



TEXTILHÖGSKOLAN

HÖGSKOLAN I BORÅS

ALTERNATIVT INSLAGSGARN TILL VÄVDA PVC-GOLV

Johanna Apelgren & Lova Sepp-Mattisson

- En studie i hur inslagstråden påverkar absorption av ljud, fixering och nöthållfasthet

Sammanfattning

I denna studie undersöks möjligheterna att ta fram en alternativt inslagstråd till Bolons vävda PVC-golv för att förbättra dess akustiska egenskaper. Golvet som studien utgick från var vävt i tvåskift med PVC-garn i varp och väft. Den nya inslagstråden måste klara de processbetingelser som Bolons golvproduktion innebär utan att krympa mer än 5 %, antända eller brytas ned. För att möjliggöra förvaring, installation samt få en högre motståndskraft mot nötning bör inslagstråden fixera med PVC-varpen. Det färdiga golvet, skall klara nötning utan att trådbrott eller färgändring uppstår. Samt uppvisa en förbättrad ljudabsorption.

Krympning hos garn samt garns fixering med PVC har testats genom, för studien framtagna, test. Fixeringen i det färdiga golvet testades med en dragprovsmaskin. Absorption av ljud testades genom mätning av strömningsmotstånd enligt standarden ISO 9053. Nötningstest utfördes med en stolshjulsmaskin enligt SS EN 985.

Utifrån studien dras slutsatsen att ett alternativt inslagsgarn ger ökad ljudabsorption hos Bolons vävda golv. Frågetecken kvarstår dock hur väven skall stabiliseras för att erhålla användarvänlighet då de studerade materialen ej fixerar. I och med den uteblivna fixeringen samt garnens konstruktion nöts de framtagna vävarna i golvkonstruktion betydligt mer än Bolons originalgolv.

Abstract

This study examines the feasibility of developing an alternative weft to Bolons woven PVC flooring to enhance its absorption of sound. The floor on which the study was based on were woven in plain weave with PVC-threads in both weft and warp. The new weft must withstand the same process conditions as a regular floor from Bolon does. This without exhibit a greater shrinkage than 5 %, ignite or decompose. To enable storage, installation of flooring and avoid unnecessary abrasion the alternative weft should fixate with the PVC warp. The finished product shall pass an abrasion test without wire breakage or any color change. This with an improved sound absorption.

Shrinkage of the selected yarn and its fixation with PVC were tested by the study developed test. Absorption of sound were tested by measuring the flow resistance towards the standard ISO 9053: Acoustics- Materials for acoustical applications- Determination of airflow resistance. Abrasion test were carried out by an castor chair towards the standard SS EN 985. The degree of fixation on the finished floor were tested with a tensile tester.

The study concludes that the incorporation of an alternative weft yarns does increase the sound absorption of a Bolon floor. Question marks remain, and that is how to obtain stability of the floor when the studied materials not fix. With the loss of fixation and the construction of the yarn used, the produced weaves were significantly more sensitive to abrasion than Bolons original floor are.

Sammanfattning populärvetenskaplig

I denna studie undersöks möjligheterna att ta fram en alternativ inslagstråd till Bolons vävda PVC-golv för att öka dess absorption av ljud. Den förbättrade ljudabsorptionen skall yttra sig i att dämpa de ljud som uppstår när man går på golvet för att bidra till en behagligare inomhusmiljö utan buller. Förutom ljudabsorptionen, undersöks huruvida det finns ett material som kan fixera med PVC-varpen. Detta för att underlätta vid förvaring, installation samt öka motståndskraften mot nötning.

Vid test av motståndskraften mot nötning användes en stolshjulsmaskin som fick gå i 25 000 varv. Fixeringen testades initialt genom ett för studien framtaget test som baseras på manuell bedömning. Det för studien framtagna golvet, väv med backing, genomgick ytterligare ett fixeringstest som utfördes på en dragprovmaskin. Huruvida absorptionen av ljud hade förbättrats undersöktes genom att testa strömningsmotståndet hos den framtagna väven.

Studien visade att de akustiska egenskaperna förbättrats dock försämrades motståndet mot nötning avsevärt med en textil inslagstråd. Det var enbart ett material som tenderade att fixera med PVC i de manuella testerna. Dock uppvisade den textila inslagstråden en viss fixering gentemot backingen i det, för studien, framtagna golvet.

Förord

Denna kandidatuppsats inom textilteknologi på 15 Hp vid Textilhögskolan i Borås fokuserar på en forskningsfråga som tagits fram i samarbete mellan författarna, Textilhögskolan och Bolon. Det praktiska arbetet har skett i Textilhögskolans och Bolons lokaler i Borås och Ulricehamn. Litteratursökning och författande har delats upp mellan författarna för att sedan sammanställas gemensamt. Det praktiska arbetet har utförts gemensamt i alla steg.Handledare på Bolon var textilingenjör Sofie Dahlén. Handledare från Textilhögskolan var Veronica Malm.

Ett särskilt tack till Bolon och Sofie Dahlén som gjort denna studie möjlig. Även tack till Veronica Malm för hennes råd och stöd under arbetets gång. Till sist riktas ett tack till Olle Holmudd för hjälp vid materialanskaffning.

Borås, Maj 2014

Johanna Apelgren
Lova Sepp-Mattisson

Innehållsförteckning

| | |
|--|-----------|
| 1. Inledning | 1 |
| 1.1. Uppdragsgivare | 1 |
| 1.2 Uppdrag | 1 |
| 1.3 Metod | 2 |
| 2. Problembeskrivning | 2 |
| 3. Forskningsfrågor och avgränsningar | 2 |
| 3.1 Forskningsfrågor | 2 |
| 3.2 Avgränsningar | 3 |
| 4. Teoretisk referensram | 3 |
| 4.1 Produktion av vinylgolv | 3 |
| 4.2 Textila golv | 4 |
| 4.3 Akustik | 4 |
| 4.4 Material | 6 |
| 4.5 Testmetoder | 7 |
| 5. Valda material och testmetoder | 9 |
| 5.1 Valda material | 9 |
| 5.2 Valda testmetoder | 11 |
| 6. Resultat | 13 |
| 6.1. Krymptest | 13 |
| 6.2. Fixeringstest-garn | 14 |
| 6.3 Vävning | 15 |
| 6.4 Strömningsmotståndsmätning | 16 |
| 6.5 Fixeringstest-väv med backing | 16 |
| 6.6 Nötningstest, stolshjulsmaskin | 18 |
| 6.7 Sammanställning testresultat | 20 |
| 7. Diskussion | 21 |
| 8. Slutsats | 23 |
| 9. Förslag till fortsatt arbete | 24 |
| 10. Referenslista | 25 |
| 11. Bilagor | 27 |

1. Inledning

1.1. Uppdragsgivare

Bolon grundas år 1949 av Nils-Erik Eklund som då började tillverka trasmattor av textilt spill. På 60-talet förknippades Bolon främst med förtältsmattor till husvagnar under ledning av Monica och Lars Eklund. De var de som tog steget att börja producera mattor av vävd polyvinylklorid (PVC). 2003 tar systrarna Marie och Annica Eklund över företaget från sina föräldrar. Det är här Bolon påbörjar sin resa från att vara ett traditionellt golvföretag till att bli ett ledande varumärke inom design. (Bolon 2014a).

Bolon designar och tillverkar vävda vinylgolv i PVC. Väven ger golvet en tredimensionell struktur och det infallande ljuset reflekteras. Detta gör att golvet får olika utseende beroende på från vilken vinkel man tittar på det, till skillnad från traditionella plastgolv som har en plan och slät struktur.

De har för närvarande 9 stycken kollektioner, Artisan, Botanic, Create, Bolon by Missoni, BKB, Graphic, Ethnic, Now och den nyaste, Silence. Med Silence lanserade de en backing med ökad ljudabsorption som ska dämpa stegljud (Bolon, 2014b). Den backingen används inte på alla artiklar där problemet med trumljud samt stegljud kvarstår. De olika golven levereras antingen på rulle med en varubredd på ca 2 m eller i färdigskurna plattor (tiles) med storleken 50x50. De finns även en friare form av golv som kallas för Bolon Studio, där golvet skärs ut till trianglar, planks, wings eller decos i en skärmaskin.

1.2 Uppdrag

En av Bolons vinylgolvs största konkurrenter är heltäckningsmattor i textil. Detta är bland annat på grund av dess akustiska egenskaper. Heltäckningsmattor i textil agerar som en ljudabsorbent och reducerar uppkomna ljuds efterklangstid i de lokaler där de är installerade. Genom att minska efterklangstiden av ljud genereras en tystare inomhusmiljö. Den estetiska aspekten är ytterligare en konkurrensfördel som de textila golven har, då variationsmöjligheterna är större med textil än med PVC. Fördelarna med vinylgolvet jämfört med textila heltäckningsmattor är dess höga städbarhet och livslängd. I och med att det inte finns någon lugg eller fibrer som kan nötas bort av stolshjul eller skor har golvet en lång livslängd. Avsaknaden av fibrer och lugg gör också golven lätta att rengöra då fläckar och smuts lätt går att torka upp då de inte absorberas av vinylen.

Bolon har uttryckt en önskan om att undersöka huruvida det går att hitta en textilfiber som kan användas som ett alternativ till den nuvarande väften som består av PVC. Den textila fibern ska fixera med PVC-varpen samt ge en ökad absorption av ljud. Det ljud som önskas dämpas är trumljudet. Det är ljud som uppkommer i rummet när exempelvis ett stolsben skrapar mot golvet eller när en person går på det. Genom förbättring av de akustiska egenskaperna minskar efterklangstiden av ljudet genom att golvet absorberar ljudvågorna vilket ger en tystare och då behagligare inomhusmiljö.

1.3 Metod

En litteratursökning genomfördes i databaser som fanns tillgängliga på Högskolan i Borås Biblioteks hemsida. Dessa var Summon, Woodhead och Wiley Online Library. Utöver dessa användes sökmotorn Google. En litteratursökning genomfördes också i Biblioteket på Högskolan i Borås. Sökord som använts var bland annat, ljudabsorption, trumjud, stegljud, sound absorption, sound absorption woven textiles, akustik, acoustic, polymera material, plast, floor coverings, pvc, woven fabric selvedge tester, fixation testing och carpet sound absorption. För att få ingående kunskap om produktionen av PVC-golv hos Bolon har dialog förts med anställda där samt med den från företagen tilldelade handledaren, Sofie Dahlén. Praktiska tester, som beskrivs i avsnitt 5.2 Vald metod, har utförts på garn och framtagna vävar samt installationsfärdiga golv.

2. Problembeskrivning

Konventionella heltäckningsmattor i offentliga lokaler ger en behaglig miljö bland annat i och med absorption av ljud. Textila mattor erbjuds i varierande design vilket attraherar en vid grupp av konsumenter. Dessa golv är eftertraktade i och med kombinationen av användarvänlighet och estetik. Bolons vävda PVC-golv är slitstarka som plastgolv och erhåller genom vävkonstruktionen en estetik som liknar den hos konventionella textila heltäckningsmattor. De utmärker sig dock genom sin ljusreflektion. Genom att ersätta det befintliga inslagsgarnet i Bolons vävda PVC-golv med ett alternativt material kan en hybrid mellan ett textilt golv och ett vinylgolv åstadkommas.

3. Forskningsfrågor och avgränsningar

3.1 Forskningsfrågor

Forskningsfrågorna som detta arbete tar avstamp i är:

Vilket/vilka material, i garnform, kan genomgå de processer som ett golv från Bolon genomgår utan att krympa mer än 5 % samt fixera med PVC?

Kommer en textil fiber ge ökad absorption av ljud, vilket leder till minskat trumjud i de lokaler där ett golv med alternativt inslagsgarn installeras?

Vilket/vilka material i det alternativa inslagsgarnet uppfyller ovanstående krav samt ger ett installationsfärdigt golv som klarar 25 000 varv i en stolshjulsmaskin?

Hur påverkar ett alternativt inslagsgarn de miljömässiga aspekterna hos ett Bolongolv?

3.2 Avgränsningar

En textil fiber kommer med största sannolikhet påverka städbarheten till det negativa då textila fibrer har en relativt porös struktur vilket kan bidra till att smuts och vätska lättare får fäste och absorberas. I denna studie har avgränsningen att inte studera städbarheten gjorts. Aspekten vidrörs dock vid val av material samt då miljö diskuteras.

Miljöaspekterna studeras ej närmare än att de diskuteras utifrån studiens teoretiska referensram samt testresultat.

Då materialet polypropen ej varit tillgängligt inom tidsramarna för studien har det utelämnats.

4. Teoretisk referensram

4.1 Produktion av vinylgolv

Bolons PVC-golv är vävda och produceras på jacquard- eller skaftmaskin med griparmar. De använder PVC-tråd både till varp och väft. Produktionshastigheten på vävmaskinerna är hög vilket medför att framförallt väften utsätts för stor påfrestning vid produktion. Det är viktigt att väften är dimensionsstabil och stark nog att klara dessa påfrestningar. Efter vävning värmebehandlas väven för att materialet ska relaxera och att varpen och väften ska fixera med varandra. Backingen är en blandning av PVC och glasfibrer. Applikation av backingen på väven görs genom en lamineringsprocess. När backingen och väven är sammanfogade är golvet klart. Hybriden kommer genomgå alla de processsteg som golv av 100 % PVC gör. Det är därför viktigt att det nya materialet klarar de processbetingelser som är förenat med produktion av ett Bolon-golv. Hastigheten på vävmaskinerna kan sänkas om så behövs, men temperatur vid fixering och backing är densamma för hybriden som för golvet i enbart PVC. (Bolon 2014h).

Miljö

Bolon jobbar aktivt med att optimera sina processer och produkter för att bli mer miljövänliga. Deras mål är att i framtiden inte lämna några negativa fotavtryck efter sig. För att uppnå detta har en rad åtgärder genomförts. Den PVC som golven tillverkas av är från och med 2014 helt fria från ftalater och bly samt 100 % återvinningsbar (Bolon 2014c). PVC är dock en ändlig resurs vilket i sig är en faktor som bör beaktas, då det i sig självt är skadligt för miljön. En annan aspekt ur hållbarhetssynpunkt är att golvet är slitstarka och har en lång livslängd. De är också lätta att rengöra med neutrala rengöringsmedel och vatten (Bolon 2014f).

4.2 Textila golv

Heltäckningsmattor

År 1999 uppgick den internationella produktionen av heltäckningsmattor till $2,5 \times 10^9$ m². Polyamid utgör 55 % av de producerade areorna, Polypropen 34 %, Polyester 5 % och ull 3 %. Mattor för hemmabruk står för 68 % av all produktion. Övriga 32 % utgörs av mattor för offentliga lokaler, bil- och fordonsindustrin samt utomhusmiljöer. (Heisterberg-Moutsis, Heinz, Wolf, Harper, James, Mazzur, Kettler & Soiné 2001).

Polyamid är den mest använda fibern inom produktionen av heltäckningsmattor i och med att den är nöttålig, återhämtar sig bra samt färgas lätt (Heisterberg-Moutsis et al. 2001). Polyamidmattor är dessutom städbara och fläckresistenta (The Carpet and Rug Institute 2014).

Polypropen, som nämnt är den näst mest använda fibern i heltäckningsmattor, är resistent mot solljus och kemikalier. Den genererar låg statisk elektricitet och tål syrabaserade fläckar (The Carpet and Rug Institute 2014). Materialets stora marknadsandelar beror mycket på den låga materialkostnaden och att det inte kräver komplicerade teknologiska lösningar vid extrudering av fibern vilket gör start av produktion enkel. Polyesterns blygsamma marknadsandel förklaras av att den är mindre mångsidig än polyamid då det kommer till färgning och är mindre elastisk. Ull är en hållbar fiber, dock inte i klass med Polyamid. (Heisterberg-Moutsis et al. 2001). Ullfibern är elastisk och självsläckande. Dess mjuka och bulkiga struktur i kombination med att den kan framställas i många färger och mönster gör den till en uppskattad fiber. I och med det höga priset används den främst i exklusiva mattor för dekorativt syfte och på golv med låg trafik (The Carpet and Rug Institute 2014).

Garn i heltäckningsmattor förekommer som kontinuerliga filament eller stapelfiber. Filament extruderas och ges sedan bulk genom att formas. De kan klippas till stapelfiber och spinnas till garn eller tvinnas som filament och värmefixeras (The Carpet and Rug Institute, 2014). Användning av stapelfiber ger möjligheten att blanda fibrer med olika lyster, tvärsnitt och färgbarhet. Genom blandning av fibermaterial kan mattans prestanda utformas. Värmefixering görs för att eventuella former som garnet ges skall hållas samt att fibrerna skall tåla nötning och andra påfrestningar under användandet bättre. (Heisterberg-Moutsis et al. 2001).

Vanligt förekommande varukonstruktioner för heltäckningsmattor är tuftning, väv samt nonwoven. Mattor kan delas in i två konstruktionsklasser, ögla eller skuren lugg. Mattor med klippt glugg delas in i konstruktionerna Saxony, Frizé (hård tvinning), Cut-and-Loop, Shag, Velour och COC.

4.3 Akustik

Akustik är läran om ljud och upplevelsen av ljud. Hur ljudet sprider sig, uppfattas och uppkommer (Akustikforum u.å). Det är tryckvariationer i luften som människan uppfattar som ljud. Variationerna får örats trumhinna att vibrera och vibrationerna färdas ned till ovala fönstret genom örats innerben, vidare ned till öronsnäckan. I öronsnäckan finns en vätska och hårceller. Dessa påverkas av vibrationerna och det är när hårcellerna kittlas som hörselnerven skickar elektriska impulser till hjärnans hörselcentrum och människan upplever ett ljud. (Zetterling & Nyström 2002).

Ljudets styrka delas upp i ljudtryck och ljudintensitet. Ljudtrycket mäts i Pascal (Pa) och bestäms av amplituden i tryckvariationerna. Ljudintensiteten används för att bestämma ljudnivån i decibel (dB). Människan kan uppfatta ljud mellan 0-140 dB. Gränsen för upplevt obehag går vid 110 dB och smärta vid 130-140 dB. Frekvensen är tonhöjden på ljudet och är en betydande faktor i hur människor upplever ljud. Det mäts i hertz (Hz) och anger antalet tryckvariationer per sekund. Barn i åldern 0-10 år kan uppfatta ljud med frekvenser mellan 20-20-000 Hz vilket är ett större spann än barn över tio år och vuxna. (Simmons 1996).

Rumsakustik

Ljud som uppkommer när en fot eller ett föremål träffar ett golv kallas för stegljud och trumljud. De uppkomna ljudvågorna kan antingen absorberas av golvet eller reflekteras tillbaka in i rummet. Ljudvågorna kan även passera rakt igenom. Detta gäller även för väggar. Stegljudet är det ljud som går genom golvet och hörs i angränsande rum, ofta rummet under (Akustikforum, u.å). Stegljud mäts med standardiserad hammarapparat enligt standarden SS-EN ISO 140-7 Del 7 mätning av stegljud. (Simmons 1996). Hammarapparaten släpper och lyfter fem stycken stålhammare, i snabb takt efter varandra mot golvet. Mätutrustningen står i rummet under apparaten och mäter ljudet som hammaren genererat. Trumljudet är den del av ljudet som reflekteras tillbaka när ett fallande föremål träffar golvet, en stol dras mot golvet eller när en fot träffar golvet och ljudenergin sprids i samma rum. Även trumljud mäts med en hammarapparat men mätutrustningen är då placerad i samma rum. Beroende på vad golvet är tillverkat av, vilken typ av föremål eller sko som träffar golvet samt vem som bär skon blir det reflekterande ljudet mer eller mindre tydligt. (Johansson 2005)

Ljudabsorption i textil

Som tidigare nämnts så reflekteras, passerar eller absorberas ljudvågen när den träffar ett golv eller en vägg. När ljudvågen absorberas så omvandlas den till värmeenergi på grund av friktionen eller resonansen i det material som golvet eller väggen består av. Absorptionsfaktorn anges i ters- eller oktavband och är förhållandet mellan den energi som absorberas eller går igenom väggen och den infallande ljudenergin. Absorptionsfaktorn är frekvensberoende och varierar mellan 0-1. Där 0 är total reflektion och 1 är total absorption. Genom att öka absorptionen av ljudenergi i ett rum minskar man efterklangstiden vilket är det tid som ljudet fortfarande är kvar i rummet efter att ljudkällan tystnat. (Zetterling & Nyström 2002).

Textil är en porös absorbent och själva absorptionen sker inne i materialet. När ljudvågen går in i textilen omvandlas rörelseenergin hos vågen till värmeenergi på grund av friktionen som orsakas av sammansättningen av fibrer och den inestängda luften inne i materialet. Hos vävda textilier är porositeten, strukturen, strömningsmotståndet och luftgenomsläppligheten viktiga parametrar när det kommer till absorption av ljud (Soltani & Zerrebini 2013). Den som dock har störst inverkan är strömningsmotståndet och det är vilket motstånd materialet uppvisar mot luftgenomströmning. Strukturen, tjockleken och densiteten hos textilen har olika betydelse för olika frekvenser. Ljudvågor med hög frekvens absorberas bättre av textilier med högre densitet. Enligt Soltani och Zerrebini (2013) är den optimala densiteten 0.32 g/cm^3 för vävda textila absorbenter då nästan alla frekvenser kan absorberas. Soltani och Zerrebini (2013) menar även att långa flotteringar i strukturen ökar reflektioner av ljudvågor medan korta flotteringar ökar absorptionen. Detta på grund av att korta flotteringar medför större del instängda luftpartiklar och på så sätt uppstår större energiförluster hos ljudvågen. (Soltani & Zerrebini 2012)(Soltani & Zerrebini 2013). Att lägga in heltäckningsmattor är ett effektivt sätt att reducera trumljud och stegljud. Mattor verkar som ljudabsorbenter då de konverterar skarpa högfrekventa ljud till ljud med lägre frekvens. (Johansson, 2005).

4.4 Material

Fibermaterial för textila golv behöver tåla nötning och UV-ljus. Beständighet mot vatten och kemikalier i och med städning underlättar användandet. Det bör absorbera ljud vilket, som nämns i avsnitt ljudabsorption, uppnås vid specifik densitet, garn- och varukonstruktion. Slutligen måste materialet klara de processbetingelser som ingår i produktionen. I detta fall måste fibern gå att väva med. Den skall helst fixera med den PVC-belagda polyestervarpen så att väven ej repar upp sig. Den skall klara temperaturer runt 165°C utan att krympa mer än 5 %, brytas ned eller antända.

Nedan följer en kort introduktion till de material som undersökts i studien.

PVC

Det i projektet givna materialet PVC är billigt, tåligt, beständigt och svårantändligt. Plasten är dessutom flexibel om mjukmedel tillsätts.

Akryl

Generellt upplevs akryl varm, torr och mjuk samt har låg densitet och god elasticitet. Den har låg absorption samt är ljus-, kemikalie- och vädertålig. Dessa egenskaper ger en mjuk och tålig yta. Negativa aspekter är värmekänslighet och att den ej kan ges en permanent värmefixering. En varaktig värmefixering är dock möjlig men fixeringen påverkas av värme och väta. Akrylens smälttemperatur är högre än dess termiska nedbrytningstemperatur. Materialet bryts sakta ned vid temperaturer över 200°C men kan smältas vid ca 320 °C om uppvärmning sker snabbt (Frushour & Knorr 1998). Detta försvårar värmebehandling av fibern. Dessutom är akryl svårfärgad på grund av dess svårpenetrerade lateralt bundna struktur (Frushour & Knorr 1998). (Humphries 2009).

Polyester

En delkristallin polyester är stark, styv, nötningsbeständig, UV-tålig, utomhusbeständig samt erhåller god kemikalieresistens. (Albertsson, Edlund & Odelius 2012). Materialet smälter vid 260°C och antänds vid 372 °C vilket är höga temperaturer (Stegmaier, Mavely & Schneider 2010). Allt detta är önskvärt men materialet håller oljefläckar, bildar noppor och ger upphov till statisk elektricitet (Humphries 2009).

Polyamid/Nylon

Amidplaster har generellt sett hög styrka, elasticitet, seghet, nöthårdighet, slitstyrka samt utmattnings- och krypresistens. De står emot lösningsmedel och kan dessutom bearbetas med de metoder som används till termoplaste då den smälter vid runt 220°C och inte börjar brinna under 354 °C (Stegmaier et al. 2010) (Reimschuessel 1998). Känslighet mot UV-ljus föreligger dock. (Albertsson et al, 2012).

Lin

Lin är en stark, lång, slät bastfiber med lyster (Humphries 2009). Lin ger ej upphov till statisk elektricitet (Kozłowski, Kicin, Ska-Jakubowska & Muzyczek 2009). Linfibern har veck som gör att den lätt skrynklas, inte är särskilt nöttålig samt är lätt att böja. Likt andra cellulosa-fibrer förlorar lin styrka vid förhöjda temperaturer och bryts ned vid 202°C (Braun, Schwarts & Reinemann 2003). Lin tenderar även att missfärgas vid exponering för solljus. (Batra 1998)

Jute

Denna bastfiber är en av de billigaste fibrerna (Humphries 2009). Den är stark men mycket spröd

(Rowell & Stout 1998) och röts snabbt i kontakt med vatten. Den används till rep, säckar och i backing till mattor (Humphries 2009). Så som alla cellulosebaserade fibrer (se Lin) försvagas den i solljus främst under inverkan av UV-strålning samt vid förhöjda temperaturer. Jute förlorar styrka mer än dubbelt så fort som bomull vid exponering för solljus. Vid förhöjda temperaturer reagerar jute och bomull likartat och förlorar ca 50 % av styrkan vid 10 timmar i 160 °C. Jute kan göras lik ull, vad det kommer till krusighet, mjukhet och sträckbarhet, vid behandling med alkali. Nackdelar med jute i kombination med termoplastar är fuktabsorption och den nämnda värmekänsligheten. Värmekänsligheten är dock inget större problem om temperaturen hålls under 200°C och behandlingstiden är kort. (Rowell & Stout 1998).

Ull

Ull är en keratin-proteinfiber som är torr, varm och formbar med hjälp av ånga. Den är elastisk, isolerande och skrynkelhärdig. Ullen är även nöttålig och naturligt brandsäker. Materialet bryts ned vid temperaturer över 150°C och förkolnar vid 300°C (Frushour & Knorr 1998). De isolerande egenskaperna samt dess utseende lämpar sig väl för golv. Ullen har dock låg dragstyrka och bildar noppor. Nopporna anses ej vara envisa och går att plocka bort utan större problem. Ett annat problem är att ullens äts av vissa skadeinsekter så som mal. Den skadas även av alkali och klorid vilket tillsammans med benägenheten att filta ihop sig försvårar tvätt (Humphries 2009).

4.5 Testmetoder

Bolons golv certifieras mot standarden EN 15114 vilket är en standard för textila golv utan lugg. I den ingår ett flertal olika tester så som Vetterman-drum och stolshjul vilka är nötningstester, färghärdighet mot ljus och absorption av luftburet ljud. För fullständig lista av ingående tester se bilaga 15. Utöver EN 15114 testas golvet för halka, friktion, reaktion mot brand, emission, kritiskt strålningsflöde och röktäthet (Bolon 2014g). Provningsen sker på SP eller Textile flooring institute i Tyskland. Alla artiklar är CE-märkta vilket är ett krav för att få säljas i Europa. CE-märkningen innefattar brand och friktion. De golv som ska säljas i USA testas där då USAs bestämmelser skiljer sig från Europas. Alla de tester som utförs utöver de som ingår i CE-märkningen är inget krav för att få sälja golvet. Det är ett medel för köparen att kunna jämföra med andra likvärdiga produkter. (Bolon 2014h).

Nötning

Definitionen av nötning är att två material gnids mot varandra vilket kan resultera i att båda eller ett av materialen förändras i form av exempelvis hål, brutna trådar eller andra estetiska förändringar. Nötning resulterar i slitage i form av skador och förlust av prestanda. Att efterlikna nötning i laboriemiljö är svårt då det finns en uppsjö av situationer där nötning uppstår mellan material. Detta anses vara en förklaring till den variation av testmetoder som används. Testmetoder för nötning beskrivs i form av testenheten eller sättet som testhuvudet rör sig. Det innefattar uppblåst membran, böjning och nötning (Stoll Flex Tester), oscillerande cylinder, roterande plattform, likformig nötning och impellertumling. Metoderna varierar även i nötningsmaterialets kontakt med det i testet studerade materialet. Kontakten kan ske plant, genom böjning, tumling eller i form av kantnötning. Kombinationer av ovanstående förekommer även. Det nötande materialet kan vara sten, textil, papper, eller metallknivar. Det finns generellt två bedömningsätt. Det ena är att provkroppen nöts till ett förutbestämt resultat uppnås, exempelvis hål eller trådbrott, varpå antalet cykler dokumenteras. Det andra sättet är att antalet cykler är förutbestämt och bedömning av materialets ytförändring görs efteråt. Faktorer som påverkar resultatet är fibertyp, fiberdimension, garnstruktur, varukonstruktion, beredningar och varans tjocklek. Elastiska garn, långa fibrer samt plana och täta varukonstruktioner

uppvisar generellt sett störst nötningshårdighet. Även rena testspecifika parametrar påverkar resultatet så som det nötande materialet, spänningen hos det studerade materialet, trycket samt om materialet är vått eller torrt. De mest använda metoderna är *Martindale*, *Taber* och *accelerator*. (Wang, Liu & Hurren 2008).

Stolshjulsmetoden testar hur väl ett golv/matta motstår nötning från stols-och bordshjul. Detta test görs enligt standard SS EN 985 och Bolon testar sina golv mot den standarden. Provet placeras på en cirkulär, roterande plattform med en specifik diameter. Rotationshastigheten är konstant. Riktningssändring av rotationen sker i bestämda tidsintervall med en viss stopptid. De tre hjulen som orsakar nötningen är monterade på en platta som styrs av en mekanisk arm. Hjulpattan har en massa på ca 90 kg fördelad jämnt över de tre hjulen som roterar i samma riktning mot plattformen med provmaterialet.

Dragstyrka

Dragstyrka testas genom att materialet utsätts för en axial sträckninglast. Kraft vid brått eller förlängning vid brott uppmäts. Testet utförts genom att en provkropp fästs i två eller fler hållare och dras ut tills den bryts. Påverkande faktorer är provkroppens geometri, fibertypen, arrangemanget och textilstrukturen. Det finns två typer av brott, *skarp brytning* och *procentuell brytning*. Skarp brytning är en plötslig minskning i kraft och procentuell brytning visas som en procentuell minskning av kraft från maximala kraften under tiden som fortsatt utdragning görs. Båda metoderna ger värden för maximal kraft och kraft vid brott. Kraft vid brott är inte alltid är den maximala kraften exempelvis hos mjuka och elastiska material. Förändringen i längd hos provkroppen under drag kan även vara av intresse. Arbetet till brott mäts i joule och är den energi som absorberas av materialet till punkten av brott. Detta värde är en indikation på tygets seghet vilket oftast är mer intressant än styrkan vid brott. Vanligaste metoderna för att mäta dragstyrka är grepptest, modifierat grepptest samt remstest. Många faktorer påverkar testresultatet exempelvis antalet provkroppar, ökningen av sträckning, klampslirning och skador på provkroppar. Därför är antalet provkroppar en viktig aspekt att ta i beaktande vid denna typ av testning. (Wang et al 2008).

Akustiska egenskaper

En av de viktigaste parametrarna när ett poröst materials akustiska egenskaper undersöks är *strömningsmotståndet*. Strömningsmotståndet är det motstånd det porösa materialet uppvisar när luft pumpas genom det i en viss hastighet och frekvens. Strömningsmotståndet är förhållandet mellan sänkningen i tryck och luftgenomströmningens hastighet genom det porösa lagret. Ett högre värde indikerar att provet har bra akustiska egenskaper. Ett lågt värde säger att ljudvågorna passerar provet relativt intakta vilket betyder att absorptionen av ljud hos provet är lågt. Strömningsmotståndsmätning sker enligt standarden ISO 9053: Acoustics- Materials for acoustical applications- Determination of airflow resistance. (Dragonetti, Ianniello, Mercogliano & Romano 2009).

Undersökning av materialets strömningsmotstånd görs med hjälp av en strömningsmotståndsmätare. Den består vanligtvis av ett cirkulärt kärl där provkroppen placeras i mitten av kärlet. Provet agerar som en provisorisk vägg och delar upp kärlet i två kammare. Till den nedre kammaren är en kolv kopplad som rör sig med en frekvens på 2Hz och därmed skapar växlingar i lufttrycket. Detta lufttryck passerar genom provmaterialet och vidare upp i den andra kammaren. En ljudmätare är kopplad till kärlet och mäter hur stort motstånd provet uppvisar mot genomströmning av luft samt förändring av tryckvariation i den övre kammaren. (Dragonetti et al. 2009) (ISO 9053: Acoustics- Materials for acoustical applications- Determination of airflow resistance).

Ett annat sätt att utvärdera akustiska egenskaper hos porösa material är genom *impedans*. Impedans är

hur stor rörelse hos materialet som ljudvågen orsakar, hur mycket av ljudvågen som går i materialet. Om reflektionen av ljud är stor är impedansen liten och vice versa. Med ett impedansrör kan man mäta hur mycket av ljudvågen som det porösa materialet absorberar och reflekterar och på så sätt avgöra om absorptionen är hög eller låg hos det porösa materialet. Mätutrustningen består av ett rör. I ena änden fästs provet och andra änden sitter en mikrofon. Ljudvågen är begränsad till röret och ljudvågen träffar provet vinkelrätt. Ljudvågen träffar provet varpå den reflekteras tillbaka mot mikrofonen och resterna av ljudvågen registreras av ett oscilloskop. På så sätt kan man mäta hur stor del av ljudvågen som absorberas respektive reflekteras. (Soltani & Zerrebini 2013).

Manuell bedömning

Estetik hos textil innefattar känsla, utseende hos produkten samt utseende vid användning vilket berör tjocklek, kompressionsegenskaper, böjningsegenskaper, töjning, dimensionstabilitet och ytegenskaper. Vanligt är att test utförs genom taktill bedömning vilket är en subjektiv metod. Denna bedömningsmetod kräver år av erfarenhet och personliga preferenser tillåts ta stor plats. Egenskaper som kan tillskrivas materialet är lätthet, mjukhet, släthet, frasighet, fyllighet, tung, grov, hårig, luddig, dunig. Då detta är godtyckligt behövs alternativa objektiva metoder. Känslan hos ett tyg kan beräknas utifrån dess mekaniska egenskaper enligt Kwabata metoden (KES-F) vilken inkluderar koshi (styvhet), shari (frasighet) och fukurami (fyllighet och mjukhet). Dessa relaterar till skjuvnings- och böjningsegenskaper vilket i sin tur beror på fiberegenskaperna och tygets geometri. Denna metod består av de fyra instrumenten drag och skjuvning, böjning, kompression och friktion. SiroFAST har utvecklat ett antal instrument för mätning av mekaniska egenskaper hos ulltyg för att förutse dess beteende i konfektionsapplikationer. Denna metod ger liknande information som KES-F men är enklare. Detta system innefattar mätning av tjocklek, böjning, uttöjning, dimensionsstabilitet och press. (Wang et al, 2008)

5. Valda material och testmetoder

5.1 Valda material

Val av material gjordes utifrån litteraturstudie av fiberegenskaper som stämde överens med de nämnda krav som måste uppfyllas för textiltävlingsmaterial. Även materialönskemål som uppkommit i diskussion med Bolon låg till grund för val av material. Nedan följer de material som valdes ut för praktiska tester och utvärdering samt varför de fått plats i studien. För samtliga material förväntades ljudabsorptionen främst kunna härledas till garnkonstruktionen då den påverkar garnets densitet i stor utsträckning.

Akryl

Ull används i konventionella heltäckningsmattor. Då akryl ofta används som substitut för ull, i och med att den är billigare, ej filter vid tvätt och inte försvagas av väta, var den av intresse för denna studie. Den står emot fläckar och nötning vilket gör den användarvänlig. Akrylens största svaghet vad det gäller att ersätta PVC-väften i Bolons mattor är att den inte kan värmefixeras eller fixeras med PVC så som PVC fixeras med PVC. I projektet studerades en traditionell akryl.

Polyester

Polyester är stark vilket ger ett golv som klarar nötning. Den kan värmefixeras vilket är önskvärt vid

fixering av väven. Detta tillsammans med ett lågt materialpris gör polyester lämpligt för golvproduktion. Att materialet ger upphov till statisk elektricitet samt bildar noppor kan vara problematiskt i en golvapplikation (Humphries 2009). I denna studie har fyra olika Trevira Polyester garn med varierande utseende undersökts, främst för att undersöka hur olika garnkonstruktioner påverkar testresultaten. Förutom dessa har ett chenillegarn och bikomponentfibern ”Polyester Low Melt (LM bico)” i form av multifilamentgarn undersökts. Chenillegarnet var intressant främst för dess bulkiga struktur. Bikomponentfibern består av två polyester material med olika smältpunkt (Fiberpartner 2014a). Den produceras som fiber med kärna och används som bindefiber i polyesterkonstruktioner (Fiberpartner 2014b). Denna är av intresse då de olika smältpunkterna ger upphov till både bulk samt viss värmefixering.

Polyamid (PA)

Polyamidens styrka och nöttålighet är högst önskvärda i golvapplikationer och föga förvånande är polyamid den näst mest använda fibern för konventionella heltäckningsmattor. Den kan även värmebearbetas. Främst dessa nämnda egenskaper gav materialet en plats i denna studie. Fibern är dock känslig mot UV-ljus vilket är problematiskt då golv kan utsättas för detta under långa perioder. I denna studie har garn i 100 % polyamid, polyamid/ull-blandning, polyamid/polyesterblandning samt ett flockgarn bestående av polyamidtäckt akrylkärna undersökts. Dessa blandningar togs med för att undersöka huruvida de olika materialegenskaperna kunde komplettera varandra. De är även intressanta ur kostnadssynpunkt då materialkostnader kan sänkas genom att blanda upp dyrare fibrer med billigare. Aramider uteslöts ur studien då egenskaperna ej väger upp för materialkostnaden för den i studien aktuella varan.

Lin

Fibern är stark och uppskattas för dess långa släta utseende. Den kan ej värmefixeras och måste fästa mot PVC-varpen på något annat vis. I studien undersöktes lin både blekt och oblekt samt vaxat för att se om dessa behandlingar förändrade garnets egenskaper. Dessutom undersöktes garn som bestod av en blandning av lin och akryl.

Jute

Denna bastfiber är billig och stark. Sprödheten kan dock vara ett problem vid nötning.

Värmekänsligheten antogs inte försvåra användandet av materialet då samtliga processbetingelser understeg 200 °C och tiderna som materialet utsätts för värme hålls under 1 min. Att fibern kan göras mer lik ull var av intresse av samma anledning som akrylen var av intresse för denna studie. Ett garn i 100 % jute undersöktes.

Ull

Ullen uppskattas främst ur designhänseende och används till exklusivare mattor som ej utsätts för repeterad nötning. Den är önskvärd i offentliga lokaler då den är naturligt flamsäker. Dess bulk ger mjuka och behagliga golv. Detta tillsammans med förväntad god ljudabsorption, i och med materialets luftiga natur, gjorde materialet intressant. I denna studie undersöktes ren ull, ull/PA-blandning samt en ull/akryl-blandning.

5.2 Valda testmetoder

Krymptest

Detta test utfördes enligt Bolons metod för att testa krympning hos material. Provkroppar togs fram i form av tretrådiga flätor á 1 eller 2 trådar. Dessa flätor lades in i en ugn på aluminiumfolieunderlag. Krymptest 1 är ett undantag där provkropparna lades in direkt på ugnsgallret. Ugnstemperaturen var satt till 180°C. Efter 4 minuter togs flätorna ut. Flätornas längd mättes innan och efter dem utsatts för värme och krympningen räknades ut. Maximal tillåten krymp var 5 %.

I samband med efterföljande fixeringstester uppmättes krympningen hos de material som i ovan beskrivna krymptester visat benägenhet att krympa. Längden hos dessa material uppmättes innan och efter värmebehandling för att räkna ut krympningen i procent.

Fixeringstest - garn

Då ej någon standard eller utrustning för den i studien eftersökta fixeringen hittats utvecklades en egen testmetod inspirerad av Bolons krymptest som beskrivs ovan, samt manuell bedömning som beskrivs i avsnitt 4.5 Testmetoder. Provkroppar togs fram i form av tretrådiga flätor á 1 tråd tillsammans med 3 eller 6 trådar PVC-tråd per fläta. Provkroppar i de material som ej bestod av garn togs fram genom att lösa fiber virades tre varv runt tre PVC-trådar. Flätorna lades in i en ugn på aluminiumfolieunderlag. Ugnstemperatur var satt till 155 och 165 °C. Efter en minut togs flätorna ut. Då flätorna svalnat utvärderades fixeringen genom manuell undersökning. Lätthet att dra ut materialen ur flätorna graderades från 1-5 där 1 står för störst lätthet.

Fixeringstest-väv/Dragprovare

Tester utfördes med hjälp av en Mesdanlab dragprovsmaskin med utgångspunkt i standard EN ISO 13937/2. 83 mm avstånd ställdes in mellan klammarna som utgångsläge och övriga inställningar erhöles ur de förprogrammerade inställningarna för standard EN ISO 13937/2. Då fixering mellan de i väven ingående materialen skulle testas kunde inte provkroppar tas fram i enlighet med standarden. De i testet ingående material bestod av framtagna fixerade vävar med backing. Provkroppar från samtliga material togs fram i form av 3 stycken remsor med 10 cm i väftriktning och 15 cm varpriktning. I provkropparnas vänstra sidor togs varptrådar bort så 1 cm in i väftriktning enbart utgjordes av väftrådar. Dessutom togs provkroppar i form av 3 stycken remsor med 10 cm i varpriktning och 15 cm i väftriktning fram från samtliga material. Varptrådar lösgjordes 1 cm in i väftriktning så denna cm endast utgjordes av väftråd. Den översta varptråden lösgjordes så en 2,5 cm lång fri ände erhöles med kvarvarande 7,5 cm fästa i väven. Provkropparna med 10 cm i väftriktning placerades i dragprovaren så att den översta fria väftänden fästes i 90° vinkel i den övre klammern och nedre delen av provkroppen fästes i sin helhet i den nedre klammern. Provkropparna med 10 cm i varpriktning placerades så att den översta fria varptråden fästes i 90° vinkel i den övre klammern och nedre delen av provkroppen fästes i sin helhet i den nedre klammern. Genom dragprovning uppmättes den kraft (N) som krävdes för att lösgöra den översta varp- alternativt väftråden i provkroppen.

Akustiska egenskaper

För att mäta provernas akustiska egenskaper användes Nor1517A och en ljudmätare Nor140 som mäter strömningsmotståndet hos porösa material enligt ISO 9053 Båda från Norsonic. Denna metod valdes för mätningen då graden av flödesmotstånd direkt kan appliceras på materialens akustiska egenskaper.

Metoden är baserad på en dynamisk princip där en kolv är kopplad till en cylindrisk tank där provkroppen är placerad. Kolven drivs av en växelströmsmotor och skapar en oscillerande rörelse som orsakar ett alternerande luftflöde med en frekvens på 2 Hz. Ändringen i tryck inne i kärlet mäts med en kondensormikrofon som är ansluten till ljudmätaren. Ljudmätaren använder 2 Hz 1/3 oktavband och det specifika strömningsmotståndet visas direkt i mätaren i enheten Pa · s/m. Luftflödes hastigheten är 0,5 mm/s med kolven på 1,4 mm. Diametern där provet placeras är 100 mm.

Maskinen kalibrerades innan varje mätning med en kalibreringsplatta och strömningsmotståndet (LEQ) uppmättes då till 174,3. Innan mätning på de aktuella provkropparna utfördes mätningar på referensprov av mineralull, bomullsväv, PVC-väv i tvåskaft och utan någon provkropp alls. Detta för att erhålla jämförande värden. Materialval till referensprov grundade sig i att vid ljudisolering av väggar används ofta mineralull då det är en bra ljudabsorbent på grund av dess porösa struktur. Detta för att få en indikation om vad som är ett högt värde på strömningsmotståndet. Tvåskaftsväven i PVC testades för att kunna jämföra strömningsmotståndet med de senare provkropparna där inslagstråden har bytts ut till textila material. Tvåskaftsväven i bomull testades för att se vilket strömningsmotstånd en helt textil väv med samma struktur uppvisar. Anledningen till att köra maskinen utan någon befintlig provkropp grundar sig i att veta vad ljudmätaren visar när inget motstånd alls finns. Också detta för att kunna dra slutsatser och analysera data som fås av provkropparna med alternativt inslagsgarn. Väv utan backing testas då det ej är möjligt att testa väv med backing då detta gör varan helt tät och inga värden för strömningsmotstånd kan erhållas.

Tre provkroppar av varje material (jute, lin, polyester och ull) i form av fixerad väv utan backing stansades ut med en stans med arean 1 dm² på slumpmässigt utvalda ställen i väven. Strömningsmotståndet uppmättes 3 gånger på varje enskilt prov. Tid för mätning var 10 sekunder. Medelvärdet hos alla värden på varje prov beräknades. Medelvärdena hos varje prov av samma material lades ihop och ett gemensamt medelvärde beräknades. Den insamlade data sammanställdes i en ANOVA.

Nötning

För att se hur materialet reagerade på nötning av stolshjul användes en stolshjulmaskin enligt SS EN 985. Denna metod valdes för att det är ett test som genomförs på alla golv från Bolon och ingår i standarden EN15114. I standarden SS EN 985 finns det tre olika testmetoder, A, B och C. Alla provkroppar går 25 000 varv i maskinen men stannas vid olika varvantal för utvärdering av provkroppar innan de 25 000 varven genomförts. Standarden frångicks i det här avseendet. Bolon har som krav att alla deras golv måste klara minst 25 000 varv. Därför stannades inte maskinen för utvärdering av provkroppar innan alla varv var körda. En annan avvikelser från standarden var hjulmaterialet som i detta fall var polyuretan vilket är ett mjukare material än polyamid som standarden förskriver. Vanligtvis används mjuka hjul (polyuretan) vid testning av hårda golv och hårda hjul (polyamid) används vid tester av mjuka golv. Mjuka hjul på mjuka golv ger ett hårdare slitage. Då det är viktigt för Bolon att deras golv klarar ett högt slitage har de valt att ha mjuka hjul vid provning av golven.

Provkropparna som användes hade genomgått värmebehandling och hade en backing av PVC. Detta för att om enbart väven testas ger detta ett missvisande resultat då det inte är en komplett produkt. Backingen ökar vävens motståndskraft mot nötning då detta lager av PVC bidrar med en viss svikt. Fyra prover i olika material placerades på en cirkulär plattform med en diameter på 79 cm. Rotationshastigheten var 20 varv/min. Riktningen ändrades efter 60 varv med en stopptid på 5 sekunder. De tre hjulen som orsakade nötningen var monterade på en platta som styrdes av en mekanisk arm. Hjulplattan hade en massa på ca 90 kg jämnt fördelad över de tre hjulen.

De fyra provkropparna utgjorde tillsammans en hel cirkel med en diameter på 79 cm. Maskinen stannades efter 25 000 varv då proverna togs ut för utvärdering. Proverna jämfördes med respektive referensprov samt med ett originalgolv i tvåskaff från Bolon. Färgförändringen, ändring i struktur och omfattning av slitning var de parametrar som bedömdes. Nötningen graderades från 1-5 där 5 står för ett oförändrat utseende. För att bli godkända i testet skulle samtliga prover få graderingen 5.

6. Resultat

6.1. Krymptest

För bibehållen prestanda samt estetik måste materialen i Bolons vävda golv klara processteget värmefixering utan att krympa mer än 5 %. Test 1 användes som en inledande fingervisning för utvärdering på ett praktiskt plan av, under brainstorming, genererade idéer.

Test 1

En provkropp av vardera materialet togs fram i form av tretrådiga flätor á 2 trådar. I testet ingående material: A. Chenillegarn Polyester, B. Polyamid, C. Polyester 1, D. Lin vaxat, E. Ull 1, F. Ull/Polyamid, G. Polyester 2, H. Akryl/Lin, I. Ull 2 och J. Polyester 3.

Bäst resultat i krymptest 1 erhöll material D, E, G samt H som inte uppvisade någon krymp (se bilaga 1). Material A, B, C samt F översteg maxgränsen 5 %. Material I och i synnerhet J rörde sig i närheten av maxgränsen. Detta inledande test visade att material D, E, C samt H var värda att arbeta vidare med.

Test 2

Tre provkroppar av samtliga material togs fram i form av tretrådiga flätor á 2 trådar. I testet ingående material: D. Lin vaxat, E. Ull 1, G. Polyester 2, H. Akryl/Lin och K. Ull/Akryl.

De material som uppvisat 0 % krympning i krymptest 1 togs med i krymptest 2. Endast Material G samt H uppvisade någon förändring i längd (se bilaga 2). Material G, uppvisade ökad längd i en av provkropparna efter den utsatts för värme. Detta misstänktes bero på felmätning. Material H, uppvisade liten krympning i två av tre provkroppar. Den förväntades uppvisa en mindre krympning men väl under gränsen på maximala 5 %. Samtliga prover klarade kravet på 5 % maximal krympning och togs vidare för ytterligare tester.

Test 3

Tre provkroppar av samtliga material togs fram i form av tretrådiga flätor á 1 tråd. I testet ingående material: L. Ull 3, M. Lin blekt, N. Jute, O. Flockgran-Polyamidtäckt Akrylkärna, P. Lin Oblekt, Q. Akryl och R. Polyester 4.

I krymptest 3 översteg material O, R samt Q maxgränsen 5 % i krympning medan övriga material ej uppvisade någon krympning (se bilaga 3). Vad det gällde material Q fick det ett medelvärde på 5,67. Då detta endast överstiger gränsen med 0,67 % studerades materialet vidare. Då material R är ett intressant material i övrigt togs den med för vidare krymptestning vid värmebehandling tillsammans med PVC.

Krymptest 4

Ugnstemperatur: 155°C. 3 trådar PVC per fläta. I testet ingående material: Q. Akryl och R. Polyester 4

Material R uppvisade ingen krympning. Material Q uppvisade en medelkrympning på 3,57 % (se bilaga 4).

Krymptest 5

Ugnstemperatur: 155°C. 6 trådar PVC per fläta. I testet ingående material: Q. Akryl och R. Polyester 4.

Material R uppvisade ingen krympning. Material Q uppvisade en medelkrympning på 2,87 % (se bilaga 4).

Krymptest 6

Ugnstemperatur: 165°C. 3 trådar PVC per fläta. I testet ingående material: Q. Akryl och R. Polyester 4.

Material R uppvisade ingen krympning. Material Q uppvisade en medelkrympning på 2,87 % (se bilaga 4).

Krymptest 7

Ugnstemperatur: 165°C. 6 trådar PVC per fläta. I testet ingående material: Q. Akryl och R. Polyester 4

Material R uppvisade ingen krympning. Material Q uppvisade en medelkrympning på 3,77 %. Som även krymptest 4, 5 och 6 visade krympte material Q även vid närvaro av PVC (se bilaga 4). Då materialet krympt mer än 5 % vid tidigare krymptester uteslöts det ur studien.

6.2. Fixeringstest-garn

Test 1

Ugnstemperatur: 155°C. 6 trådar PVC per fläta. I testet ingående material: D. Lin vaxat, E. Ull 1, G. Polyester 2, H. Akryl/Lin, K. Ull/Akryl och J. Bikomponentpolyester, fiber.

Det enda av de testade materialen som fixerade med PVC var material J (se bilaga 5). Naturmaterialen fixerade ej. Material G fixerar varken med PVC eller med sig själv. Flätorna med naturmaterialen är dock stabilare än den med material G. Då material J fixerade var den intressant att jobba vidare med. Material G togs ej vidare då den uppvisade sämst resultat i detta test. Naturfibrer var fortfarande av intresse, trots att de ej fixerade med PVC så som PVC fixerar med sig själv. Material K uteslöts ur studien då det tillgängliga garnet hade för liten diameter för att ge relevanta testresultat. Material H, E samt D studerades vidare i fixeringstester med ugnstemperatur 160°C. Material J togs ej vidare då fibern endast fanns att tillgå i fiberform vid denna punkt i studien.

Test 2

Ugnstemperatur: 155°C. 3 trådar PVC per fläta. I testet ingående material: L. Ull 2, M. Lin blekt, N. Jute, P. Lin Oblekt, Q. Akryl och R. Polyester 4.

Likt tidigare test var det inget av materialen som fixerade med PVC (se bilaga 6). Material R var

svårast att dra ur flätan följt av material N. Det hålls för troligt att detta berodde på friktion. Samtliga material i detta test togs vidare till fixeringstest 3.

Test 3

Ugnstemperatur: 155°C. 6 trådar PVC per fläta. I testet ingående material: L. Ull 2, M. Lin blekt, N. Jute, P. Lin Oblekt, Q. Akryl och R. Polyester 4.

Samtliga material utom R och Q uppvisade samma beteende som i fixeringstest 2 (se bilaga 7). Både R och Q uppvisade större lätthet att dras ur flätan. Samtliga material i detta test togs vidare för fixeringstester vid 165°C.

Test 4

Ugnstemperatur: 165°C. 3 trådar PVC per fläta. I testet ingående material: L. Ull 2, M. Lin blekt, N. Jute, P. Lin Oblekt, Q. Akryl och R. Polyester 4.

Vid högre temperatur fixerades de syntetiska materialen bättre än de naturliga som vid tidigare tester uppvisat större svårighet att dras ut ur provkroppsfälterna (se bilaga 8). Samtliga material togs vidare till test med 6 trådar PVC per fläta.

Test 5

Ugnstemperatur: 165°C. 6 trådar PVC per fläta. L. Ull 2, M. Lin blekt, N. Jute, P. Lin Oblekt, Q. Akryl och R. Polyester 4.

Samtliga materials resultat varierade något från fixeringstest 4 (se bilaga 9). Material P uppvisade störst skillnad med en ökad lätthet att dra ur fläta.

Material L tätt följt av R var de som var svårast att avlägsna ur fläta. Material Q och N gav acceptabla värden. Material Q uppvisade dock för hög krymp (se krymptest 4-7 samt bilaga 4) även vid närvaro av PVC-tråd och uteslöts därmed ur studien. Både material M och P uppvisade låga värden. Då testresultaten varierade antogs testmetoden ej vara alltför tillförlitlig och material P som har ett något högre medelvärde än material M togs med i vidare studier för att inte utesluta materialet för tidigt. Material L, N, P samt R valdes ut för att vävas upp.

6.3 Vävning

De material som togs vidare vävdes upp på en jacquardmaskin med griparmar i en tvåskaftsväv. Tätheten är samma för alla vävarna dock varierades hastigheten och bredden på vävmaskinen beroende på material. Provkroppar vävdes i två omgångar i följande ordning; Polyester, ull, jute, lin och bi-komponent polyester. Den första omgången blev enbart värmebehandlande då strömningsmotståndet skulle utföras på en fixerad väv. Andra omgången genomgick både värmebehandling och lamineringsprocess där backing applicerades på väven. Vävmaskinens inställningar passade inte bi-komponentpolyestertråden vilket omöjliggjorde vävning och därmed uteslöts detta material ur studien.

6.4 Strömningsmotståndsmätning

I testet ingående material: Väv L: Ullväft, Väv P: Linväft, Väv R: Polyesterväft, Väv N: Juteväft och Väv Bo: PVC-väft. Samtliga vävar hade PVC-varp. Som referensprov användes materialen Mu: Mineralull och Co: Bomullsväv. Referensproverna uppvisade störst strömningsmotstånd (se bilaga 10-12). Väv Bo gav det lägsta LEQ-värdet. Det vill säga att den ger lägst strömningsmotstånd. Av de i studien vävda proverna ger Väv R en väv med högst strömningsmotstånd och det värde som är närmast referensprovernas. Lägst strömningsmotstånd uppvisade Väv N.

För att kontrollera testresultatets signifikans gjordes en ANOVA

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$$

$$H_1 = \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$$

μ = LEQ medelvärde för inslagstråd 1-5

Tabell 1. ANOVA strömningsmotstånd

| Källa till variation | Summa av kvadrater | Frihetsgrader | Kvadratisk medelvärde | F ₀ | P-värde |
|----------------------|--------------------|---------------|-----------------------|----------------|---------|
| Inslagstråd | 379,0769 | 4 | 94,7692 | 30,5825 | <0,01 |
| Error | 123,9522 | 40 | 3,0988 | | |
| Total | 503,0291 | 44 | | | |

För $\alpha = 0,01$

$$F_{0,01,4,40} = 3,83$$

$$F_0 > F_{0,01,4,40}$$

H₀ förkastas med 99 % säkerhet

Då H₀ kan förkastas med 99 % säkerhet och då P < 0,01 kan slutsats dras att inslagstråden har signifikant påverkan på vävens strömningsmotstånd.

6.5 Fixeringstest-väv med backing

Drag i varptråd

I testet ingående material: Golv P: Linväft, Golv N: Juteväft, Golv L: Ullväft, Golv R: Polyesterväft och Golv Bo: PVC-väft. Samtliga material har PVC-varp. Vid första försöket med material P2 avbröt maskinen testet och detta testresultat uteslöts ur testet och ett nytt försök gjordes med P2, det vill säga försök 3 i tabell (se bilaga 11). Försök 12, R2, genomfördes till synes korrekt men den uträknade kraften angavs vara 0 N vilket innebär att något måste gått fel. En provkropp i material R testades separat (se bilaga 12) för att ersätta det felaktiga värdet.

Tabell 2. Resultat fixeringstest, drag i varptråd

| Material | Kraft | Medelvärde provkropp 1-3 |
|----------|-------|--------------------------|
| Golv P.1 | 8,40 | |
| Golv P.2 | 7,50 | |

| | | |
|-----------|-------|-------|
| Golv P.3 | 9,72 | 8,54 |
| Golv N.1 | 3,35 | |
| Golv N.2 | 7,84 | |
| Golv N.3 | 8,77 | 6,65 |
| Golv L.1 | 8,32 | |
| Golv L.2 | 8,79 | |
| Golv L.3 | 7,19 | 8,10 |
| Golv R.1 | 9,35 | |
| Golv R.2 | 11,49 | |
| Golv R.3 | 11,20 | 10,68 |
| Golv Bo.1 | 12,15 | |
| Golv Bo.2 | 14,11 | |
| Golv Bo.3 | 13,19 | 13,15 |

Enligt erhållna medelvärden uppvisar materialet Bo störst motstånd mot drag i varp och slutsats dras att detta innebär att denna varas PVC-vävt gett bäst fixering. Av de alternativa inslagstrådarna uppvisar material R störst motstånd mot drag i varptråd.

För att kontrollera testresultatets signifikans gjordes en ANOVA.

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$$

$$H_1 = \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$$

μ = Kraft medelvärde för inslagstråd 1-5

Tabell 3. ANOVA Fixeringstest, drag i varptråd

| Källa till variation | Summa av kvadrater | Frihetsgrader | Kvadratisk medelvärde | F ₀ | P-värde |
|----------------------|--------------------|---------------|-----------------------|----------------|---------|
| Inslagstråd | 77,0149 | 4 | 19,2537 | 7,6207 | 0,05 |
| Error | 25,2653 | 10 | 2,5265 | | |
| Total | 102,2802 | 14 | | | |

För $\alpha = 0,05$

$$F_{0,05,4,10} = 5,96$$

$$F_0 > F_{0,01,4,40}$$

H₀ förkastas med 95 % säkerhet

Då H₀ kan förkastas med 99 % säkerhet och då P < 0,01 kan slutsats dras att inslagstråden har signifikant påverkan på vävens motstånd mot drag i varptråd.

Drag i väftråd

I testet ingående material: Golv P: Linväft, Golv N: Juteväft, Golv L: Ullväft, Golv R: Ullväft och Golv Bo: PVC-vävt. Samtliga material har PVC-varp. Vid första försöket med provkropp 1 lin avbröt maskinen testet och detta testresultat utesluts ur testet och ett nytt försök gjordes på lin provkropp 1, det vill säga försök 2 i tabell (se bilaga 13). Vid försök med jute provkropp 1 och 2 samt ull provkropp 3 uppstod trådbrott. Försök med provkropp 1 Bolon åkte tråd ur klammer varpå försöket upprepades en gång till med samma resultat. Vid tredje försöket stannade maskinen. För provkropp 2 och 3 Bolon uppstod trådbrott.

Tabell 4. Resultat fixeringstest, drag i väftråd

| Material | Kraft | Medelvärde provkropp 1-3 | Trådbrott x/3, Avslut x/3 |
|-----------|-------|--------------------------|---------------------------|
| Golv P.1 | 8,87 | | |
| Golv P.2 | 16,79 | | |
| Golv P.3 | 19,48 | 15,05 | 0/3, 0/3 |
| Golv N.1 | - | | |
| Golv N.2 | - | | |
| Golv N.3 | 15,58 | - | 2/3, 0/3 |
| Golv L.1 | 5,7 | | |
| Golv L.2 | 8,21 | | |
| Golv L.3 | - | - | 1/3, 0/3 |
| Golv R.1 | 17,06 | | |
| Golv R.2 | 11,34 | | |
| Golv R.3 | 14,63 | 14,343 | 0/3, 0/3 |
| Golv Bo.1 | - | | |
| Golv Bo.2 | - | | |
| Golv Bo.3 | - | - | 2/3, 1/3 |

Resultaten vid drag i väftråd är svårtolkade då avbrott av försök samt trådbrott var vanligt förekommande. Endast Lin och Polyester gav värden för försök med tre provkroppar.

6.6 Nötningstest, stolshjulsmaskin

I testet ingående material: Väv N: Juteväft, Väv P: Linväft, Väv L: Ullväft, Väv R: Polyesterväft, Väv Bo: PVC-väft. Samtliga vävar har PVC-varp.

Tabell 5. Resultat nötningstest, stolshjulsmaskin

| Material | Utseende efter 25 000 varv | Utvärdering 1-5 |
|----------|---|-----------------|
| Väv N.1 | Trådbrott. Väften hade helt nöts bort på stora partier. Liten färgförändring, slitningen gjorde garnet ljusare. Nötning av varp. | 1 |
| Väv N.2 | Tråfbrott. Väften hade helt nöts bort, på vissa ställen. Dock mindre slitage än jute 1. Liten färgförändring, slitningen gjorde garnet ljusare. Nötning av varp | 1 |
| Väv N.3 | Trådbrott. Väften hade helt nöts bort i partier. Färgförändring, slitningen gjorde garnet ljusare. Nötning av varp. | 1 |
| Väv P.1 | Trådbrott. Väften hade helt nöts bort på vissa partier. Uppvisar stor färgförändring, slitningen gjorde garnet ljusare. Nötning | 1 |

| | | |
|----------|---|---|
| | av varp. | |
| Väv P.2 | Trådbrott. Väften hade helt nöts bort på vissa partier. Dock avsevärt mindre än på väv 2.1. Uppvisar stor färgförändring, slitningen gjorde garnet ljusare. Nötning av varp. | 1 |
| Väv P.3 | Trådbrott. Väften hade helt nöts bort på vissa partier, dock mindre partier än de två andra provkropparna. Uppvisar färgförändring men även den i mindre utsträckning än tidigare provkroppar. Nötning av varp. | 2 |
| Väv L.1 | Inget trådbrott, strukturen intakt. Uppvisade färgförändring då garnet blivit ljusare och golvet fått ett fläckigt utseende. Nötning av varp. | 2 |
| Väv L.2 | Inget trådbrott, strukturen intakt. Uppvisade färgförändring då garnet blivit ljusare och golvet fått ett fläckigt utseende. Nötning av varp. | 2 |
| Väv L.3 | Inget trådbrott, strukturen intakt. Uppvisade färgförändring då garnet blivit ljusare och golvet fått ett fläckigt utseende. Nötning av varp. | 2 |
| Väv R.1 | Inget trådbrott. Uppvisar färgförändring o form av gulnad. Garnet har blivit uppruggat och uppvisar ett luddigare utseende. Nötning av varp. | 3 |
| Väv R.2 | Inget trådbrott. Uppvisar färgförändring i form av gulnad. Garnet har blivit uppruggat och uppvisar ett luddigt utseende. Nötning av varp. | 3 |
| Väv R.3 | Inget trådbrott. Uppvisar färgförändring i form av gulnad. Garnet har blivit uppruggat och uppvisar ett luddigt utseende. Nötning av varp. | 3 |
| Väv Bo.1 | Oförändrad | 5 |
| Väv Bo.2 | Oförändrad | 5 |
| Väv Bo.3 | Oförändrad | 5 |

Väv N och väv P uppvisade sämst motståndskraft mot nötning. Väv P var något bättre men bäst var väv R. Ingen av de testade provkropparna klarar kravet att kunna gå 25,000 varv i en stolshjulsmaskin utan att uppvisa förändring i struktur eller färg (se bilaga 14). Samtliga provkroppar utom de i Väv Bo uppvisade även nötning av varp.

6.7 Sammanställning testresultat

Tabell 6. Sammanställning testresultat

| Material | Krympning | Fixering, garn | Strömningsmotstånd | Fixering, väv | Nötning | Summa |
|------------------|-----------|----------------|--------------------|---------------|---------|-------|
| N. Jute | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 11 |
| P. Lin oblekt | 4 | 1 | 3 | 3 | 1 | 12 |
| L. Ull | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 13 |
| R. Polyester | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 17 |

För varje test placeras materialen i ordningen 1-4 där 4 är bäst resultat. Där flera material erhållit samma testresultat får de samma ranking. Summan indikerar materialets egenskaper i helhet. Polyester får högst ranking i samtliga test utom krymptestet där den är lägst rankad.

7. Diskussion

Krymptester visade att polyamid och akryl krympte för mycket och det sistnämnda materialet krympte även vid närvaro av PVC-tråd. I och med detta uteslöts de båda tidigt i studien. Intressant hade varit att se hur stor krympning de skulle uppvisa vid värmebehandling i vävd form, om det skulle hämma krympningen eller om den fortfarande skulle vara för stor. Då främst polyamid har hög motståndskraft mot nötning skulle det vara intressant att se hur väl de klarade Bolons testkrav för nötning.

Inget av de i studien framtagna golven uppnådde den grad av fixering som ett golv av 100 % PVC uppvisar. Att ingen av de valda materialen fixerade med PVC-varpen vad föga förvånande. Naturmaterial smälter inte vilket försvårar vidhäftningen till ett annat material. Syntetiska material med olika kemiska uppbyggnad som exempelvis PVC och polyester troddes inte fixera med varandra då olikheter i kemin förhindrar vidhäftning. I början av studien var förhoppningen att en viss grad av fixering mellan PVC-varpen och naturmaterialen skulle ske. Detta i form av att små fiberändar skulle fixera i kontaktytorna mellan PVC och PVC samt mot backingen. Teorin med fiberändar applicerades även på de syntetiska materialen. En annan teori var att friktionen mellan material skulle bidra till fixeringen. Tester visade dock att inget av dessa fenomen hade något betydelsefull inverkan på resultatet. De framtagna värmebehandlade vävarna utan backing uppvisade ingen fixering. En viss fixering uppnåddes i det färdiga golvet. Detta beror troligtvis på att PVC-varpen fixerar mot backingen och på så sätt låser fast väftgarnet i konstruktionen. Resultaten från dragprovstesterna visade att samtliga alternativa inslagsgarn gav golv där varpen kunde dras bort med större lätthet än varpen från ett golv med PVC-väft. Väftdragningsresultaten var inte tillförlitliga vad det gäller att dra slutsatser angående materialens benägenhet att fixera med PVC då trådbrott förekom. Dessutom fastnade väftråden flertalet gånger då det var för hög andel varptråd över denna, i och med varierande provkroppsutseende. Detta kan härledas till den mänskliga faktorn samt att en given varpmängd över den översta väften i provkroppen är svår att fastställa och följa.

Den statistiska analysen av strömningsmotståndsmättningsresultaten visar att ett alternativt inslagsgarn ökar absorptionen av ljud i en väv med PVC-varp. Jute hade den mest kompakta strukturen, minst bulk, och minst garndiameter vilket kan förklara varför de erhöll sämre resultat än polyester, lin och ull. I detta fall kan det vara så att en kompakt struktur ger en ökad friktion då ljudvågen tränger in vilket så skulle förklarar varför lingarnet hade näst bäst strömningsmotstånd. Lingarnet hade en kompakt struktur men större garndiameter än jutegarnet. Men en kombination av en liten garndiameter och kompakt struktur verkar vara sämre för strömningsmotståndet. Det kan bero på att garnet då inte innehåller så stor andel inestängd luft plus att ljudvågen inte kan ta sig in. Ullen var det garnet med mest bulk av alla de testade materialen men den hade allra minst garndiameter och därför var dess testresultat näst sämst. Att polyestern uppvisade störst strömningsmotstånd styrker denna teori då det garnet hade både störst garndiameter och uppvisade en bulk. Som referensprov användes mineralull och en vävd bomullsväva. Referensprovet i tunn vävd bomull uppvisade nästan ett lika högt strömningsmotstånd som mineralullen något som talar emot teorin om att kombinationen mellan bulk och diameter ger det högsta strömningsmotståndet. Mineralullens relativt låga testresultat kan eventuellt härledas till provkropparnas konstruktion. Då, det i butik tillgängliga materialets bredd understeg 1 dm bestod provkropparna av tre olika delar. Luften kan då ha passerat genom skårorna vilket har gett ett lägre strömningsmotstånd. Bomullsvävens konstruktion av textila fibrer i både varp och väft kan förklara dess överlägsna strömningsmotstånd i jämförelse med vävarna innehållandes PVC-garn och dess värden liknade mineralullens.

Samtliga framtagna vävar med backing underkändes i nötningstesterna. Detta innebär att inget av de i studien framtagna golven skulle fungera ut mot konsument. Graden av slitning kan bero på att alla de fyra materialen placerades på samma plattform och ludd från en eller flera provkroppar kan ha släpats med och ökat graden av nötning hos angränsande provkroppar. Att testa alla fyra material tillsammans beslutades på grund av att tiden som skulle behövts för att testa de olika materialen för sig kraftigt översteg projektets tidsramar. Som väntat, utifrån litteraturstudien, nöttes lin och jute mest. Fiberstyrkan hos materialen uppvägde inte sprödheten. Dessa båda material avgav mycket ludd vilket kan ha påverkat polyestern och ullen negativt. Polyester och ull har en mjukare sorts ludd vilket ansågs vara försumbart vad det gäller påverkan hos angränsande provkroppar. Att polyester fick en gulaktig färg kan tänkas kopplas till att det angränsande provet var en gulaktig jute. Om polyester och ull testades var för sig skulle troligtvis en förbättring i testresultaten erhållas. Av de faktiska testresultaten att döma hålls det för troligt att inget av de framtagna golven skulle klara 25 000 varv oavsett om de testat ihop eller var för sig. Det textila inslagstråden sticker upp mer ur konstruktionen och blir då mer utsatt. Dock bör de golven testas separat för att få ett helt tillförlitligt resultat. Bolons originalgolv uppvisade ingen tendens till nötning eller färgförändring efter 25 000 varv. Varpen i de golv med alternativ inslagstråd nöttes vilket indikerar att konstruktionen i sig är mer benägen att slitas än en konstruktion med PVC i både varp och väft. Detta tros bero på att ett mjukt inslagsgarn både ger efter under stolshjul samt slits snabbare än PVC-tråden vilket gör PVC-varpen mer utsatt i dessa konstruktioner. I en konstruktion med PVC i varp och väft fördelas trycket från stolshjulen jämnare och varken varp eller väft blir extra utsatt.

I den ursprungliga produkten består väften av en specialtillverkad PVC vilket kan vara problematiskt vid återvinning. Skulle väften av specialtillverkad PVC ersättas med ett textilt material kan återvinningsprocessen av produkten förenklas något. Det för att väven då skulle bestå av två material i själva väven, ren PVC och ren textil, vilka båda kan återvinnas. Om det alternativa materialet till mattan är ett förnyelsebart material och ekologiskt odlat medför detta positiva effekter till Bolons miljöansats. Om en textil inslagstråd används istället för PVC-väften finns det en risk att städbarheten blir sämre. Just städbarheten har varit en avgränsning i denna studie men det kan vara ett problem ur ett miljömässigt perspektiv. Textila fibrer absorberar vätska och samlar damm i större utsträckning än PVC som inte absorberar vätska eller håller smuts. Starkare kemikalier och mer vatten kan behöva användas för att få bort fläckar och smuts vilket kan påverka närområden när de spolats ut med avloppsvattnet.

De färdiga produkterna är CE-märkta. Att ta in ett nytt material i produkten ändrar sammansättningen hos produkten och kan bidra till en ändring i hur produkten ska bli CE-märkt. Om naturmaterial kommer att användas kan detta försämra lämpligheten för användning i offentliga byggnader, då de kanske inte når upp till de krav som ställs.

8. Slutsats

Vilket/vilka material, i garnform, kan genomgå de processer som ett golv från Bolon genomgår utan att krympa mer än 5 % samt fixera med PVC?

Inget av de studerade alternativa materialen fixerade med PVC-varpen. Dock uppvisades en liten grad av fixering med backingen i de för studien framtagna golven. Detta tros bero på att PVC-varpen fäster vid backingen och på så sätt låser fast väftgarnet i vävstrukturen. Samtliga, i studien ingående, naturmaterial uppvisade 0 % krympning. Polyamid och akryl krympte väl över 5 %. Polyester krympte mer än 5 % för sig men uppvisade ingen krymp tillsammans med PVC-tråd.

Kommer en textil fiber ge ökad absorption av ljud, vilket leder till minskat trumljud i de lokaler där ett golv med alternativt inslagsgarn installeras?

Studien har kommit fram till att de akustiska egenskaperna i en väv med PVC-varp förbättras om PVC-väften byts ut mot en textil väft. Detta på grund av att textil har en porös struktur vilket PVC inte har. I teorin kan inte PVC dämpa ljud i samma utsträckning som textil. Strömningsmotståndet hos alla vävar ökade då alternativ väft användes och bäst strömningsmotstånd uppvisar väven med ett polyestergarn i väften. Övriga testade material, jute, lin och ull, ökade även de strömningsmotståndet men inte i lika stor utsträckning som polyester gjorde.

Vilket/vilka material i det alternativa inslagsgarnet uppfyller ovanstående krav samt ger ett installationsfärdigt golv som klarar 25 000 varv i en stolshjulsmaskin?

Ingen av de framtagna golven med utbytt PVC-väft klarade kravet på att klara 25 000 varv i en stolshjulsmaskin. De golv med inslagstråd av jute och lin klarade sig allra sämst då de gick till brott samt hade en signifikant ändring i färg. Golven med ull och polyester klarade sig något bättre men resultatet blev inte godkänt då de båda uppvisade förändring i struktur och färg. Det materialet som uppvisade bäst egenskaper var även här polyester.

Hur påverkar ett alternativt inslagsgarn de miljömässiga aspekterna hos ett Bolongolv?

Materialmässigt kan Bolongolvet göras mer hållbart vad det gäller miljön. Detta genom att använda förnyelsebara fibrer och/eller ekologiskt odlade. Denna studie har dock visat att alternativa inslagsgarn med stor sannolikhet försämrar nötningshårdigheten vilket förkortar golvets livslängd vilket bland annat leder till ökad material- och energianvändning i och med att golvet behöver bytas oftare. Då städbarheten förväntas bli försämrad blir den miljömässiga påverkan större i och med kemikalie- och vattenanvändning i och med städning.

9. Förslag till fortsatt arbete

Det föreligger anledning att bedriva vidare studier av alternativa inslagstrådars inverkan på Bolongolvens egenskaper. Att lämna fixeringen gentemot PVC därhän då en viss grad av stabilitet åstadkoms av själva vävstrukturen för att istället fokusera på förbättring av de akustiska egenskaperna och motståndskraft mot nötning är ett förslag. Det vore dessutom intressant att undersöka huruvida polyamid kan användas då det är en nöttålig och stark fiber. Kanske kan krympningen motverkas med hjälp av vävkonstruktionen eller om temperaturen sänks. Detsamma gäller vidare studier av akryl.

10. Referenslista

- Albertsson, A-C. Edlund, U. Odelius, K. (2012). *Polymerteknologi- makromolekylär design*. Stockholm. Ann-Christine Albertsson.
- Akustikforum. (u.å). /<http://www.akustikforum.se/stegljudsisolering.aspx> [2014-04-29]
- Batra. (1998). *Handbook of Fiber Chemistry. 2:a upplagan*. New York. Marcel Dekker, Inc.
- Bolon (2014a). <http://www.bolon.com/sv/om/> [2014-04-11]
- Bolon (2014b). <http://www.bolon.com/sv/nyheter/bolon-introducerar-stegljudsdampning/> [2014-04-11]
- Bolon (2014c). <http://www.bolon.com/care/> [2014-04-11]
- Bolon (2014d). <http://www.bolon.com/products/certificate/> [2014-04-11]
- Bolon (2014e). <http://www.bolon.com/bolon-green/milestones/> [2014-04-11]
- Bolon (2014f). <http://www.bolon.com/care/simple-cleaning/> [2014-04-11]
- Bolon (2014g). <http://www.bolon.com/products/technical-data/> [2014-04-11]
- Bolon (2014h). Nielsen, M. Technical Manager [2014-04-09]
- Braun, Schwarz & Reinemann. (2003). Fire retardancy of polypropylene/flax blends. *Polymer*. Vol 44, No 20.
- The Carpet and Rug Institute. (2014). <http://www.carpet-rug.org/commercial-customers/selecting-the-right-carpet/carpet-and-rug-construction.cfm> [2014-04-02]
- Dragonetti, R., Ianniello, C., Mercogliano, F., Romano, R. (2009). An alternating air-flow method for measuring the resistivity of porous materials. *The sixteenth International Congress on Sound and Vibration*. Krakow, Poland (July 5-9)
- Fiberpartner (2014a). <http://www.fiberpartner.com/about/> [2014-04-11]
- Fiberpartner (2014b). <http://www.fiberpartner.com/low-melt> [2014-04-11]
- Frushour & Knorr (1998). *Handbook of Fiber Chemistry. 2:a upplagan*. New York. Marcel Dekker, Inc.
- Fung (2002). *Coated and laminated textiles. Materials and their properties*. Woodhead Publishing Limited.
- Heisterberg-Moutsis, G., Heinz, R., Wolf, T. F., Harper, D. J., James, D., Mazzur, R. P., Kettler, V. and Soiné, H. (2001). *Floor Coverings-Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Online. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA
- Humphries, Mary (2009). *Fabric Reference. 4:e Upplagan*. New Jersey Columbus. Upper Saddle River, N.J. Pearson/Prentice Hall.

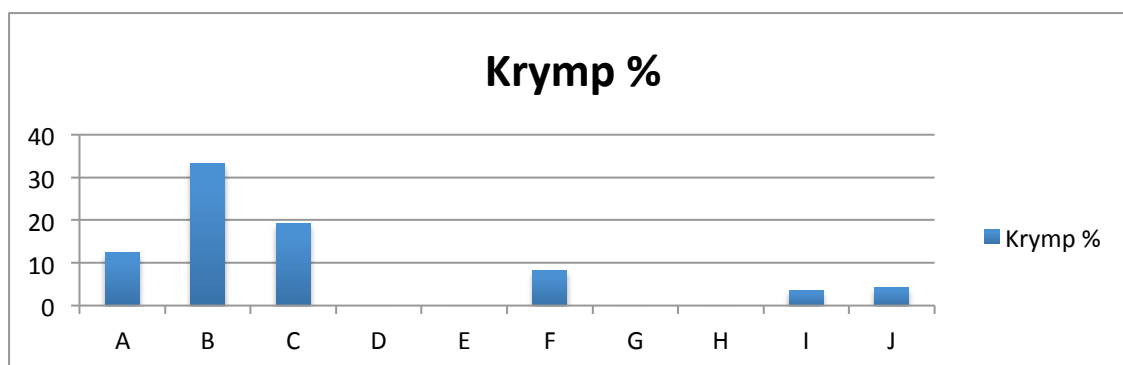
- Kozłowski, R., Kicin, Ska-Jakubowska, A., Muzyczek, M. (2009). *Interior textiles : design and developments*. Boca Raton. Woodhead Publishing Limited.
- Johansson, A-C. (2005). *Drum sound from floor covering- Objective and Subjective Assessment*. Engineering Acoustics, LTH.
- McIntyre. (1998). *Handbook of Fiber Chemistry*. 2:a upplagan. New York. Marcel Dekker, Inc.
- Nordic Plastics Group. (2014). <http://www.npgroup.se/vara-plaster/pp-propenplast/> [2014-04-09]
- Pourmohammadi. (2007). *Handbook of nonwovens*. Cambridge. Woodhead Publishing Limited.
- Reimschuessel. (1998). *Handbook of Fiber Chemistry*, 2:a upplagan. New York. Marcel Dekker, Inc.
- Rowell & Stout. (1998). *Handbook of Fiber Chemistry*. 2:a upplagan. New York. Marcel Dekker, Inc.
- Sakurada & Okaya. (1998). *Handbook of Fiber Chemistry*. 2:a upplagan. New York. Marcel Dekker, Inc.
- Simmons, C. (1996). *Att se, höra och andas i skolan- Akustik*. Solna. Arbetarskyddsstyrelsen.
- Soltani, P. & Zerrebini, M. (2012). The analysis of acoustical characteristics and sound absorption coefficient of woven fabrics. *Textile Research Journal*. Vol. 82, No 9.
- Soltani, P. & Zerrebini, M. (2013). Acoustic performance of woven fabrics in relation to structural parameters and air permeability. *The Journal of The Textile Institute*. Vol. 104, No. 9.
- Stegmaier, Mavely & Schneider. (2010). *Textiles in sports*. Denkendorf. Woodhead publishing Ltd.
- Wang, Liu & Hurren. (2008). *Fabric Testing*. Cambridge. Woodhead Publishing Limited.
- Whitefoot. (2010). *Interior textiles : design and developments*. Boca Raton. Woodhead Publishing, Ltd.
- Wishman & Hagler. (1998). *Handbook of Fiber Chemistry*. 2:a upplagan. New York. Marcel Dekker, Inc.
- Zhang S & Horrocks, A R. (2003). A review of flame retardant polypropylene fibres. *Progress in polymer science*. Elsevier Ltd. Vol. 28, No. 11
- Zetterling, T. & Nyström, Å. (2002). *Buller och bullerbekämpning- Rumsakustik*. 4:e upplagan. Arbetsmiljöverket.

11. Bilagor

Bilaga 1, Krymptest 1-inledande

Tabell 1, Resultat krymptest 1

| Material | Längd innan (cm) | Längd efter (cm) | Krymp % |
|----------|------------------|------------------|---------|
| A | 12 | 10,5 | 12,5 |
| B | 12 | 8 | 33,3 |
| C | 13 | 10,5 | 19,2 |
| D | 12 | 12 | 0 |
| E | 12 | 12 | 0 |
| F | 12 | 11 | 8,3 |
| G | 12 | 12 | 0 |
| H | 12 | 12 | 0 |
| I | 11 | 10,6 | 3,6 |
| J | 12,5 | 12 | 4,2 |



Figur 1, Resultat krymptest 1

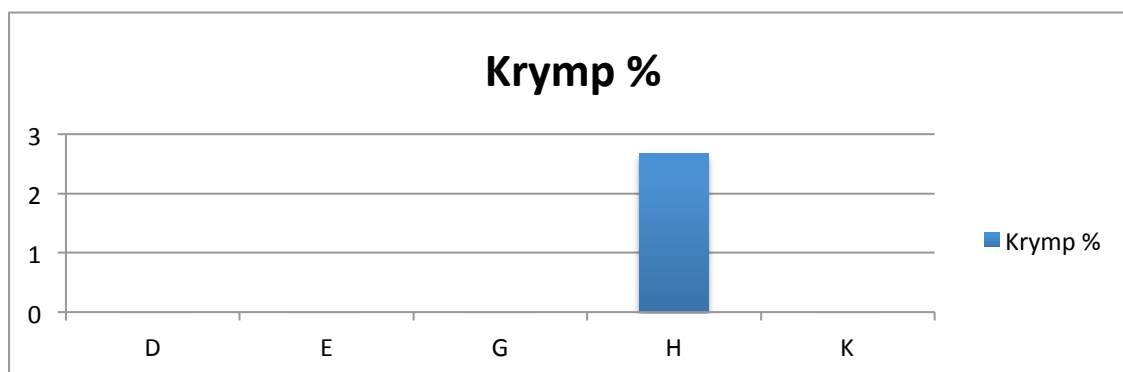
Vertikalt: Krympning i procent

Horisontellt: Material

Bilaga 2, Krymptest 2

Tabell 2, Resultat krymptest 2

| Material | Läng innan (cm) | Läng efter (cm) | Krymp % |
|----------|-----------------|-----------------|---------|
| D.1 | 10 | 10 | 0 |
| D.2 | 10 | 10 | 0 |
| D.3 | 10 | 10 | 0 |
| E.1 | 10 | 10 | 0 |
| E.2 | 10 | 10 | 0 |
| E.3 | 10 | 10 | 0 |
| G.1 | 10 | 10 | 0 |
| G.2 | 10 | 10,5 | + 5 |
| G.3 | 10 | 10 | 0 |
| H.1 | 10 | 9,5 | 5 |
| H.2 | 10 | 10 | 0 |
| H.3 | 10 | 9,7 | 3 |
| K.1 | 10 | 10 | 0 |
| K.2 | 10 | 10 | 0 |
| K.3 | 9,5 | 9,5 | 0 |



Figur 2, Resultat krymptest 2

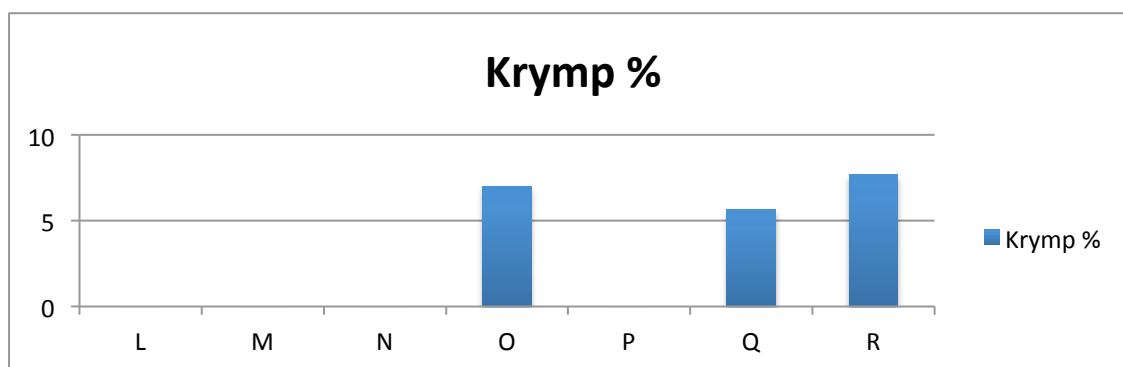
Vertikalt: Krympning i procent

Horisontellt: Material

Bilaga 3, Krymptest 3

Tabell 3, Resultat krymptest 3

| Material | Längd innan (cm) | Längd efter (cm) | Krymp (%) |
|----------|------------------|------------------|-----------|
| L.1 | 10 | 10 | 0 |
| L.2 | 10 | 10 | 0 |
| L.3 | 10 | 10 | 0 |
| M.1 | 10 | 10 | 0 |
| M.2 | 10 | 10 | 0 |
| M.3 | 10 | 10 | 0 |
| N.1 | 10 | 10 | 0 |
| N.2 | 10 | 10 | 0 |
| N.3 | 10 | 10 | 0 |
| O.1 | 10 | 9,3 | 7 % |
| O.2 | 10 | 9,4 | 6 % |
| O.3 | 10 | 9,2 | 8 % |
| P.1 | 10 | 10 | 0 |
| P.2 | 10 | 10 | 0 |
| P.3 | 10 | 10 | 0 |
| Q.1 | 10 | 9,4 | 6 |
| Q.2 | 10 | 9,6 | 4 |
| Q.3 | 10 | 9,3 | 7 |
| R.1 | 10,5 | 9,4 | 6 |
| R.2 | 10 | 9 | 10 |
| R.3 | 10 | 9,3 | 7 |



Figur 3, Resultat krymptest 3

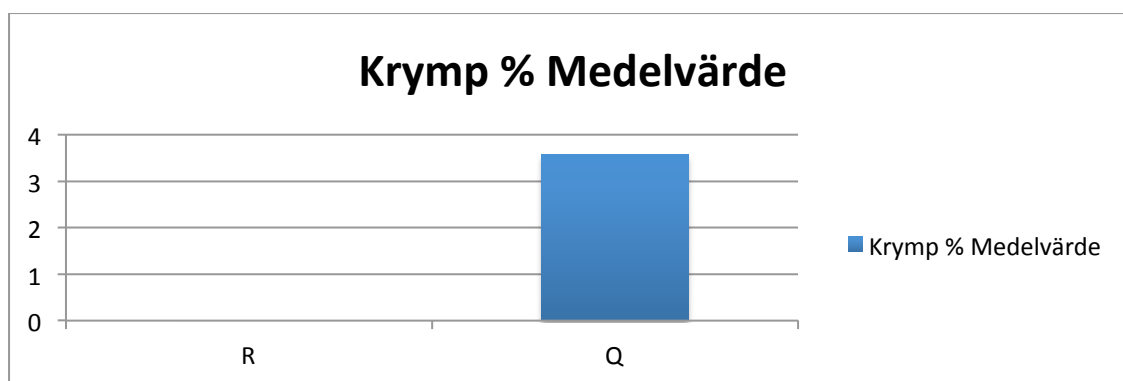
Vertikalt: Krympning i procent

Horisontellt: Material

Bilaga 4, Krymptest 4-7

Tabell 4, Resultat krymptest 4

| Material | Längd innan (cm) | Längd efter (cm) | Krymp (%) |
|----------|------------------|------------------|-----------|
| R.1 | 15 | 15 | 0 |
| R.2 | 15 | 15 | 0 |
| R.3 | 15 | 15 | 0 |
| Q.1 | 15 | 14.6 | 2.7 |
| Q.2 | 15 | 14.3 | 4.7 |
| Q.3 | 15 | 14.5 | 3.3 |



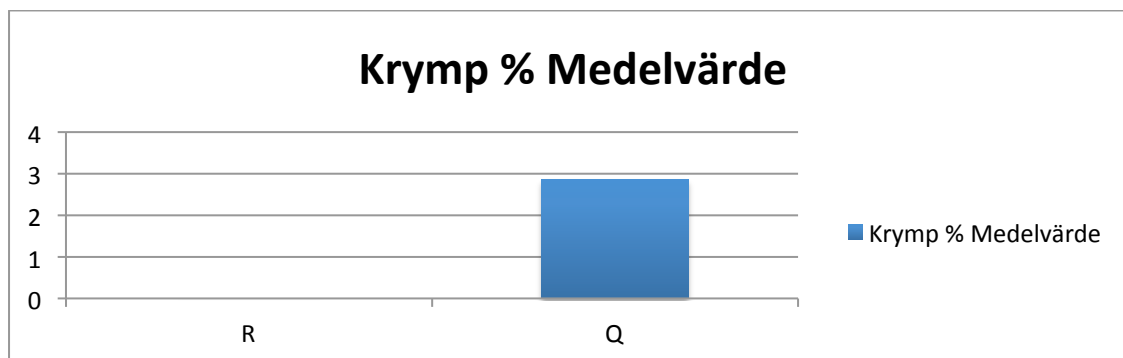
Figur 4, Resultat krymptest 4

Vertikalt: Krympning i procent

Horisontellt: Material

Tabell 5, Resultat krymptest 5

| Material | Längd innan (cm) | Längd efter (cm) | Krymp (%) |
|----------|------------------|------------------|-----------|
| R.1 | 15 | 15 | 0 |
| R.2 | 15 | 15 | 0 |
| R.3 | 15 | 15 | 0 |
| Q.1 | 15 | 14.7 | 2 |
| Q.2 | 15 | 14.5 | 3.3 |
| Q.3 | 15 | 14.5 | 3.3 |



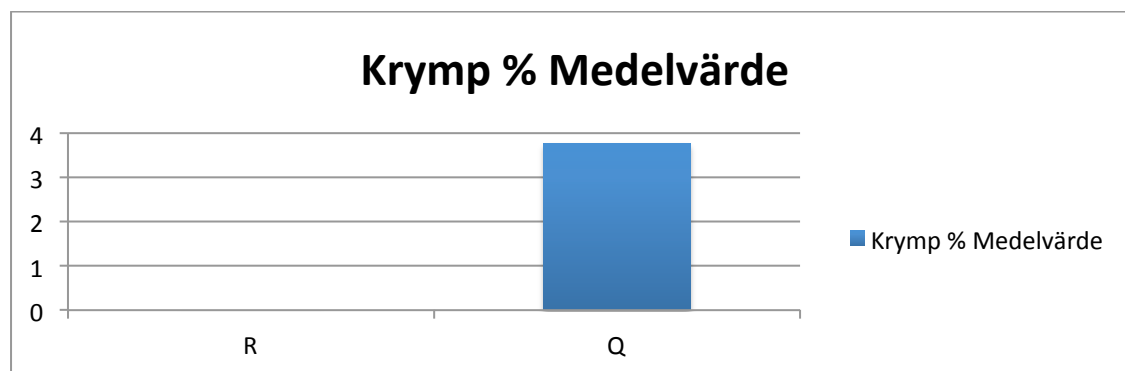
Figur 5, Resultat krymptest 5

Vertikalt: Krympning i procent

Horisontellt: Material

Tabell 6, Resultat krymptest 6

| Material | Längd innan (cm) | Längd efter (cm) | Krymp (%) |
|----------|------------------|------------------|-----------|
| R.1 | 15 | 15 | 0 |
| R.2 | 15 | 15 | 0 |
| R.3 | 15 | 15 | 0 |
| Q.1 | 15 | 14.7 | 2 |
| Q.2 | 15 | 14.5 | 3,3 |
| Q.3 | 15 | 14.5 | 3,3 |



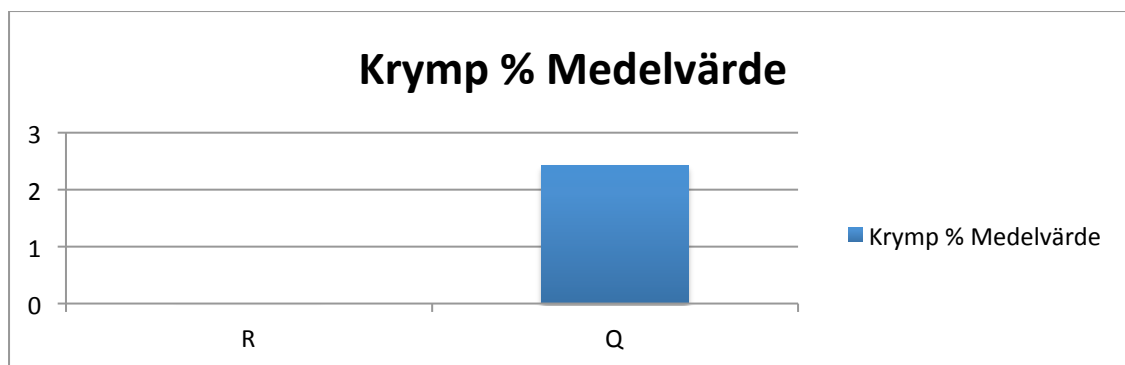
Figur 6, Resultat krymptest 6

Vertikalt: Krympning i procent

Horisontellt: Material

Tabell 7, Resultat krymptest 7

| Material | Längd innan (cm) | Längd efter (cm) | Krymp (%) |
|----------|------------------|------------------|-----------|
| R.1 | 15 | 15 | 0 |
| R.2 | 15 | 15 | 0 |
| R.3 | 15 | 15 | 0 |
| Q.1 | 15 | 14.4 | 4 |
| Q.2 | 15 | 14.5 | 3.3 |
| Q.3 | 15 | 14.4 | 4 |



Figur 7, Resultat krymptest 7

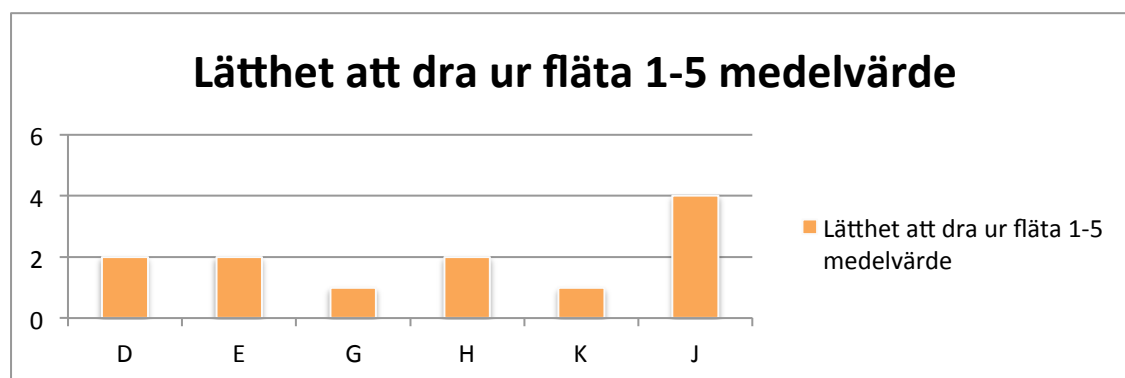
Vertikalt: Krympning i procent

Horisontellt: Material

Bilaga 5, Fixeringstest 1

Tabell 8, Resultat fixeringstest 1

| Material | Fixering | Lätthet att dra ut ur fläta 1-5 |
|----------|-------------------------------------|---------------------------------|
| D.1 | Fixerar ej | 2 |
| D.2 | Fixerar ej | 2 |
| D.3 | Fixerar ej | 2 |
| E.1 | Fixerar ej | 2 |
| E.2 | Fixerar ej | 2 |
| E.3 | Fixerar ej | 2 |
| G.1 | Fixerar ej, ej heller mot sig själv | 1 |
| G.2 | Fixerar ej, ej heller mot sig själv | 1 |
| G.3 | Fixerar ej, ej heller mot sig själv | 1 |
| H.1 | Fixerar ej | 2 |
| H.2 | Fixerar ej | 2 |
| H.3 | Fixerar ej | 2 |
| K.1 | Fixerar ej | 1 |
| K.2 | Fixerar ej | 1 |
| K.3 | Fixerar ej | 1 |
| J.1 | Delvis fixering | 3 |
| J.2 | Delvis fixering | 4 |
| J.3 | Delvis fixering | 5 |



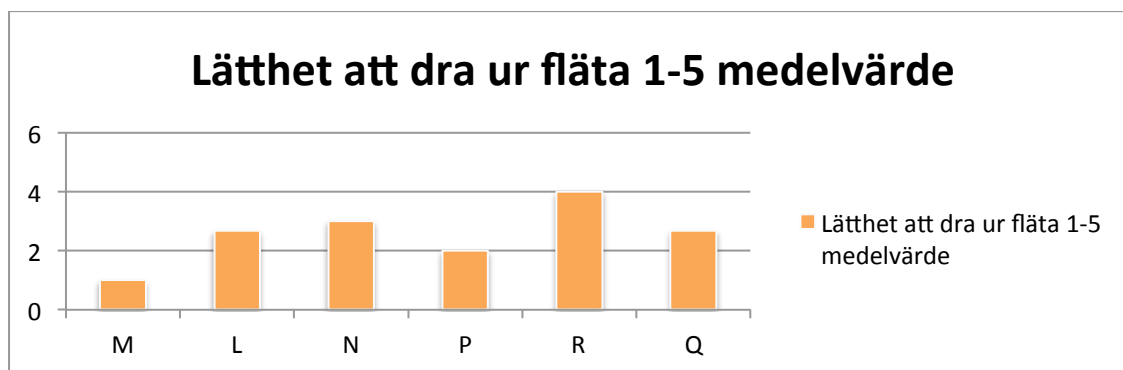
Figur 8, Resultat fixeringstest 1

Vertikalt: Bedömning av lätthet att dra tråd ur fläta
Horisontellt: Material

Bilaga 6, Fixeringstest 2

Tabell 9, Resultat fixeringstest 2

| Material | Fixering | Lätthet att dra ut ur fläta 1-5 |
|----------|------------|---------------------------------|
| M.1 | Fixerar ej | 1 |
| M.2 | Fixerar ej | 1 |
| M.3 | Fixerar ej | 1 |
| L.1 | Fixerar ej | 3 |
| L.2 | Fixerar ej | 2 |
| L.3 | Fixerar ej | 3 |
| N.1 | Fixerar ej | 3 |
| N.2 | Fixerar ej | 3 |
| N.3 | Fixerar ej | 3 |
| P.1 | Fixerar ej | 2 |
| P.2 | Fixerar ej | 2 |
| P.3 | Fixerar ej | 2 |
| R.1 | Fixerar ej | 2 |
| R.2 | Fixerar ej | 5 |
| R.3 | Fixerar ej | 5 |
| Q.1 | Fixerar ej | 3 |
| Q.2 | Fixerar ej | 2 |
| Q.3 | Fixerar ej | 3 |



Figur 9, Resultat fixeringstest 2

Vertikalt: Bedömning av lätthet att dra tråd ur fläta

Horisontellt: Material

Bilaga 7, Fixeringstest 3

Tabell 10, Resultat fixeringstest 3

| Material | Fixering | Lätthet att dra ut ur fläta 1-5 |
|----------|------------|---------------------------------|
| M.1 | Fixerar ej | 1 |
| M.2 | Fixerar ej | 1 |
| M.3 | Fixerar ej | 1 |
| L.1 | Fixerar ej | 3 |
| L.2 | Fixerar ej | 2 |
| L.3 | Fixerar ej | 3 |
| N.1 | Fixerar ej | 3 |
| N.2 | Fixerar ej | 3 |
| N.3 | Fixerar ej | 3 |
| P.1 | Fixerar ej | 2 |
| P.2 | Fixerar ej | 2 |
| P.3 | Fixerar ej | 2 |
| R.1 | Fixerar ej | 2 |
| R.2 | Fixerar ej | 3 |
| R.3 | Fixerar ej | 2 |
| Q.1 | Fixerar ej | 1 |
| Q.2 | Fixerar ej | 1 |
| Q.3 | Fixerar ej | 1 |



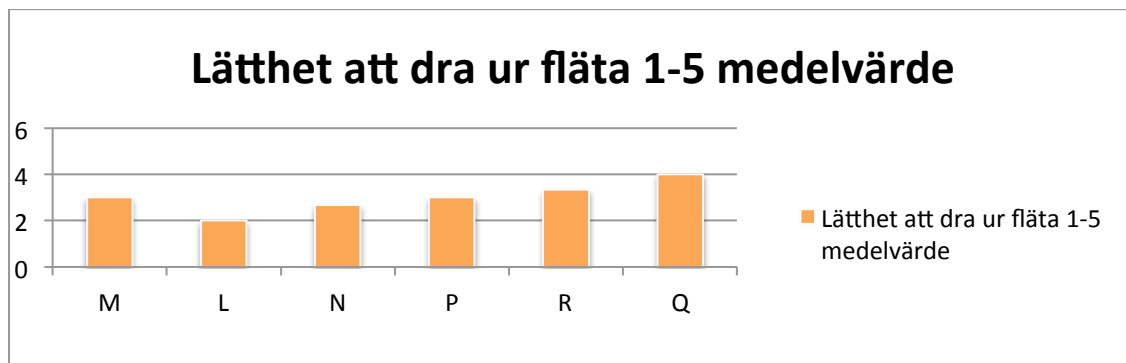
Figur 10, Resultat fixeringstest 3

Vertikalt: Bedömning av lätthet att dra tråd ur fläta
Horisontellt: Material

Bilaga 8, Fixeringstest 4

Tabell 11, Resultat fixeringstest 4

| Material | Fixering | Lätthet att dra ut ur fläta 1-5 |
|----------|------------|---------------------------------|
| M.1 | Fixerar ej | 3 |
| M.2 | Fixerar ej | 3 |
| M.3 | Fixerar ej | 3 |
| L.1 | Fixerar ej | 2 |
| L.2 | Fixerar ej | 2 |
| L.3 | Fixerar ej | 2 |
| N.1 | Fixerar ej | 2 |
| N.2 | Fixerar ej | 3 |
| N.3 | Fixerar ej | 3 |
| P.1 | Fixerar ej | 3 |
| P.2 | Fixerar ej | 3 |
| P.3 | Fixerar ej | 3 |
| R.1 | Fixerar ej | 3 |
| R.2 | Fixerar ej | 3 |
| R.3 | Fixerar ej | 4 |
| Q.1 | Fixerar ej | 4 |
| Q.2 | Fixerar ej | 4 |
| Q.3 | Fixerar ej | 4 |



Figur 11, Resultat fixeringstest 4

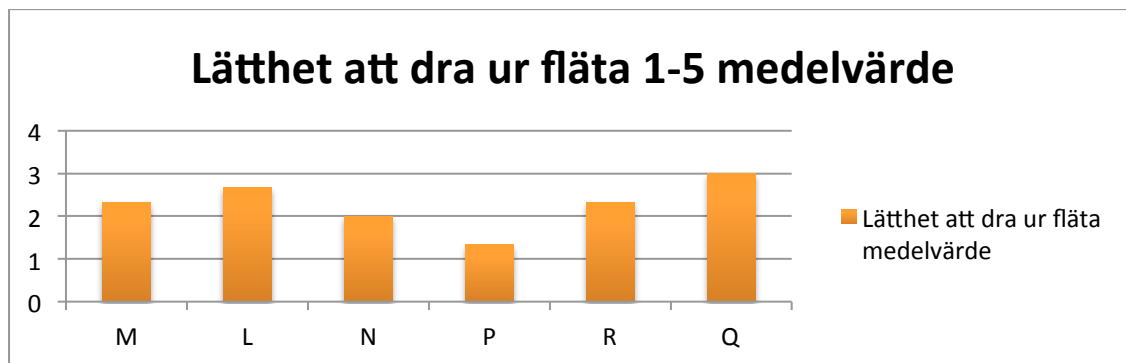
Vertikalt: Bedömning av lätthet att dra tråd ur fläta

Horisontellt: Material

Bilaga 9, Fixeringstest 5

Tabell 12, Resultat fixeringstest 5

| Material | Fixering | Lätthet att dra ut ur fläta 1-5 |
|----------|------------|---------------------------------|
| M.1 | Fixerar ej | 1 |
| M.2 | Fixerar ej | 3 |
| M.3 | Fixerar ej | 3 |
| L.1 | Fixerar ej | 3 |
| L.2 | Fixerar ej | 2 |
| L.3 | Fixerar ej | 3 |
| N.1 | Fixerar ej | 2 |
| N.2 | Fixerar ej | 2 |
| N.3 | Fixerar ej | 2 |
| P.1 | Fixerar ej | 2 |
| P.2 | Fixerar ej | 1 |
| P.3 | Fixerar ej | 1 |
| R.1 | Fixerar ej | 3 |
| R.2 | Fixerar ej | 2 |
| R.3 | Fixerar ej | 2 |
| Q.1 | Fixerar ej | 2 |
| Q.2 | Fixerar ej | 4 |
| Q.3 | Fixerar ej | 3 |



Figur 12, Resultat fixeringstest 5

Vertikalt: Bedömning av lätthet att dra tråd ur fläta

Horisontellt: Material

Bilaga 10, Strömningsmotsståndsmätning

Tabell 13, Resultat strömningsmotsståndsmätning

| Material | Leq |
|----------|----------------------|
| Väv Bo.1 | 106,2 109,8 106,3 |
| Väv Bo.2 | 111,1 107,1 113,0 |
| Väv Bo.3 | 106,0 104,8 105,3 |
| Väv R.1 | 116,3 114,3 115,9 |
| Väv R.2 | 116,1 115,8 115,5 |
| Väv R.3 | 116,4 115,7 115,3 |
| Väv P.1 | 111,5 116,6 111,1 |
| Väv P.2 | 111,3 110,9 109,8 |
| Väv P.3 | 110,8 109,6 110,7 |
| Väv N.1 | 110,0 107,6 107,4 |
| Väv N.2 | 109,4 107,3 107,6 |
| Väv N.3 | 107,7 107,5 107,2 |
| Väv L.1 | 112,6 110,8 109,3 |
| Väv L.2 | 110,7 110,1 110,0 |
| Väv L.3 | 110,6 110,3 108,4 |

Tabell 14, Resultat strömningsmotsståndsmätning referensprov

| | |
|------|----------------------|
| MU.1 | 129,7 129,9 129,2 |
| MU.2 | 124,4 124,9 124,1 |
| MU.3 | 127,6 127,7 127,9 |
| Co.1 | 129,1 129,5 129,6 |
| Co.2 | 126,8 126,8 127,0 |
| Co.3 | 128,3 127,7 128,3 |

Tabell 15, Medelvärden LEQ

| Material | Medelvärden provkropp 1,2 & 3 | Medelvärde tot |
|-----------------|--|-----------------------|
| Väv Bo | 107,433 110,400 105,367 | 107,733 |
| Väv R | 115,500 115,800 115,800 | 115,700 |
| Väv P | 113,067 110,667 110,367 | 111,367 |
| Väv N | 108,333 108,100 107,4667 | 107,967 |
| Väv L | 110,900 110,267 109,767 | 110,311 |
| Mu | 129,600 124,467 127,733 | 127,167 |
| Co | 129,400 126,867 128,100 | 128,122 |

Bilaga 12, Fixeringstest-väv med backing, varptråd, Polyester

Test of Fabric Tear, with MesdanLab Strength Tester
 According to the standard ISO 13937/2-EN ISO 13937/2 - Fabric ter. Trousers Meth. - First Edition 2000-04-01 / RefNum ISO 13937-2:2000(E)

| | | | | | | | |
|---------------|-------------|-----------|------------|------|-------------------|------|-----------------|
| Customer Code | JCLO | Test Code | PES | Date | 2014-05-26 | Time | 10:25:52 |
|---------------|-------------|-----------|------------|------|-------------------|------|-----------------|

| | | | | | | | |
|--------------------|--------------|----------------------|--------|-----|--|--|--|
| Sample Description | | | | | | | |
| Parcel | Lot | | | | | | |
| Material | | | | | | | |
| Examiner | | | | | | | |
| Sample Length | 100 [mm] | Load cell ID/FS [kg] | 3 / 12 | X 1 | | | |
| Clamp Speed | 100 [mm/min] | Pretension | 0 [N] | | | | |
| Test Machine | | | | | | | |

Observations *Method: Automatic calculation /*

| | | | | | | |
|-----------------------|-----------|--------------|----------------|--|--|--|
| WARP | | | | | | |
| Tearing strength Mean | 11,49 [N] | CV 0,000 [%] | IC95% 0,00 [N] | | | |

Data of individual samples

| # | Tearing strength [N] | N. peaks |
|---|----------------------|----------|
| 1 | 11,49 | 2 |

Bilaga 13, Fixeringstest-väv med backing, väftråd

Test of Fabric Tear, with MesdanLab Strength Tester
 According to the standard ISO 13937/2-EN ISO 13937/2 - Fabric ter. Trousers Meth. - First Edition 2000-04-01 / RefNum ISO 13937-2:2000(E)

| | | | | | | | |
|--------------------|-------------|-----------|----------------------|-------------|-------------------|------|-----------------|
| Customer Code | JOLO | Test Code | VAFTDRAG | Date | 2014-05-19 | Time | 16:01:42 |
| Sample Description | | | | | | | |
| Parcel | Lot | | | | | | |
| Material | | | | | | | |
| Examiner | | | | | | | |
| Sample Length | 100 | [mm] | Load cell ID/FS [kg] | 3/12 | X 1 | | |
| Clamp Speed | 100 | [mm/min] | Pretension | 0 | [N] | | |
| Test Machine | | | | | | | |

Observations *Method:Automatic calculation/*

| | | | | | | | |
|-----------------------|----------------------------|-----|----|---------------|-------|-------------|-----|
| | WARP | | | | | | |
| Tearing strength Mean | 10,40 | [N] | CV | 69,272 | IC95% | 3,53 | [N] |
| | Data of individual samples | | | | | | |

| # | Tearing strength [N] | N. peaks |
|----|----------------------|----------|
| 1 | 15,75 | 2 |
| 2 | 8,87 | 10 |
| 3 | 16,79 | 4 |
| 4 | 19,48 | 10 |
| 5 | 0,00 | 0 |
| 6 | 0,04 | 3 |
| 7 | 0,00 | 0 |
| 8 | 0,00 | 0 |
| 9 | 0,06 | 30 |
| 10 | 15,58 | 5 |
| 11 | 5,70 | 9 |
| 12 | 8,21 | 7 |
| 13 | 0,00 | 0 |
| 14 | 17,06 | 9 |
| 15 | 11,34 | 9 |
| 16 | 14,63 | 4 |
| 17 | 0,00 | 0 |
| 18 | 0,05 | 11 |
| 19 | 0,00 | 0 |
| 20 | 14,83 | 14 |
| 21 | 18,06 | 4 |

Bilaga 14, Stolshjulstest

Utrustning: Stolshjulsmaskin

Cirkulär platta 79 cm i diameter

Rotationshastighet 20 varv/min

Rotationsriktning ändras varje 60 varv

Stopptid mellan rotationsriktning 5 sekunder

Triangulär mobil plattform

Roterar i samma riktning som plattan

Hastighet 20 varv/min

Plattformen är i kontakt med provkroppen med pålagd last på 90 kg jämnt fördelad över de tre hjulen

Hjul: Polyuretan

Tabell 16, Resultat stolshjulstest

| Material | Utvärderingsvärde medel 1-5 |
|----------|-----------------------------|
| Golv N | 1 |
| Golv P | 1,33 |
| Golv L | 2 |
| Golv R | 3 |

Tabell 17, Resultat stolshjulstest referensprov

| Material | Utseende efter 25 000 varv | Utvärdering 1-5 |
|----------|----------------------------|-----------------|
| Golv Bo | Oförändrat | 5 |

Bilaga 15, EN 15114 Ingående tester

Castor chair

Vetterman-drum

Wear-behavior

Resistance to fraying

Body voltage

Electrical resistance

Thermal resistance

Impact sound absorption

Airborne sound absorption

Resistance to thermal ageing

Colour fastness to light

Colour fastness to rubbing

Colour fastness to water

Colour change

Dimension stability

Curling

Squareness and straightness of edge

Creep of the backings

Stair suitability