°C och ett långtidsprov på 404h, 85°C.⁽¹²⁾

3.2.2 Fuktprov enligt teknisk bestämmelse, TB

Ett fuktprov utfördes endast på kompositmaterialet för att se hur materialet absorberar fukt. Syftet med testet var att se deformation i materialet och om det skett någon viktninskning eller ökning från avdunstning/absorption. Materialproverna mättes upp i bredd och längd på samma sätt som för värmebeständighetsprov och sattes sedan in i värmeskåpen och provtiden startades. Två olika provningar utfördes i 404h. Proverna skall enligt Volvostandard befinna sig i värmeskåpen i 500h men på grund av tidsbrist kortades tiden ner till 404h.

Två tester utfördes och noterades som temperaturer/luftfuktighet. Ett prov sattes på 38°C med en luftfuktighet på 95% och ett annat på 70°C med 55% luftfuktighet. Efter provtidens slut togs proverna ut och fick svalna i 60min innan de analyserades. Proverna mättes på nytt för att se om någon deformation hade skett.⁽¹³⁾

3.2.3 Fogging VCS 1027,2719

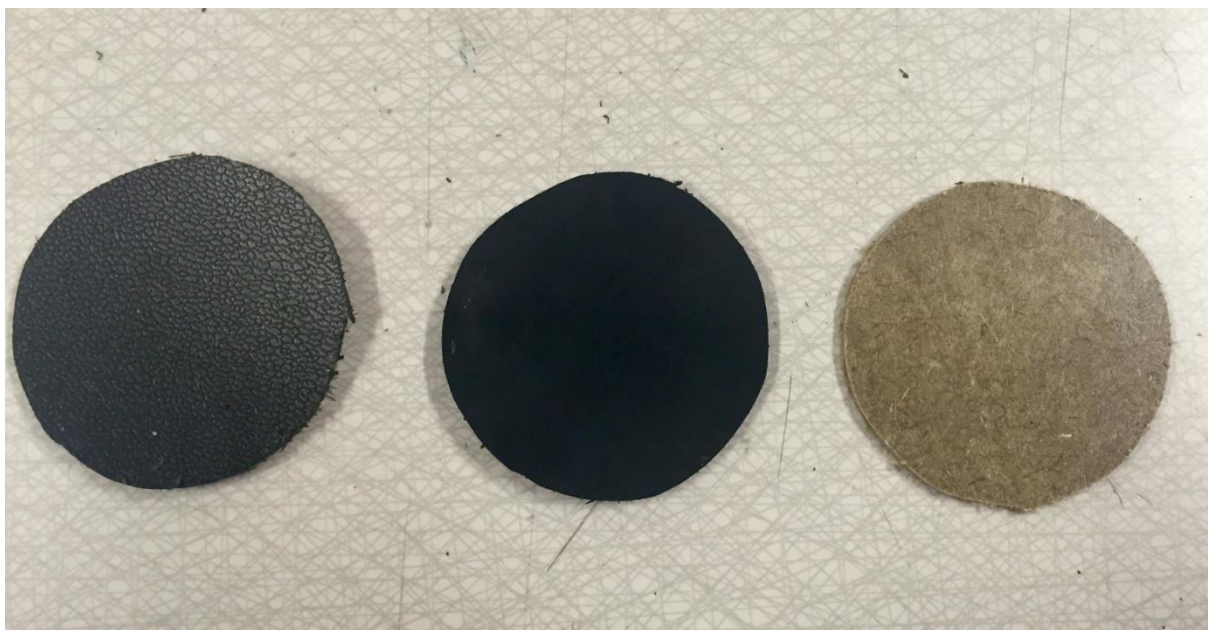
Ett foggingtest utförs för att se hur ett material bidrar till den kondensation som sker i en bil. Vissa partiklar från materialet kan vara ohälsosamt för människan och kondensen leder även till försämrad sikt. Därför väljs endast material med låg kondensationsmöjligheter för bilens interiör. Provmaterialet placerades i en bägare som i sin tur läggs i ett termostaterat bad som kan få en temperatur på upp till 130°C. Utrustningen som användes var enligt ISO standard. På bägaren vilade ihålliga kylplattor med två stycken kylvattensanslutningar. Medeltemperaturen hos kylvattnet var på 21°C och skillnaden mellan in- och utlopp översteg inte 1°C. Tätningssringar och glasplattor som motsvarar vindrutor användes för kondensering av fogging. Ytterligare behövs filterpapper, aluminiumfolie, glansmätare.

Innan provningen startades skars provbitar med en diameter på 78mm ut från kompositmaterialet och ABS dörren. För att se om det är någon skillnad beroende på vad ABS-skivan hade för yta klipptes provbitar ut både från den räfflade och den blanka vilket visas i Figur 3.3.



Figur 3.3 ABS dörrpanel från produktion med utritade provbitar på räfflat och blankt underlag

Provbitarna som användes under foggingtestet var ABS räfflad, ABS blank och kompositmaterialet. Hur provbitarna såg ut visas i Figur 3.4. Analyser på två olika foggingmetoder utfördes och i varje provmetod fanns det två provbitar av varje material för att få ett medelvärde av varje materialet som resultat.



Figur 3.4 Tre olika material som användes i foggingproverna

Två olika metoder användes för att få fram foggingvärde. Metod F är en reflektrometrisk metod där utvärdering av fogging sker med hjälp av en glansmätare^F. Metod G är en gravimetrisk metod som utvärderar fogging med hjälp av våg. Vid genomförande av metod F torkades provmaterialet i 24h innan provningen.

Provmaterialet placerades i bägaren med den sidan upp som är synlig i bilen. På bägaren placerades en tättningsring och glasplatta. Bägarna ställdes i badet med temperaturen 110°C vilket motsvarar en temperatur som används vid den hårdaste provningen för instrumentpanel. Ovanpå glasplattan placerades ett filterpapper och därefter kylplattan. Det termostaterade badet kan ses i Figur 3.5. Provtiden varade i 6h innan resultatet kunde mätas.



^F En glansmätare är ett instrument som mäter glasplattornas förmåga att reflektera ljuset innan och efter provning i fogging metod F.

Figur 3.5 Termostatreglerat bad där materialprovsbägarna är nedsänkta.

Glasplattorna placerades efter 6h i ett ställ där de stod i 15min innan glansen kunde mätas. Glansningen på glasplattorna mättes och jämfördes med den glansning plattorna hade innan provning. Även en extra glasplatta som inte användes under provning mättes upp med glansmätare innan och efter, för att vara säker på att glansmätaren var rätt inställd.

För att få en bättre noggrannhet tas ett medelvärde fram för kompositmaterialet, det vill säga ett procentvärde av hur mycket glans glasplattorna reflekterar innan och efter provning, vilket ger ett F_{j1} och ett F_{j2} värde, se ekvation 3.1. F_{j1} och F_{j2} är procentvärden efter att glansen uppmättes. F är medelvärdet av den skillnaden i procent som glansmätaren uppmäter.

$$F = \frac{F_{j1} + F_{j2}}{2} \quad (3.1)$$

För att provmaterialet skall vara godkänt skall förändringen inte överstiga 5%. För metod G så behövde alla provbitar först torka i en exsickator^G, vilket visas i Figur 3.6.



Figur 3.6 Torkning av provbitarna i exsickatorn sker i 24h

När materialet hade torkat i exsickatorn i 24h lades de i bägare som sedan ställdes i ett termostatreglerat bad på 110°C. Eftersom 110°C är standarden för vad en instrumentpanel skall klara gjordes ett ytterligare test där badet istället hade temperaturen 85°C. En mer passande temperatur för provkropparna då det är denna temperatur som är krav för dörrpaneler.

^G Exsickator är en glaskupol som med hjälp av olika material i botten tar bort all fukt och behåller rummets temperatur.

Metod G utfördes på samma sätt som metod F, fast skiljer sig åt då aluminiumfolie placerades mellan tätningsringen och glasrutan. Folien vägdes upp på en extra känslig våg vilket kan ses i Figur 3.7.



Figur 3.7 En noggrann våg som mäter fukten som finns kvar på folien.

Foggingvärdet G_j räknades ut för varje platta med hjälp av ekvation 3.2. Där G_1 är massan efter provning, G_0 är massan före provning och G_j differensen i vikt.

$$G_j = G_1 - G_0 \quad (3.2)$$

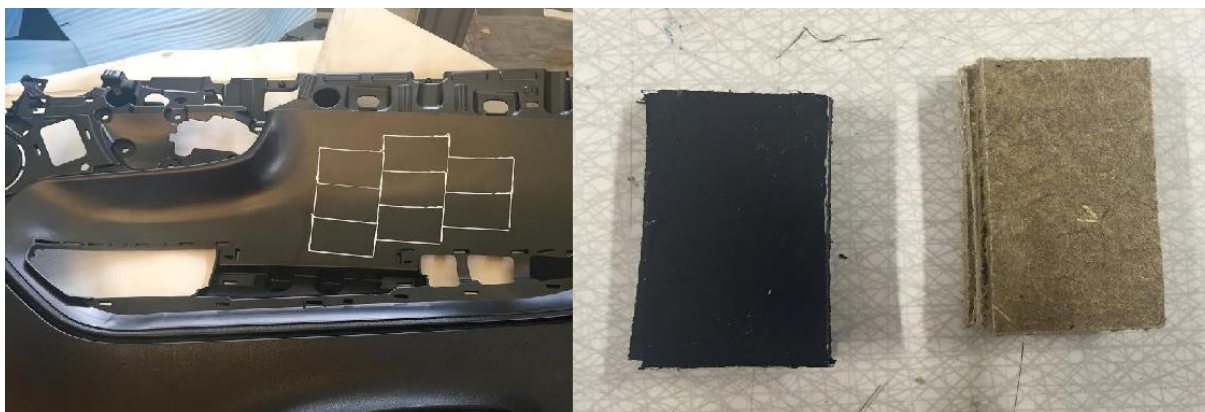
Foggingvärdet G är medelvärde av G_j , vilket räknas ut med hjälp av ekvation 3.3.⁽¹⁴⁾ För att se uträknade medelvärden av partiklarna se kapitel Resultat.

$$G = \frac{G_{j1} + G_{j2}}{2} \quad (3.3)$$

3.2.4 Lukt hos inredningsmaterial i fordon VCS 1027,2729

Syftet var att bedöma lukt vid fuktpåverkan och temperaturändring. Med lukt menas att efter en fastställd temperatur- och fuktcykel har provmaterialet avgett avdunstande beståndsdelar som medför en kännbar lukt. Vid utförande av detta testet behövdes en värmekammare med luftcirkulation enligt standard STD 1027,2231 (värmeåldring). Som provkärl användes en 1L glasbehållare. Provkärlen rengjordes innan för att de skulle vara rena och luktnutra. Enligt tabell från Volvostandard variant B, skall testmaterialen ha en volym på 20cm^3 .

Under provningen testades varje provmaterial under två tillstånd, i ett provkärl med avjoniserat vatten och i ett utan vatten. Fem glasburkar användes under provningen eftersom kompositmaterialet skall jämföras med ABS-proverna. Utskurna provbitar visas i Figur 3.8.



Figur 3.8 ABS provbitar togs från dörrpanel och staplades sedan fyra stycken på varandra för att uppnå rätt volym. Kompositmaterialet (till höger i figuren) behövde staplas sex stycken för att uppnå rätt volym.

Materialproven placerades så att det undvek direkt kontakt med det avjoniserade vattnet i provkärlen. Utöver dessa provkärl fylldes ett provkärl med 50ml avjoniserat vatten, vilket kallas för ett nollprov, se Figur 3.9.



Figur 3.9 Provkärl med provbitar för de olika materialen samt nollprov längst till vänster.

Provkärlen som har blivit tätt förslutna placerades därefter i värmekammaren i 24h som skall hålla en temperatur kring 40°C. Omedelbart då provkärlen togs ut ur värmekammaren skedde bedömningen. För att provningen skall vara godkänd så måste betyg 1 uppfyllas för provkärl som innehåller bara vatten, det vill säga nollprovet. Detta är för att säkerhetsställa att det avjoniserade vattnet har en tillräckligt god kvalitet. Om betyget hos varje bedömare skiljer sig mer än två betygssteg hos ett material skall ett nytt test utföras. Krav för att få bedöma lukten på provmaterialet är: ⁽¹⁵⁾

- Får inte vara rökare
- ”Normalt” luktsinne krävs (fastställs genom inskolning till luktplanen)
- Ej nedsatt luktförmåga vid provningstillfället

Sex individer användes för luktprovet varav fyra från IAC. Varje individ skrev enskilt vilket luktbetyg de olika proverna fick. För att inte påverkas av varandras betygsättning hölls resultatet hemligt tills alla prover hade luktas på.

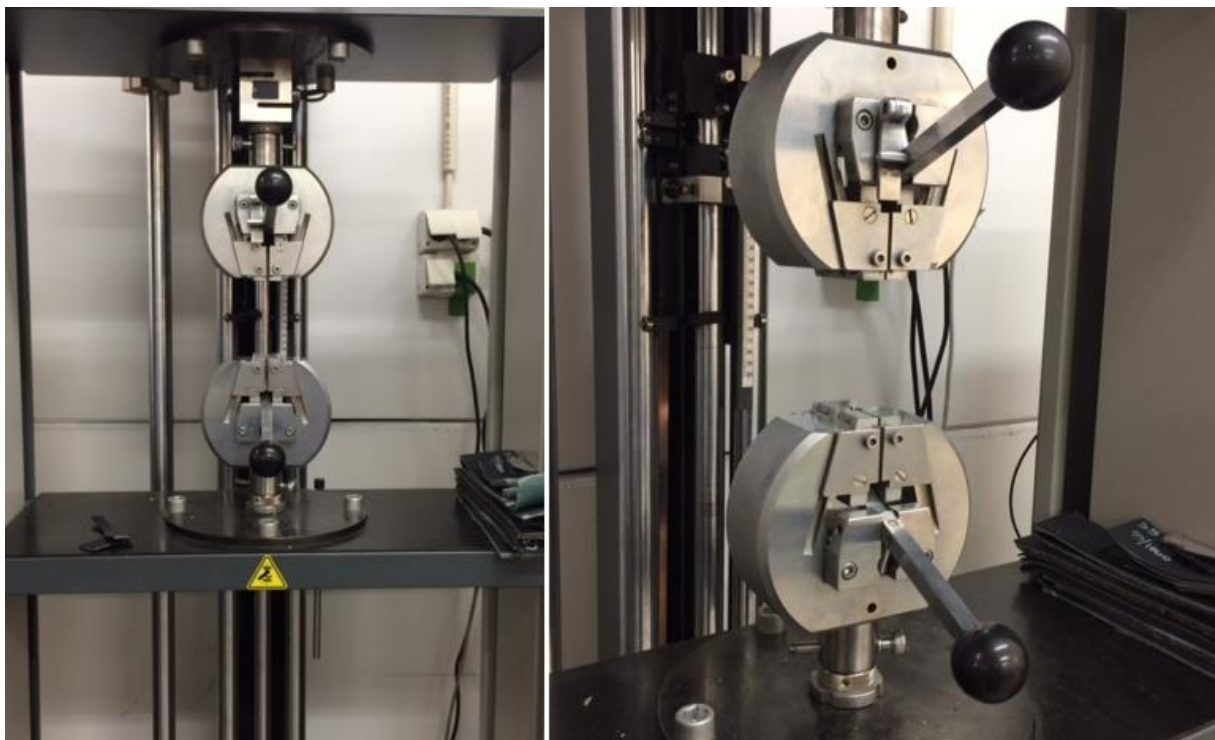
3.2.5 Dragprov

Ett dragprov utfördes för att få fram hållfasthetsegenskaperna och för att bestämma hur mycket som skiljer materialen åt i styrka. Provstavar som var 150mm i längd stansades ut, vilket kan ses i Figur 3.10, för att kunna användas i dragprovsmaskinen.



Figur 3.10 Utstansade dragprovstavar för kompositmaterial och ABS.

Dragprovsmaskinen som användes drar provet vertikalt vilket visas i Figur 3.11.



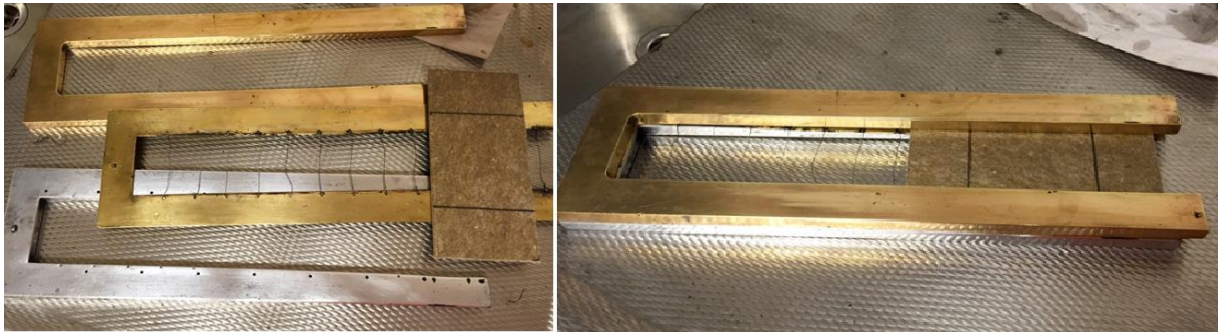
Figur 3.11 Dragprovsmaskin som analyserar materialets hållfasthetsegenskaper

Provbitarna sattes fast i dragprovsmaskinen och programmet startades. Med hjälp av dataprogrammet Testxpert2 som var kopplat till dragprovsmaskinen ritades dragprovskurvor ut och olika värden för resultat av varje provbit hämtades.

3.2.6 Brandhärdighet hos inredningsmaterial VCS 5031,19

Syftet med det här testet är att vid fordonsbrand minska dödsfall och skador. Materialet uppfyllde de krav som krävdes ifrån Volvostandard för att få genomgå testet.

Provningen utfördes i ett metallskåp för att skydda provkroppen från luftdrag. Metallskåpet var sedan placerat i ett dragskåp för att skydda mot gaser som provmaterialet avger vid antändning. Skåpet hade ett observationsfönster av glas för att kunna observera under provning. För att hålla materialet på plats användes tre U-formade ramar där två av dem är likadana. Den tredje ramen var tunnare än de andra två och hade metalltrådar på insidan mellan långsidorna. Detta var för att undvika spill och påskyndad process. Provmaterialet placerades mellan de U-formade metallramarna vilket visas i Figur 3.12.



Figur 3.12 U-ramar som behövdes för att hålla materialet på plats och som visar hur materialet läggs mellan U-ramarna.

En bunsenbrännare användes och placerades i ett vertikalt läge. Provbiten placerades i metallskåpet och tändes på under 15 sekunder vilket visas i Figur 3.13. Efter det fördes provbiten längre in i metallskåpet. Med hjälp av laser och spegel iakttogs två ritade streck som tidigare blivit ritade på materialet. Dessa två linjer har ett avstånd på 79mm till varandra. När glöd eller eld träffade det första strecket startades tiden och stoppades då glöd eller eld överskred det andra strecket.

Resultatet från brandprov i form av brinnhastighet fås som en kvot mellan provsträckan och provtiden vilket ekvation 3.4 visar. Var brinnhastigheten under 100mm/min hade provmaterialet klarat testet men önskvärt var att få en så låg brinnhastighet som möjligt.

$$R = \frac{l [mm]}{t [min]} \quad (3.4)$$

Utvärdering över hur materialet betedde sig under testet var mycket intressant. Det var mycket viktigt att ventilationen var på under brandprovet då plasten avgav många farliga gaser.



Figur 3.13 Antändning av provmaterial

Sex olika brandklassningar användes för att utvärdera materialen och dessa är⁽¹⁶⁾:

- DNI - Provet antänds inte.
- SE – Självsläckande. Lågan släcknar innan det första strecket.
- SE/NBR - Självsläckande/ingen brinnhastighet. Provmaterialet slutar brinna innan 60 sekunder har gått eller släcknar innan lågan hunnit komma mer än 51mm ifrån det första strecket.
- SE/B - Självsläckande med brinnhastighet. Materialet brinner i mer än 60 sekunder eller en sträcka längre än 51mm från det första strecket, men att provmaterialet hinner släckna innan det sista strecket.
- B - Brinnhastighet i mm/min. Materialet brinner hela vägen mellan de två strecken och överstiger inte brinnhastigheten på 100mm/min.
- RB - Hög brinnhastighet. Brinnhastigheten är såpass hög så att en tid inte kan mätas upp eller att brinnhastigheten överstiger 100mm/min.

Provmaterialet godkänns då resultatet inte överstiger brandklassificeringen B, d.v.s. en brinnhastighet över 100mm/min enligt standard men Volvo har sänkt den gränsen till 80mm/min för att ha en säkerhetsmarginal på 20mm/min. Så för att bli godkänt skall materialet klara kravet på 80mm/min.

4 RESULTAT

Kapitlet visar alla resultat från provning som utförts på kompositmaterialet och ABS. En del av resultaten tas fram genom ekvationer och beräkningar, se kapitel Metod för dessa ekvationer. Se Bilaga 1 för översiktligt resultat i provplanen.

4.1 Värmebeständighet STD 1026,1122

Resultatet för värmebeständighetsprovet visar hur kompositmaterialet reagerar på olika värmepåfrestningar. Två prover utfördes med olika värme och tidsförhållanden, resultatet ses nedan. Både i kort- och långtidsprovet bestämdes provmaterialets deformation efter en fyrgradig betygsskala:

- Betyg 1. Är ej synlig deformation (formstabil)
- Betyg 2. Är svag deformation (första synbara tendens till deformation)
- Betyg 3. Tydlig deformation
- Betyg 4. Kraftig deformation (detaljen har förvridit sig eller fallit ur sina infästningar)

4.1.1 Resultat av korttidsprov, 18h

Kompositmaterialprov nr17 utsattes för en temperatur på 90°C i 18h. Innan provning vägdes och mättes provmaterialet upp, för mer detaljer se kapitlet Metod 3.2.1. I Tabell 4.1 visas resultatet av förändringar i mått och vikt efter värmepåfrestningen. Tjockleken både före och efter provning är cirka 1,5mm. Resultatet blev att materialet ökar i längd med 1,1% och vikten reducerades med 1,6%. Materialprovet har ingen synlig deformation såsom böjning, bucklig yta eller ojämna kanter. Då ingen synlig deformation visades i materialprovet uppnådde provet klassificeringen 1, Ej synlig deformation (formstabil). Att materialet ökar i längd beror på att kompositmaterialet rättas ut när materialet torkar.

Tabell 4.1 Värmebeständighet, 18h. Resultat av förändring i längd och vikt

	Uppmättningsmått av värmeprov				Vikt i gram
Innan provning	170	170	250	250	89,1
Efter provning	172	172	253	252	87,7
Skillnad	1,1% ökning				1,6% minskning

4.1.2 Resultat av långtidsprov, 404h

Kompositmaterial nr 20 användes för långtidsprovningen 404h med en temperatur på 85°C, resultatet visas i Tabell 4.2. Till skillnad från korttidprovet så har inte materialet ökat i omfång. Vikten på provmaterialet har reducerats med 2%. Materialet påvisar heller ingen deformerad yta dock kan en färgskiftning ses. Materialetprovet uppnådde med detta resultat klassificeringen 1 och blir godkänt.

Tabell 4.2 Värmebeständighet, 404h. Resultat av förändring i längd och vikt

	Uppmättningsmått av värmeprov				Vikt i gram
Innan provning	190	190	250	270	88,8
Efter provning	190	190	250	270	87,7
Skillnad	-				2% minskning

4.2 Fuktprov enligt teknisk bestämmelse, TB

Resultat från provning av fukt visar hur materialet påverkas i en fuktig miljö med olika temperatur. Två tester utfördes på kompositmaterialet nr 18 och 19.

4.2.1 Resultat av fuktprov 38/95

Provbit nr 18 placerades i en ugn på 38°C med luftfuktighet på 95%. I Tabell 4.3 visas resultat för deformation och viktninskning. Resultaten visar att provmaterialet inte ökar i längd eller bredd men i vikt. Viktökningen blev 7,3% och beror på att materialets luftfuktighet var hög. Materialet har även blivit mjukare än vad det var innan och en tydlig förändring av färg kan ses.

Tabell 4.3 Fuktprov 38/95. Resultat av förändring i längd och vikt

	Uppmättningsmått av fuktprov				Vikt i gram
Innan provning	170	170	240	260	83,4
Efter provning	170	170	240	260	89,5
Skillnad			-		7,3% ökning

4.2.2 Resultat av fuktprov 70/55

Provbit nr 19 av kompositmaterial sattes i en ugn med temperaturen 70°C med luftfuktigheten 55%. Viktökningen i det här provmaterialet uppmättes till 0,3% vilket jämfört med fuktprovet 38/95 kan anses som lågt. Fuktprov 38/95 har en mycket högre luftfuktighet vilket är den bidragande faktorn till dess stor ökning i vikt. Även här är måtten i längd och bredd oförändrade vilket visas i Tabell 4.4

Tabell 4.4 Fuktprov 70/55. Resultat av förändring i längd och vikt

	Uppmättningsmått av fuktprov				Vikt i gram
Innan provning	170	180	260	260	89,4
Efter provning	170	180	260	260	89,7
Skillnad			-		0,3% ökning

Figur 4.1 visar den färgskiftning som har skett för prov 18 och 19 under provtiden där prov 18 har blivit betydligt ljusare.



Figur 4.1 Färgskiftningarna som har uppstått hos kompositmaterialet under provtiden. Till vänster ses prov nr 19 och till höger prov nr 18

4.3 Fogging VCS 1027,2719

Ett dimtest utfördes för att ta reda på hur mycket fukt ett material avger vid höga temperaturer. Foggingprovet utfördes med två olika metoder, den ena med en reflektrometrisk metod och den andra med en gravimetrisk metod. Först kördes de två provmetoder med det termostatreglerade badet vid 110°C vilket ger den högsta påfrestningen på materialet enligt standardtest för instrumentpaneler. Därefter utfördes en gravimetrisk metod med temperaturen inställd på 85°C, vilket är standardtemperatur för dörrpaneler.

4.3.1 Resultat av reflektrometrisk metod, metod F

Första proverna kördes enligt metod F i ett termostatreglerat bad på 110°C. Två körningar per material utfördes och glansen från glasskivan mättes upp. För att uppnå godkänt får skillnaden i glans högst vara 5%.

Ekvation 3.1 ger ett medelvärde av skillnaden för de två proverna före och efter upphettning. Från resultatet av provning vid 110°C, se Tabell 4.5, visas att skillnaden i glans är alltför stor, detta beror dock på att temperaturen är orealistiskt hög för dessa material som skall användas till dörrpanel. Det termostatreglerade badet med inställning på 110°C är mer ämnat för provning av instrumentpaneler. Provningsen anses som misslyckad eftersom inget av materialen blir godkända. Denna testmetod används dock inte längre i Volvos standard för att metoden är instabil då mätningen med glansmätaren kan variera. Metod F kommer därför inte att testas med ett nytt temperaturprov på 85°C utan detta testas endast med metod G, då det är den som är aktuell idag för Volvos standard.

Tabell 4.5. Resultatet av glans före och efter, samt skillnader och medelvärde , för upphettning enligt metod F med termostatreglerat bad på 110°C.

	Linprov 1	Linprov 2	ABS räfflad 1	ABS räfflad 2	ABS blank 1	ABS blank 2
Glans före	100	99,9	100,3	99,9	99,8	100,2
Glans efter	57,3	46,2	79,2	82,1	83,1	73,8
Skillnad i %	42,7	53,8	21	17,8	16,7	26,3
Medelvärde i %		48,3		19,4		21,5

4.3.2 Resultat av gravimetrisk metod, metod G

Två omgångar med gravimetrisk metod utfördes för bestämning av fogging med två olika temperaturer. I Tabell 4.6 visas resultat från provningen utfört med ett termostatreglerat bad på 110°C. Enligt Volvos standard får viktskillnaden inte överstiga 1mg. Aluminiumfolien skall först vägas efter den har klippts ut med måttet 78mm i diameter. Efter det placerades folien i exsickatorn i 24h innan den med blanksidan lades nedåt på tätningssringen. Efter 16h togs aluminiumfolien försiktigt bort och flyttades till exsickatorn där den torkades med blanksidan uppåt i 3h och 45min. Därefter vägs materialet på en våg för att få fram ett medelvärde på de uppfångade partiklarna.

Tabell 4.6 Resultat för vikt av folie före och efter, samt skillnader och medelvärde, förmetod G med termostatreglerat bad på 110 °C.

Inställning 110C°	Linprov 1	Linprov 2	ABS- räfflad 1	ABS- räfflad 2	ABS- blank 1	ABS- blank 2
Vikt före i g	0,64673	0,64820	0,64784	0,64616	0,64698	0,64846
Vikt efter i g	0,64803	0,64940	0,64786	0,64640	0,64720	0,64864
Skillnad i mg	1,3	1,2	0,020	0,24	0,22	0,18
Medelvärde i mg	1,25		0,13		0,20	

Resultatet visar att kompositmaterialet överstiger gränsen med 0,25mg vilket kan överses med på grund av den höga temperaturen på badet.

Resultaten för testet utfört vid 85°C, utfört på samma sätt för att ge materialet de rätta förutsättningarna, redovisas i Tabell 4.7.

Tabell 4.7 Resultatet av vikt av folie före och efter upphettning, samt skillnader och medelvärden, med termostatreglerat bad på 85°C enligt metod G.

Inställning 85C°	Linprov 1	Linprov 2	ABS- räfflad 1	ABS- räfflad 2	ABS- blank 1	ABS- blank 2
Vikt före i g	0,64520	0,64800	0,64613	0,64725	0,64699	0,64802
Vikt efter i g	0,64525	0,64803	0,64603	0,64713	0,64683	0,64790
Skillnad i mg	0,05	0,03	-0,1	-0,12	-0,16	-0,12
Medelvärde i mg	0,04		-0,11		-0,14	

Resultatet visar att alla proverna klarar gränsen på 1mg. Att svaret blir negativt beror på att vågens känslighet är hög. Eftersom provsvarens differens är så pass liten godkänns provningen och alla provmaterial.

4.4 Luktprov hos inredningsmaterial i fordon VCS 1027,2729

Luktprovet är ett bedömningsprov som utfördes på både ABS och kompositmaterialet för att jämföra luktstyrkan mellan materialen. Provbiter i storlek 6,2x3,5mm staplas på varandra för att uppnå volymen på ca 20cm³. På grund av skillnad i tjocklek staplades fyra stycken för ABS och för kompositmaterialet staplades sex stycken provbitar. Utvärderingen av lukt av materialproven gjordes enligt en 1 till 6 gradig betygsskala:⁽¹⁵⁾

- Betyg 1. Icke närvarande
- Betyg 2. Närvarande men inte störande
- Betyg 3. Tydligt närvarande, men ännu inte störande
- Betyg 4. Störande
- Betyg 5. Kraftigt störande
- Betyg 6. Outhärdlig

Efter att alla betygen var satta räknades ett medelvärde ut för att kunna sammanställa ett resultat. Resultatet sammanställdes till ett snittbetyg som visas i Tabell 4.8.

Tabell 4.8 Bedömning av luktprov utfört av sex individer samt ett snittbetyg för materialen.

	Abs 1	Abs 2	Lin-PP 1	Lin-PP 2
Desvatten i provkärl	X		X	
Luktbetyg IAC 1	2	2	4	3
Luktbetyg IAC 2	2	2	4	3
Luktbetyg IAC 3	2	2	4	2
Luktbetyg IAC 4	3	2	4	3
Luktbetyg examensarbetare 1	3	3	3	4
Luktbetyg examensarbetare 2	4	4	3	3
Snittbetyg	2,67	2,33	3,67	3,00

Från resultaten fås att kompositmaterialet som har stått med vatten luktar mest störande och får snittbetyget 3,67 medans det utan vatten får 3,00. Komposit materialet betyg hamnar då på 3 till 4, det vill säga tydligt närvarande till störande. ABS klarar sig bättre och dess snittbetyg ligger på 2,67 för vatten respektive 2,33 utan vatten. Det ger ABS ett betyg mellan 2 och 3 vilket kan översättas som närvarande till tydlig närvarande.

Eftersom fyra av de sex individer känner doften av plastlukt dagligen kan detta påverka resultaten och därför har ytterligare en sammanställning gjorts med två som är vana med lukten av plast och två som är ovana, vilket visas i Tabell 4.9.

Tabell 4.9 Poängbedömning av luktprov och snittbetyg för materialen utfört av fyra individer.

	Abs 1	Abs 2	Lin-PP 1	Lin-PP 2
Desvatten i provkärl	X		X	
Luktbetyg IAC 1	2	2	4	3
Luktbetyg IAC 2	2	2	4	3
Luktbetyg examensarbetare 1	3	3	3	4
Luktbetyg examensarbetare 2	4	4	3	3
Snittbetyg	2,75	2,75	3,50	3,25

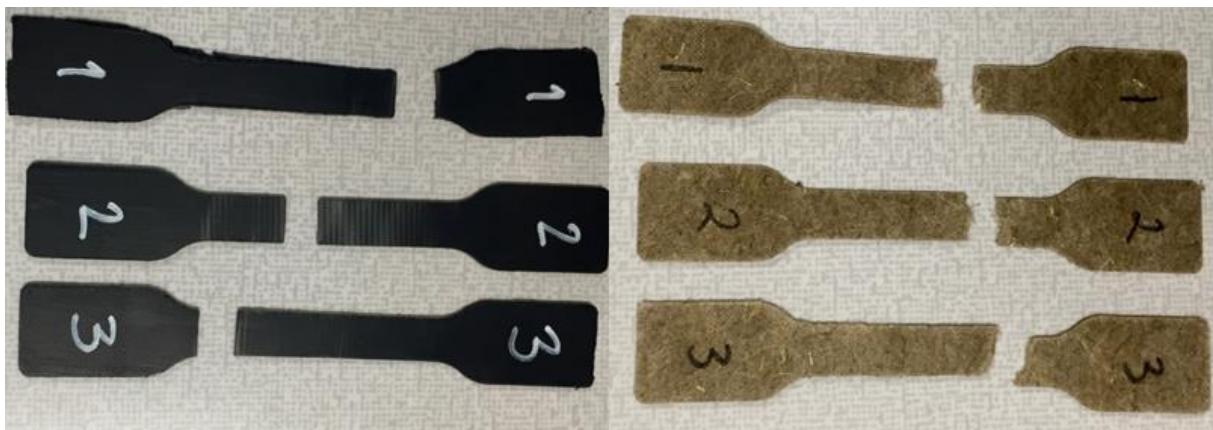
Resultaten som visas i Tabell 4.9 ger fortfarande ett högre värde för kompositmaterialet och ett lägre för plasten, men skillnaden är inte lika stor som när resultatet beräknades från alla sex bedömare. Betydelsen för vad man är van vid för lukt är därmed stor.

4.5 Dragprov

Ett dragprov är ett statistiskt prov som utförs för att avgöra hållfasthetsegenskaperna i materialet. Provet visar hur mycket dragspänning ett material klarar av. För att beräkna materialets spänning används ansättningskraften dividerat med materialets tvärsnittsarea. För ett homogent material används ekvation 4.1 för att ta fram spänning.

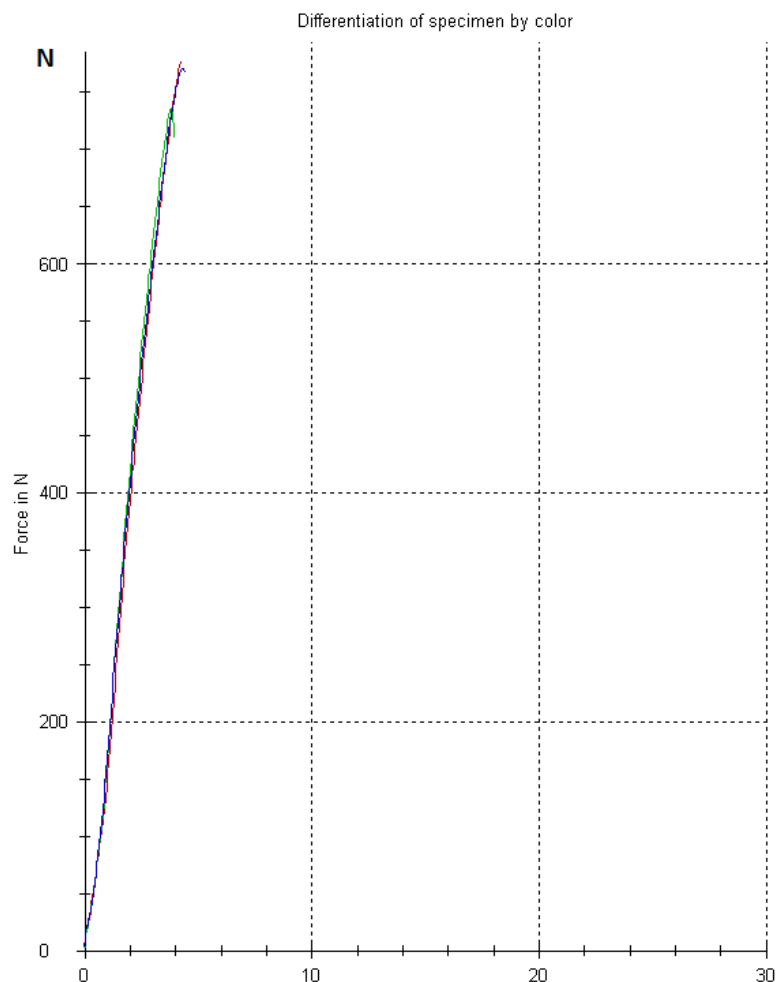
$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (4.1)$$

Vid dragprovet användes tre ABS och tre kompositmaterialprover. Kompositmaterialet var enkelt att stansa ut medan ABS-proverna var mer problematiska. Två av ABS provbitarna kunde stansas och medan den tredje behövde sågas ut på grund av att materialet är hårt och tjockt. I Figur 4.2 visas de stansade provbitarna och där kan även ses var på provbitarna som brottet uppkom. För ABS proverna visas att prov 2 fick en midjebildning och att den har en mer plastisktöjning än vad prov 1 och 3 har. Kompositmaterialet uppnådde ingen plastisk töjning och för alla tre proverna uppkom brott snabbt utan plastiskdeformation.



Figur 4.2 De stansade provbitarna efter dragning i dragprovsmaskin. Till vänster är dragprovet för ABS och till höger visas dragprovet för kompositmaterialet

Eftersom tvärsnittsarean för kompositmaterialet och ABS skiljer sig visas resultatet i två skilda diagram. I Figur 4.3 visas kompositmaterialets dragprovs-diagram för de tre försöken. Den vertikala axeln visar ansättningskraften och den horisontella axeln visar töjningen i materialet. Resultatet från dragprovet blev liknande för alla tre och ett medelvärde för spänning, töjning och kraft beräknades och visas i Tabell 4.10.



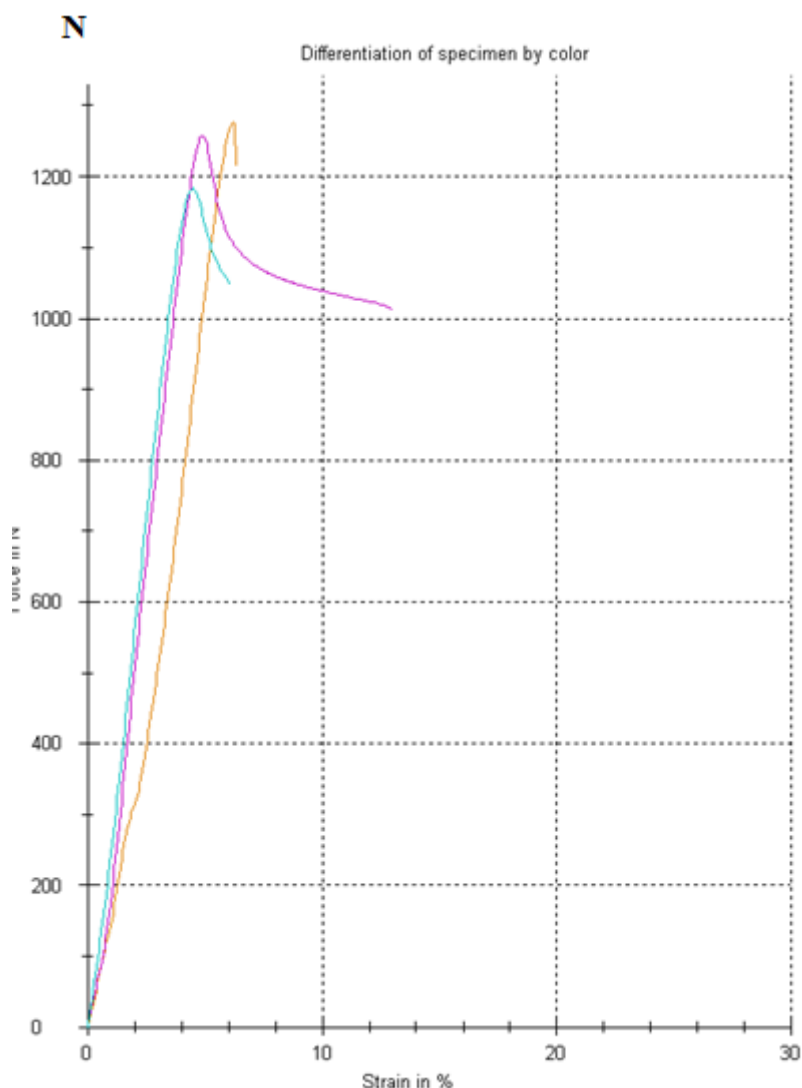
Töjning i %

Figur 4.3 Kraft-töjningsdiagram för kompositmaterialet

Tabell 4.10 Spänning, brotttöjning och kraft för kompositmaterialet

Legends	Nr	Specimen identifier	Draghållfasthet kPa	Brottöjning %	Notes...	F _{Break} N
■	3	1. linfiber	39800	4,3		777
■	4	2. linfiber	37800	3,9		710
■	5	3. linfiber	39500	4,3		767
Series n = 3	Draghållfasthet kPa		Brottöjning %	F _{Break} N		
Snitt	39100		4,2	751		

I Figur 4.4 visas ett dragprovs-diagram för ABS-materialet. Medelvärde för spänning, töjning och kraft tas fram för att kunna jämföras med kompositmaterialet. Den vertikala axeln visar ansättningskraften och den horisontella axeln visar töjningen i materialet. I tabell 4.11 visas resultatdata för ABS-materialet.



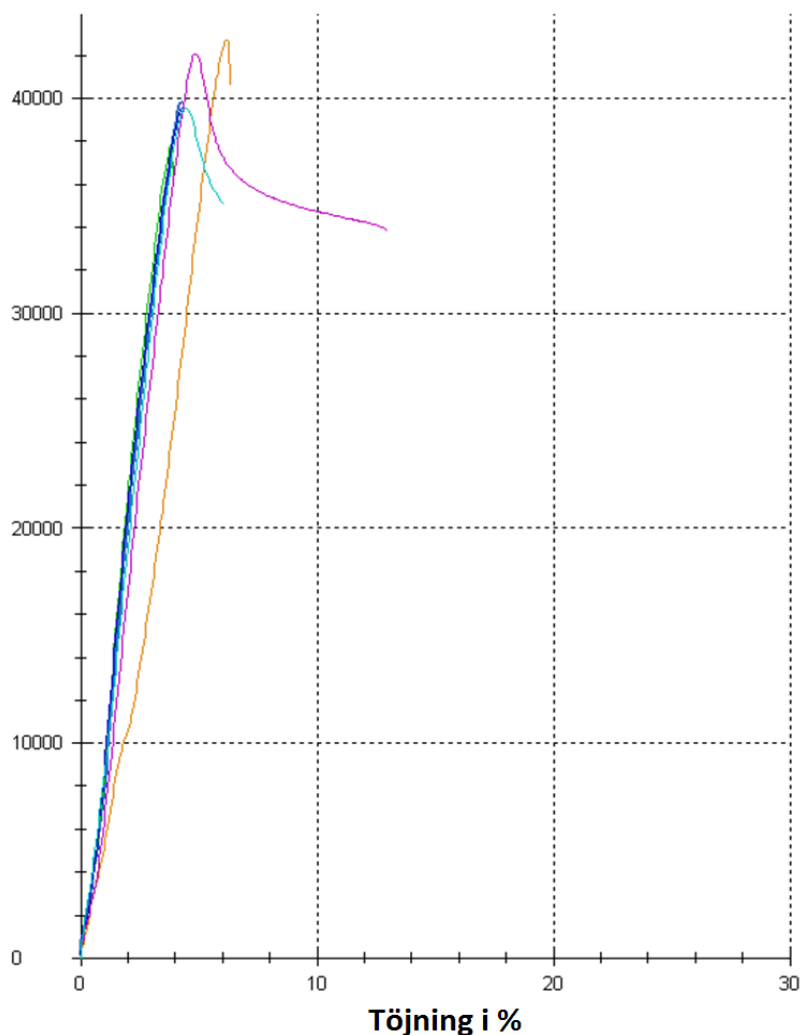
Figur 4.4 Kraft-töjningsdiagram för ABS materialet.

Tabell 4.11 Spänning, brotttöjning och last för ABS materialet

Legends	Nr	Specimen identifier	Draghållfasthet kPa	Brottöjning %	Notes...	F _{break} N
	3	1. linfiber	39800	4,3		777
	4	2. linfiber	37800	3,9		710
	5	3. linfiber	39500	4,3		767
	6	1. ABS ref	42700	6,2		1210
	7	2. ABS ref	42100	4,9		1010
	8	3. ABS ref	39600	4,5		1050
Series n = 3						
		Draghållfasthet kPa		Brottöjning %		F _{break} N
	Snitt	41400		5,2		1090

För att kunna jämföra materialens draghållfasthet tas ett spänning-töj diagram fram som tar hänsyn till skillnaderna för provernas tvärsnittsarea, se Figur 4.5. Dragprovet för ABS får lite högre spänning och en betydligt bättre plastisk töjning. I tabell 4.12 visas resultatdata för båda materialproverna.

Spänning i kPa



Figur 4.5 Spännings- töjningsdiagram för alla materialprover

Tabell 4.12 Spänning, töjning och ansättningskraft för de olika proverna från dragprovskurvan

Legends	Nr	Specimen identifier	Draghållfasthet kPa	Brottöjning %	Notes...	F _{Break} N
	3	1. linfiber	39800	4,3		777
	4	2. linfiber	37800	3,9		710
	5	3. linfiber	39500	4,3		767
	6	1. ABS ref	42700	6,2		1210
	7	2. ABS ref	42100	4,9		1010
	8	3. ABS ref	39600	4,5		1050

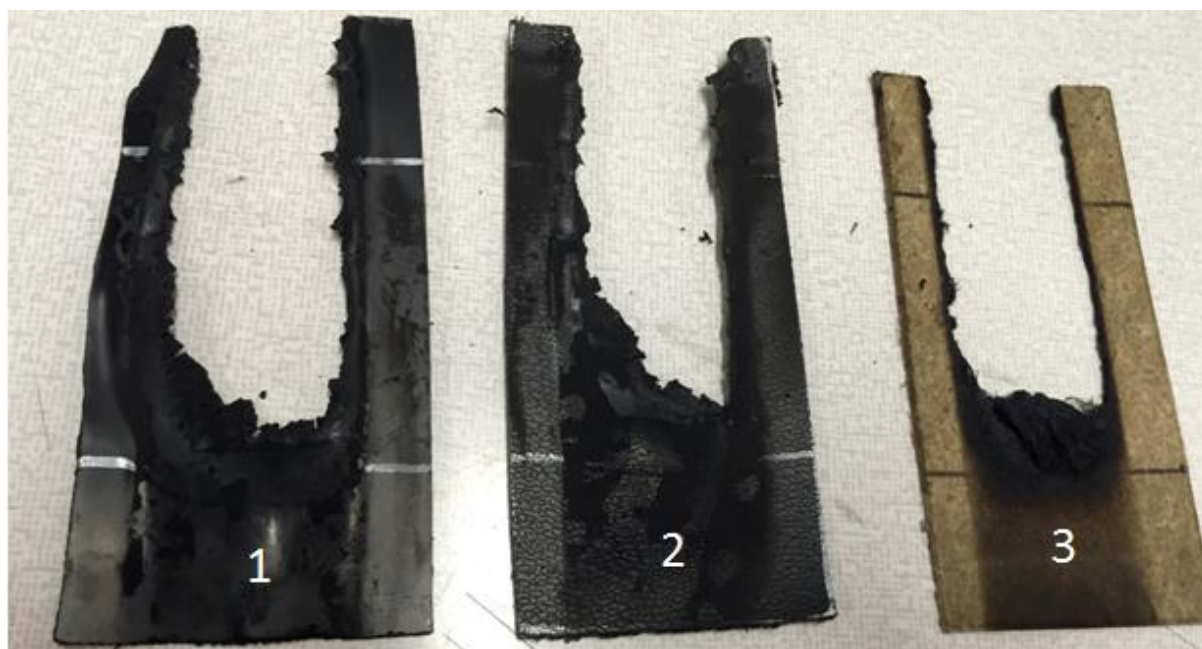
4.6 Brandhärdighet hos inredningsmaterial, VCS 5031,19

Brinnhastigheterna från ekvation 3.4 och resultatet redovisas i Tabell 4.12. Samtliga tre prover som testats uppfyller Volvos standardkrav, vilket var en brinntid under 80 mm/min. Från Volvos standard får alla prover brandklassificeringen B, vilket motsvarar godkänt, mer detaljerad information se metod 3.2.6. Brandprovet visar att kompositmaterialet har den lägsta brinntiden och dess låga var mer jämt fördelad jämfört med ABS materialet.

Tabell 4.12 Resultat från brandhärdighetsprov av ABS-plast och kompositmaterial med linfiber

Prov	Provsträcka i mm	Provtid i s	Tjocklek i mm	Resultat i mm/min
ABS-plast räfflad	79	187	2,3	25,3
ABS-plast blank	79	146	2,2	32,5
Linfiber prov 3	79	285	1,5	16,6

När provdelarna jämförs efter brand visas tydligt på materialproverna att ABS-provernas kanter har deformerats vilket tyder på en mer okontrollerad brandspridning och en sämre värmebeständighet, se Figur 4.6. Provbit nr 1 i Figur 4.4 är ABS med slät yta, detta prov har mest deformerade kanter. Provbit nr 2 med räfflad plastyta har även en hög deformation i kanterna. Provbit nr 3 är kompositmaterialet, som endast har ändrat deformation i området där branden har varit. Direkt efter brand är det en stor skillnad i röken från ABS-proverna och kompositmaterialet. Kompositen var nästan luktfri vid brand medans ABS gav ifrån sig en stark plastisk brandlukt.



Figur 4.6 Resultatet efter brand. 1. ABS blank 2. ABS räfflad och 3. Kompositmaterial

5 DISKUSSION

Här beskrivs och diskuteras provresultaten. Arbetet med hur utvecklingen av en framtida dörrpanel av naturfibermaterial kan fortsätta diskuteras.

5.1 Diskussion kring resultat av värme och fukt

Från utförd värmebeständighetprov blev resultatet att materialet inte har någon större påverkan av en hög temperatur. För prov nr 17 som var inne i värmeskåp med en temperatur på 90°C i 18h torkade materialet snabbt och ökade två till tre millimeter i längdriktningen. Vid första anblick syns det inte att materialet har ändrat längd eller bredd men vid mätning märks en liten förändring. Det är positivt att det inte sker någon materialkrympning men en ökning kan också skapa problem då formen bör vara den samma oavsett värme.

Det andra värmebeständighetsprovet, prov nr 20 har inte påverkats efter att ha varit i värmeskåp 404h med en temperatur på 85°C. Ingen deformation har skett i materialet, dock har materialet fått färgskiftningar på ytan då det inte är homogent sammansatt. Värmeproverna tyder på att materialet klarar en högre temperatur väl utan att tappa sin form.

Båda fuktproverna blir godkända då ingen deformation uppkommer men även här kan en färgskiftning ses liknande den som uppkom hos värmebeständighetsproverna. Provmaterialet som låg i 95% luftfuktighet har av de två förändrats mest. Materialet har mjuknat och blivit mycket ljusare i färgen tillskillnad från det andra materialet där endast färgskiftningar ses. Fuktprovet gav inte ifrån sig någon annorlunda lukt för kompositproverna. Ingen märkbar räfflad yta eller någon typ av deformation påvisas.

5.2 Jämförelse från resultat av lin och ABS

Resultatet av foggingprovet med gravimertrisk metod med ett termostatreglerat bad på 110°C visade att kompositmaterialet klarade testet överraskande bra. I ett alldeles för tufft förhållande var kompositmaterialet endast 0,25mg ifrån den godkända gränsen på 1mg.

Ett test med rätta förutsättningar är mer intressant, det vill säga med ett termostatreglerat bad på 85°C som är temperaturen för kravet på en dörrpanel. Denna provning visade istället att alla prover var godkända. Vikten på folien blev negativ för en del av proverna, vilket kan ses i Resultat 4.3.2, och detta kan bero på känsligheten hos vågen. Om en dörr har varit öppen då folien vägdes upp första gången kan foliens vikt blivit större än vad den egentligen är. Kompositmaterialet blir godkänd i foggingprovet då den klarar av de förutsättningar den ska, d.v.s. med ett termostatreglerat bad på 85°C.

Luktprovet visar att kompositmaterialet ger ifrån sig en klart annorlunda lukt som skulle kunna liknas med en ladugårds- eller havregrynsgrottlukt. I luktprovet var fyra av sex individer anställda på IAC som dagligen jobbar i en miljö med lukt från plast. För dessa individer känns plastlukten mer naturligt och fräsch jämfört med lukten av linfibern. Det kan handla om en vanesak och alla som utförde luktprovet är eniga om att styrkan på proverna befinner sig i samma nivå men att lukten skiljer sig i karaktär.

Dragprovet visade att ABS materialet var starkare och tål en högre spänning än kompositmaterialet. Från dragprovskurvan visas även att ABS har bättre töjningsegenskaper vilket är fördelaktigt ur konstruktionssynpunkt. Dock är materialegenskaperna och hållfasthetsstyrkan för naturfibret lin högre, vilket borde göra att kompositmaterialet tål en högre spänning. Trots detta är brottgränsen för kompositmaterialet lägre. Det beror troligtvis på att bindningen mellan PP och linfiber inte är tillräckligt stark.

Den lägsta elasticitetsmodulen för kompositmaterial med 50% lin och 50% PP är 1,74GPa, se ekvation 5.1. I ekvationen är E_m elasticitetsmodulen för lin och E_r för PP. E_L är kvoten av beräkningen och är den lägsta elasticitetsmodulen vid max belastning. Från utfört dragprov är den maximala elasticitetsmodulen för kompositmaterialet 0.39 GPa vilket är långt under den lägsta gränsen enligt beräkning från ekvation 5.1.

$$E_L = \frac{E_m \times E_r}{f \times E_m + (1-f) \times E_r} \quad (5.1)$$

För att kunna utnyttja materialegenskaperna måste bindningen mellan de båda materialen förstärkas. Högsta andelen för förstärkningsmaterialet lin är 50%.⁽¹⁷⁾

För att få starkare bindning mellan materialen krävs en lägre andel lin så PP kan smälta ihop materialet. För att förbättra bindningen kan även ett bindemedel med limmande egenskaper adderas. Förslagsvis kan 1 till 5 viktprocent bestå av materialet MAPP (Maleinsyranahydrid polypropen). Detta är ett ämne som kan användas som bindemedel mellan termoplasten och naturfibern i kompositen, vilket beror på dess dubbla polaritet. Det är dock viktigt att naturfibern är så torr som möjligt för att om vatten finns på fiberytan kommer bindemedlet istället bindas med vätebindningar till vattnet. Vätebindningar är svagare än kovalent bindning vilket skulle försämra egenskaperna.⁽⁴⁾

Brandhärldighetsprovet visar tydligt att kompositmaterialet har en lägre brinnhastighet än ABS, vilket är en god egenskap ur säkerhetssynpunkt. Lågan för kompositen var kontrollerad och brann över en större yta medan ABS provets låga var mycket okontrollerad och spred sig oregelbundet. En tydlig deformation syntes på ABS provet medan kompositmaterialet behöll sin form. Det tyder på att kompositen klarar av en högre värme utan märkvärd deformation. Resultaten från både brinntid och kantdeformation visar att kompositmaterialet är ett fördelaktigt materialval jämfört med ABS ur brandhärldighetssynpunkt.

6 SLUTSATS

Samtliga provningar visar mycket bra och intressanta resultat för kompositens egenskaper och den kommer nästan upp till samma nivå som ABS materialet, ibland till och med över som vid brandhårdighets provningen. Linets starka hållfasthetsegenskaper kommer tyvärr inte fram i sammansättningen med 50% lin och 50% PP då bindningen mellan materialen sviker. Detta kräver mer forskning och vidare utveckling för att få fram en komposit med betydligt bättre hållfasthetsegenskaper än ABS för att kunna konkurrera på marknaden.

6.1 Fortsatt arbete av naturfiberdörr

För att minska vikten på dörrpanelen måste en tjockleksreduktion utföras. Då dragprovet gav ett negativt resultat för kompositmaterialet kan tjockleken inte förminskas utan att hållfasthetsegenskaperna i materialet försämrats. För att kunna uppnå en viktreduktion utan att tappa hållfasthetsegenskaper måste bindningen mellan lin och PP förbättras. Om bindningen förstärks kommer linets materialegenskaper kunna utnyttjas bättre.

För ett fortsatt arbete bör olika sammansättningar studeras närmare för att hitta en optimal balans mellan materialegenskaperna. Resultaten som fås av en sådan studie måste då sträva efter att bli bättre än den befintliga dörrpanelen för att kunna konkurrera med en tunnare tjocklek, eftersom att nyproducera ofta är dyrare än att fortsätta på samma spår.

Den ovana lukt som uppstår då en polymer blandas med en naturfiber måste ses över för att få en så liknande plastisk lukt som möjligt. Många i dagens samhälle kopplar plastlukten till nytt och fräscht och därför kan en ovan lukt göra bilen mindre attraktiv.

En undersökning om gaser som materialen avger vid brand är också en intressant studie att starta då obehagliga plastlukter uppkom vid brandhårdighetsprovet. Plastens gaser är farliga och i många fall även väldigt giftiga att andas in. Kan ett material med naturfiber då vara bättre eftersom andelen plast är mindre? PP innehåller inte heller lika giftiga monomerer som ev. kan läcka från materialet och ut i bilkupén. ABS innehåller både akrylnitril-, butadien- och styren-monomer som är giftiga ämnen som kan läcka ut från materialet.

Projektet med att reducera bilens vikt är huvudmålet med utvecklingen av att använda sig av naturfiber eftersom syftet är att reducera bilens avgasutsläpp. Därför finns det en stor anledning till att fortsätta utvecklingen av naturfiber i dörrpanel. Förbättras bindningen och/eller sammansättningen mellan lin och PP kan en viktreduktion utföras samt bidra till utveckling av en lättare och på så sätt en mer miljövänlig bil.

7 REFERENSER

- ¹ PowerPoint: Natural Fiber Development. IAC Ebersberg Tyskland, 150225
- ² PowerPoint: Use of Natural Fibers for Hybrid Fleece Molding, short overview. Ankele, R, IAC Ebersberg Tyskland, 150226
- ³ Chalmers materialdatabasprogram CES EduPack 2014
- ⁴ Mattson, J. Examensarbete: Technical Analysis of Flax Reinforced Polypropylene, Karlstads universitet, 2014
- ⁵ Klason, C och Kubát, J. Plaster: materialval och materialdata, 6 upplagan, Liber, 2010
- ⁶ Swerea IVF
- ⁷ PowerPoint: Doorpanels Portfolio Europe. IAC Ebersberg Tyskland
- ⁸ PowerPoint: IAC Advanced Technology, Light Weight Trim. IAC Ebersberg Tyskland, 150208
- ⁹ Delivery specification of Audi Q7, IAC, 140512
- ¹⁰ Schönning, J. Validation plan, door trim träfiber. 150212
- ¹¹ Searching for standards. Volvo group AB. <http://www.volvogroup.com/suppliers/global/en-gb/supplierapplication/standardsaccess/pages/standards.aspx> (150504-150520)
- ¹² Värmebeständighet, STD 1026,1122, Volvo group AB. <https://webstd.volvo.com/webstd/docs/STD%201026,1122> (150504-150520)
- ¹³ Technical Regulation, Door trim. Volvo Car Corporation.
- ¹⁴ Fogging VCS 1027,2719, Volvo group AB. <https://webstd.volvo.com/webstd/docs/VCS%201027,2719> (150504-150520)
- ¹⁵ Lukt hos inredningsmaterial i fordon, VCS 1027,2729, Volvo group AB. <https://webstd.volvo.com/webstd/docs/VCS%201027,2729> (150504-150520)
- ¹⁶ Brand hårdighet hos inredningsmaterial, VCS 5031,19, Volvo group AB. <https://webstd.volvo.com/webstd/docs/VCS%205031,19> (150504-150520)
- ¹⁷ Ashby, M, shercliff, H and Cebon, D. Materials: engineering, science, processing and design, third edition. University of Cambridge, UK, 2014

Validation plan, door trim flaxfiber composite and ABS

[illegible]