

Vattentäta och ”andande” skikt

Erika Nylund

- Utvecklande av testmetod för vattentäthet hos seglarplagg

1. Sammanfattning

Vattentäthet och ”andning” är två eftersträlvade komfortegenskaper hos funktionsplagg idag. Utveckling pågår kontinuerligt och nya material dyker ständigt upp på marknaden.

Vattentäthet mäts vanligtvis genom hydrostatisk testmetod där resultatet visar de tryck i meter vattenpelare (mvp) ett material klarar innan 3 droppar tränger igenom dess konstruktion. Prestanda i mvp hos funktionsplagg kan idag sträcka sig till upp emot 30 mvp. Behövs en så hög prestanda som 30 mvp? Vad är motiveringen till att en så hög prestanda används?

Syftet med arbetet var att kartlägga nuvarande funktionsskikt på marknaden och undersöka för- och nackdelar med respektive skikt. På grund av oenigt resonemang kring prestanda i mvp på marknaden syftar projektet även till att skapa en klarare bild kring detta. Ett sitttest utvecklades för att se om korrelation mellan vattentäthet uppmätt i mvp och vattentäthet uppmätt genom en mer verklighetsanpassad testmetod går att finna.

Material med olika prestanda i mvp samlades in och vattentätheten testades med ett eget utvecklat sitttest. Testerna påvisade ingen betydande vattengenomträngning genom funktionsmaterialen oavsett prestanda i mvp. Studien kan inte stödja nuvarande resonemang på marknaden att det krävs att ta höjd i prestanda iform av mvp hos materialet för att hindra vattenläckage vid sittande position. Orsak till fuktig känsla vid sittande position tros bero på andra faktorer än vattengenomträngning.

Nyckelord: Vattentäta och ”andande” skikt, testmetod, testmetod för vattentäthet, vattentäthet, ”andning”, funktionsmaterial, mikroporösa material, hydrofila material, sportplagg, material i sportplagg, segling, beläggningar, membran, vattenpelare, hydrostatisk metod

2. Abstract

The features waterproof and "breathable" are two wanted comfort properties in today's functional clothing. New materials are continuously under development and constantly put on the market.

Waterproofness is usually measured through the hydrostatic head test where the results show the pressure in hydrostatic head the material can take before 3 water drops penetrate the construction. The performance in hydrostatic head in today's functional clothing can be up to 30 meter. Is such a high performance in hydrostatic head necessary? What are the grounds for the use of such a high performance?

The aim of the study was to identify the current functional materials in use and study the advantages and disadvantages of each functional material. Due to disunited arguments around performance in hydrostatic head on the market the project also aims to clarify that ambiguity. A "sitting- down" test method was developed to study if there is any correlation between performance in hydrostatic head test and the performance in this more true to life developed test method.

Materials with different performance in hydrostatic head were collected and the waterproofness tested under the developed "sitting- down" test. The tests didn't show any significant water penetration through any of the fabrics regardless of the performance in hydrostatic head. The study cannot support current arguments on the market that it is necessary to use a high performance in hydrostatic head for the material to withstand the strain that occurs as the user sits down on the fabric. The reason for feeling wet when sitting down is believed to be caused by other factors than water penetration.

Keywords: waterproof and "breathable" materials, test method, test method for waterproofness, waterproof, "breathable", microporous materials, hydrophilic materials, sportswear, textiles in sports, sailing, membrane, coating, hydrostatic head, hydrostatic head test

3. Populärvetenskaplig sammanfattning

Vattentäthet och ”andning” är två eftersträlvade komfortegenskaper hos funktionsplagg idag. Utveckling pågår kontinuerligt och nya material dyker ständigt upp på marknaden. Att ett material är vattentätt och samtidigt ”andande” är önskvärt för att hålla kroppen vid komfortabel temperatur. Den vattentäta funktionen skyddar mot yttre faktorer som kyler ner kroppen och den ”andande” funktionen tillåter kroppens egna temperaturreglerande system genom att ånga kan transporteras genom materialet. Dessa två funktioner bidrar till ökad komfort vid utomhusaktiviteter.

Vattentäthet mäts vanligtvis genom hydrostatisk testmetod som mäts genom att vatten trycks mot materialet som sitter uppspänt på en ram. Resultatet visar de tryck i meter vattenpelare (mvp) ett material klarar innan 3 droppar tränger igenom dess konstruktion. Prestanda i mvp hos funktionsplagg kan idag sträcka sig till upp emot 30 mvp vilket betyder att ett material klarar det tryck som uppstår när man befinner sig 30 m under vattenytan. Behövs en så hög prestanda som 30 mvp? Vad är motiveringen till att en så hög prestanda används?

Syftet med arbetet var att kartlägga nuvarande funktionsskikt på marknaden. Vattentäta och ”andande” skikt kan konstrueras på olika sätt och för- och nackdelar med dessa skikt undersöktes. På grund av oenigt resonemang på marknaden kring prestanda i mvp syftade Projektet även till att skapa en klarare bild kring detta och bestämma vilken prestanda som behövs för att plagget ska vara vattentätt. Ett sista utvecklad för att se om det korrelation mellan vattentäthet uppmätt i mvp och vattentäthet uppmätt genom en mer verklighetsanpassad testmetod går att finna.

Material med olika prestanda i mvp samlades in och vattentätheten testades med ett eget utvecklat sista. Testerna påvisade ingen betydande vattengenomträngning genom funktionsmaterialen oavsett prestanda i mvp. Studien kan inte stödja nuvarande resonemang på marknaden att det krävs att ta höjd i prestanda i form av mvp hos materialet för att hindra vattenläckage vid sittande position. Orsak till fuktig känsla vid sittande position tros bero på andra faktorer än vattengenomträngning.

2 Förord

Detta examensarbete är ett projekt utfört under 10 veckor som avslutande del på Textilingenjörsprogrammet vid Textilhögskolan i Borås. Projektet har utförts på Swerea IVF i Mölndal. Projektförslag samt avgränsningar i arbetet har diskuterats fram tillsammans med handledare på Swerea IVF.

Jag vill framföra ett jättetack till min externa handledare Valter Dejke på Swerea IVF som bidragit med expertkunskaper under projektet, hjälpt till med kontakt med företag samt givit mig en mycket lärorik period under examensarbetet.

Jag vill även tacka övrig personal på Swerea IVF som hjälpt mig vid mina tester. Tack till företag som ställt upp på intervjuer och bidragit med material för projektet. Ytterligare tack till min handledare på Textilhögskolan Anja Lund som bidragit med stöd och vägledning genom rapportens utformning.

Stort tack för fungerande och givande samarbete med alla involverade parter under projektet.

3 Innehållsförteckning

1. SAMMANFATTNING	2
2. ABSTRACT	3
3. POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING	4
2 FÖRORD	5
3 INNEHÅLLSFÖRTECKNING	6
4 INTRODUKTION	8
4.1 BAKGRUND	8
4.2 SYFTE	9
4.3 AVGRÄNSNINGAR	9
4.4 PROBLEMFÖRMULERING	9
5 TEORI	10
5.1 KRAV PÅ MATERIAL I SEGLARPLAGG	11
5.2 VATTENTÄTA OCH ANDANDE SKIKT	12
5.2.1 FÖREKOMMANDE TYPER AV FUNKTIONSSKIKT	13
5.2.2 FÖR- OCH NACKDELAR MED MIKROPORÖSA RESPEKTIVE HYDROFILA MATERIAL	16
5.2.3 FÖR- OCH NACKDELAR MELLAN MEMBRAN RESPEKTIVE BELÄGGNING	17
5.3 MATERIELUPPBYGGNAD	18
5.4 FUNKTIONSSKIKT SOM ANVÄNDS INOM SEGLING	19
5.5 RELEVANTA TESTMETODER	20
5.5.1 VATTENPELARE	22
6 METOD	23
6.1 LITTERATURSTUDIER	23
6.2 INTERVJUER	23
6.3 MARKNADSUNDERSÖKNINGAR	23
6.4 TESTER	23
6.4.1 HYDROSTATISK METOD	24
6.4.2 SITTEST	24
6.4.3 ÖVRIG TESTNING	26
6.4.4 PROVMATERIAL	26
7. RESULTAT	27
7.1 SAMMANSTÄLLNING AV INTERVJUER	27
7.2 RESULTAT AV MARKNADSUNDERSÖKNINGAR	29
7.3 TESTRESULTAT	31
7.3.2 RESULTAT HYDROSTATISK TESTMETOD	31
7.3.1 SITTEST	31
7.3.3 RESULTAT ÖVRIG TESTNING	34
8. DISKUSSION	36
9. SLUTSATSER	40
10. REFERENSER	41

11 BILAGOR	43
11.1 FRÅGEFORMULÄR VARUMÄRKEN	43
11.2 FRÅGEFORMULÄR MATERIALTILLVERKARE	44

4 Introduktion

4.1 Bakgrund

Idag finns det mängder med olika funktionsmaterial som lovar vattentätthet och andning. Att ett material är vattentätt men samtidigt andande är två eftersträlvade komfortegenskaper i funktionsplagg för utomhusaktiviteter. Utveckling inom området sker kontinuerligt och nya material som påstås vara bättre än sina föregångare dyker ständigt upp på marknaden. Utbudet är brett och materialtillverkarna hävdar att just deras material är bästa valet. Det kan vara svårt för sportföretag som produktutvecklare funktionsplagg att veta vilket material som ska väljas.

En funktion som läggs stor vikt vid är vattentätthet. Vattentätthet mäts i meter vattenpelare (mvp) vilket motsvarar det vattentryck ett material klarar innan vatten tränger igenom konstruktionen [1]. Enligt rådande trend på marknaden gäller ”ju högre vattenpelare desto bättre kvalitet”. Materialtillverkare och produktutvecklare strävar efter hög prestanda i vattentätthet uppmätt i vattenpelare. Kunden förutsätter att ett högt mått på vattenpelare är lika med bra kvalitet. Men det råder delade meningar om hur hög prestanda i vattentätthet som egentligen är nödvändigt.

Högpresterande material på marknaden har idag en prestanda på upp emot 30 mvp. Materialet ska då klara ett tryck som uppstår 30 m under vattenytan. Det råder oklarhet om varför så hög prestanda som 30 mvp eftersträvas och om det är nödvändigt.

I detta arbete hoppas vi skapa en klarare bild kring prestanda i vattentätthet och fastställa riktlinjer för företag som produktutvecklare funktionsplagg. Ovissheten om den höga prestanda i mvp skall diskuteras och korrelationen mellan måttet vattenpelare och verklig påfrestning ska prövas.

En ny testmetod för vattentätthet togs fram där materialen testades utifrån ett tänkt användningsområde. Verklig påfrestning för en specifik aktivitet simulerades.

Den aktivitet och det användningsområdet som valdes att utgå ifrån var segling. Segling är populärt i Sverige och en aktivitet där funktionsplagg används i hög grad. Segling har färre utövare jämfört med andra utomhussporter såsom vandring, klättring, skidåkning och cykling. Materialutveckling inom just seglarplagg har därför skett i mindre utsträckning än inom andra sporter. Få vetenskapliga artiklar om material i seglarplagg existerar och området tedde sig därför intressant.

För att få klarhet kring måttet vattenpelare finns det ett behov av att i samma studie under lika villkor jämföra olika materials vattentätthets prestanda utifrån ett tänkt användningsområde.

Projektet utförs på forskningsinstitutet Swerea IVF beläget i Mölndal. Institutet innehar resurser inom provningsteknik och vattentätthetstester samt egna tester kommer genomföras där.

4.2 Syfte

Projektet syftar till att kartlägga vilka material som används idag i seglarplagg, jämföra dess för- och nackdelar samt studera om det finns några intressanta materialnyheter på marknaden. På grund av oeniga åsikter i branschen kring prestanda i.mvp så syftar rapporten även till att ge en klarare bild kring prestanda uppmätt i.mvp. Ett sitttest utvecklades för att simulera användning vid segling för att se om korrelation mellan vattentäthet uppmätt i.mvp och vattentäthet uppmätt genom en mer verklighetsanpassad testmetod går att finna.

4.3 Avgränsningar

Fokus i arbetet kommer att riktas mot fuktrelaterade komfortegenskaper för seglarplagg och en djupdykning inom vattentäthet kommer att göras. Andning och nedbrytning i form av salt och solljus kommer även att beröras men mindre djupgående.

För att testa vattentäthet av seglarplagg vid verklig användning utvecklades ett sitttest. Sittande på materialen genomfördes av en försöksperson. Av praktiska skäl har jag själv använts vid provning. Materialen testades med tryck från försökspersonen i sittande position under varierande tidsintervall. En viss begränsning uppstår i och med att detta inte representerar den stora massan. Vikt och kroppsform påverkar resultat på testet.

På grund av svårigheter att samla in material med olika vattentäthets prestanda avsedda för segling har generella vattentäta och andande skikt även testats i projektet.

Vid testning av vattentäthet genom hydrostatisk metod enligt SS-EN 20811, Textil-Benämning av vattentäthet- Hydrostatisk metod [2] så skall fem provkroppar per material testas och ett medelvärde i måttet.mvp erhållas. På grund av begränsad tillgång till funktionsmaterial testades endast en provkropp per material och värdet i.mvp antas representera funktionsmaterialet med viss felmarginal.

4.4 Problemformulering

Seglarplaggen förväntas skydda användaren från väder och vind samt hålla tätt vid användning. Utsatta områden på seglarplagg är armbågar, knän och rumpa. Slitage uppstår vid sittande och knästående på blöta ytor. Vilket krav på prestanda i.mvp som krävs för att klara dessa påfrestningar är relevant att undersöka.

Problemformuleringen lyder att det inte är alldeles uppenbart att vattentäthet uppmätt i vattenpelare har en korrelation till verklig användning.

Frågeställningar som projektet väntas svara:

- Hur stort tryck i vattenpelare utsätts materialet för vid segling? (väder/användning)
- Vilket krav på prestanda i form av mvp är rimligt att ställa på seglarplagg?
- Vad säger standarden om vattentäthet och vattenpelare?
- Hur motiveras användningen av den generellt höga prestandan uppmätt i mvp?
- Hur ser mekanismen ut när funktionsskikten läcker?
- Finns det korrelation mellan måttet vattenpelare och verklig användning?
- Finns det några skillnader mellan mikroporösa och hydrofila material?

5 Teori

Segling är en populär aktivitet i Sverige. Speciellt populärt är det på somrarna då båtclubbarna fylls med seglingssugna runt om i landet. Det finns i stora drag tre olika kategoriers segling. Semestersegling, kustsegling och offshore segling.

Semestersegling utförs några veckor om året främst på somrarna. Semesterseglare ger sig ut när det är fint väder för att komma ut i naturen och slappna av. Vanligtvis utövas ingen hög grad av fysik aktivitet som leder till hög puls och svettningar vid denna typ av segling.

Kustsegling är en annan seglingsform där man är ute korta pass och seglar nära kusten, även kallat hög puls segling. Vid denna typ av segling utför hög aktivitet under korta tidsperioder.

Offshore segling är en seglingsform där man är ute på de stora haven under tuffa väder förhållanden och varierad aktivitetsgrad utövas.

Gemensamt för all typ av segling är att man behöver bra kläder. Funktionsplagg för utomhusporter utvecklas ständigt där funktionerna på plaggen anpassas efter användningsområdet. Den viktigaste faktorn för en stor del av seglarna är att hålla sig torr. Vätska transporterar värme 30 gånger fortare än luft och vi blir lätt nerkylda i blöta kläder. För just kustseglare ser det lite annorlunda ut, där är de ute i så korta perioder och hög aktivitet utförs så det spelar inte så stor roll om de blir blöta innan de kommer in till hamn. Tabell 1 nedan visar materialets viktigaste funktion vid olika typer av segling.

Tabell 1 viktigaste funktion hos material vid olika typer av segling

Aktivitet	Viktigaste Funktion
Semestersegling	Vattentätt
Kustsegling	Andande
Offshore	Vattentätt

För att hålla sig torr krävs det att materialet i plagget är vattentätt och ”andande”. Vattentäthet definieras som materialets förmåga att hindra vatten från att tränga igenom dess konstruktion och ”andning” som materialets förmåga att låta vattenånga transporteras genom dess konstruktion. Ett annat begrepp som också används är vattenavstötning. Det betyder att materialet har gjorts hydrofobt vilket tvingar regndropparna att ”pärla” sig och åka av snabbt och på så sätt hindrar vatten från att tränga igenom materialet [3].

Att ett material är vattentätt och samtidigt andande är två egenskaper som motverkar varandra. Ökad vattentäthet ger minskad andningen och tvärtom. Det är inte så svårt att tillverka ett material som är vattentätt utan svårigheten ligger i att det samtidigt ska vara andande.

Tidiga vattentäta material hindrade vattnet från att tränga igenom utifrån. Men materialen var också ogenomträngliga för vattenånga som skapades från kroppen på insidan. Plagg konstruerat med sådant material blev då obehagliga att bära då användaren känner sig fuktig och varm. [1]

Andning och vattentäthet är komplext. Ett material med god andning och sämre vattentäthet får sämre isoleringsförmåga. I kallt klimat och blött klimat skapar detta obehag i form av nedkylning.

Idag finns det inget material som alltid passar i alla situationer och för alla aktiviteter. Funktionerna vattentäthet och andning balanseras efter tänkt aktivitet och tänkta förhållanden för att vara komfortabla i så stor utsträckning som möjligt.

5.1 krav på material i seglarplagg

Generella krav på materialet i seglarplagg:

- Vattentätt
- Vindtätt
- Andande
- Slitstarkt
- Smidigt- ska inte hindra rörelsefriheten
- Lätt- ska vara lätt att packa med sig
- Ljudlöst- ska inte prassla

Kravspecifikationen balanseras olika för olika typer av segling då man som nämnt ovan har man olika behov. Högpulsseglare prioriterar andning medan semesterseglare och offshore seglare prioriterar vattentäthet och kravspecifikationen anpassas där efter. Gränserna mellan olika typer av seglarplagg är något luddiga, en offshore jacka kan användas kustsegling och vice versa.

Förutom att plaggen ska skydda mot väder och vind så ska de vara slittåliga. Armbågar, knän och sittytan på seglarplagg är speciellt utsatta. Plaggen utsätts för slitage då användaren hissar segel i vinddrivet regn, sitter på blöta ytor och arbetar på knä. En av de viktigaste funktionerna är därför lång hållbarhet.

5.2 Vattentäta och andande skikt

Generella mekanismer

Vattentäta och andande skikt fungerar genom olika mekanismer. Ett sätt att åstadkomma vattentäthet och andning är att utnyttja storleksskillnaden mellan vattenmolekylerna i flytande- respektive ångfas. I flytande fas bildas vattendroppar och i ångfas svävar vattenmolekylerna fritt. Vattendroppar har en ungefärlig diameter på 100 µm medan vattenmolekylerna i ånga har en diameter på ca 0.0004 µm [8]. Vattendroppen är 250 000 gånger större än molekylerna i vattenånga. I perspektiv kan molekylerna i vattenånga tänkas vara i storlek med en fotboll och vattendroppen i storlek med en hel fotbollsarena. Detta utnyttjas vid framtagning av vattentäta samt andande textilier som konstrueras genom en tätvävd vara eller ett mikroporöst skikt.

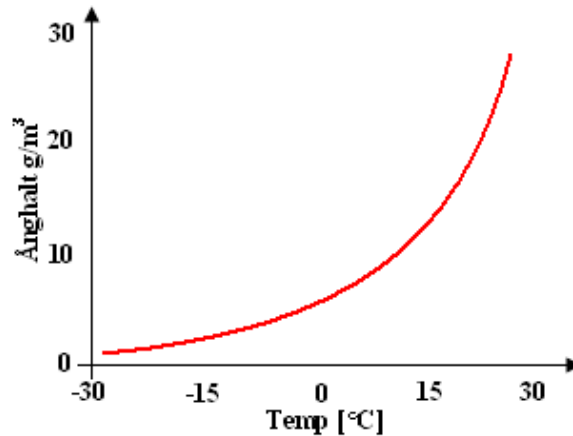
Att ett material ”andas” betyder att materialet släpper ut ånga som bildas vid fysisk aktivitet i form av svett. Människan svettas alltid lite grann men under normala förhållanden skapas inget obehag som beror på kläderna. Däremot när fysisk aktivitet utövas och svett utsöndras så kan obehag skapas genom nervätning av materialet närmast huden. Idealiskt absorberas svetten av materialet närmast huden och transporteras vidare, utan att materialet vattenmättats, till yttermaterialet. Yttermaterialet släpper sedan ut överskottsvärmen och huden hålls torr. Materialets förmåga att andas kan anges i ångmotstånd eller ånggenomsläpplighet [5,6].

Att andning sker genom att materialet släpper ut ånga från insidan till utsidan av materialet och inte tvärtom beror på skillnaden i ånghalt (vatten i gasform). Ånghalten i luften strävar efter jämvikt och vattenånga rör sig från högre ånghalt till lägre ånghalt. Klimatet närmast huden har nästan alltid högre ånghalt än klimatet utanför materialet vilket gör att ångan rör sig inifrån och ut. Skulle motsatsen ske att ånghalten är högre utanför än innanför materialet kan omvänd andning ske.

Den relativa fuktigheten (RF) i procent är den mängd vattenånga som finns i luften i förhållande till hur mycket som maximalt kan finnas vid en bestämd temperatur [7]. Mättnadsvärde är den maximala mängden vattenånga som kan finnas vid en viss temperatur. Formel för den relativa fuktigheten:

$$RF = \frac{\text{Aktuell ånghalt (g/m}^3\text{)}}{\text{Mättnadsånghalt (g/m}^3\text{)}} \times 100$$

Om mängden vattenånga blir större än mättnadsvärdet så kondenserar överskottsmängden och övergår till flytande vatten eller så deponeras överskottsmängden och övergår till is. Ju högre temperatur desto högre är mättnadsvärdet. Nedan följer en graf är över mättnadsvärdet vid olika temperaturer figur 1 [7].



Figur 1 mättnadsvärde vid olika temperaturer

Räkneexempel på ångtransport, värdet för maximal ånghalt har tagits från tabell [8]:

$$\text{Ånghalt i luften (g/m}^3\text{)} = \text{Relativ fuktighet (\%)} \times \text{Maximal ånghalt (g/m}^3\text{)}$$

Klimat vid huden:

Temperatur 34°C

Maximal ånghalt 39,6 g/m³ (enligt tabell)

Relativ fuktighet 50%

$$\text{Ånghalt i luften vid huden: } 0,50 \times 39,6 = 19,8 \text{ g/m}^3$$

Klimat utanför materialet:

Temperatur 15°C

Maximal ånghalt 12,8 g/m³ (enligt tabell)

Relativ fuktighet 80%

$$\text{Ånghalt i luften utanför materialet: } 0,80 \times 12,8 = 10,3 \text{ g/m}^3$$

Hög luftfuktighet som 80% RF utanför materialet uppstår vid nederbörd. Via räkneexemplet kan man se att ånghalten i luften kan vara lägre vid 80% RF än vid 50% RF och att detta styrs av temperaturen. Ångtransporten i räkneexemplet sker från insidan av materialet till utsida.

5.2.1 Förekommande typer av funktionsskikt

Vattentäta och andande material kan åstadkommas genom [9]:

- En tätvävd vara
- Mikroporös beläggning eller membran
- Hydrofil beläggning eller membran
- Kombination av mikroporös och hydrofil membran och beläggning

Tätvävd vara

En tätvävd vara konstrueras med absorberande hydrofila garner och behandlas med en hydrofob behandling eller ett syntetiskt (hydrofobt) garn med mikrofibrer. Håligheterna mellan varp och väft är tillräckligt stora för att släppa igenom vattenånga men för små för att släppa igenom vattendroppar.

Exempel på varumärke för ett tätvävt material:

- Ventile

Tätvävda varor fungerar genom att de sväller i kontakt med vatten och porerna mellan varp och väft minskas därmed och hindrar vatten från att tränga igenom. Ventile har i torrt tillstånd en porstorlek på 10 µm och i blött tillstånd minskar porerna till en storlek på 3-4 µm. Materialet kan hindra vatten från att tränga igenom i upp till 20 min vid hållregn [10]

Tätvävda varor har god andning då det inte är laminerat eller belagt men inte vattentätt under längre perioder [10,11].

Hydrofila och mikroporösa material

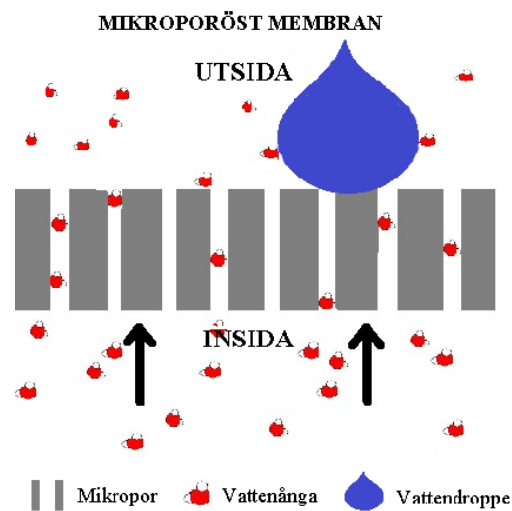
Vanligast förekommande vattentäta och andande material på marknaden är hydrofila och mikroporösa skikt samt en kombination av dessa som benämns bikomponenta material. De konstrueras via beläggning eller laminering av en textil.

Beläggningen görs genom att en mikroporös eller hydrofil polymerblandning stryks eller rullas på en textil. En laminerad vara görs genom att en textil sammanfogas med en mikroporös eller hydrofil film, även kallat membran. Textilen består oftast av en tätvävd vara där beläggningen eller membranet ökar dess vattentäthet. Förekommande är också bikomponenta material där ett mikroporöst lager och ett hydrofilt lager kombineras på en textil [10].

Tabell 2 tabellen åskådliggör olika typer av beläggningar och membran

Beläggning	Laminat/ membran
Mikroporöst	Mikroporöst
Hydrofilt	Hydrofilt
Bikomponent Mikroporöst (membran eller beläggning) + hydrofilt (membran eller beläggning)	

Mikroporösa skikt innehåller mikroporer. Detta fungerar likt en tätvävd vara genom att porerna är så små att vatten i form av regn inte kan tränga igenom utifrån men tillräckligt stora för att vattenånga i form av svett från kroppen ska kunna ta sig igenom inifrån se figur 2.



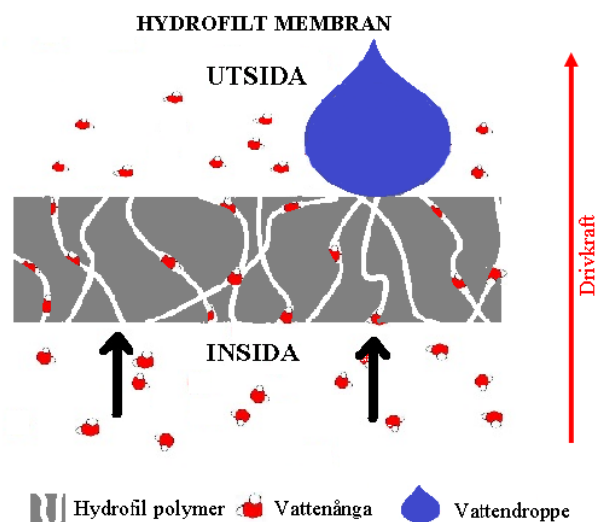
Figur 2 Mikroporöst skikt

Ånggenomsläppligheten vid mikroporösa material bestäms av membranets- eller beläggningens porositet, tjocklek och storleken på porerna [9]. Vattentätheten bestäms av porstorleken.

Exempel på varumärke för mikroporösa material:

- Gore- Tex
- eVent

Hydrofila skikt har inte mekanismen med porer som mikroporösa material, utan det är ett ickeporöst material som drar till sig vattenånga från insidan och transporterar ut det till materialets utsida. Vatten kan inte tränga igenom från utsidan då det hydrofila skiktet är en fast film utan håligheter eller porer, se figur 3 nedan.



Figur 3 hydrofilt skikt

Hydrofila beläggningar eller membran fungerar genom att molekyllkedjorna i det hydrofila polymerskiktet rör sig och driver vätskan från insidan till utsidan av materialet. Diffusion av vattenånga sker molekylärt genom hydrofila vätegrupper på polymerkedjan genom det fasta membranet eller beläggningen. Drivkraften för vattnet att ta sig igenom är skillnaden i ånghalt som beror på den relativa fuktigheten och temperaturen på varsin sida av materialet. När kroppen producerar mer svett så ökar avståndet mellan molekyllkedjorna i den hydrofila polymerblandningen vilket hjälper till att öka ånggenomsläppligheten [9].

Exempel på hydrofila material:

- Sympatex

Sympatex är ett polyestermembran där polyetergrupper har införts för att ge dess hydrofila egenskap.

Bikomponenter används för att uppnå fördelarna med båda mekanismerna och samtidigt eliminera nackdelarna. Ett mikroporöst membran kan med fördel beläggas med ett tunt hydrofilt skikt på insidan mot huden. Det hydrofila skiktet hindrar mikroporerna från att förorenas av kroppsoljor, svett och tvätt. Vattenläckage som kan ske på grund av för stora porer eller håligheter i de mikroporösa skiktet hindras av det hydrofila skiktet. Det hydrofila skiktet drar även till sig svett och kondens som uppstår på insidan och transporterar det vidare till yttermaterialet.

Nackdelar med bikomponenter är att det blir en stelare vara, priset blir dyrare och andningen minskar då det blir tjockare vara. [9]

5.2.2. För- och nackdelar med mikroporösa respektive hydrofila material

Både mikroporösa- och hydrofila skikt fungerar bra i vattentäta och andande plagg. Nedan följer en jämförelse mellan de två mekanismerna och för- och nackdelar med respektive material.

Mikroporösa material

Fördelar: Mikroporösa material attraherar inte vatten som hydrofila material och sväller därför inte vilket kan skapa obehag och en tung känsla. Vattentätheten kan varieras genom att kontrollera porstorleken.

Nackdelar: Mikroporösa material har låg elasticitet. Elasticitet i sportplagg en önskad funktion för att öka rörelsefriheten. Men töjning på mikroporösa skikt kan få porernas storlek att öka vilket minskar vattentätheten på materialet [10].

När mikroporösa material används vid hög aktivitet som resulterar i ymnig svettning så försämras materialets vattentäthet. Svett innehåller aktiva ytagenter som gradvis penetrerar porerna och lägger sig som en beläggning på insidan. Ytagenterna minskar ytspänningen på vattendropparna från regn och möjliggör för vattnet att passera genom materialet utifrån och in [1]. Mjukgörande medel vid tvätt ger samma effekt som svett och materialets vattentäthet försämras.

Mikroporösa material drar inte till sig svett eller kondens som bildas på insidan. Om användaren utför korta intensiva perioder med aktivitet så har hydrofila material fördelen med att de hydrofila molekyllängderna attraherar fukt i form av svett som bildas på huden till funktionsskiktet och transporterar det till utsidan av materialet [9]

Hydrofila material

Fördelar: Fördel med hydrofila material är att de inte förorenas av svett och mjukmedel vid tvätt. De kan absorbera svett och kondens som bildas på insidan av materialet. Hydrofila material är inte lika känsliga för stretch som mikroporösa (där porstorleken kan förstöras). Ökad svettning leder till ökad andningen vilket är en fördel i torrt klimat.

Nackdelar: Nackdel med hydrofila material är att de sväller då fukt transporteras genom materialet vilket i blött klimat skapar obehag då materialet känns tungt och fuktigt. I svällt tillstånd blir materialet även känsligare för nötning och böjning och hållbarheten minskar. Sammanställning av för- och nackdelar finns i tabell 3 nedan.

Tabell 3 sammanställning av för- och nackdelar med mikroporösa respektive hydrofila skikt

	Fördelar	Nackdelar
Mikroporösa	<ul style="list-style-type: none"> • Sväller inte • Högre vattentäthet kan uppnås genom reglering av porstorleken 	<ul style="list-style-type: none"> • Låg elasticitet. • Porerne kan förorenas av oljor, svett och tvättmedel • Attraherar inte svett och kondens som bildas på insidan av plagget
Hydrofila	<ul style="list-style-type: none"> • Svett och vattenånga kan föras bort från huden på insidan • Klarar töjning i högre grad än mikroporösa material • Ökad svettning resulterar i ökad andning av materialet • Tål tvätt 	<ul style="list-style-type: none"> • Sväller vid blött klimat vilket ger minskad nöt- och töjningshärdighet[2] • Minskad komfort då materialet sväller som känns tungt och fuktigt • Viss vattenmättnad krävs för effektiv andning

Absorption av svett kan både ses som en fördel och en nackdel. Hydrofila skikt attraherar fukt i form svett till funktionsskiktet medan mikroporösa skikt inte gör det. Hydrofila skikt för bort svett från huden som uppkommer då användaren utför korta intensiva perioder med aktivitet, i torrt klimat ses detta som en fördel då huden hålls torr. Däremot vid blött och kallt klimat så leder detta till att materialet blir tungt, känns fuktigt och kallt vilket skapar obehag.

5.2.3 För- och nackdelar mellan membran respektive beläggning

Ett membran är väldigt tunt och har en ungefärlig tjocklek på 10 µm. Ett membran har god dimensionsstabilitet och god hållbarhet. Negativt med membran är att det är dyrt i tillverkningsprocessen. Det är icke elastiskt och fungerar därför inte så bra på elastiska varor.

Risk för delaminering finns om inte lamineringen görs på rätt. Delaminering innebär att membranet lossnar från textilen och materialets funktion försämras därmed [10].

En beläggning är generellt tjockare än ett membran [9] vilket kan vara negativt och ge en stel känsla. Beläggningsprocessen är billigare än lamineringsprocessen. Svårighet vid beläggning är att få ett jämnt skikt på textilen. Ojämnheter i beläggning leder till varierande prestanda hos materialet. Hållbarheten sägs vara sämre hos beläggningar som nöts ner fortare vid användning.

Sammanställning av för- och nackdelar med membran respektive beläggning finns i tabell 4 nedan.

Tabell 4 för- och nackdelar mellan membran respektive beläggning

	Fördelar	Nackdelar
Membran	<ul style="list-style-type: none"> • God Hållbarhet • Tunt • dimensionsstabil 	<ul style="list-style-type: none"> • Dyrt • Icke elastiskt • Risk för delaminering
Beläggning	<ul style="list-style-type: none"> • billigt • går att använda på elastiskt textil • lättare att fästa på textilen 	<ul style="list-style-type: none"> • svårt att få jämn tjocklek • Tjockare än membran • Sämre hållbarhet

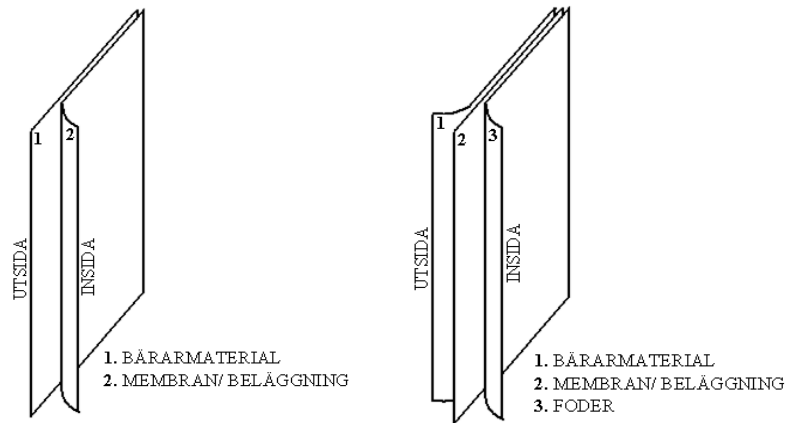
5.3 Materieluppbyggnad

Ett vattentätt och andande material består oftast av en nötningsbeständig väv som beläggs eller lamineras. Väven kallas för bärmaterial och dess egenskaper är dimensionsstabilitet och nötningshärdighet i materialet. Beläggnings- eller lamineringens egenskaper är vattentäthet och andning. Väven är ett yttersta skydd mot väder och slitage och beläggnings- eller lamineringen görs på den sidan av materialet som är närmast huden.

Väv används till fördel vid beläggning framför trikå då hålen mellan varp och väft är mindre än på en stickad vara. Vid beläggning på textil för sporttextilier är det önskvärt att varan är så tät att inte beläggningspastan tränger igenom materialet då det ökar stelheten. [3]

Väven består oftast av Polyester vilket är den vanligast förekommande fibern i sportplagg. Andra fibrer som lämpar sig bra är Nylon, polypropylen, akryler och elastaner. Polyester och nylon är starka material som tål fukt, oljor och mikroorganismer bra [3].

Material som består av en väv och ett membran/beläggning kallas för 2-lagers vara. Material som dessutom har ett inre foder för att skydda materialet från slitage inifrån kallas för 3-lagers vara. Figur 4 nedan visar olika lager i funktionsmaterial.



Figur 4 visar olika lager i funktionsmaterial

Vattenavvisande impregnering används på plaggets utsida för att vattnet ska ”pärla” sig och åka av. Vattenavvisande behandling behövs för att materialet inte ska absorbera vatten då ett fuktat material blir tungt och torkar långsamt samt att andningsförmågan försämras hos mikroporösa material [12].

5.4 Funktionsskikt som används inom segling

I seglarplagg används ofta material baserat på den mikroporösa strukturen. Vanligt är att dessa är behandlade med ett hydrofil PU skikt eller hydrofob behandling (flourkarboner eller silikon) för att minska risken att porerna förorenas samt att bibehålla konstant prestanda [1]. Hydrofila material förekommer också.

Vanliga beläggningar och membran:

- Polyuretan
- Polyester
- PTFE

Polyuretan skikt och har bra tøjbarhet, bra motstånd mot väder och vind samt är slitstarkt.

Polyuretan kan antingen lamineras som film eller genom skum. Nackdelar är att vissa kvaliteter kan missfärga och hydrolysisbeständigheten är endast måttlig [9].

Hydrolysisbeständighet definieras som materialets förmåga att stå emot degradering på grund av vatten.

Polyesterskikt som till exempel Sympatex (hydrofilt membran) har god stretch och är jämförbart med Polyuretan [9]. Polyester skikt är bra för miljön så länge de sitter på en polyestervara så kan materialet återvinnas lätt.

PTFE skikt har god resistens mot mikroorganismer och kemikalier. Nackdel är att det är dyrt och laminat är svårt att få att fästa på textilier. [10]

Bärarmaterialet i seglarplagg är ofta polyester eller nylon. Polyester har generellt bättre UV-härdighet än nylon medan nylon har bättre slitstyrka samt starkare motstånd mot hydrolysis. Polyester används i lite större utsträckning än nylon på grund av sin dimensionsstabilitet, krymphärdighet och generellt lägre kostnad. [3].

Både 2- och 3 lagers varor används inom seglarplagg idag.

5.5 Relevanta testmetoder

Relevanta testmetoder för att undersöka vattentätheten i seglarplagg innefattar tester för vattenavvisande funktion samt vattentäthet. I materialen har funktionsskikten som funktion att vara vattentätt medan det yttersta bärmaterialet har som funktion att vara vattenavvisande. Existerande testmetoder och vad de testar syns i tabell 5 [14]:

Tabell 5 visar existerande testmetoder och vad de testar

Testmetod	Vattenpenetration	Vattenavstötning	Vattenabsorption
Strilmetoden SS-EN 24920 Textil- bestämning av motstånd mot ytvätning		x	
Regnprovning SS-ISO 22958:2005 Textil - Vattenhårdighet - Regnprovning: Exponering mot en horisontell vattensprej	x		
Bundesmann Regnprovare SS-EN 29865 Textil - Bestämning av vattenavvisande förmåga hos tyger	x		x
WIRA (Wool Industries Research Association) shower tester	x		x
The Credit rain simulator tester	x		
Hydrostatisk metod SS-EN 20811, Textil- Benämning av vattentäthet- Hydrostatisk metod	x		

Vattenavstötande funktion testas genom att materialets motstånd mot yt-vätning mäts upp. Det finns olika testmetoder för att mäta detta enligt tabell ovan.

Strilmetoden SS-EN 24920 Textil- benämning av motstånd mot ytvätning testar materialets motstånd mot yt-vätning av regn genom ett vertikalt sprejtest. Testet genomförs genom att en bestämd mängd destillerat vatten sprayas mot en provkropp som är uppspänd på en rund ram. Ramen är placerad med en vinkel på 45° under duschmunstycket på ett bestämt avstånd. Resultatet bedöms genom att jämföra provkroppen med beskrivande bilder i standarden och anges med siffra 1-5.[15,16]

Regnprovning SS-ISO 22958:2005 Textil - Vattenhårdighet - Regnprovning: Exponering mot en horisontell vattensprej testar vattenhårdigheten genom att utsätta materialet för en horisontell vattensprej. Materialet spänns upp på ett bestämt avstånd från munstycket med ett absorberande material på baksidan. Materialet utsätts för sprej i 5 minuter. Trycket på sprejen kan varieras. Viktökning i % på det absorberande materialet efter test är en indikation på vilken mängd vatten som trängt igenom materialet.[17]

Bundesmann regnprovare SS-EN 29865 Textil - Bestämning av vattenavvisande förmåga hos tyger testar ett materialet genom att simulera regn uppifrån samtidigt som viss nötning på materialet utförs underifrån. Fyra provbitar testas samtidigt uppspända på bågare där de utsätts för nötning på baksidan. Bågarsammansättningen roterar långsamt under testet. Provbitarna utsätts för simulerat regn bestående av totalt 650 ml vatten i 10 min. Vatten som tränger igenom och hamnar i bågarna mäts upp i ml efter testet. Vattenabsorptionen mäts genom att jämföra vikten hos materialet innan och efter testet. [18,19]

WIRA (Wool Industries Research Association) ”shower tester” mäter vattenabsorption samt materialets motstånd mot vatten genomträngning. Två provkroppar testas samtidigt som sitter uppspända på ramar. Provkropparna utsätts för en dusch på 500 ml destillerat vatten som varar i 7 1/2 min. Tiden det tar för de första 10 ml av vatten att tränga igenom materialet observeras om det händer under testets gång. I slutet av testet kvantifieras vattnet som hålls i materialet (absorption %) och total mängd vatten som har passerat genom materialet (penetration i ml) mäts upp. [14]

”**The credit rain simulator tester**” [14] testar vattentäthet i sömmar i plagg. När vattentäta material görs till plagg kan sömmarna bli den svaga länken om inte konstruerade på rätt sätt. Testet utvecklades för att testa sömmarnas effektivitet. Ett munstycke simulerar regn ovanifrån på provkroppen som sitter uppspänd på ett halvcylindriskt kretskort. Vattnet görs elektriskt ledande genom att mineralsalt tillsätts i vattnet. Vatten som tränger igenom sömmen registreras av kretskortet och tiden det tar för penetration samt lokalisation av penetration avläses [39].

Hydrostatisk metod SS-EN 20811, Textil- Benämning av vattentäthet- Hydrostatisk metod (även kallat vattenpelartest) testar materialets motstånd mot vattenpenetration. Metoden mäter det vattentryck materialet tål innan vatten penetrerar materialet. Materialet sitter upp spänt på en rund ram och ett vattentryck appliceras underifrån. Vattentrycket ställs in att öka med 30- eller 60 cm per minut. Testet avslutas när tre droppar trängt igenom materialet. [2]

Det finns flera testmetoder som kan mäta materialets andning. Däremot finns det ingen metod som är accepterad globalt för att mäta omständigheterna som uppstår vid olika användningsområden. Det finns inga universella samband som kan mätas mellan olika testmetoder på samma material.

5.5.1 Vattenpelare

Måttet vattenpelare mäts upp via vattenpelartest som beskrivits ovan. Olika rekommendationer för prestanda i måttet vattenpelare ges från olika håll. Enligt SS-EN 20811 [2] så krävs det 1mvp för att materialet ska motstå penetrering av vatten, detta ska ses som ett minimum krav för att kallas vattentätt. Vid sittande eller knästående utsätts materialet för ett högre tryck än så.

Enligt SS- EN 343, skyddskläder- skydd mot dåligt väder [21] så klassificeras vattentäta material enligt tre kategorier.

1. Plagg som är vattentäta vid ett tryck på 0,8 mvp innan förbehandling
2. Plagg som är vattentäta vid ett tryck på 0,8 mvp efter förbehandling
3. Plagg som är vattentäta vid ett tryck på 1,3 mvp efter förbehandling

Förbehandling definieras i standarden som fem tvätt cyklar; 5000 nötningar med standard borstat tyg och 100 000 flexes eller 9000 flexes utförda i Schildknecht flex test och crumple test respektive [1].

University of Leeds i Storbritannien hävdar att ett minimum på 7 mvp krävs efter hållbarhets tester för att livslång vattentäthet ska uppnås [1].

Enligt Textiles in sports [3] så var 1mvp länge accepterat som minimum för att ett material ska få kallas vattentätt men nu kräver konfektionsföretag som tillverkar kvalitetsplagg minst 2 mvp och ibland 6 mvp efter hållbarhetstest. Hållbarhetstester innefattar nötning (vanligen Martindale test), böjning (Schildknecht), skrynkling (kombinerad böjning och vridning) och tvättning.

Enligt Arunanghsu Mukhopadhyay och Vinay Kumar Midha [8] så klassas ett material med 5 mvp som ett högpresterande material och ett material med 1,3 mvp som ett lågpresterande material.

Se tabell 6 för sammanställning av åsikter angående vilken prestanda i mvp som anses vara ett vattentätt material respektive prestanda i mvp som anses vara ett högpresterande material.

Tabell 6 visar olika åsikter om prestanda i mvp

Källa	Vattentätt (mvp)	Hög prestanda (mvp)
SS-EN 343, skyddskläder- skydd mot dåligt väder [20]	0,8	>1,3
University of Leeds [1]		7
Textiles in sports [3]	2	6
A Review on Designing the Waterproof Breathable Fabrics Part I [8]	1,3	5

6 Metod

Metoden för arbetet har varit att genomföra litteraturstudier, marknadsundersökningar, intervjuer samt provning.

6.1 Litteraturstudier

Resultatet av litteraturstudien redovisas i teoriavsnittet där olika funktionsskikt, för- och nackdelar med olika funktionsskikt, uppbyggnad av funktionsmaterial, material som används i seglarplagg samt relevanta testmetoder beskrivs. Textilhögskolans databaser har används för litteraturstudierna och sökningar har gjorts i ”Textile Technology Complete”, ”Woodhead Publishing Online”, ”world textiles” och ”Summon”.

6.2 Intervjuer

Intervjuer genomfördes med användare av seglarplagg, tillverkare av funktionsmaterial, samt seglarplaggtillverkare. Frågor ställdes till dessa aktörer om vilka material de använder sig av, hur de ser på prestanda i.mvp, om det finns några intressanta materialnyheter på marknaden, samt hur de tror att utvecklingen i framtiden kommer se ut.

Frågeformulär upprättades för intervjuerna. Frågornas ordningsföljd samt följdfrågor avgjordes av intervjusituationen samt informantens svar.

Två intervjuer genomfördes genom personliga möten därefter genomfördes de flesta genom telefon. Kontakt med materialtillverkare utomlands genomfördes via mailkontakt. Totalt antal intervjuer med fullständiga svar genomfördes med representanter för tre materialtillverkare och sex varumärken.

6.3 Marknadsundersökningar

Branschtidningar samt diskussionsforum studerades för att få en uppfattning om branschens åsikter om prestanda i måttet vattenpelare, orsak till läckage och för- och nackdelar med olika material. Seglarvarumärkens hemsidor studerades för information om vilka material som används i seglarplagg idag och vilken prestanda i vattenpelare som används.

6.4 Tester

Tester för vattentäthet som genomfördes på materialen i studien bestod av hydrostatisk metod samt egenutvecklat sittest

Övriga tester som genomfördes var att provbitens viktökning i form av hygroskopiskt fuktupptag uppmättes samt att vattendroppars vikt vägdes detta för att lättare kunna dra slutsatser av resultaten.

6.4.1 Hydrostatisk metod

Materialens vattentäthet uppmättes via hydrostatisk metod enligt SS-EN 20811 [2]. På grund av begränsad materialtillgång för projektet testades endast en provkropp per material. Enligt standard skall 5 provkroppar per material testas och ett medelvärde erhållas. Materialens prestanda i mvp kan därför antas representera vattentätheten hos materialet med viss felmarginal.

6.4.2 Sittest

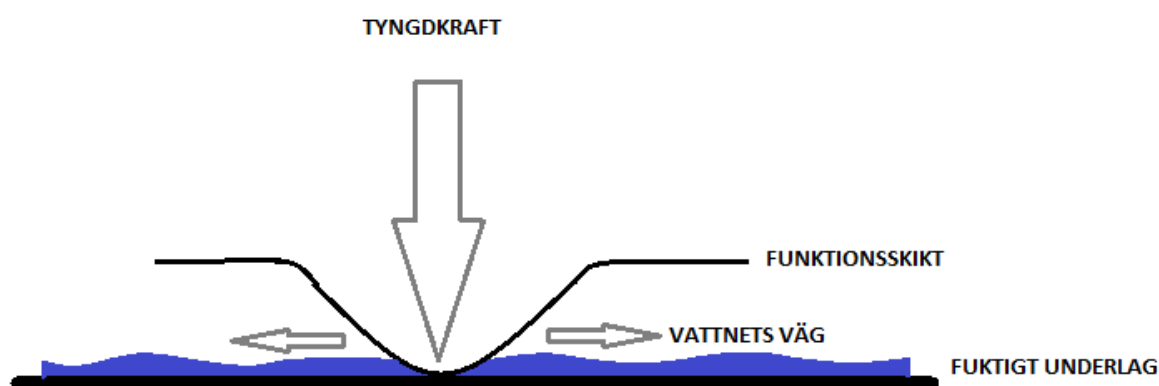
En egen testmetod utvecklades under projektet för att testa vattentätheten hos funktionsmaterial under verklighetssimulerade omständigheter. Testmetoden som utvecklades togs fram för att simulera verklig användning för seglare. Situationen som ville testas är då seglare sitter ner eller står på knä på blöta ytor då detta inte testas i nuvarande testmetoder.

Funktionsmaterialen testades genom att en försöksperson satt på materialen under bestämd tid för att testa vattentätheten. En provbit i form av en polyestertrikå vägdes innan och efter test för att kvantifiera eventuell vattengenomträngning genom funktionsmaterialet.

Vattengenomträngningen mättes i mängden vatten som provkroppen absorberade efter test och viktökningen mättes i procent:

$$\text{Absorption \%} = \frac{(\text{vikt efter} - \text{vikt innan})}{\text{ursprunglig vikt hos provkropp}} \times 100$$

Vid sittande och knästående på blöta ytor har vattnet möjlighet att ta sig ut åt sidorna enligt figur 5 nedan. Trycket som uppstår på materialet blir från en tyngdkraft som pressar materialet mot en hård yta. Vattentäthet mäts inte utefter dessa omständigheter vid befintliga testmetoder. Existerande vattentäthetstester mäter vattentäthet genom tryck från rent vatten.



Figur 5 visar vattnets väg när en tyngdkraft i form av sittande eller knästående uppstår på ett fuktigt underlag.

Funktionsmaterialen som testades lades i blöt under natten så att bärmaterialet skulle vattenmättas. Bärmaterialet hos funktionsmaterial är ofta behandlade med en vattenavstötande behandling för att hindra vatten att nå funktionsskiktet. Detta fungerar som ett första skydd mot väder.

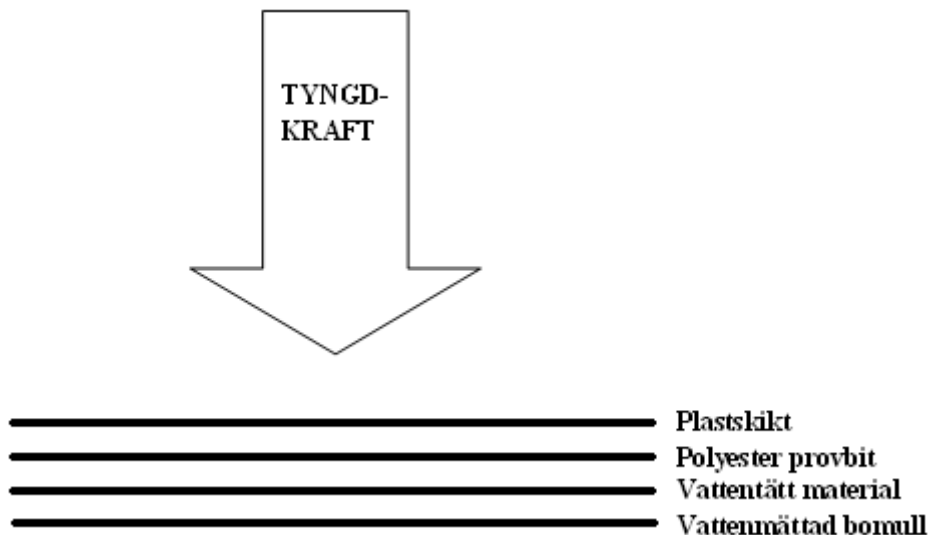
Testet syftar till att testa vattentätheten hos själva funktionsskiktet och bärmaterialets vattenavstötande egenskap sågs som en hindrande faktor. Genom att blötlägga materialen så säkrades att bärmaterialet inte påverkade resultaten se figur 6.



Figur 6 visar blötläggning av materialen innan sittester

Materialen blötlades med saltvatten för att simulera användning till havs där vågor och havsvatten kan välla in i båten. Viktigt att inte insidan av materialet blötläggs.

Testerna utfördes sedan genom att en blöt bomullsväv placerades som första lager på en hård stol. Detta simulerar en blöt yta i en båt. Det vattentäta materialet som vattenmättats under natten placerades som lager två ovanpå den blöta väven med yttersidan neråt. En provbit i polyestertrikå som konditionerats i 20°C och 95% RF (relativ luftfuktighet) placerades som lager tre. Provbiten konditionerades i 95% RF för att vara så nära 100% RF som möjligt. Detta för att minska risken att eventuell viktskillnad efter test beror på ökad ånghalt i materialet och misstas för vattengenomträngning. På toppen som lager fyra placerades ett plastskikt. Provpersonen satte sig sedan på stolen och utförde vattentäthetstestet. Plastskiktet användes på toppen för att inte svett från provpersonen skulle påverka resultatet och tas upp av provbiten. Se figur 7 nedan för testmetod.



Figur 7 visar sittestet

Sedan utförs testet i två omgångar per funktionsmaterial med två olika tidsintervall. Först testas materialet genom att personen sitter i 15 min på materialet och därefter testas samma funktionsmaterial med en ny provbit genom att personen sitter 30 min. Polyesterprovbiten vägs innan och efter varje test och två absorptionsvärden per funktionsmaterial erhålls.

Polyester valdes då den har relativt låg hygroskopisk förmåga d.v.s. förmåga ta upp ånga jämfört med t.ex. bomull. Med liten hygroskopisk förmåga förväntas viktskillnaden efter test på grund av hygroskopiskt fuktupptag vara liten vilket var önskvärt i studien då ångtransport inte önskades mätas. Ökad ånghalt i provbiten kan ske genom omvänd andning vid testning och skulle då ge viktökning efter test vilket kan misstas för vattengenomträngning. Provbiten konditionerades även vid 95% RF för att ytterligare minska felkällan att viktförändring sker i form av ångtransport och antaganden kan göras att betydande viktökning efter test utgörs av vattengenomträngning.

Testmetoden valdes att utföras i de relativt korta tidsintervallerna 15- resp. 30 min då funktionsmaterialen antas att antingen klara trycket och hindra vatten från att penetrera eller inte klara trycket och vatten tränger igenom konstruktionen relativt omgående. Materialen testas även i två tidsintervaller för att lättare kunna dra slutsatser av resultaten. Vattengenomträngning ökar med tiden och om vattengenomträngning sker bör absorptionen vara större efter test på 30 min än vid 15 min.

6.4.3 Övrig testning

För att se den totala viktökningen på grund av hygroskopiskt fuktupptag så vägdes provbiten (polyestertrikån) vid torrt tillstånd och vid fuktmättat tillstånd. Provbiten torkades i ugn tills 3,3% RF (så nära 0% som möjligt) uppnåddes och vägdes. Sedan vägdes provbiten vid 65% RF och därefter vid 95% RF (så nära 100% RF som möjligt). Detta för att se i vilken storlek viktökning på grund av hygroskopiskt fuktupptag rör sig om.

Vattendroppars vikt uppmättes och den viktökning det skulle ge hos provmaterialet i procent räknades ut. Detta för att se vilken storlek en viktökning på 1-3 vattendroppar skulle ge för att lättare kunna dra slutsatser av resultaten.

6.4.4 Provmaterial

Material samlades in för praktiska försök. Material som var anpassade för segling användes i stor grad. Men generella material för funktionsplagg testades även. Sju material ingick i studien tre stycken mikroporösa, tre stycken hydrofila och ett okänt material. Det okända materialet valdes till studien då det hade en låg prestanda i måttet vattenpelare vilket var önskvärt för studien.

Tabell 7 nedan visar materialen som ingick i studien, materialens prestanda i mvp, typ av funktionsskikt samt om det är en 2- eller 3 lagars vara.

Tabell 7 provmaterial som ingick i studien

Mikroporösa Material	Funktionsskikt
M1	Nanoporös beläggning 2l
M2	Mikroporös beläggning 3l
M3	Mikroporös beläggning 2l
Hydrofila material	Funktionsskikt
H1	Hydrofil beläggning 2l
H2	?
H3	Hydrofilt Membran 2l
H4	Hydrofilt Membran 2l

7. Resultat

7.1 Sammanställning av intervjuer

Intervjuer med varumärken som produktutvecklare seglarplagg samt materialtillverkare gav en uppdaterad bild av branschen. Nedan följer en sammanfattning av svaren. Frågorna ställdes något åtskiljande mellan materialtillverkare samt produktutvecklare.

1. Vilka material använder ni er av i seglarplagg/ vilka material erbjuder ni till företag som tillverkar seglarplagg?

- Mikroporösa
- Hydrofila
- Bikomponenter

Både mikroporösa material samt hydrofila material används. Vanligt är att använda sig av en bikomponent med ett tunt lager hydrofil beläggning på ett mikroporöst skikt. Beläggning används på de billigare plaggen där lägre prestanda önskas och membran på de dyrare plaggen med högre prestanda. Baserat på genomförda intervjuer fås intrycket att Gore-Tex® anses som det bästa funktionsskiktet och används av certifierade varumärken på plaggen med högst prestanda, alternativa material används där likvärdig funktion önskas till en lägre prestanda och prisnivå.

2. Vilka för- och nackdelar finns med de material som används?

- Hydrofila material riskerar inte att bli förorenade av salt, smuts eller tvättmedel. Ingen ytterligare beläggning krävs därför. Nackdelar att det sväller och kan kännas tungt och fuktigt.
- Fördel med mikroporöst material är att de inte sväller som hydrofila material. Nackdel är att de inte attraherar svett till funktionsskiktet från insidan. Mikroporös beläggning minskar snabbare i prestanda än mikroporösa membran.
- Vid en bikomponent bibehålls vattentätheten längre än vid en beläggning men andningen minskar något jämfört med en beläggning.

En produkttillverkare menade att svårigheten med seglarplagg är att få materialet tåligt mot saltvatten, sol, samtidigt 100% vattenavstötande och andande.

3. Hur stora krav i prestanda i mvp tycker ni är rimligt att ställa på seglarplagg? Många av materialen idag erbjuder väldigt hög prestanda i mvp men vad är egentligen nödvändigt för ändamålet segling?

Diskussion kring vattenpelare visade att det inte finns något enkelt svar. Olika företag framförde olika åsikter. En materialtillverkare hävdar att det tryck som uppstår vid sittande är 5-10 mvp och 15 mvp vid knästående och att det därför krävs en prestanda på 20 mvp för att inte "sitta igenom" materialet, alltså att vatten inte ska tränga igenom då man sitter ner.

Produkttillverkarna av seglarplagg hävdar att 15-20mvp är ett minsta krav då vattenpelaren sjunker efter användning ett antal tvättar.

Materialtillverkarna hävdar att 20mvp är mer än tillräckligt då användaren sällan utsätts för sådant tryck. Det viktigaste är vattentätheten och vattenavstötande funktionen är långvarig.

4. Vad är orsak till läckage hos materialen?

En materialtillverkare svarade att delaminering kan ske. Vilket är när laminatet lossnar från textilen. Limmet och lamineringsmetoden är ytterst viktig här. Om sömmar är dåligt tejpad kan vatten ta sig in via den vägen likaså med konstruktionen. Dålig konstruktion resulterar i att vatten kan läcka in genom t.ex. halsringning eller ärmslut.

Samtliga svarande yttrade att skador på membran i form av repor eller håligheter gör att materialet förstörs och tappar sin vattentäta förmåga.

Enligt de produkttillverkarna kan kunden ofta uppfatta att materialet har läckt men att det kan vara på grund av kondens på insidan av materialet. Den vanligaste reklamationsorsaken av seglarplagg sägs vara att man blir blöt i rumpan när man sitter ner. Om det är på grund av kondens eller läckage går inte alltid att definiera då det grundas på kundens uppfattning.

5. vilka är de viktigaste kraven på material för seglarplagg?

- Vattentäthet
- Hållbarhet

6. vilka intressanta material nyheter finns på marknaden som ännu inte används i så stor utsträckning?

Nedan följer en uppräknig av svaren:

- Dermizax® Toray är ett ickeporöst PU membran. Enligt hemsidan ska materialet ha superb vattentäthet, god andning, minimal kondensation, vara mjukt, följsamt samt ha god stretch
- Nanoporösa membran där porerna är mycket mindre och alltså mycket mindre än en vattendroppe men släpper fortfarande igenom ånga
- OutDry® används mycket i handskar och stövlar men inte i jackor än. Outdry har en patenterad lamineringsteknik. Sömmar tejpas inte vid tillverkning och andningen förbättras därmed. Ett lager med luft mellan huden och membranet ska minska risken för kondensation.
- Nanoteknologi intressant för att vita plagg ska hålla sig vita. Det finns ett ökat intresse hos kunden av ljusare färger hos seglarplagg.
- Stretch material seglarjackor har länge gjorts i icke elastiskt material. Det finns ett ökat intresse för plagg med stretch och ökad rörlighet.

7.2 Resultat av marknadsundersökningar

Material som används i seglarplagg

Material som används i seglarplagg idag undersöktes hos några utvalda seglarvarumärkens hemsidor. Materialen i seglarplagg benämns ofta med företagsspecifika namn. I tabell 8 följer en sammanställning av resultaten som kunde utläsas via hemsidorna.

Tabell 8 varumärken och material hämtat från respektives hemsidor

Varumärke	Material
Helly Hansen	Helly Tech ® Performance Helly Tech ® Professional Helly Tech ®Protection
Henri Lloyd	Gore-Tex® membran Henry Lloyd S ^T Henry Lloyd TP
Gill	Gill fabric system 1-5Dot™
Pelle Petterson	HI:RES™
Sailracing	Gore-Tex® membran WINDSTOPPER ®
Musto	Gore-Tex® membran BR2 (PU bikomponent) BR1 (PU beläggning)

Materialen ovan är både mikroporösa hydrofila samt bikomponenter. Exakt sammansättning av materialen var svåra att utläsa via hemsidor.

Vattenpelare

Vilken prestanda i vattenpelare som anses tillräckligt för att materialet ska vara vattentätt söktes svar på samt huruvida befintliga testmetoder för vattentäthet är tillräckliga.

Branschsidan REI menar att företag visar goda testresultat i prestandan i vattenpelare för att locka kunder och för att marknadsföra varumärket. Många varumärken presterar bra men begränsningen ligger svårigheten att jämföra varumärkenas värden med varandra. Båda materialen kan uppnå samma siffror men ha uppkommit genom olika testmetoder.

Testmetoderna för vattentäthet som utförs i laboratorier tar heller inte med faktorer som påverkar den individuella uppfattningen av komfort som: metabolism, typer av plagg som bärs under, ansträngnings nivå, luftfuktighet, vind och så vidare. Siffrorna som visas är därför som bäst en generell uppskattning på hur ett material presterar för individen.

Enligt branschsidan REI egna laboratieförsök så krävs det att ett material som minst klarar ett tryck på 2,1.mvp för att få kallas vattentätt vilket är mer än tillräckligt för att stå emot regn. Vinddrivet regn uppnår ca 1,4.mvp och orkan 7.mvp. [13]

Standarden för hydrostatisk metod ISO 80211 [2] hävdar att testmetoden är en användbar metod för att bestämma ett materials vattentäthet för att klara av att bland annat att pressas mot en våt yta. Även Joan Lord [22] hävdar att vattenpelartestet är en användbar testmetod för att testa vattentäthet då plagget behöver klara ett tryck mot våt yta.

En materialtillverkare hävdar att en person som väger 75 kg bildar ett tryck på 2,1 mvp vid sittande och 11,2 vid knästående och använder sig därför av material med minst 14mvp. Detta stöds däremot inte av vattenpelare testet då vattnet har möjlighet att tryckas ut åt sidorna på materialet. Vattnet skulle behöva inneslutas för att uppnå ett sådant tryck och skribenten på branschsidan REI hävdar att en vattenpelare på 2,1 mvp är mer än tillräckligt för att stå emot regn. [13]

Olika siffror figurerar hos företag, bloggare och akademiker men det finns inget definitivt svar på vilken vattenpelare som krävs för att vara vattentätt.

När ett tyg försämras genom nötning och användning kommer tygets vattenpelare försämras. Ett högre startvärde är därför fördelaktigt för att tillhandahålla varaktig vattentätthet [20].

Orsak till läckage

För att få en uppfattning kring hur branschen resonerar kring vilken prestanda i vattentätthet som är nödvändig hos seglarplagg så undersöktes olika orsaker till att läckage sker.

Problemområden för seglarplagg och alla vattentäta plagg är sömmar. Där sömmar möts har nålar penetrerat materialet och håligheter uppstått. Prestandan i vattenpelare är därmed lägre vid sömmar än för resten av plagget. För att undvika vattenpenetrering vid dessa områden är konstruktion, placering samt tejpling av plaggets sömmar viktigt.

Förutom att läckage kan uppstå vid sömmar så kan problem uppstå vid användning. Hos mikroporösa material kan porerna i töjas ut och förstöras vilket sänker prestandan i vattenpelare. Utsatta områden där detta kan ske är armbågar och knän. Skador så som repor och förslitningar kan ske hos både hydrofila samt mikroporösa material och gör då materialet känsligt för läckage.

Vid ett vattentätt material där ett laminerat funktionsskikt används så kan delaminering ske vilket leder till att materialet förlorar sin vattentäta förmåga.

Ytterligare påfrestningar för seglarplagg är salt som har en degraderande faktor. Saltet nöter på materialet och kan orsaka skador på funktionsskiktet. UV-ljus och syre har även en åldrande påverkan som bleker samt bryter ner bärmaterialet vilket minskar skyddet av funktionsskiktet och eventuellt ger minskade mekaniska egenskaper över tid.[10]

Orsaken till läckage diskuteras på olika forum och enligt ett ”outdoor community” REI [13] som startades av en grupp bergsklättrande fantaster i U.S.A (som säljer kvalitetsplagg samt stöttar naturreservat runt om i världen) Så sker läckage av orsaker uppräknade nedan:

1. En enorm kraft tillsätts (Vinddrivet regn uppnår en kraft på ungefär 1,4 mvp [1] som inte är i närheten av tillräckligt mycket för att penetrera ePTFE membran.)
2. Mikroporerna förorenas av smuts så att vattnets ytenergin förändras och kan tränga igenom materialet
3. Skador och repor uppkommer på funktionsskiktet
4. Ett hårt fall kan skapa skjuvning i membranet

Summering av orsaker till läckage hos vattentäta plagg:

- Dåliga sömmar
- Dålig konstruktion
- Uttöjning av mikroporösa porer
- Skador på membran/beläggning
- Delaminering
- Degradering/Åldrande (UV, syre)
- Högt vattentryck (funktionsskiktet spricker/ vattnet penetrerar konstruktionen)

Idag hävdar outdoor branschen att antingen blir man blöt av vattenläckage eller av kondens på insidan. Antingen tillåter inte materialet andning i tillräcklig grad vid fysisk aktivitet eller så håller inte materialet tillräcklig vattentät prestanda vid hållregn.

7.3 Testresultat

Nedan visas resultaten från utförda tester.

7.3.2 Resultat hydrostatisk testmetod

Materialens vattentäthet testades enligt hydrostatisk metod och en prestanda i.mvp uppmättes, se tabell 9 nedan.

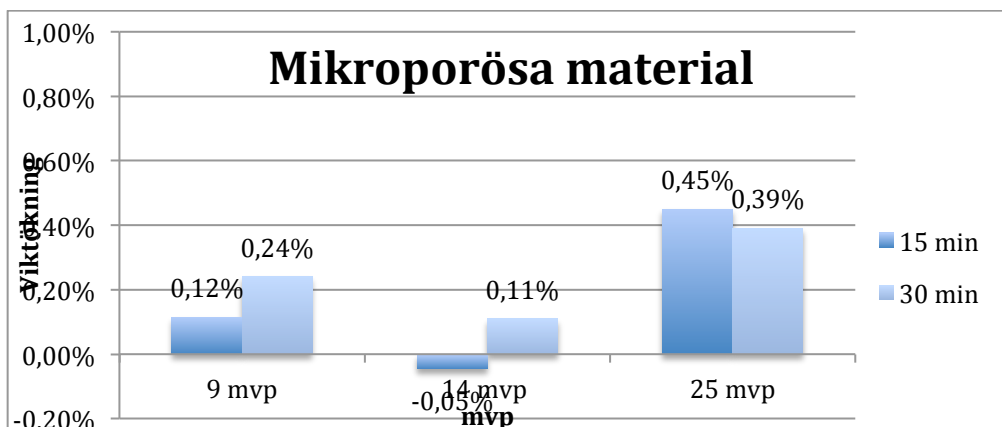
Tabell 9 ingående material i studien samt dess vattenpelare

Mikroporösa Material	Vattenpelare (mvp)
M1	9
M2	14
M3	25
Hydrofila material	Vattenpelare (mvp)
H1	1
H2	1,6
H3	5
H4	14

Materialen som ingick i studien hade en spridning från hög- till låg prestanda i.mvp. Detta för att sittesterna sedan önskas visa om det finns korrelation mellan prestanda i.mvp samt resultat från sitttest. Testerna önskar också visa vilken prestanda i.mvp som minst krävs för att tåla påfrestningar som uppkommer från sittande position.

7.3.1 sitttest

Resultaten av sittesterna på mikroporösa material redovisas nedan se figur 8 samt tabell 10. Viktökningen i diagrammen visar polyestertrikåns viktskillnad efter sitttest vid 15- resp. 30 minuter. Skillnaden visas i procent enligt diagram och i angivet i gram och procent i tabell.



Figur 8 viktförändring hos provbit efter sittest på mikroporösa material.

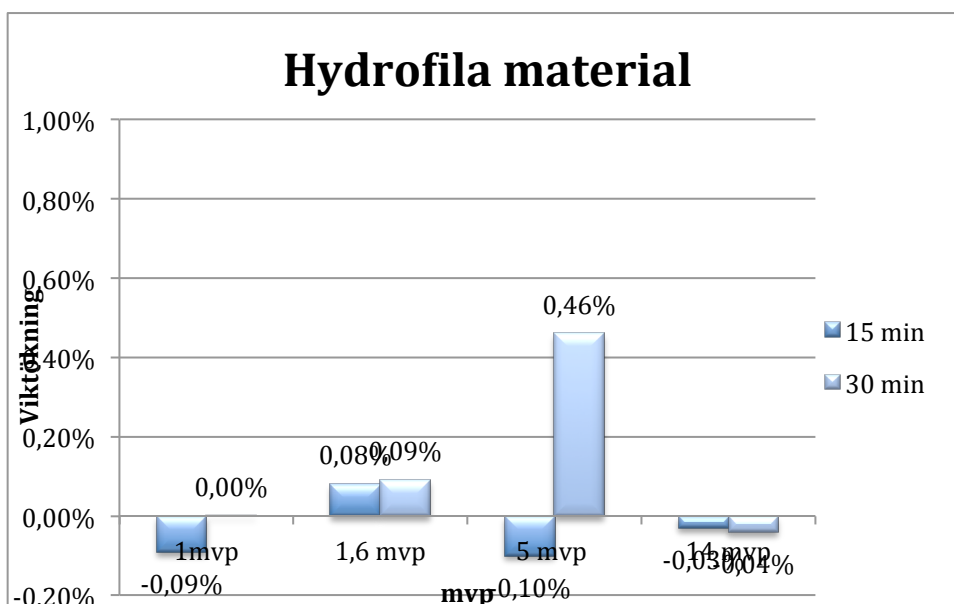
Tabell 10 viktförändring hos provbit efter sittest på mikroporösa material

Mikroporösa Material	Vattenpelare (mvp)	Funktionsskikt	Absorption 15min	Absorption 30 min
M1	9	Nanoporös beläggning 2l	0,02g=0,12 %	0,042g=0,24%
M2	14	Mikroporös beläggning 3l	0,008g=-0,05%	0,019g=0,11%
M3	25	Mikroporös beläggning 2l	0,080g=0,45%	0,067g=0,39%

Samtliga mikroporösa material som testades var belagda material. Material M1 med 9 mvp är en nanoporös beläggning med 2 lager, material M2 med 14 mvp en mikroporös beläggning med 3 lager och material M3 med 25 mvp är en mikroporös beläggning med 2 lager.

Mycket små viktökningar mättes upp. Den största viktförändringen uppmättes hos materialet med 25 mvp efter 15 min. test på 0,45 %. Den lägsta viktförändringen uppmättes hos materialet med 14 mvp på -0,05 %. Svårt att bedöma om vattengenomträngning har skett.

Nedan visas resultaten från sittest på hydrofila material se figur 9 samt tabell 11.



Figur 9 viktförändring hos provbit efter sitttest på hydrofila material

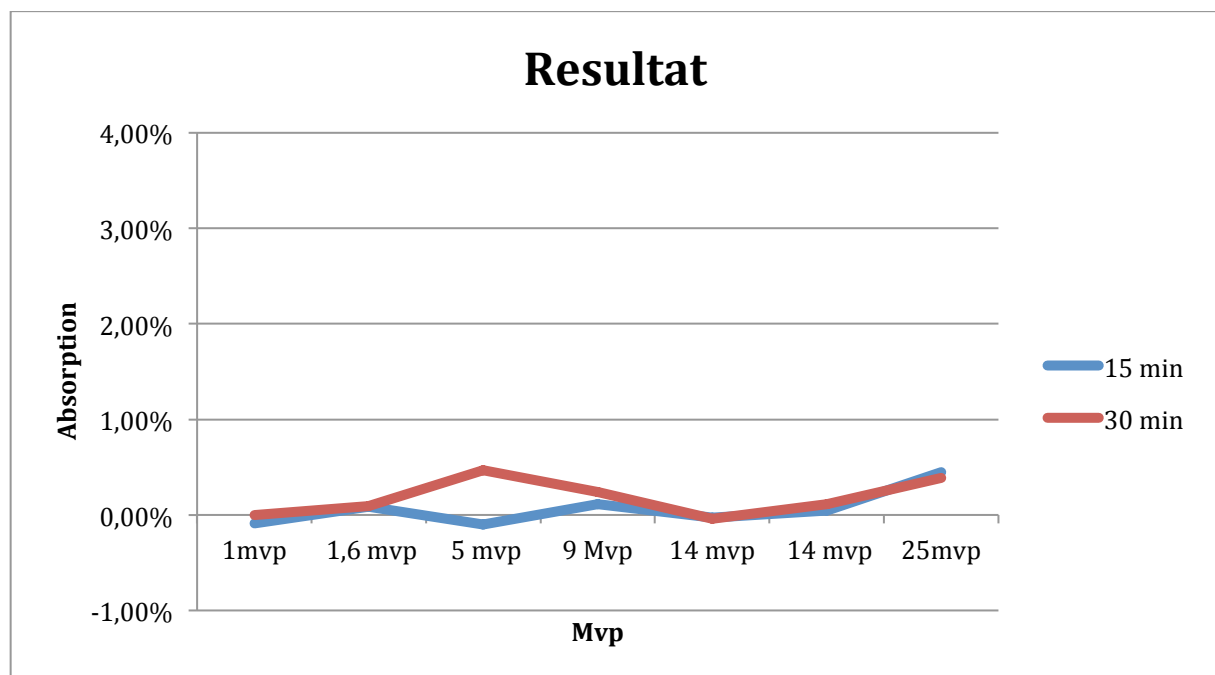
Tabell 11 viktförändring hos provbit efter sitttest på hydrofila material

Hydrofila material	Vattenpelare (mvp)	Funktionsskikt	Absorption 15min	Absorption 30 min
H1	1	Hydrofil beläggning 2l	-0,016g=-0,09%	0,000g=0,00%
H2	1,6	?	0,011g=0,08%	0,016g=0,09%
H3	5	Hydrofilt Membran 2l	-0,012g=-0,10%	0,051g=0,46%
H4	14	Hydrofilt Membran 2l	-0,003g=-0,03%	-0,005g=-0,04%

De hydrofila materialen som testades var både belagda material samt laminerade material. Material H1 med 1 mvp är en hydrofil beläggning med 2 lager. Materialet H2 är ett material med 1,6 mvp där konstruktion inte kunde fastställas. Material H3 med 5mvp är ett hydrofilt membran med 3 lager och material H4 med 14mvp ett hydrofilt membran med 2 lager.

Även här vägdes mycket små viktförändringar upp. Lägst värde uppmättes hos materialet på 5 mvp efter 15 min test på -0,10% och högst värde mättes upp hos samma material efter 30 min på 0,46%.

Sammanställning av resultaten från alla ingående material i studien syns i figur 10 nedan.



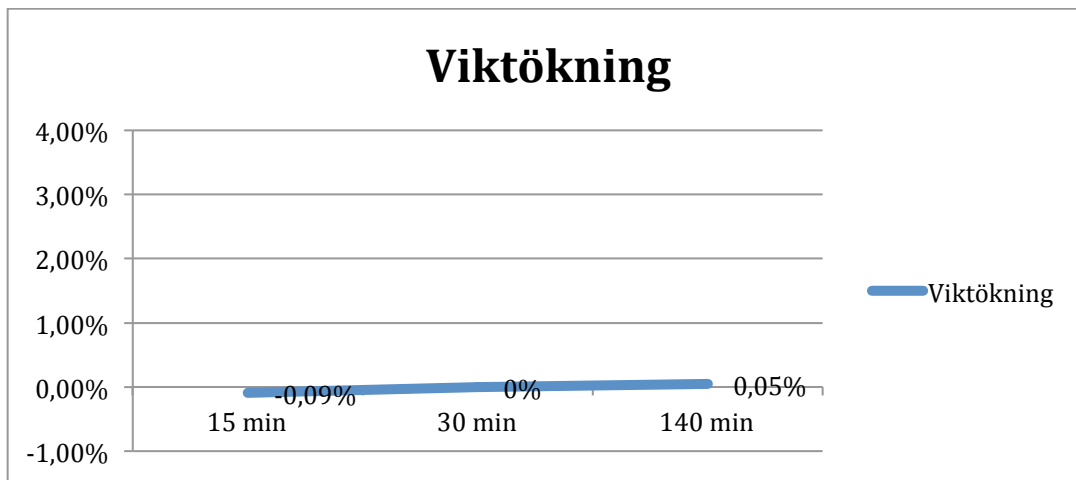
Figur 10 samlade resultat visar viktförändring hos provbit från samtliga genomförda sitttester.

Viktförändringarna efter sitttest varierade mellan - 0,10% till 0,47% och ter sig svåra att avgöra om de är på grund av hygroskopisk viktökning eller på grund av vattengenomträngning.

Då vattengenomträngning ökar med tiden valdes ett av materialen ut för ett sitttest under längre tidsperiod. Detta för att se om en större viktförändring skedde vid ökat tidsintervall. Ett

material med 1mvp valdes då detta anses ha en lågprestanda i mvp och förväntas ge vattengenomträngning.

I figur 11 nedan visas materialets resultat vid 15min, 30min och 2:20 h test.

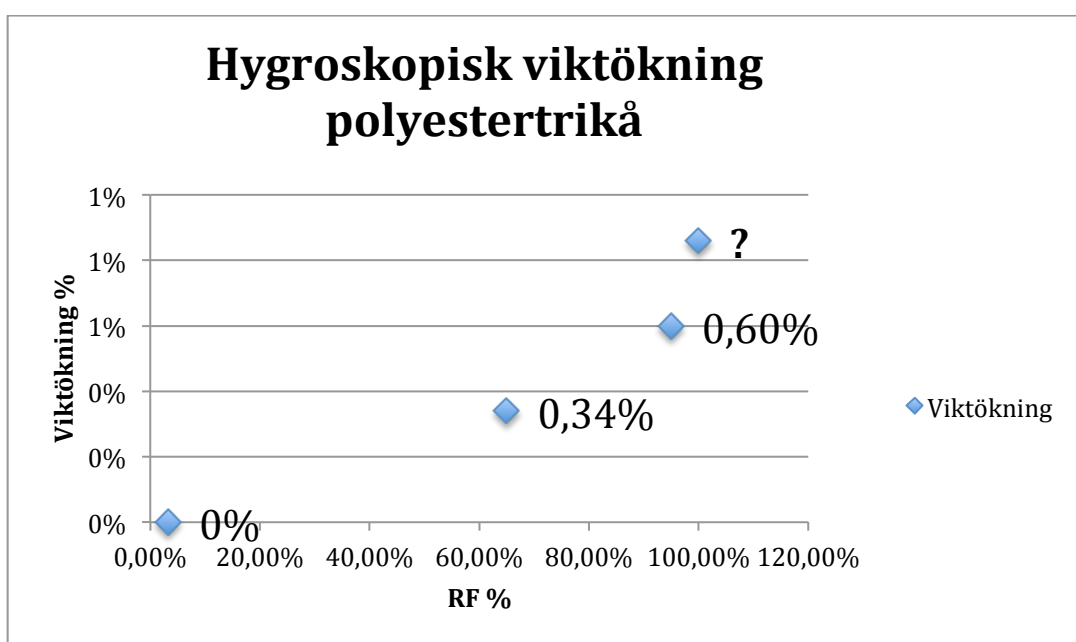


Figur 11 visar viktförändring hos provbiten efter sitttest på material med 1 mvp i prestanda.

Resultatet från test ovan visar att ingen större viktförändring skedde vid långvarigt test hos materialet. På grund av de mycket små viktförändringarna kan ingen betydande vattengenomträngning påvisas.

7.3.3 Resultat övrig testning

Hygroskopiskt fuktupptag: För att lättare kunna dra slutsatser av resultaten så vägdes provbitens totala hygroskopiska viktökning upp. Detta för att se vilka viktökningar det skulle ge och kunna avgöra om resultatet från sitttest kan förklaras genom hygroskopiskt fuktupptag. Resultaten visas i figur 11 och tabell 12 nedan.



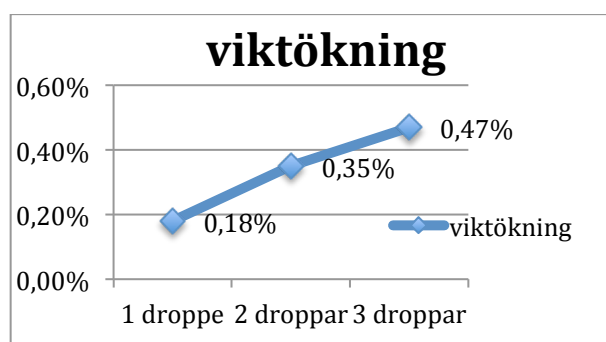
Figur 11 viktökning hos polyestertrikån från 3,3% RF till 95% RF

Tabell 12 hygroskopisk viktökning hos polyestertrikån

Vikt vid 65% RF	Vikt vid 95% RF	Vikt ökning
13,0535 g	13,0872 g	0,0337 g= 0,26 %
Vikt vid 3,3% RF	Vikt vid 95% RF	Vikt ökning
17,1946g	17,2987g	0,1041g=0,60%

Provbitens viktökning från 3,3% (så nära 0% RF som möjligt) till 95% RF (så nära 100% RF som möjligt) uppmättes. Polyesterbitens vikt ökade i detta intervall med 0,60%. Den ytterligare hygroskopiska viktökningen mellan 95% till 100% RF som kan ske under sittstest förväntas vara mycket liten.

Vattendroppars vikt vägdes upp för att se vilken viktökning det skulle ge hos provbiten i procent. Detta för att få en känsla av vilka mängder det rör sig om och lättare kunna analysera resultaten och avgöra om viktökning kan ha skett på grund av vattengenomträngning. Se figur 11 samt tabell 13 nedan.



figur 11 viktökning i procent hos provbiten vid 1-3 vattendroppar

Tabell 13 vattendroppars vikt samt viktökning hos provbit

	Vikt [g]	Viktökning i % hos provbit
1 droppe	0,0327	0,18%
2 droppar	0,0621	0,35%
3 droppar	0,0834	0,47%

Viktökningen som 1-3 droppar skulle ge hos provbiten ligger i intervallet 0,18%-0,47%.

Vattengenomträngning kan tänkas ha skett hos materialen där en viktökning hos provbiten vägts upp till över 0,18% vilket skulle motsvara en vattendroppe. Vattengenomträngning sker inte droppvis men detta kan användas för att få en uppfattning om vilken mängd vatten det rör sig om hos provbiten. Svårigheten i att dra slutsatser kring huruvida vattengenomträngning faktiskt har skett ligger i att provbitens viktökning mellan 95%-100% RF är okänd och inte gick att mäta med säkra mätdata. Då det rör sig om så små viktförändringar kan inte viktökning på grund av hygroskopiskt fuktupptag helt uteslutas.

8. Diskussion

Metoddiskussion

Sittestet utvecklades för att se vilken prestanda i mvp som minst krävs för att hindra vattenpenetration vid sittande position då det råder delade meningar kring detta på marknaden. Det utvecklades också för att se om det finns något samband mellan prestanda i mvp och resultaten från denna verklighetsnära testmetod.

Då testmetoden syftade till att mäta vattengenomträngning så var ångtransport genom materialet inte relevant att mäta vid detta projekt. Ångtransport sker genom vattentäta och ”andande” skikt och kan ske från utsida till insida av materialet vid sittande på blöt yta. För att inte viktökning ska ske hos provbiten på grund av ångtransport och misstas för vattengenomträngning så vidtogs åtgärder för att eliminera detta. Polyester valdes som provbit då materialet har relativt låg hygroskopisk förmåga, alltså förmåga att ta upp ånga. Provbiten konditionerades också i 95% RF (så nära 100% RF som var praktiskt möjligt) så att ytterligare viktökning i form av hygroskopiskt fuktupptag antas vara mycket litet. Viktökning i form av vattengenomträngning kan fortsatt ske och ”stor” viktökning efter test kan antas vara på grund av vattengenomträngning. ”Liten” viktökning efter test som ligger inom ramen för att kunna bero på hygroskopiskt fuktupptag mellan intervallen 95% till 100% RF går inte helt att utesluta i studien.

Ångtransport är däremot relevant för diskussion kring huruvida användaren känner sig fuktig eller inte. På grund av den hygroskopiska förmågan hos materialet man har på sig närmast huden så kan man känna sig fuktig av ångtransport. Polyester är betydligt bättre än bomull att ha på sig i detta avseende då bomull har en hög hygroskopisk fuktupptagningsförmåga. Användaren kan uppfatta detta som att vatten trängt igenom materialet men att det i själva verket beror på ångtransport.

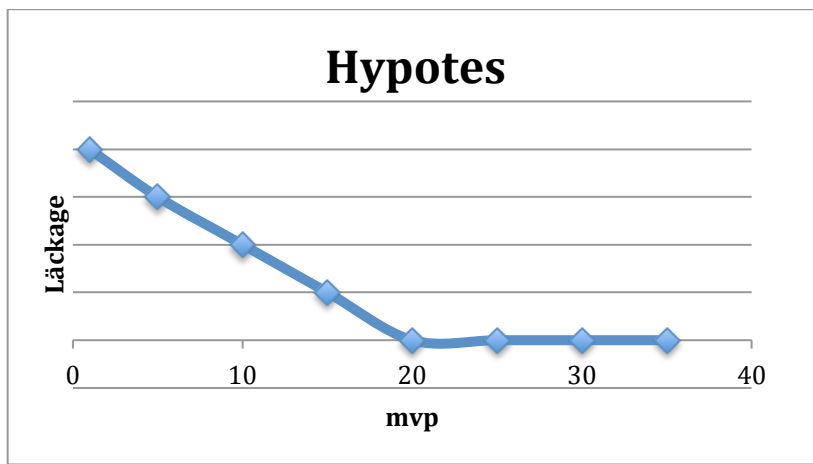
Felkällor kan uppstå vid hantering av provbiten från konditionering i klimatkammare med 95% RF till klimatet vid testning där det är 65% RF. Provbiten kan viktminska på grund av hygroskopisk fuktavgivning vid utjämning till omgivande klimat. Det kan också uppstå felkällor vid hantering av funktionsmaterialen då de placeras på stolen för testning. Vatten kan hamna på materialets insida och sugas upp av provbiten. Viktökning efter test kan då misstas för vattengenomträngning. Hög grad av noggrannhet tilltogs för att minska risken för dessa felkällor.

Resultaten från utvecklat sittest var svåra att avgöra om viktökningen hos provbiten skett på grund av vattengenomträngning eller ångtransport då mycket små viktökningar uppmättes. Om vattengenomträngning sker genom materialen så är ett förslag för vidare utveckling att genomföra sittest under längre tidsintervall än 15 min och 30 min för att få högre värden och lättare kunna dra slutsatser kring huruvida läckage har skett.

Resultat analys

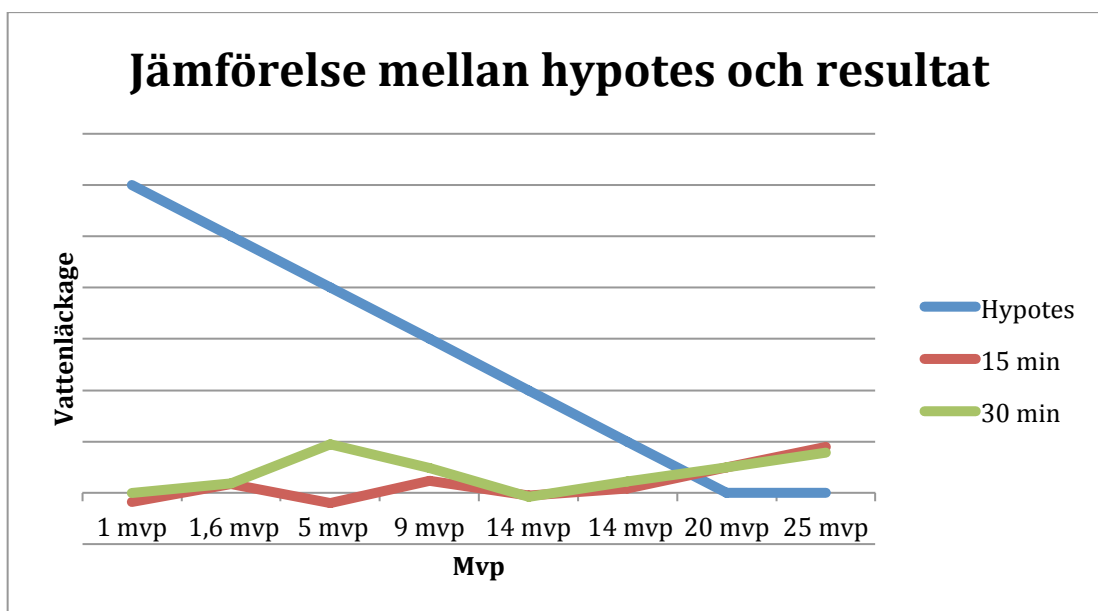
Resultaten från sittesterna förväntas visa om det finns en korrelation mellan vattenpelare och verklig användning. De förväntas också ge svar på vilken prestanda i mvp som minst krävs för att hindra vattengenomträngning vid sittande position.

Om resonemanget på marknaden stämmer så skall det krävas en hög vattenpelare på upp mot 20 mvp för att klara påfrestningar som uppstår vid sittande och knästående. Korrelationen mellan vattenpelare och sittesterna borde då vara enligt kurvan i figur 12 nedan, hypotes. Där material med en lågprestanda enligt resonemanget borde läcka vatten genom konstruktionen och ett material med en prestanda på 20 mvp och uppåt borde klara trycket och hindra vatten från att penetrera materialet.



Figur 12 hypotes om att korrelation mellan prestanda i mvp och sittest finns.

Hypotesen jämfördes med resultaten från sittest se figur 13 nedan.



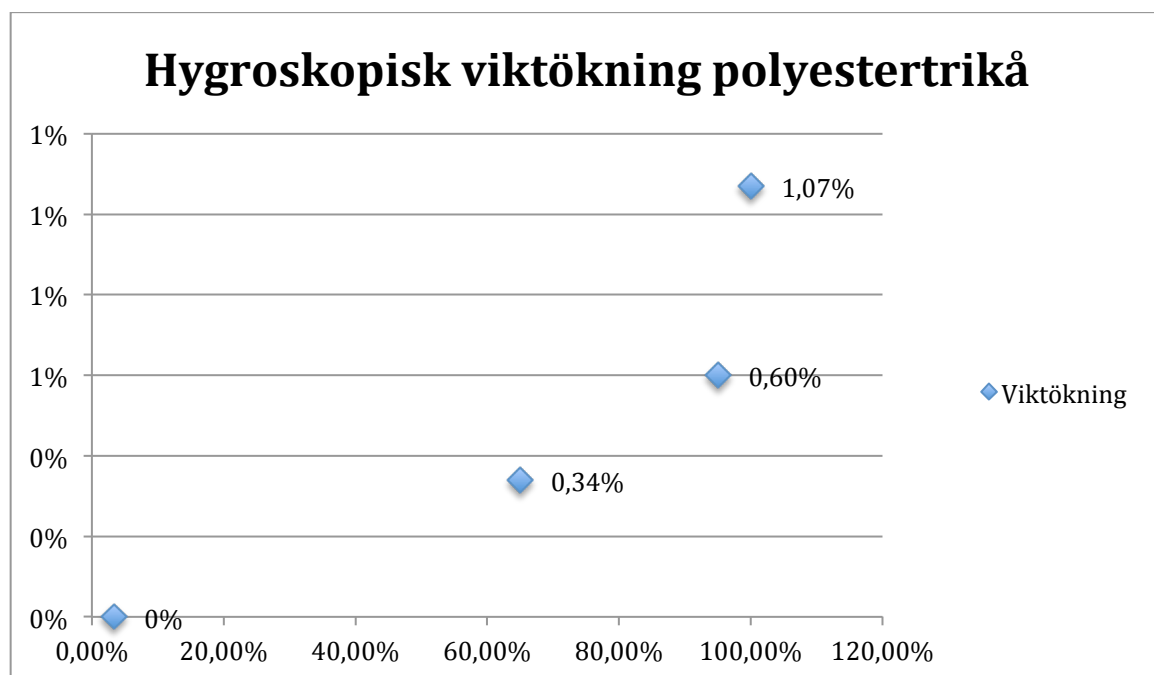
Figur 13 jämförelse mellan hypotes och resultat från sittest.

Vid jämförelse av hypotes samt resultaten från sittesterna i figur 13 ovan kan slutsatsen dras att studien inte kan stödja hypotesen. Egna tester kan inte påvisa samband mellan att en högprestanda på upp emot 20 mvp krävs för att hindra vattengenomträngning vid sittande position.

Frånsett resultaten hos materialet med 5 mvp så finns ingen större mätbar skillnad mellan resultaten efter 30 min. test jämfört med resultaten efter 15 min. test. Detta indikerar att ingen vattengenomträngning skett då vattengenomträngning förväntas öka med tiden.

Testerna önskar också att visa vilken prestanda som minst krävs för att hindra vatten från att penetrera materialet vid sittande position. Analys av resultaten kan inte visa en kritisk gräns där material under denna prestanda läcker vatten och material över denna prestanda hindrar vattenpenetration. Materialen som testades gav ytterst små viktförändringar hos provbit och det var svårt att avgöra om vattengenomträngning skett hos något av materialen. Det går inte att utläsa att material med högre prestanda i mvp klarar testet bättre än material med lägre prestanda i mvp.

Den högsta viktförändring som totalt uppmättes vid sittest var hos materialet med 5 mvp på 0,47%. För att veta om denna viktökning skett på grund av vattengenomträngning måste andra möjliga faktorer uteslutas. Hygroskopisk viktökning mellan 95% RF och 100% RF kan ske vid sittest genom omvänd andning. För att se om en viktökning på 0,47% hos provbiten skulle kunna vara inom ramen för att förklaras genom detta så lades viktökningen in i figur 12 nedan.



Figur 12 hygroskopiskt fuktupptag hos provbit

Genom analys figur 12 ovan så skulle viktökningen på 0,47% mellan 95% RF och 100% RF kunna antas vara lite högre än vad som kan tänkas förklaras med hygroskopiskt fuktupptag, andra möjliga förklaringar till viktökningen kan vara på grund av vattengenomträngning genom funktionsskiktet, möjliga felkällor eller mätfel vid testning.

Svårigheter med testmetoden låg i att dra slutsatser kring huruvida viktökning skett genom vattengenomträngning eller ångtransport. Vattengenomträngning i storlek med en vattendroppe skulle räknas som läckage i denna studie då vatten fortsätter tränga igenom vid ökad tidsintervall. Läckage sker inte droppvis men vägdes upp för att skapa en känsla om hur stora mängder vatten viktökningen efter test rör sig om. Uppstår det ett litet läckage och storleken av en vattendroppe tränger igenom skulle detta ge viktökning på omkring 0,18%, se avsnitt 7.3.3 figur 11. En viktökning på 0,18% är mycket liten viktökning och svårt att mäta på grund av eventuella felkällor och mätfel. En viktökning på 0,18% kan inte heller uteslutas från att bero på viktökning på grund av hygroskopiskt fuktupptag mellan 95%RF och 100%RF hos provbiten

Negativa värden efter sitttest kan förklaras antingen genom mätfel eller genom att uttorkning (hygroskopisk fuktavgivning) sker. Mätfel kan ske vid hantering av provbiten under testning. Provbiten konditioneras i 95% RF och klimatet är sedan 65% RF vid testning. Då provbiten transporteras från klimatkammaren till sitttestet kan ånghalten utjämnas med omgivande klimat, viktninskning kan därför ske hos provbiten. Uttorkning kan ske om ånghalten på insidan av materialet är större än ånghalten vid utsidan då ånghalt rör sig från högre till lägre ånghalt.

Här följer ett principiellt räkneexempel på uttorkning som kan ske. Ånghalten har räknats ut med hjälp av en tabell över mätnadsvärdet vid olika temperaturer [24]. Klimatet på insidan av funktionsmaterialet bestämdes till 95% RF och ca. 34°C (hudtemperaturen) och klimatet vid utsidan av funktionsmaterialet antogs till 100% RF (blöta bomullsväven) och 28°C (fiktiv temp. vid ytan på stolen)

Klimatet på insidan av materialet har en ånghalt på:

$$0,95 \times 33,85 \text{ g/m}^3 \text{ (enligt tabell)} = 32 \text{ g/m}^3$$

Klimatet på utsidan av materialet har en ånghalt på:

$$1,00 \times 27,00 \text{ g/m}^3 \text{ (enligt tabell)} = 27 \text{ g/m}^3$$

Alltså kommer ångan röra sig från insidan med 32 g/m³ ånga till utsidan med 27 g/m³ ånga då ånga rör sig från högre till lägre ånghalt.

$$\textit{Insida } 32 \text{ g/m}^3 \rightarrow \textit{Utsida } 27 \text{ g/m}^3$$

Polyesterprovbiten kan därmed torka ut och viktniska vid test. Det är väldigt små skillnader i RF och temperatur som avgör på vilken sida av materialet det är högre ånghalt och därmed åt vilket håll ångan rör sig. Ånghalten beror på RF och temperatur ju högre temperatur desto högre mätnadsvärde (maximal ånghalt i luft). RF på insidan av materialet påverkas av svett som utsöndras och vid utsidan av materialet påverkar den fuktiga ytan som ger 100% RF.

Ånghalten kan också röra sig utifrån och in vid sitttest. Då ingen större vattengenomträngning skedde genom något av materialen vid test trots prestanda i mvp så tros orsaken till fuktig känsla vid sittande position vara på grund av andra orsaker. Den fuktiga känslan vid sittande kan uppkomma genom omvänd andning som kan ske då ånghalten utanför plagget är högre än innanför. Underliggande lager påverkar då känslan av fuktighet där material med en hög hygroskopisk förmåga såsom bomull ökar känslan av fuktighet jämfört med ett material med

låg hygroskopisk förmåga som t.ex. polyester. En kritisk faktor för huruvida användaren blir fuktig vid användning av funktionsplagg är konstruktionen. Vid konstruktion av funktionsplagg såsom sömmar så minskas den vattentäta förmågan och försegling i form av tejpnings är en viktig detalj. Läckage kan annars ske genom kritiska punkter som mitt bak och orsaka fuktig känsla vid sittande.

9. Slutsatser

Studien kan inte stödja resonemanget på marknaden att en hög prestanda på omkring 20 mvp krävs för att hindra vattenläckage vid sittande position.

Resultaten från sitttest hos materialen visar ett jämnt resultat oavsett prestanda i mvp. Ingen stor viktökning på grund av vattengenomträngning kunde visas hos något av materialen. Studien leder fram till att högprestanda i vattentäthet uppmätt med mvp inte har något samband med hur materialet presterar under denna verklighetsnära provningsmetod.

Vare sig existerande mätmetoder för vattentäthet eller den egen utvecklade sitttestmetoden kan därför stödja resonemanget att det krävs en högre prestanda i mvp som säkerhetsmarginal för att klara påfrestningar från sittande position.

Egna slutsatser från studien är att prestanda i mvp inte kan användas som referens för att veta huruvida ett plagg håller dig torr vid sittande position. Testerna visar inte någon större skillnad mellan material med hög- resp. låg prestanda i mvp i sitttest och hög prestanda i mvp garanterar inte att du håller dig torr vid sittande position. Prestanda i mvp bör därför inte vara avgörande vid val av plagg tänkt för att klara dessa omständigheter.

Känslan av fuktighet vid sittande position påverkas av andra orsaker än vattengenomträngning genom materialet som den ”andande” funktionen, underliggande lager samt konstruktion som sömmar. Den ”andande” funktionen möjliggör ångtransport genom materialet som kan tas upp av underliggande plagg och skapa en fuktig känsla. Vanligtvis sker ”andning” från insida till utsida av plagget, men vid sittande position på en blöt yta som värms upp av kroppstemperaturen kan ånghalten utanför materialet bli större än innanför och omvänd andning ske. Underliggande lager spelar då in och ett material med hög hygroskopisk förmåga närmast huden som t.ex. bomull ökar känslan av fuktighet jämfört med exempelvis polyester. Sömmar försämrar plaggets vattentäta förmåga och kan vid dåligt tejpnings orsaka läckage.

Nuvarande konstruktion av vattentäta och andande skikt kan orsaka att användaren känner sig blöt trots hög prestanda i mvp. Så hur bör ett vattentätt och ”andande” material vara konstruerat för att användaren inte ska känna sig fuktig vid sittande? En tidig tanke var att använda sig av ett helt vattentätt material vid utsatta områden såsom knän, armbågar samt rumpa så att inte omvänd andning kan ske. Men slutsatsen dras att vid användning av ett sådant material kan obehag på grund av svett skapas på insidan. En senare tanke var att använda sig av ett absorberande material som lager tre hos funktionsmaterialet, se figur 4 avsnitt 5.3 ovan, på utsatta områden som leder bort fukten och sprider ut den. Detta skulle absorbera fukt från omvänd andning vid sittande position och hindra fukten från att väta underliggande plagg. Funktionsmaterialet skulle sedan hypotetiskt torka snabbt när man ställer sig upp med hjälp av funktionsskiktets ”andande” funktion.

10. Referenser

1. Anonymous (2008) Research and Markets Adds: Waterproof Breathable Fabrics: New Technologies for Greater Comfort. *Wireless News*,
2. SS-EN 20811, Textil- Benämning av vattentäthet- Hydrostatisk metod
3. Shishoo, R. (2005). Textiles in sport, Woodhead Publishing, Cambridge.
4. Saville B P. (2000), physical testing of textiles, Woodhead Publishing, Cambridge
5. SS-EN 31092/A1:2012 Textil – Fysiologiska resultat - Mätning av värme- och vattenångmotstånd vid stationära tillstånd (sweating guarded-hotplate test)
6. SS-EN ISO 15496:2004/AC:2006 Textil - Mätning av textiliers vattenånggenomgång för kvalitetskontroll (ISO 15496:2004/Cor.1:2006)
7. SMHI. *Luftfuktighet*. <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/luftfuktighet-1.3910> (2013-05-13)
8. Engineering toolbox. *Maximum moisture content air*. http://www.engineeringtoolbox.com/maximum-moisture-content-air-d_1403.html (2013-06-07)
9. Arunangshu, M & Vinay K. M. (2008) A Review on Designing the Waterproof Breathable Fabrics Part I: Fundamental Principles and Designing Aspects of Breathable Fabrics, *Journal of Industrial Textiles*, vol. 37, no. 3, pp. 225-262.
10. Fung, W. (2002) Coated and laminated textiles, Cambridge, *Woodhead Publishing*
11. Sen, A.K. (2001). Coated Textiles: Principles & Applications, *Technomic Publishing Co. Inc.*, Lancaster, Basel, pp. 133–154
12. UK Climbing. *Waterproof and breathable fabrics article*. <http://www.ukclimbing.com/articles/page.php?id=4556> (2013-04-24)
13. REI. *How it works*. <http://www.rei.com/learn/expert-advice/rainwear-how-it-works.html> (2013-05-23)
14. Horrocks, A.R. & Anand, S.C. (2000), *Handbook of Technical Textiles*, Woodhead Publishing, Cambridge. (s. 294)
15. Technical Committee of The Textile Institute (1963) Tentative Textile Standard No. 76 Method for testing the resistance of a fabric to surface wetting (spray test), *Journal Of The Textile Institute (Proceedings)*, 54, 1, pp. S14-S17
16. SS-EN 24920 Textil- benämning av motstånd mot ytvätning (strilmetoden)
17. SS-ISO 22958:2005 Textil - Vattenhärdighet - Regnprovning: Exponering mot en horisontell vattensprej

18. Technical Committee of The Textile Institute (1947) Method of testing water repellency of cotton fabrics permeable to air using a bundesmann type apparatus. *Journal Of The Textile Institute (Proceedings)*, 38, 2, pp. S4-S14
19. SDL Atlas. Bundesmann Water repellency Tester. <http://www.sdlatlas.com/product/125/Bundesmann-Water-Repellency-Tester#> (2013-05-22)
20. Holmes, D.A. (2010), Waterproof breathable fabrics, *Handbook of technical textiles*. pp. 282-315.
21. SS-EN 343, skyddskläder- skydd mot dåligt väder
22. Lord, J (1956), The hydrostatic head test for water repellent fabrics, *Journal Of The Textile Institute (Proceedings)*, 47, 1, pp. P41-P61, Textile Technology Complete, EBSCOhost, viewed 2 May 2013.
23. Outdoor gear. Hydrostatic- head. <http://www.outdoorgear.co.uk/hydrostatic-head.asp> (2013-04-25)
24. Shu-Hua Lu, Yu-Tzu Dai, (2009). Normal body temperature and the effects of age, sex, ambient temperature and body mass index on normal oral temperature: A prospective, comparative study, *International Journal of Nursing Studies*, Volume 46, Issue 5, May 2009

11 Bilagor

11.1 Frågeformulär varumärken

1. Vad använder ni er av för material idag? (membran /beläggning, hydrofilt/ mikroporöst, bikomponent)
2. Vad finns det för för- och nackdelar med materialen som används?
3. Vilka material känner ni till används i seglarplagg idag?
4. Vilka material för seglarplagg anser ni att branschen tycker är bäst?
5. Finns det några intressanta materialnyheter på marknaden som skulle kunna användas men som ännu inte används i så stor utsträckning?
6. Vilka problemområden finns det för seglarplagg gällande materialfunktion? om reklamationer förekommer vilka orsaker handlar det om då? (t.ex. att kunden upplever att materialet läcker, att det inte andas tillräckligt eller att det är för prassligt)
7. Har ni någon forskning för att ta fram nya material? (förbättrad miljövänlighet, funktioner osv)
8. Vilken funktion är just nu intressant att förbättra i materialen som används?
9. Har ni någon egen testningsmetod för vattentäthet på produkterna? Tycker ni att det saknas någon testmetod specifikt för seglarplagg? (simulering av att sitta ner eller ett knä t.ex.)
10. Vilka materialleverantörer av funktionsskikt känner ni till? (om möjligt kontaktperson där?)
11. Vilka typer av krav anses vara relevanta för seglarplagg? (nöthårdighet, UV-hårdighet, vattentäthet osv)
12. Hur stora krav är rimligt att ställa på vattentäthet anser du? Materialen lovar idag väldigt hög vattenpelare men vad är egentligen nödvändigt för ändamålet segling?
13. Har du några litteraturtips om funktionsmaterial?

11.2 Frågeformulär materialtillverkare

Name of respondent:

Company:

Position at Company:

Date:

Place:

Questions:

1. What kind of functional materials do you offer to companies that produce sailing apparel? (microporous/ non-porous or bicomponent, membrane or coating)
 - 1.1 What kind of advantages/ disadvantages is there with the fabrics offered? (Briefly)
2. What kind of other materials do you know is used for sailing apparel?
3. What kind of materials is considered to be the best in the sailing industry?
 - 3.1 And why is it considered to be the best material?
4. Is there any interesting material news on the market? Maybe you have a material that you think should be used more than it is today?
 - 4.1 What kind of improvements does that material offer?
5. Who are your biggest competitors that manufacture waterproof and breathable fabrics?
6. What requirements do you consider relevant to put on the materials for sailing apparel? (Functions like smoothness, lightness, waterproofness, breathability)
7. What kind of demands do you think is reasonable to put on materials for sailing apparel regarding waterproofness? There are many fabrics that promises very high hydrostatic head but is it really necessary? What kind of performance do you think is relevant?

Thank you for your time! You can email me the answers. I appreciate it
Best regards Erika Nylund

Email: erika_josefine@msn.com