

# *tuftade ljudabsorbenter*

– VÄGGPANELER FÖR RUMSLIGA OCH AKUSTISKA EGENSKAPER

Åsa Lom  
Högskolan för design och konsthantverk, Göteborgs universitet  
Göteborg

Termin 6, 2008  
Examensprojekt 15 hp  
Konstnärligt kandidatprogram i design 180 hp

# ABSTRACT

It is a well-known fact that textiles and carpets have benign sound-absorbing properties. It is desirable to have quantified values of these properties – especially for architects and interior designers. They often need to be able to give account for the acoustic properties of their designs at a relatively early stage and sometimes have strict acoustic classifications imposed upon them by their contractor. A product with documented acoustic properties would aid when prescribing interior elements.

The purpose of this thesis is to develop a wall-mounted panel in hand-tufted material – aesthetically pleasing and versatile but also having documented and quantified acoustic properties. The thesis covers the process of design and production of the product as well as investigating different physical properties affecting the absorption factor.

Throughout this project I have been cooperating with Kasthall Mattor och Golv AB and together we have manufactured nine panels. These panels have undergone tests at the acoustic laboratory at Division of Applied Acoustics Department of Civil and Environmental Engineering at Chalmers. The results show that the panels have indeed very good absorption qualities.

I created an organic pattern for the panel utilizing variations in colour, pile height and density. The panel pattern is designed to harmonize with adjacent panels regardless of composition or individual rotation. This allows for a very versatile palette of expressiveness from a single pattern.

Keywords: sound-absorbing, documented properties, hand-tufted, pattern.

Tack till

Gunilla Lagerhem Ullberg och Peter Magnusson samt Moa Löfgren, Kasthall för handledning och rådgivning i estetiska, tekniska och kvalitetsmässiga frågor.

Peter Eriksson och Mathias Andersson, Ateljén Kasthall för bra samarbete.

Mendel Kleiner och Anders Genell, Teknisk Akustik för ljudmätningar och handledning i akustiska frågor.

Thomas Laurien, HDK för handledning i mönster- och produktformgivning.

Marianne Davidson, HDK som bistått med råd och handledning i tuftteknik.

Marcus Ljungström, Göteborgs Symfoniker som ordnade att jag fick tillträde till Konserthuset för fotografering.

och Carl för ovärderlig support, råd och stöd.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

## INLEDNING

<b>Bakgrund</b>	4
<b>Mål och syfte</b>	4
<i>Prototyp</i>	4
<i>Mönsterformgivning</i>	5
<i>Teknik</i>	5
<i>Akustik</i>	5
<i>Rumsgestaltning</i>	5
<b>Frågeställning</b>	5
<b>Avgränsningar</b>	

## GENOMFÖRANDE

<b>Handtuffteknik</b>	6
<b>Akustiska förutsättningar</b>	6
<i>Akustiska mätningar</i>	6
<b>Mönsteridé</b>	7
<b>Skissarbete</b>	8
<b>Skiss 1</b>	9
<i>Kasthalls bedömning</i>	10
<i>Teknisk Akustiks bedömning</i>	10
<b>Inledande akustiska mätningar</b>	10
<b>Upphångningsprincip</b>	11
<b>Skiss 2</b>	12
<i>Fotomontage kombinationsexempel</i>	13

## TILLVERKNING

<b>Förberedelser</b>	14
<i>Bilder från Kasthalls fabrik, Kinna</i>	15
<b>Montage och upphångningsanordning</b>	16

## RESULTAT OCH SLUTSATSER

<b>Prototyp</b>	17
<b>Teknik</b>	17
<b>Akustik</b>	17
<b>Mönsterformgivning, rumsgestaltning och visualiseringar</b>	18
<b>Vidareutveckling</b>	19
<i>Ytterligare förenkling av mönstret</i>	19
<i>Ha fler ljudklasser i sortimentet</i>	19
<i>Kollektion</i>	19
<b>Reflektion</b>	19

## UTVÄRDERING OCH RESONEMANG

<b>Rum 1: bostaden</b>	20
<b>Rum 2: loungemiljö</b>	21
<b>Rum 3: cafémiljö</b>	23
<b>Rum 4: entréhall</b>	25

## BILAGOR

<b>Bilaga 1: Akustikmätningar enligt rörmetoden</b>	27
<b>Bilaga 2: Akustikmätningar enligt rumsmetoden</b>	28
<b>Bilaga 3: Arbetsritning</b>	29

# INLEDNING

## Bakgrund

I mitt tidigare yrke som byggnadsingenjör på arkitektkontor har jag haft varierande projekteringsuppgifter såsom detaljutformning, bygghandlingar och föreskrivning av byggvaror med bl a akustiska egenskaper.

Att textiler och mattor har ljudabsorberande egenskaper är ett välkänt faktum, dock finns det anledning att få ett värde på denna egenskap så att produkten redan i projekteringsstadiet är med som en beräkningsbar komponent i rums-akustiken. I projekt där en akustiker är inblandad kan det ges rekommendationer om byggkomponenter med absorberande egenskaper, t ex anvisningar i form av »*ljudklass C, 20 m<sup>2</sup>*«. Det är bland annat i dessa fall som en klassning av en produkt kommer till stor användning.

Intresset för det tuftade materialet som ljudabsorbent väcktes då jag tog del av Kaja Toomings doktorsavhandling här på HDK, *Toward a Poetics of Fibre Art and Design: Aesthetic and Acoustic Qualities of Hand-tufted Materials in Interior Spatial Design*.

Viola Gråstens ryor med dess färgblandningar, höga lugghöjder och mönster har varit en stor inspirationskälla för mitt examensarbete.

Jag tog kontakt med Kasthall Mattor och Golv AB med en förfrågan om samarbete. Mina tidigare yrkeserfarenheter samt att jag till stor del skulle driva projektet självständigt var avgörande för Kasthalls beslut. Samarbetet har inneburit att Kasthall har bekostat material för mitt skissarbete i HDK:s tuftverkstad samt att de har tillverkat det tuftade materialet till väggpanelerna.

Jag har haft handledning i estetiska, tekniska samt kvalitetsmässiga frågor av Gunilla Lagerhem Ullberg (chefsdesigner), Peter Magnusson (produktutvecklare) samt Moa Löfgren (textilingenjör).

## Mål och syfte

Min avsikt med projektet var att förena tidigare yrkeserfarenheter med mitt ständigt ökande intresse för mönsterformgivning och rumsgestaltning; mitt examensprojekt har gått ut på att ta fram ett förslag till en standardprodukt i form av väggmonterad ljudabsorbent i handtuftad kvalitet – en väggpanel med såväl visuella som akustiska egenskaper. Syftet med panelen var att erbjuda yrkesgruppen arkitekter, inredningsarkitekter och designers möjlighet att föreskriva en estetiskt tilltalande produkt för såväl dekoration som ljuddämpning.

Väggpanelen har dokumenterade akustiska mätvärden, vilket ökar användningsområdet i projekteringsstadiet och gynnar argumentationen för ett föreskrivande. Jag ser även möjligheten att panelen kan klassas som ett konstverk med för det ändamålet avsatta pengar.

Mitt examensprojekt *tuftade ljudabsorbenter – väggpaneler för rumsliga och akustiska egenskaper* har innehållit ett flertal aspekter som har vävts in i vart annat, uppdelat i följande kategorier (utan inbördes rangordning):

### *Prototyp*

Jag har haft som mål att tillverka en eller flera prototyper av tuftade väggpaneler inklusive upphängningsanordning. Prototypen skulle i en förlängning kunna bli en standardprodukt, på så sätt att den kunde ingå i en kollektion av paneler med uppmätta akustiska värden.

### *Mönsterformgivning*

Mitt mål var att ljudabsorbenterna skulle ges ett mönster i färg och lugglängd. Mönstret skulle vid upprepning ge upphov till olika uttryck beroende på komposition/rotation mellan de olika panelerna – med syftet att kunna skapa olika effekter med en fungerande mönsterbild åt samtliga håll och att öka variationen vid användandet av en och samma produkt.

### *Teknik*

Målet var att arbeta nära materialet i samband med skissarbetet i tuftverkstaden med syftet att oväntade möjligheter kan öppna sig för uttryck och teknik.

### *Akustik*

Jag hade som mål att få utfört inledande mätningar på utvalda delar av Kasthalls standardsortiment. Beroende på resultat kunde projektet ta olika riktningar; kompletterande åtgärder för att uppnå optimalt värde på det tuftade materialet *eller* gå vidare med mätningar enligt rumsmetoden av en vidareutveckling i större skala. I mätningar enligt rumsmetoden kunde absorberens effekt på rummets efterklangstid avseende draperingsvarianter testas.

### *Rumsgestaltning*

Jag hade som mål att göra digitala visualiseringar med syfte att undersöka olika uttryck i det tuftade materialet och hur det vid väggupphängning påverkade upplevelsen av rummet.

## **Frågeställning**

Jag har haft en huvudsaklig frågeställning genom projektet:

– *Samspekar de akustiska och estetiska kvaliteterna?*

## **Avgränsningar**

- Jag valde att arbeta med enbart ullgarn i en färgskala som bestämdes tidigt i projektet. Ull har en fiberstruktur som medför god ljudabsorbtion, vilket var avgörande.
- Brandtekniska egenskaper har inte nämnvärt beaktats, även om denna aspekt ofta är avgörande vid val av ytmaterial i främst offentliga miljöer. Dock har ull goda brandtekniska egenskaper och Kasthall har behandlingsmetoder för flamskydd.
- Då jag inte haft ett givet sammanhang eller tillvägagångssätt för att ta fram denna produkt har jag själv givit mig ramar och avgränsningar för i vilken kontext mitt arbete kan tänkas hamna. Jag har sett två tänkbara spår för hur man skulle kunna ta fram en standardprodukt av detta slag:

1) Systematiskt mätt ytvikt och absorptionsklass för olika lugglängder och kvaliteter där resultaten kan ligga till grund för en tabell och/eller formel för att beräkna akustiska värden hos nya paneler – dels för att kunna optimera en produktutveckling, men också för att kunna förutse vilka mätvärden en kommande produkt kan få, t ex efter en beställning på mönster för ett specifikt projekt.

2) Arbeta fram en kollektion av olika mönster där man som beställare av panelerna kan välja ur ett färdigt sortiment. Panelerna har då efter tester ett uppmätt värde för varje mönster och variationen består i olika färgställningar.

Jag valde att inrikta mig på spår 2, där min prototyp kan ses som en del i en större helhet, dock har jag inte haft en tänkt större helhet/kollektion att ta hänsyn till, utan panelerna har tagits fram utan vidare sammanhang.

# GENOMFÖRANDE

## Handtuftteknik

En handtuftad textil är en modern variant av ryamattan. Föregångaren vävs på horisontella vävstolar medan handtuftningen sker på en vertikalt uppspänd bottenväv. Friheten i handtufttekniken gentemot vävning är att man kan arbeta över hela ytan samtidigt.

Framställningen sker genom att man från baksidan av väven skjuter in täta stygn av garn med tryckluftspistol. Garnen kan antingen bilda öglor eller klip-pas i olika längder. Lugghöjden kan variera mellan 10 mm upp till ca 60 mm.

Pistolen kan klara av att skjuta in flera garner på samma gång, vilket bidrar till variationsmöjligheter i blandningarna. Kasthall har upp till 6 garner i samma blandning och kombinerar ofta olika garnkvaliteter.

Stygnen limmas mot bottenväven när textilen är klar och luggen kan trimmas och putsas till önskat uttryck.

## Akustiska förutsättningar

Doktorand Anders Genell och i huvudsak professor Mendel Kleiner på Teknisk Akustik, Chalmers har bistått med handledning och rådgivning, utfört akus-tiska tester och efterföljande utvärdering samt förklarat mätresultaten.

Vi utgick från Kasthalls standardmaterial för väggpanelerna och Mendel Kleiner reflekterade över att limmet var för tätt och styvt, vilket motverkar ett optimalt strömningsmotstånd – en av flera faktorer för ljudabsorption. Kast-hall har endast en typ av lim och det fanns inte tid till att ta fram något nytt med bättre genomsläpplighet.

En kompensering för det täta limmet hade kunnat vara att inte försegla hela baksidan utan bevara öppna ytor, helst bestående av jämnt fördelade små springar. Med de metoder som används på fabriken idag för limpåstrykning var det inte möjligt.

### *Akustiska mätningar*

För att mäta ljudabsorptionen hos ett material kan *rörmetoden* och/eller *rumsmetoden* användas.

Enkelt beskrivet går den första metoden ut på att i ett rör skicka ljud genom ett mellanliggande material och fastställa skillnaden i ljudstyrka efter att ljudet passerat materialet. Dock mäts endast en liten provyta (i detta fall  $\varnothing 99$  mm) och ljudinfallet är vinkelrätt.

För att testa ett mer verkligt scenario tillämpas *rumsmetoden* och betydligt större materialprover används; på Teknisk Akustik tar man mått på ca 4 m<sup>2</sup> och i ett certifierat laboratorium hela 10 m<sup>2</sup>. Genom att jämföra efterklangstiden i rummet före och efter provets förekomst kan absorptionsfaktorn för olika frekvensområden beräknas. Dessa faktorer delas in i olika ljudklasser, A-E där A är den mest absorberande.

## Mönsteridé

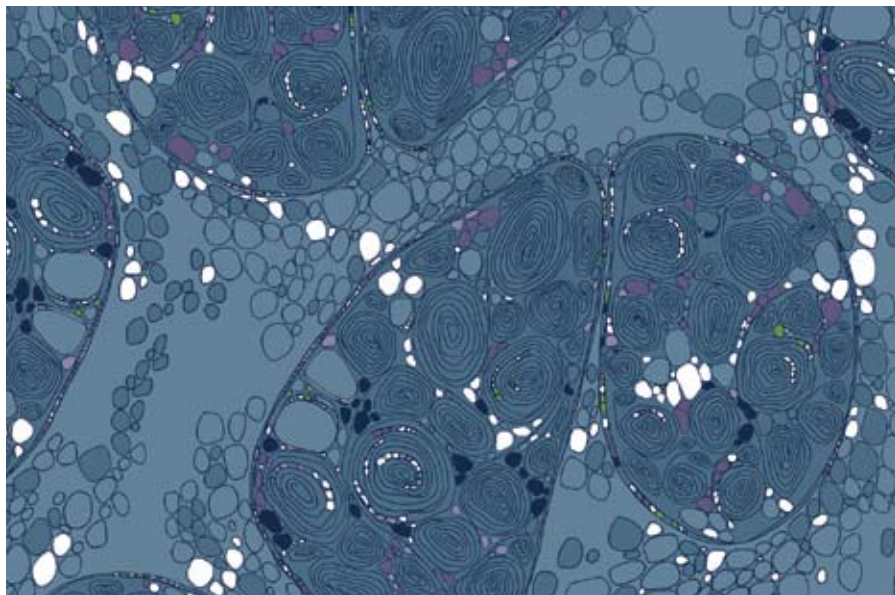
Vid ett uppstartmöte visade jag min tapetkollektion ENDO för Gunilla Lagerhem Ullberg och Peter Magnusson på Kasthall och fick beröm för den unicitet mina mönster hade och för de färgval jag gjort. Vi valde en färgskala till det tuftade materialet utifrån ett av mönstren, *Marianne Blå*.

Jag hade räknat med att arbeta med mer strikta mönster för att passa in i vad jag trodde att Kasthall förväntade sig, men stärkt av de positiva omdömen jag fick kom min mönsteridé att få en helt ny inriktning. Inspirerad av filmen *Encounters at the End of the World* av Werner Herzog – där man fick följa kamerans väg ner under den antarktiska isen, började jag teckna formationer av stenar, lavar och ormstjärnor.

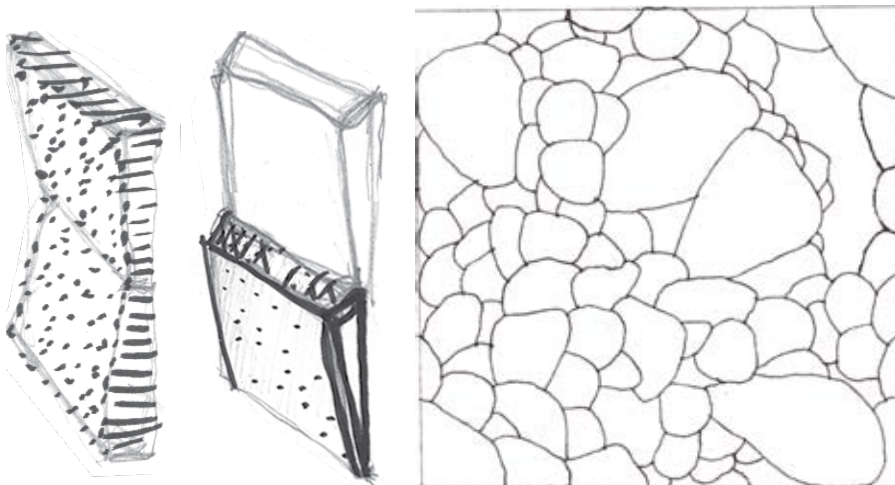
För att mönstret hos panelen skulle fungera vid upprepning i samtliga riktningar blev kvadraten en naturlig form. Initialt hade jag velat undvika det formatet på grund av dess förutsägbarhet, men de praktiska fördelarna övervägde. Kvadraten medför tillsammans med min mönsteridé att man vid rak rapportering fritt kan välja vilka sidor som skall paras ihop samtidigt som en rak avslutning runt hela grupperingen kan ges.

Ledord för mönsteridén har varit:

lugglängd • variation • komposition/rotation



*Marianne Blå*, del av tapetkollektionen ENDO.



Variation lugglängd, tidig skiss.

Mönsterskiss.

## Skissarbete

Som utgångspunkt för mitt arbete i tuftverkstaden hade jag gjort en grov pappersmall, som jag fortast möjligt ville prova i det tuftade materialet. Det mesta av skissarbetet skedde i verkstaden med att tufta i olika kvaliteter och längder samt att prova ut färgblandningar.



Skiss på ram, tuftverkstaden HDK.



Blandningar och dokumentation.





## Skiss 1

Skiss 1 består av drygt 50 ytor och runt 25 blandningar i 8-9 höjder och togs fram i ett skede av fri skissning och utforskande av tuftningens möjligheter. Jag var helt inställd på att omarbete mönstret i nästa skede för att anpassa mig till tillverknings effektiviteten – jag förstod att Kasthall skulle ha synpunkter på detaljeringsnivån. Ambitionen med detta projekt var just att ha en mer industriell nivå på resultatet, men så här i skissfasen skulle jag arbeta fritt utan givna ramar.

Ytorna har mjuka övergångar och skiftar finstämt i lila, blått, grönt och turkos. Vid nära betraktelse ser man de små nivåskillnaderna som ett böljande landskap. Mönstret har inte framträdande riktningar; det är främst en subtil yta, så de effekter jag ville eftersträva med variation i uttryck skulle inte uppfyllas med denna variant.

En helt öppen yta utan bakgrundslim integrerades i mönstret för att öka genomsläppligheten av luft – som ett förslag på kompensation för det täta lim som ur akustisk synvinkel var ogynnsamt.

Måttet  $700 \times 700 \text{ mm}^2$  valde jag för att få en panel som storleksmässigt frångår modulen  $600 \times 600 \text{ mm}^2$  – ett mått som jag på grund av dess flitiga användning upplever som »standard« i negativ bemärkelse. Måttet 0,7 m är dessutom jämnt delbar med 2,1 m för att kunna linjera med standardhöjder på dörrar om en dörr skall integreras i mönsterbilden.

### *Kasthalls bedömning*

Vackert mönster med vackra färger, dock ej tillverknings effektivt. Mönstret hade för få kontraster för att ge effekt på håll. Jag fick beröm för mitt tuftarbete, vilket hade hög nivå bedömt utifrån att jag var nybörjare.

Jag fick förhållningsregler för nästa steg i utvecklingen: antal garnblandningar (<10 st.) och lugghöjder (6 st. nivåer från 12 mm till 60 mm inkl. bouclé). Antal ytor behövde göras markant färre och större i nästa utförande.

### *Teknisk Akustiks bedömning*

Mendel Kleiner framhöll att variation av lugglängd enligt min skiss 1 kan vara gynnsamt vid upplevelsen av ljudbilden, dock var skillnaden inte så stor att variationen borde ha en avgörande effekt. De tunga argumenten för att behålla variationen i lugglängd låg därför på det estetiska planet.

För mindre ytor vid användning av panelerna var det nödvändigt att förse ramen med en »låda« som sluter tätt mot väggen, men med ytor större än sammanlagt 2 x 2 m kunde panelerna hänga med fria kanter och ändå få den inneslutande effekten. De stora ytorna av otuftad väv i skiss 1 motverkade tyvärr denna effekt, vilket jag behövde beakta.

## **Inledande akustiska mätningar**

Mendel Kleiner hade inför vår avstämning/handledning utfört mätningar enligt rörmetoden på Kasthalls standardprodukter *Moss*, *Lav* och *Stubb*. Mätningarna visade att dessa prover hade genomgående låg absorptionsklass i sig själva. Den huvudsakliga ljuddämpande egenskapen bestod i att provet vibrerar och omvandlar ljudvågor till värme. Absorptionsfaktorn var låg i de lägre frekvensområdena (se bilaga 1) men förbättrades något med bakomliggande luftspalt (airspace).

Samtliga prover hade lin i blandningen, vilket ur akustisk synpunkt inte är bra då fiberstrukturen hos lin är glatt. Dessa prover kunde därför inte direkt jämföras med de kommande panelerna, genom att vi inte skulle använda inslag av lin.

På grund av det låga resultatutfallet från mätningarna var jag osäker på om Kasthall var beredda att fortsätta utvecklingen av prototypen och istället stanna upp och se över kvaliteter innan man tog steget mot en mätning i större skala. Som motivering skrev jag till Kasthall:

*»Jag tycker det är viktigt att genomföra hela kedjan av tester för att få riktlinjer och möjlighet att utvärdera hur en produktutveckling av detta slag kan se ut. Det är även bra att se vad era tillverkningsmöjligheter och produkter kan få för mätvärden så som de är idag, innan man tar ett steg till och börjar laborera med kvaliteter och tillvägagångsätt.«*

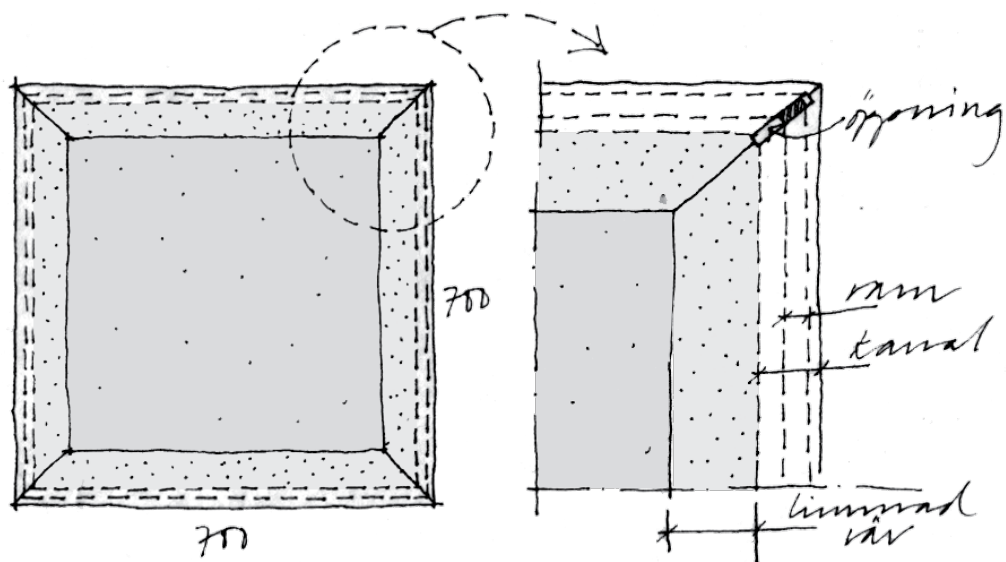
I väntan på svar från Kasthall sökte jag stöd för egen del för att det tuftade materialet skulle vara gynnsamt som ljudabsorbent och letade upp två uttalanden i Kaja Toomings licentiatuppsats från HDK, VT 2005, *Handtuftade element – konstnärliga och akustiska kvaliteter* (sid 60) där hon drar slutsatsen att det »handtuftade materialet kan ha mycket goda egenskaper för ljudabsorbering«. Vidare menar Tooming att »volymens höjd och trådmaterialet har betydelse för absorptionsfaktorn«.

Jag fick till slut beskedet om att de ville fortsätta med utvecklingen och kunde koncentrera mig på nästa fas.

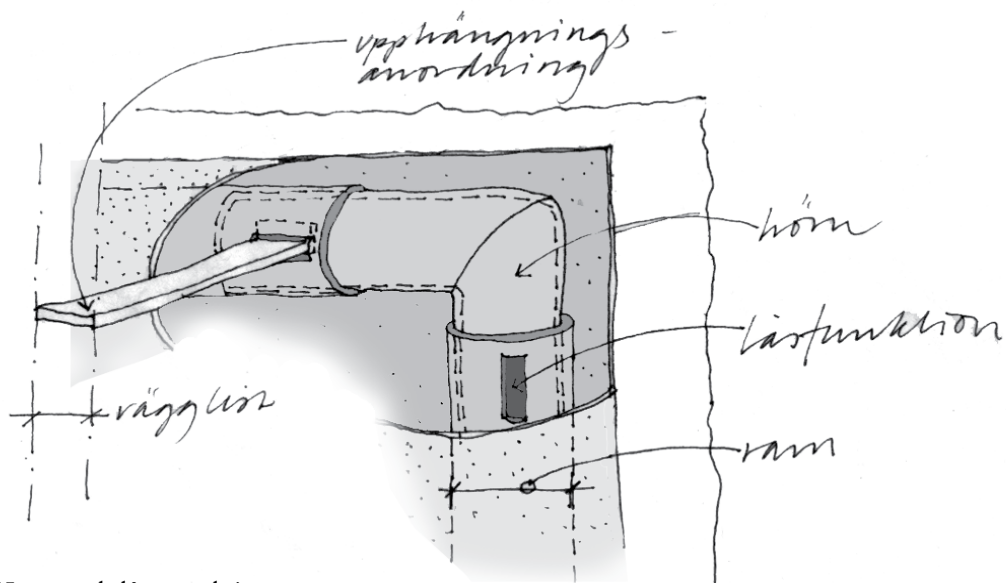
## Upphångningsprincip

Skisserna visar initial upphångningsprincip som var tänkt att utföras i metall. En idé var att kombinera lås- och upphångningsfunktionen för att minimera risken för stöld alternativt förstörelse. Denna princip var för komplicerad i detta läge – jag valde att lösa upphångningen som funktion snarare än hitta ett system.

Gunilla Lagerhem Ullberg gav förslag på kilramar i trä istället, vilket jag direkt nappade på. Då skulle jag kunna måttbeställa och montera på egen hand, vilket underlättade förfarandet.



Infästning av ram.



Hörn- och låsanordning.



## Skiss 2

Jag arbetade om mönstret till att innehålla färre antal fält och gjorde dem större. Utmaningen låg i att förenkla formerna men behålla originalidén. Denna gång arbetade jag direkt på väven utan att först ha gjort en pappersskiss i mindre skala – på så sätt fick jag direkt en känsla för hur stora ytorna behövde vara för tillverkningens skull.

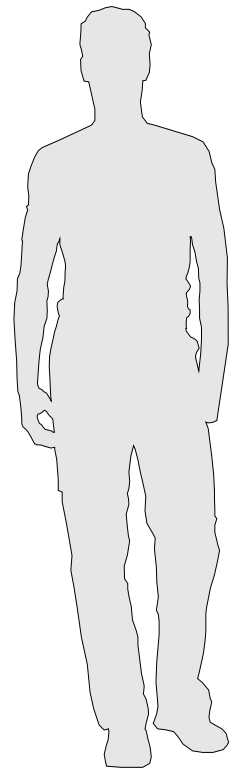
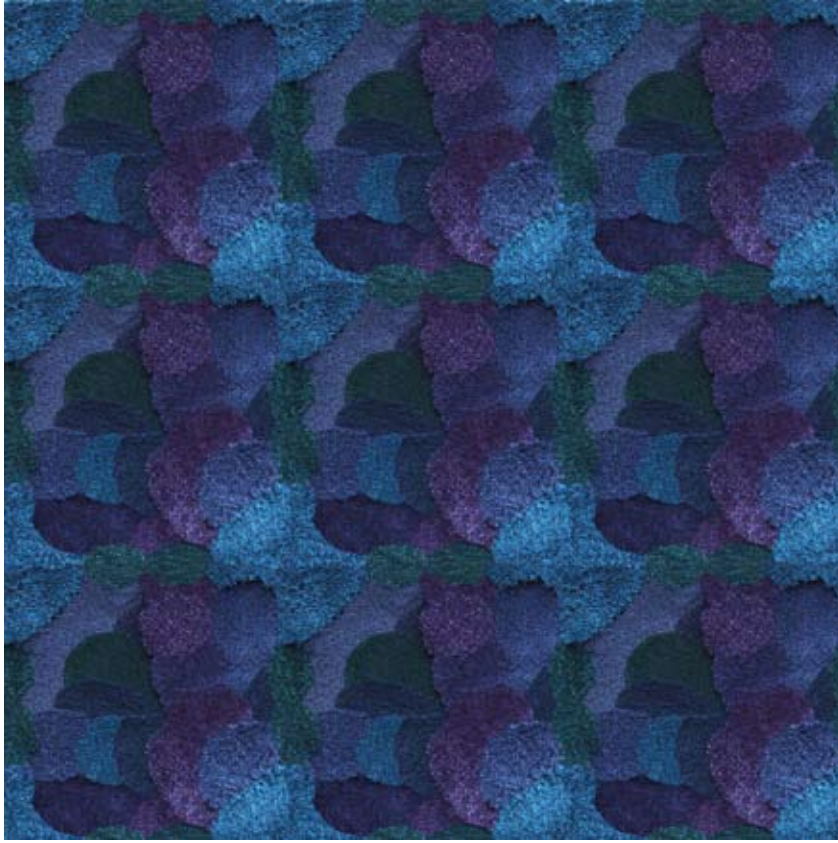
De flesta av de initiala garnblandningarna behölls, men jag tog bort de mellanliggande nyanserna. Kvar blev 9 st. blandningar.

Jag tuftade ytterligare en skiss. Resultatet av omarbetningen skickade jag digitalt till Kasthall för bedömning, då jag även gjorde fotomontage av panelerna för att visa på mönstrets kombinationsmöjligheter. Denna variant fick klartecken. Följande positiva omdöme kom från Gunilla Lagerhem Ullberg:

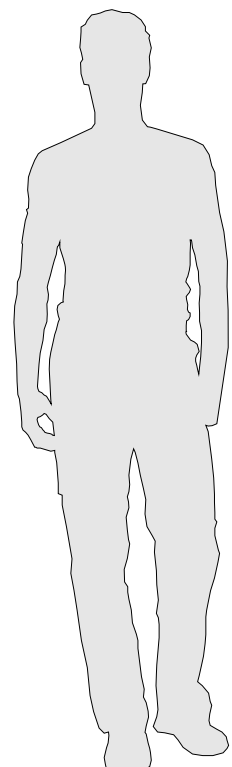
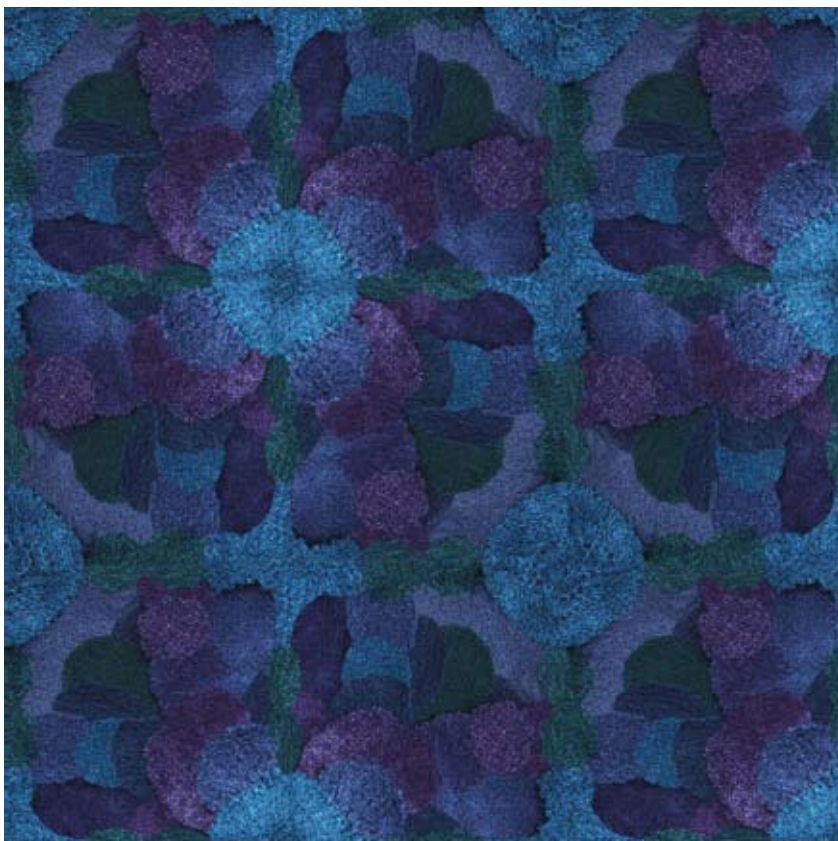
*»Jag tycker att det ser jättevackert ut. Men det är också viktigt att du känner dig nöjd. Det ser ju lite ut som ett kalejdoskop. Ska bli super-spännande att se hur det blir när jag kommer hem.«*

Vid denna tidpunkt var jag nöjd med resultatet; i jämförelse kändes denna variant »renare« – de större ytorna av samma lugglängd och nyans bidrog till ett lugnare intryck och förtydligade riktningarna. Dock blev inte skillnaden mellan de största och de minsta ytorna lika stor, så de framträder inte lika tydligt. De nya formerna fick en mer cirkulär form jämfört med föregångaren, vilket kan liknas vid ett pärlband snarare än förhöjningar – en effekt jag så här i efterhand gärna hade arbetat bort. Dessa former kan också läsas ihop som figurer som gör att jag hakar upp mig på enskilda element istället för helheten.

*Fotomontage kombinationsexempel*



Kombinationsexempel 1.



Kombinationsexempel 2.

# TILLVERKNING

## Förberedelser

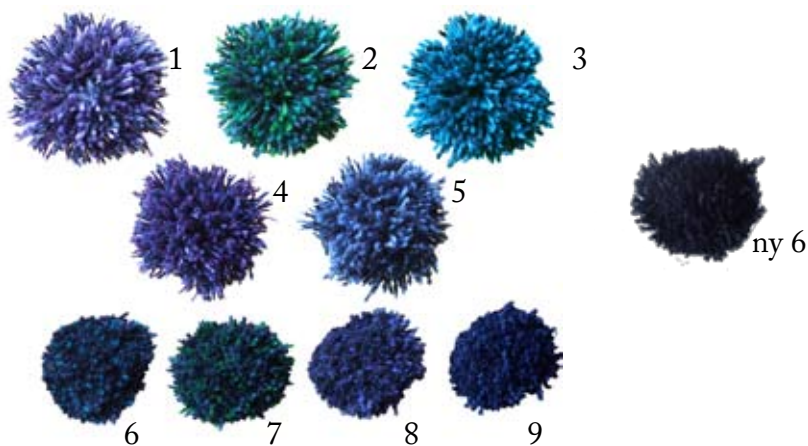
Inför framställningen på Kasthall gjorde jag en arbetsritning (bilaga 3) och beräknade garnåtgång (mätt i kg) utifrån den. Jag fick själv leta fram erforderlig mängd av samtliga garnfärger och de färdiga blandningarna innehåller inte exakt samma nyanser inom samma garnfärg – jag var tvungen att göra kompromisser, men med försumbara variationer.

Speciellt svårt var det att hitta färg nr 7 (turkos/petroleum), så den fick tyvärr ersättas i blandning 6 i några fält/lugglängder – se »ny 6« nedan.

Tuftverket som jag använde på HDK skiljer sig något från det verktyg som Kasthall har. De höga lugghöjderna i min skiss 2 har samma längd på bindtråd och lugg, men på Kasthall används en kortare bindtråd, vilket gör att ytan inte blir lika tät. Vi kompenserade detta med att tufta något tätare, men det innebär ändå en viss skillnad från min förlaga.

De hade kunnat göra ett avsteg genom att använda en nål de normalt inte nyttjar, men då hade vi frångått principen att vi skulle göra en prototyp utifrån de kvaliteter och tillvägagångssätt som de använder idag – ett koncept jag »sålt in«.

Under en veckas tid pendlade jag till Kinna för att assistera tuftaren Mathias Andersson i sitt arbete. Samarbetet gick mycket bra – han stämde av med mig inför varje ny blandning och vi tog gemensamma ändringsbeslut, såsom val av stygntäthet och längd på nål.



Bilder från Kasthalls fabrik, Kinna.



## Montage och upphängningsanordning

Jag införskaffade kilramar i trä och vinkelbeslag för förstärkning i hörnen. En tanke var att lämna in ramarna för montage hos en tapetserare för att säkra kvaliteten. Jag kontaktade en lokal tapetserarverkstad med en förfrågan. Med min korta framförhållning var det inte möjligt att få hjälp där, men de gav mig tips och råd om hur jag skulle gå tillväga.

Upphängningsanordningen består av en aluminiumprofillist som skruvas fast i underkant ramen och som hängs upp på rader av L-krok. Listen gör uppsättningen av krokarna mindre känsliga för läget, så länge de är i våg. L-krokarna i valfri dimension kan i sin tur skruvas upp på varierande stomme – i detta fall ett ramverk av träreglar.



Baksida panel – aluminiumlist för upphängning.



Ramverk med L-krok.



# RESULTAT OCH SLUTSATSER

## Prototyp

Totalt nio prototyper av tuftade väggpaneler inklusive upphängningsanordning har tillverkats. Dessa har använts till akustiska mätningar enligt rumsmetoden samt för efterföljande examination och utställningar. Dock har inget beslut tagits från Kasthalls sida om dessa skall vara föremål för en vidareutveckling eller om de skall bli en framtida standardprodukt, men jag hoppas på det.

## Teknik

Under min skissfas i tuftverkstaden kom jag närmare materialet och det hade stor betydelse för mitt fortsatta arbete med mönstret och garnblandningarna. Det hjälpte mig också i dialogen med tuftaren på Kasthall – genom att själv ha gjort de moment som han skulle utföra hade vi lättare att kommunicera.

De erfarenheter jag fick i verkstaden var framför allt att jag upptäckte skillnaden mellan garnets klippta yta och dess sidor – det skiljer sig markant i ljushet där udden är nästan hälften så ljus som den kant som uppenbarade sig i nivåskillnaderna. Denna skillnad bidrog till nyansrikedomen och gör att man kan nyttja samma blandning till olika nyanser beroende på vilken yta på tråden som visas. Stygnens täthet har även stor betydelse för uppfattningen av nyansen – ju tätare desto mörkare uppfattas blandningen. Ett glesare utförande bidrar till att man kan se skillnaderna i de ingående garnerna tydligare och att garnets glans framträder – gäller likaså om man använder en kortare bindtråd än lugg.

De höga lugghöjderna var svåra att tufta tätt, men mindre känsliga för ojämnheter i utförandet än de låga höjderna.

Jag blev även varse om belysningens inverkan och betraktningens vinkelns påverkan på färgåtergivning.

## Akustik

De inledande mätningarna enligt rörmetoden på delar av Kasthalls standard-sortiment visade att det är ytvikten i kombination med avståndet till vägg som höjer mätresultaten, inte materialet i sig.

Hade jag valt likvärdiga materialprover till de inledande mätningarna som vi senare tillverkade prototyperna i, hade vi kunnat jämföra de olika mätresultaten och kanske dragit slutsatser som kunnat vara till hjälp i framtiden.

I det utförande som väggpanelerna har samt med de kombinationsvarianter och distanser till vägg som redovisas i bilaga 2 visade mätningarna på mycket goda absorptionsvärden, panelerna hamnade i ljudklass A i samtliga frekvensområden sånär som på ett värde (markerad på bilaga 2) – dock inom en felmarginal som i detta sammanhang kan betraktas som försumbar.

Att mätresultaten för 100 mm resp. 50 mm distans från vägg var så likvärdiga kan förklaras av att stommen för upphängningen täckte av ytterkanterna helt så den inneslutande effekten blev total i fallet med 50 mm och kompenserade för totalt sett mindre luftspalt bakom panelerna.

Att panelernas rotation hade betydelse för mätresultaten är ett faktum, dock med så små marginaler att det inte har någon större inverkan på funktionen. Vad skillnaden berodde på kunde inte Mendel Kleiner ge något direkt svar på; det kan ha med ett flertal faktorer att göra såsom ytvikt och passning.



### **Mönsterformgivning, rumsgestaltning och visualiseringar**

Ljudabsorbenterna/panelerna har fått ett mönster i såväl färg som lugglängd och ger upphov till olika uttryck beroende på komposition vilket framgår av visualiseringarna i tänkta miljöer. Panelerna har en fungerande mönsterbild i sammanfogningen oavsett rotation.

Jag kontaktade Konserthuset i Göteborg för att få ta fotografier i lokalerna. I första hand ville jag finna rum som skulle kunna vara tänkbara för installation av panelerna – t ex publika utrymmen där ljudnivån blir hög. Utifrån dessa foton har jag sedan med fotomontage visualiserat panelerna i miljön.

Jag har utvärderat panelernas påverkan av rummet genom att granska visualiseringarna – med den begränsning som följer av att betrakta en bild utan att fysiskt befinna sig i den aktuella miljön.

Det är främst i två avseenden som prototypen skiljer sig från min skiss 2; bouclén fick en randning som föregångaren inte hade – vilket jag tycker är en försämring då man inte läser ihop dessa ytor i de fall randningen mellan olika paneler inte har samma riktning.

När garnfärgen turkos/petroleum tog slut och den utgick från blandningen (a) blev kontrasten för stor i mina ögon och ytorna läses inte ihop som en form, utan får ett mer hackigt uttryck.



Detalj av skiss 2

## Vidareutveckling

Sammanlagt tio veckor för en framtagning och mätning av en prototyp är mycket kort, så det återstår en hel del vidareutveckling för att nå fram till en komplett produkt. Denna prototyp kan vara utgångspunkt för utvärdering inför en eventuell fortsättning och följande aspekter tror jag är nödvändiga att genomföra:

### *Ytterligare förenkling av mönstret*

För att tilltala en större publik och reducera kostnaderna tror jag att en förenkling är nödvändig, dock utan att släppa principen att mönstret skall skifta i karaktär beroende på rotation.

### *Ha fler ljudklasser i sortimentet*

Att panelerna nådde upp i den högsta ljudklassen innebär inte att den är gångbar i alla situationer – att ha samtliga ljudklasser (A-E) som ett komplett sortiment är en viktig aspekt ur konkurrenssynpunkt. Ljudklasserna bör dessutom vara dokumenterade efter mätning på ett certifierat laboratorium.

### *Kollektion*

Panelen kommer behöva ett sammanhang; en kollektion eller kompletterande produkt behövs för en trovärdig lansering. Kollektionen kunde ha en bredd från komplexa panelmönster till nästintill enfärgade och homogena. Att utveckla ett system med skärmväggar, rumsavdelare och ramar skulle vara ett bra komplement och att eventuellt inleda samarbete med en extern tillverkare.

## Reflektion

Jag är nöjd och stolt över min insats i detta examensprojekt. Att ha kommit så långt på denna korta tid ser jag som en bedrift i sig. Det har säkert att göra med en lång framförhållning och god planering; jag tog kontakt med Kasthall och Teknisk Akustik redan i oktober förra året och hade projekttid och grov tidsplanering färdig redan kring årsskiftet.

Jag har haft en tydlighet gentemot mina samarbetspartners om min ambition i detta projekt och har behållit kontrollen över min process. Jag har anpassat mig där jag har behövt utan att ge upp min huvudsakliga idé.

Fördelen med att ha externa samarbetspartners har varit att jag skickat sammanställningar och lägesrapporter efter viktiga moment, vilket har tvingat mig till formulering och underlättat min rapportskrivning.

De låga resultat som var utfallet av de inledande akustiska mätningarna kom oväntat, jag hade inte ens övervägt att mätningarna enligt rumsmetoden skulle kunna riskera att bli inställda – ändå hade jag tydligt gett anvisningar om att projektet kunde ta olika riktningar i det läget. Mina förutfattade meningar om arbetets utveckling gjorde att jag ändå inte var beredd på att eventuellt byta spår.

Min huvudsakliga frågeställning genom projektet:

– *Samspelar de akustiska och estetiska kvaliteterna?*

De resonemang jag fört kring panelernas påverkan i rummen under följande sidor kan ses som ett svar på denna fråga, tillsammans med den allmänna uppfattningen om att textilier och mattor har en dämpande effekt. Mönstret, färgställningen och materialet har ett djup, vilket tankemässigt bidrar till en insugande effekt – i linje med det faktiska akustiska utfallet. Hade mönstret varit i skarpa konturer och mer kontrasterande färger är inte säkert att samspelet varit lika tydligt.

# UTVÄRDERING OCH RESONEMANG

## Rum 1: bostaden

*I bostäder med stora glasade ytor och avskalad inredning då en ljuddämpande effekt är att eftersträva kan panelerna vara användbara. I skrivande stund har jag panelerna uppsatta i min lägenhet, även om bullernivån i just vår bostad inte har varit ett problem.*

*Vad jag har kunnat konstatera är att när man sitter tätt intill så absorberar panelen väl mycket ljud – man höjer rösten som följd, men att den övergripande dämpningen i rummet medför ett lugnare beteendemönster.*

*Ljusets inverkan har varit mycket påtaglig – vid dagsljus framträdde nyanserna mycket tydligt, medan fram på kvällen blir panelen i huvudsak mörkblå med små inslag av lila. Att förändringen är stor anser jag är en kvalitet.*

*Skillnader i luggböjd bidrog till en nyfikenhet i betraktelsen – skuggor skiftade ständigt i karaktär och upplevt djup; ljusets varierande infall påverkade luggens synliga kant vid skiftande nivåer och ömsom gav ljuset en yta att reflektera på, ömsom gav formelementen i panelen en markerad skugga.*



Foto av panelerna i min bostad.

## Rum 2: loungemiljö

*Detta rum valde jag främst på grund av träpanelen som kompletterar det tuffade materialet, den rödbruna färgen ger panelerna en djupare färg och trä som material är en fin kombination till ull.*

*Placeringen är centrerad kring ståborden för att skapa en rumslighet och intimitet kring varje mötesplats och placerad i ögonhöjd lockar inte panelen betraktaren att flytta blicken från eventuell samtalspartner.*

*Från håll förtydligar panelerna bordens placering och hjälper mig som betraktare att förstå rummets användning.*



Bildmontage - foto från Konserthuset Göteborg.



Bildmontage - foto från Konserthuset Göteborg.

### Rum 3: cafémiljö

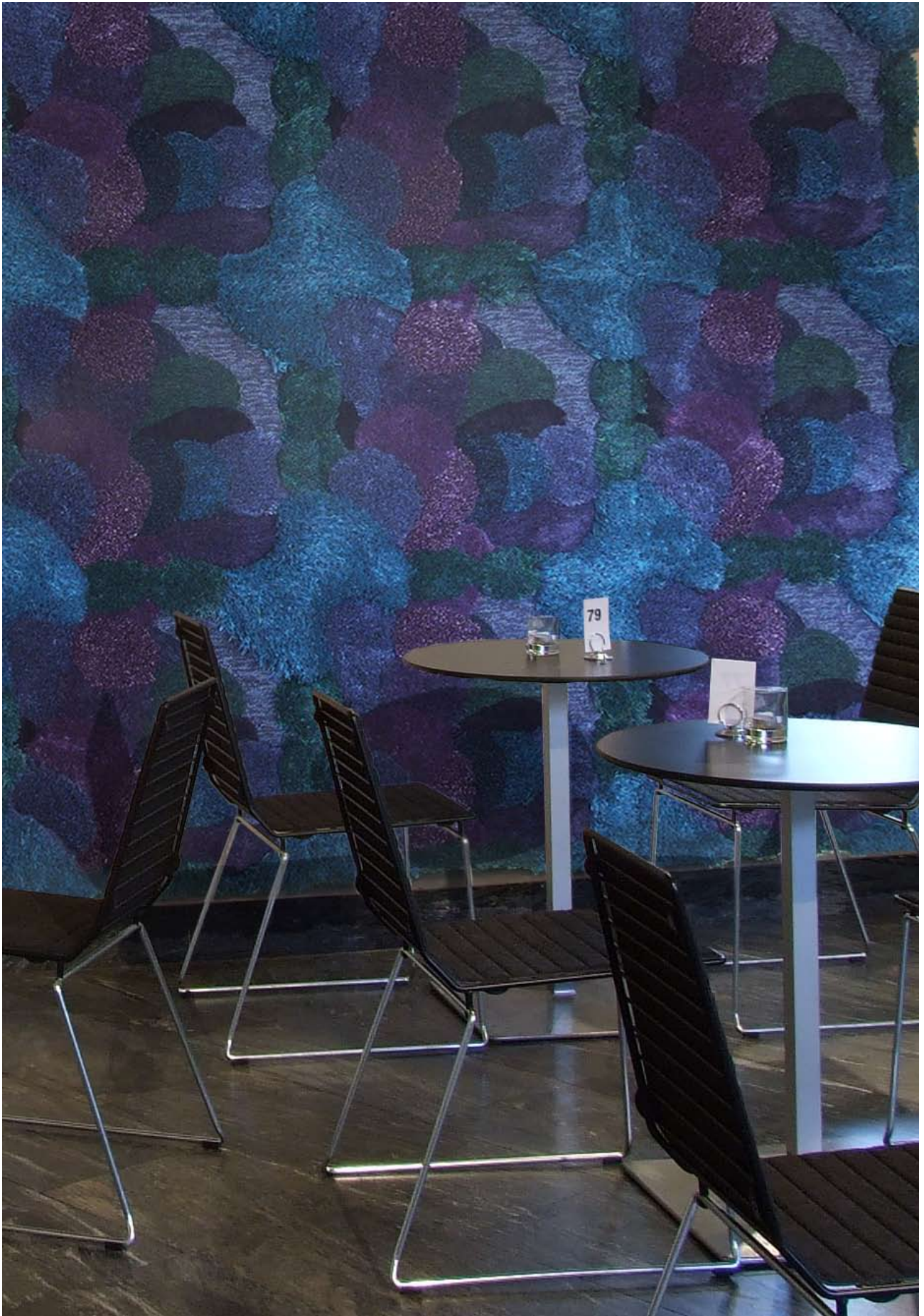
*I detta rum skulle ljudabsorbenter som funktion ha stor betydelse – hårda och kala väggar, tak och golv ger lång efterklangstid samtidigt som stålrörs-stolarna avger mycket ljud vid skrap mot golvet. Jag har placerat panelerna i hörnet för att skapa en mer intim rumslighet i det för övrigt stora rummet.*

*Denna kombinationsvariant medförde att det lila framträdde som en markant form – mycket tydligare än min avsikt. Det uppstår en vågrät randning i mönstret vilket fungerar bra tillsammans med övrig fast inredning; bar- och dörröppning samt garderob- och bardisk följer denna vågräta linjering.*

*Panelerna smälter fint in i denna miljö; enkelheten i det grå-svarta stengolvet, de rödbruna snickerierna och de ljus slätmålade väggarna står fint mot det mer komplexa mönster i såväl färg som yta. De svarta stolarna och borden förstärker det mörkt blåa i panelerna.*



Bildmontage - foto från Konserthuset Göteborg.



Bildmontage - foto från Konserthuset Göteborg.



#### Rum 4: entréhall

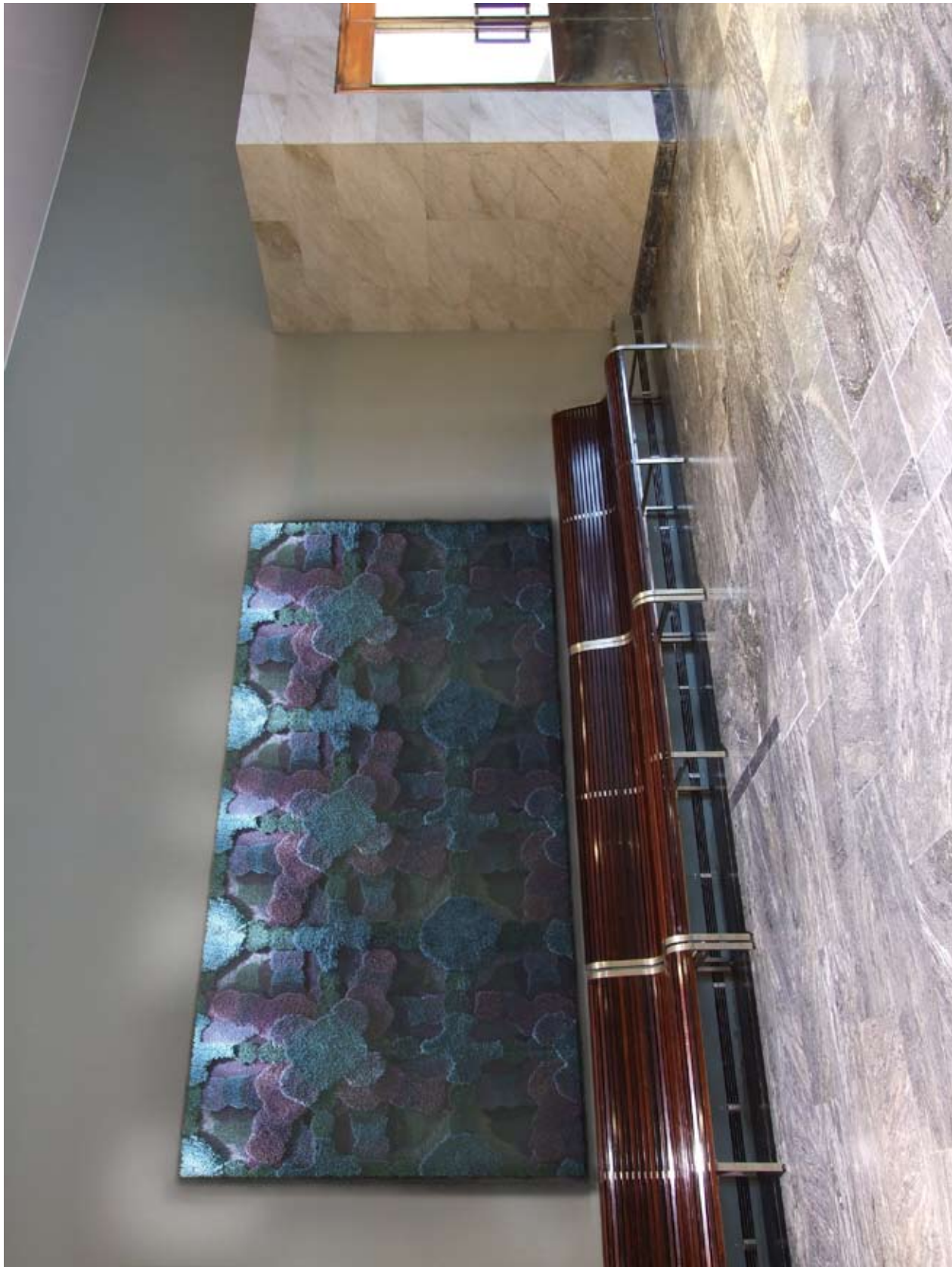
*Detta rymliga och avskalade rum kändes mycket passande för mina paneler – jag fick intrycket av att panelerna kunde påverka det sittande väntandet på ett positivt sätt; att ha en absorberande vägg i ryggen när ljuden studsar mot resten av rummets ytor föreställer jag mig inget trygghet.*

*Färg- och mönstermässigt stämmer panelerna in mycket bra mot bänkens snickerier, den ljus grågröna väggen samt stenmaterialen på vindfång och golv. På håll kan man skönja blomliknande formationer som förenas med båglikande bryggor. Rutmönstret fungerar som en inramning eller snarare struktur och har ett släktdrag med golvets stenbeläggning. Vid ett närmande, speciellt i sidled, skulle betraktaren kunna ta del av nivåskillnaderna i mönstret som blir extra tydligt i miljöer där inte ett direkt dagsljus når panelerna.*

*Jag har dock invändningar mot den belysning jag valde till montaget – detta släpljus får skuggor att framträda för tydligt och medför att ytor med lång lugglängd hamnar i för stort fokus. En mer direkt belysning hade kunnat motverka detta.*



Bildmontage - foto från Konserthuset Göteborg.



Bildmontage - foto från Konserthuset Göteborg.

## Bilaga 1: Akustikmätningar enligt rörmetoden

Inledande mätningar gjorda med prover  $\varnothing 99$  mm.  
Utförda på Teknisk Akustik, Chalmers februari 2008.

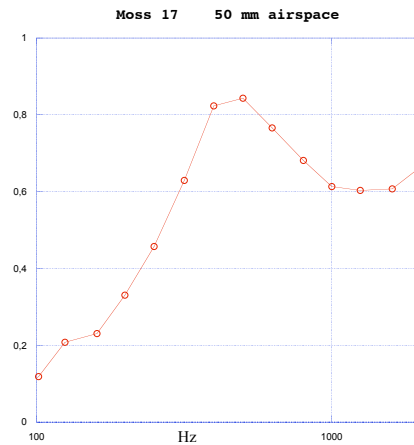
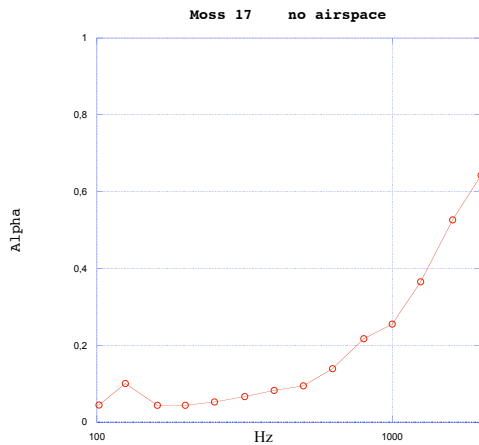
Den röda kurvan (Alpha) skall ligga så nära 1 som möjligt i samtliga frekvensområden för att uppvisa god absorption. Airspace = luftspalt.

Moss är en matta med ryakaraktär, ojämn lugghöjd 40 mm.

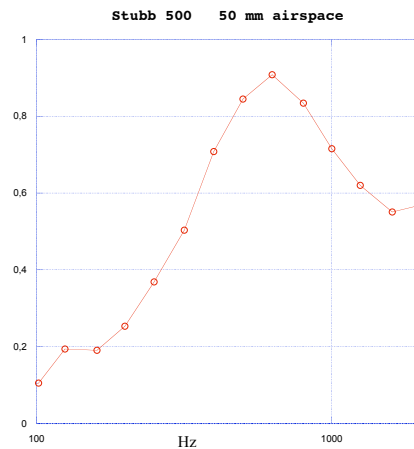
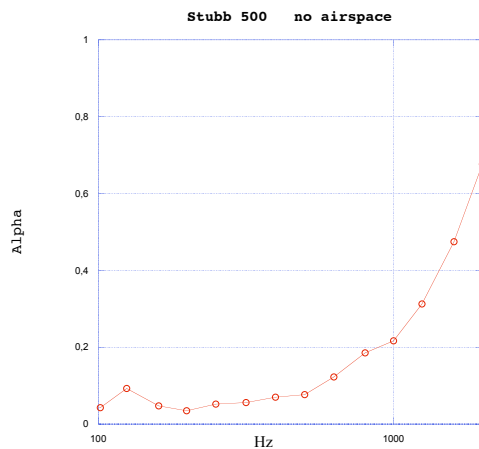
Stubb är en matta med ryakaraktär, jämn lugghöjd 22 mm.

Lav är en bouclématta (öglor), lugghöjd 11 mm.

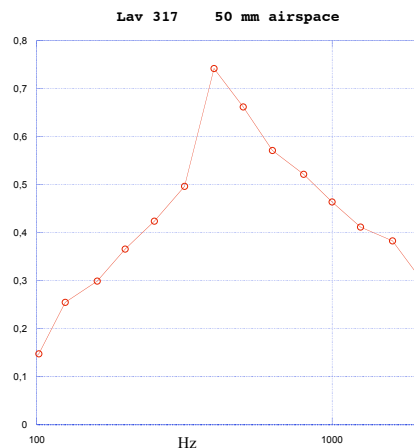
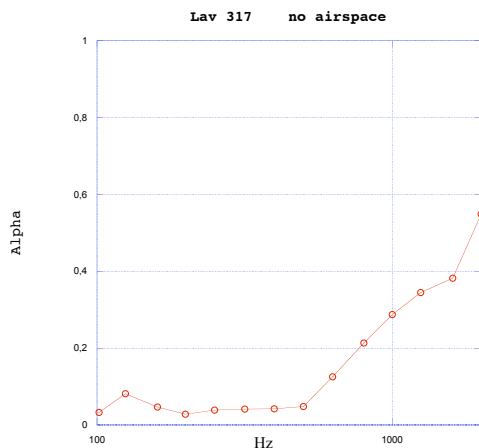
Samtliga handtuftade i ull och lin från Kasthalls standardsortiment.



Moss



Stubb



Lav

Diagram från Teknisk Akustik, Chalmers.

## Bilaga 2: Akustikmätningar enligt rumsmetoden

Samtliga mätningar 2,1 x 2,1 m<sup>2</sup>, utförda på Teknisk Akustik 080311.  
Kombination I resp II med 50 resp 100 mm distans från vägg.

### • KOMBINATION I – 100 MM FRÅN VÄGG

Frekvens		125	250	500	1000	2000	4000
Absorptionskoefficient		0,047	0,8455	0,9629	0,9906	1,0191	0,9027
Ljudklass minimum							
A	-	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8

### • KOMBINATION II – 100 MM FRÅN VÄGG

Frekvens		125	250	500	1000	2000	4000
Absorptionskoefficient		0,0213	0,8696	0,9739	0,9737	1,0284	0,8937
Ljudklass minimum							
A	-	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8

### • KOMBINATION I – 50 MM FRÅN VÄGG

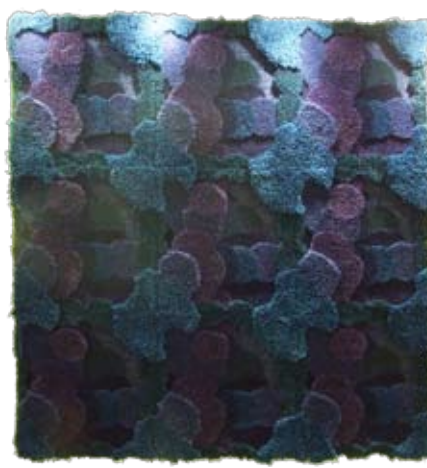
Frekvens		125	250	500	1000	2000	4000
Absorptionskoefficient		0,0401	0,8429	0,9104	0,995	0,9719	0,8325
Ljudklass minimum							
A	-	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8

### • KOMBINATION II – 50 MM FRÅN VÄGG

Frekvens		125	250	500	1000	2000	4000
Absorptionskoefficient		0,1125	0,7334	0,9093	0,9456	0,9523	0,7951
Ljudklass minimum							
A	-	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8



Kombination I



Kombination II

## Bilaga 3: Arbetsritning sid 1/2



### BLANDNINGAR

- Blandning 1  
Garn nr 2, 3, 16, 19, 21, 22
- Blandning 2  
Garn nr 1, 2, 3, 5, 6, 8
- Blandning 3  
Garn nr 1, 2, 4, 7, 8, 9
- Blandning 4  
Garn nr 3, 13, 16, 18, 19, 20
- Blandning 5  
Garn nr 1, 2, 3, 10, 14, 15
- Blandning 6  
Garn nr 1, 2, 3, 7, 12, 13
- Blandning 7  
Garn nr 1, 2, 3, 4, 5, 6
- Blandning 8  
Garn nr 1, 3, 12, 13, 16, 17
- Blandning 9  
Garn nr 1, 3, 4, 10, 12, 13

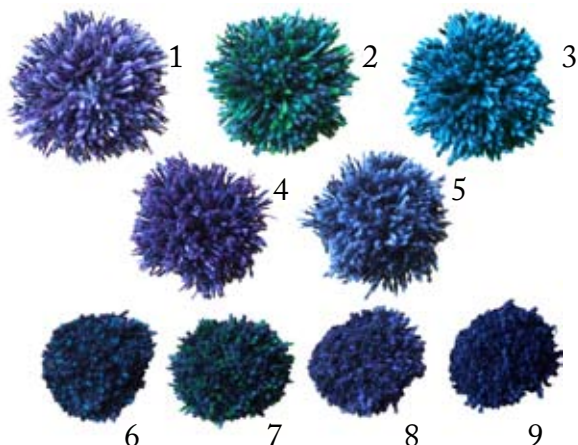
### YTOR

- |                    |                       |                       |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| • 1e = (9 x 0,045) | = 0,41 m <sup>2</sup> |                       |
| • 2e = (9 x 0,059) | = 0,54 m <sup>2</sup> |                       |
| • 3d = (9 x 0,015) | = 0,14 m <sup>2</sup> | } 0,95 m <sup>2</sup> |
| • 3f = (9 x 0,089) | = 0,81 m <sup>2</sup> |                       |
| • 4d = (9 x 0,014) | = 0,13 m <sup>2</sup> | } 0,37 m <sup>2</sup> |
| • 4e = (9 x 0,026) | = 0,24 m <sup>2</sup> |                       |
| • 5c = (9 x 0,035) | = 0,32 m <sup>2</sup> | } 0,77 m <sup>2</sup> |
| • 5d = (9 x 0,02)  | = 0,18 m <sup>2</sup> |                       |
| • 5f = (9 x 0,03)  | = 0,27 m <sup>2</sup> |                       |
| • 6c = (9 x 0,023) | = 0,21 m <sup>2</sup> | } 0,37 m <sup>2</sup> |
| • 6d = (9 x 0,017) | = 0,16 m <sup>2</sup> |                       |
| • 7b = (9 x 0,025) | = 0,23 m <sup>2</sup> |                       |
| • 8c = (9 x 0,028) | = 0,26 m <sup>2</sup> |                       |
| • 9a = (9 x 0,04)  | = 0,36 m <sup>2</sup> | } 0,41 m <sup>2</sup> |
| • 9b = (9 x 0,005) | = 0,05 m <sup>2</sup> |                       |

(ytor avrundats uppåt)

### LUGGHÖJDER

- |   |            |
|---|------------|
| a | bouclé     |
| b | 12 mm      |
| c | 22 mm      |
| d | 30 mm      |
| e | 40 mm      |
| f | (55-60) mm |



### Bilaga 3: Arbetsritning sid 2/2

#### TILLÄGG/ÄNDRINGAR UNDER ARBETETS GÅNG I FABRIK:

- Blandning 6c ny pga brist på garn 7 (helt mörkblå)
- Blandning 3d ny pga brist på garn 7 (ny blandning i stort sett identisk)
- Garn 16 utgått = garn 22
- Garn 11 utgått = garn 8

*Classic = täta stygn; 20 rader, 20 stygn per 10x10 cm*  
Samtliga blandningar med undantag från 2e och 9a (bouclé/öglor)  
*2e = glesare stygn 20 rader, 16 stygn per 10x10 cm*



ny 6c

