

# Materialekrav til Hotel-telte

## 1 Indledning

I forbindelse med Den nationale Cirkulære Økonomi HUB skal det undersøges om Hotel telte anvendt under SMUK festivalen kan genanvendes i højere grad end det bliver gjort i dag. Oprindeligt var flere forskellige muligheder i spil, herunder:

- 1) teltene genanvendes i Life Style og Design Clusters projekt vedr. tekstil mølle til genanvendelse af fibre
- 2) teltene fremstilles uden teltstænger
- 3) teltene fremstilles af kun en type materiale

I forbindelse med punkt 3, er det nødvendigt at vurderer hvad det nuværende materiale er og/eller hvilke krav, der er til materialer som hotel-teltene fremstilles af. Dette gøres m.h.p. substitution af et materiale med et andet, således at alle teltdelene fremstilles af samme materiale. Nærværende notat har derfor til formål at beskrive de nuværende samt generelle krav til materialet til den type telte.

## 2 Konstruktion af teltet

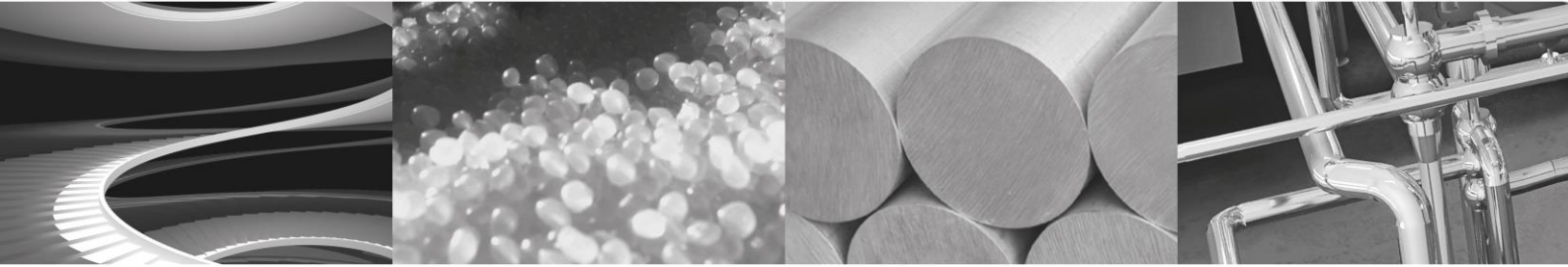
Telte kan generelt klassificeres ud fra bl.a. anvendelse og design/konstruktion. På SMUKFEST tilbydes små kuppel telte til 2 personer og tunneltelte til 4-6 personer.



**Figur 1: To personers kuppel hotel-telt**

Teltene består generelt af

- 1) ydertelt,
- 2) indertelt
- 3) oversejl og
- 4) bund.



Det er oplyst af SMUKFEST [1], at teltene består af et oversejl/ydertelt og et inder telt, hvor inder teltet er fremstillet af et netmateriale. Oversejlet er fremstillet af polyester (PET) eller nylon (PA), der er recycled [2]. Endvidere har teltene dobbelte syninger og er tapet på indersiden [1].

### 3 Funktionsanalyse

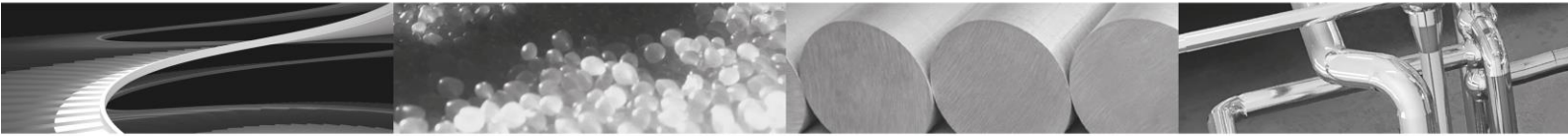
Teltdugens funktion er, at den skal

1. Beskytte mod vejrliget:
  - a. vandtæt
  - b. åndbar
  - c. isolerer mod hhv. kulde varme
2. Besidde en vis styrke og stivhed
3. Være holdbar: besidde en vis slid- og rivstyrke
4. Have let vægt
5. Have et vist niveau af UV-beskyttelse
6. Være modstandsdygtig over for råd/svamp/meldug/ mikroorganismer
7. Være vaskbar
8. Være farveægte
9. Evt. være brandhæmmet

### 4 Materialekrav

På baggrund af funktionsanalysen kan der nu opsættes krav til materialet:

1. Krav til vandsøjletrykket: 2000 mm [1]
2. Krav til åndbarheden af materialet:
3. Krav til trækstyrke og stivhed: min? N/mm
4. Krav til vægt: maximum? g/m<sup>2</sup>
5. Krav til holdbarhed
  - i. Krav til rivstyrke
  - ii. Krav til slidstyrke
6. Krav til UV bestandighed, evt. ekstra beskyttelse:
7. Krav til anti-mikrobiel ja/nej
8. Kan materialet vaskes?



9. Krav til farveægthed
10. Krav til materialets brandbarhed: Er materialet brandhæmmet?
11. Krav til pris: Materialet skal være billigt

De konkrete krav, der er fra SMUK festivalen og fra skanfrien's ses i Tabel I, bilag 1, der giver en samlet oversigt over funktioner, generelle og konkrete materialekrav.

## 5. Teltmaterialer

De teltdugsmaterialer der dominerer er generelt

1. Bomuld/kanvas
2. Polyester (PET)
3. Nylon (PA) og
4. Polycotton – en hybrid mellem polyester og bomuld/kanvas

Tidligere var telte ofte fremstillet af kanvas, men da kanvastelte ofte er tunge, skal ”luftes”, inden det er vandtæt og da det er relativt dyrt beskrives materialeegenskaberne for 1 og 4 ikke i det efterfølgende. I stedet ses på de syntetisk fremstillede fibre 2 og 3.

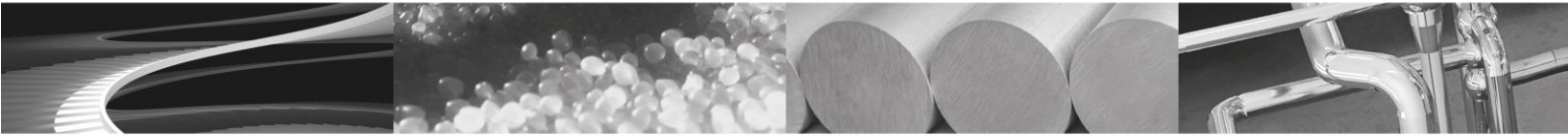
### 5.1 Polyester (PET)

#### Fysiske og mekaniske egenskaber

- Stor styrke og stivhed [6]
- God holdbarhed, (lidt bedre end PA), pga. gode slidegenskaber og stor rivstyrke [6].
- Letvægt, men generelt ikke lettere end PA
  - Densitet: afhænger af fiberens fremstilling. ca.  $1,38\text{g/cm}^3$  [9].
- PET udviser betydelig tæthed overfor vanddamp og andre luftarter. Medfører relativ lav åndbarhed [6].

#### Kemiske egenskaber

- PET absorberer UV lys derfor fås god til middelgod UV bestandighed (bedre end for PA). Stabiliseringen afgør hvilken af de to typer fiber, der er bedst [6,7].
- Ringe fugtoptag derfor krymper materialet ikke eller bliver tungt ved kontakt med vand ifht. kanvas [6].
- Følsom overfor hydrolytisk nedbrydning (nedbrydning pga. kontakt med vand eller fugt) ved temperaturer over  $50^\circ\text{C}$  [5,6].
- Fremragende resistens overfor almindelige vaskemidler [7].



### Øvrige egenskaber

- Kommer i mange kvaliteter af garntyper og tekstil strukturer
- Polyester gives ofte en coating for at forbedre vandsøjletrykket, men samtidig skal åndbarheden bevares.
- Prisbilligt [4].

## **5.2 Nylon (PA)**

### Fysiske og mekaniske egenskaber

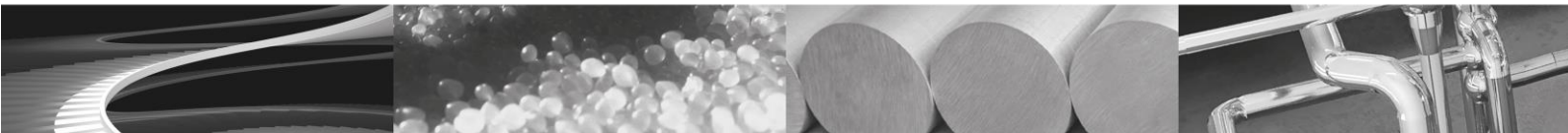
- Fremragende styrke og stivhed [4,5,6].
- Rimelig holdbarhed, bl.a. god slidstyrke [4,5,6].
  - Dog ikke så holdbar som polyester mht. rivstyrke. Rivstyrken kan forbedres med en ripstop vævning.
- Let vægt
  - Densitet 1,44 g/cm<sup>3</sup> [9].
- God elasticitet (hvis materialet er for elastisk hænger dugen) [4].
- Nylon gives ofte en coating for at forbedre rivstyrken. Denne coating kan eksempelvis være baseret på silikone, polyuretan eller akryl.

### Kemiske egenskaber

- God UV bestandighed. Udsættes PA for UV-lys i længere tid, vil de med tiden nedbrydes med misfarvning og tiltagende sprødhed til følge. De kan dog stabiliseres [5,6,7].
- God modstandsdygtighed overfor insekter og mikroorganismer
- Modstandsdygtig overfor fugt [4].
- Kan hydrolyseres, men ikke så følsom som PET [4,6].
- Hurtigt tørrende materiale.
- modstandsdygtigheden overfor almindelige vaskemidler er meget god [7].

### Øvrige egenskaber

- Kommer i mange kvaliteter af garntyper og tekstilstrukturer.
- Der kan tilsættes mange forskellige additiver i form af stabilisatorer til fiberen, bl.a. for at forbedre hydrolyse og UV bestandigheden.
- Prisbilligt [4].



## 6 Teltbunden

Kravene til teltbunden er ofte højere end for inder og yderteltet. Bl.a. har teltbunden ofte et højere vandsøjletryk. Her rekommanderes min 5000 mm vandsøjletryk [8]. Endvidere, skal der også tages højde for, at teltbundens materialetykkelse er vigtig i forhold til at undgå slid, riv og beskadigelse fra skarpe genstande på jordbunden – grene skarpe sten, flaskeskår og lignende. Teltbunden kan være fremstillet af ovenstående nævnte materialer, men også eksempelvis af polyvinyl chlorid (PVC).

## 7 Vandsøjletryk

Vandsøjletrykket af en teltdug indikerer, hvor mange mm vandsøjle, der kan befinde sig oven på et materiale i et minut, før der trænger vand igennem. Vandsøjletryk er en konkret metode til at teste, hvor meget vand, et materiale kan holde til, men især når det kommer til telte er der nogle vigtige forbehold:

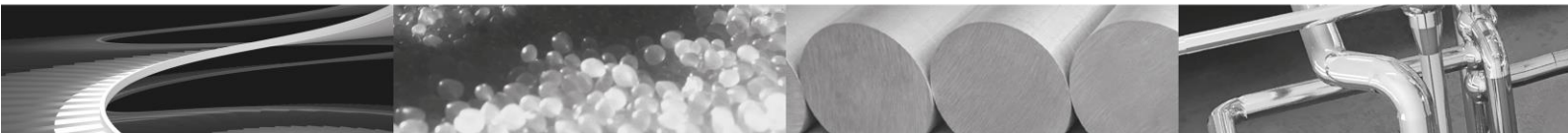
På et telt, der er opsat korrekt vil vandet løbe ned ad siderne i stedet for at blive presset igennem materialet. Der er hverken kraftpåvirkning udefra eller indefra, så det glatte teltmateriale behøver ikke have lige så højt vandsøjletryk som eksempelvis beklædning. Derfor er materialernes levetid og teltets konstruktion langt vigtigere end et højt vandsøjletryk.

Et kvalitetstelt kan udmærket have et vandsøjletryk, der ligger helt nede omkring 1000-1500 mm, og stadig holde tørt i regnvejr i rigtig mange år. Omvendt kan et billigt telt som udgangspunkt have et vandsøjletryk på 10-15.000 mm, men alligevel kun have en levetid på få uger til måneder [8].

## 8 Coatings

En af grundene til at et højt vandsøjletryk ikke er det vigtigste at kigge efter i et telt er, at forskellige typer vandtætte lag vil have forskellig levetid og resistens overfor nedbrydning fra f.eks. UV-stråling.

De fleste telte i den lave prisklasse er gjort vandtætte ved, at man har lagt en vandtæt polyuretan (PU)-coating på bagsiden af et PA eller PET-materiale. En PU-coating kan have et vandsøjletryk på 10.000 - 15.000 mm, men vil nedbrydes med tiden, og materialet vil gradvist blive mindre vandtæt. Endvidere kan der være stor forskel på tykkelsen og kvaliteten af PU-coatinger.

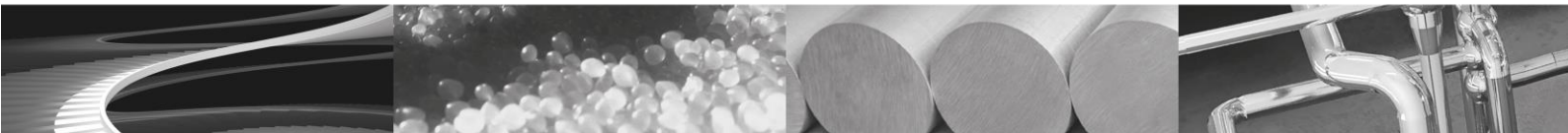


Mange telte i den høje prisklasse er gjort vandtætte med en silikone en såkaldt silikonisering. Der påføres op til flere lag silikone på begge sider af et tyndt, stærkt PA-materiale, hvorved silikonen trænger ind i hulrummene mellem fibre. Herved dannes en vandtæt struktur sammen med PA-fibre. Hvor en PU-coating typisk påføres på bagsiden af ydermaterialet og ligger som et ekstra lag, vil en silikonisering blive en del af materiales struktur. Det medfører bl.a. at silikoniserede PA-materialer får højere rivstyrke, i og med silikonen går ind og forstærker strukturen, og derved er med til at fordele presset ud over flere fibre. Endvidere er et silikoniseret materiale langt mere modstandsdygtig overfor UV-stråler end et materiale med en PU coating et silikoniseret telt vil derfor kunne holde samme vandtæthed i mange år.

Telte i den mellemste prisklasse kan være gjort vandtætte med en kombination af en silikonisering og en PU-coating. Kombinationen består typisk af en vandtæt coating på indersiden af nylonmaterialet, mens ydersiden er silikoniseret, dog kun med få lag. I et telt med en PU-coating på indersiden og en silikonisering på ydersiden fungerer PU-coatingen som det vandtætte lag. Silikoniseringen tilføjer ekstra rivstyrke og forbedret UV-beskyttelse. Desuden vil ydermaterialet ikke suge vand, da vandet preller af på silikoniseringen og løber ned ad teltet, i stedet for at trænge ind i ydermaterialet. Derfor behøver vandsøjletrykket heller ikke være lige så højt som i et telt, der kun er PU-coated. Kombinationen af silikonisering og PU coating giver således nogle af fordelene fra silikoniseringen, men til en noget billigere pris.

Som det fremgår anvendes forskellige coatings for at forbedre både PET og PA-materialernes vandtæt- og UV-bestandighed. Ud over de ovenfor nævnte PU og silikone coatings kan der også være tale om akryl eller PVC-coatings. Endvidere er der coatings der tilføjer andre funktioner som eksempelvis at materialet er brandhæmmet eller anti-mikrobielt [3].





## 9 Sammenfatning

Alle materialer har deres fordele og ulemper, der betyder at der sandsynligvis må indgås kompromisser med nogle af kravene.

Ud fra ovenstående funktionsanalyse og kravspecifikation ses dog, at PET og PA hver især opfylder de fleste af kravene, og at enten fiber eller teltdug kan modificeres via hhv. additiver og stabilisatorer i fibre eller ved hjælp af forskellige coatings på teltdugen.

Dette gør at PET og PA's egenskabsprofiler overlapper hinanden, og begge materialer kommer som nævnt i mange kvaliteter af garntyper og tekstilstrukturer. Det er derfor sandsynligt at teltene, når oversejl/ydertelt, inder telt og teltbund betragtes kan fremstilles af samme materiale, enten PET eller PA.

Som det også fremgår af ovenstående er det meget almindeligt at telt duge coates med flere forskellige typer coating bl.a. for at forbedre brandegenskaberne, vandtæthed og hydrofobe egenskaber, UV-beskyttelsen, rivstyrken eller at opnå anti-mikrobielle egenskaber. Det antages derfor at hotelteltene også har en eller flere coatings til forbedring af egenskabsprofilen. Hvorledes disse coatings påvirker den efterfølgende recycling bør undersøges.

Desuden bør det ligeledes undersøges hvilke materialer eksempelvis tapen over teltsømmene, lim og lynlåse består af, for også her at vurderer hvordan disse påvirker den efterfølgende recycling.

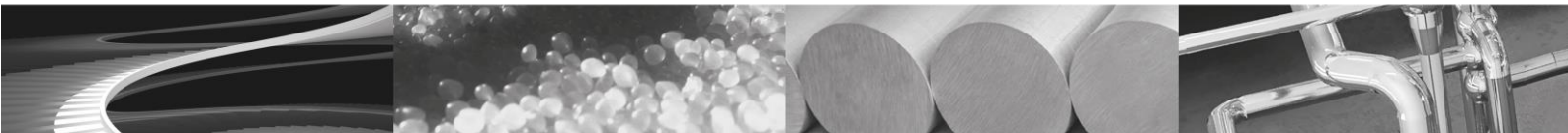
Inden det kan afgøres om teltene kan fremstilles i monomateriale bør disse tre punkter afklares.

Esbjerg, d. 9 maj 2018

**Plast Center Danmark**

Mia Katharina Podlech

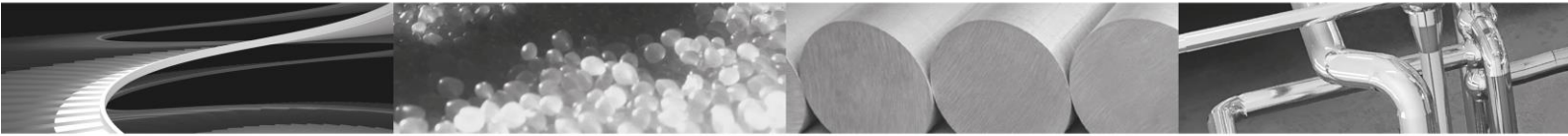
Polymerspecialist - Projektleder,  
Chem. Eng. M.Sc, Ph.D.



## 10. Referencer

1. Personlig kommunikation med Peter Ib Hansen, Organizer, SMUKFEST, d.04.05.2018
2. Personlig kommunikation m. Frank Hansen, Sales manager, Skanfrends ApS, d.30.04.2018
3. Surdu, L; Radulescu, IR og Nicula, G.: "Research for accomplishing multifunctional textiles for emergency shelters and other applications", *J. of Chemistry*, e-ISSN:2319-9849, 23.10.2015
4. Horrocks, A. R. og Anand, S.C.: "Handbook of technical textiles" Woodhead Publishing Ltd, Suffolk England, 2000, ISBN 1 85573 385 4
5. Harper, C. A.: "Handbook of plastics, elastomers and composites", 4<sup>th</sup> ed. McGraw-Hill, New York, USA, 2002. ISBN 0-07-138476-6
6. Karbæk, K. og Lilholt, H.: "Materialekendskab – plast og fibre", DTI Industri's forlag, 1998, ISBN 87-7756-151-1
7. Hough, M.C., Allan, S.J. og Dolbey, R.: "The Plastics Compendium – Comparative Materials selection Data", Rapra Technology Ltd., Shawbury, UK, 1998, ISBN 1-85957-092-5
8. <https://www.friluftsland.dk/blog/telte-vandsoejletryk-og-vandtaethed/> tilgået d.04.05.2018
9. Technical Fibres, Data sheet, Danish Fiber production, modtaget 2005





Bilag 1

Tabel 1: Oversigt over funktioner og kravspecifikation til teldugmateriale, samt materialegenskaber for PET og PA

Funktion	Egenskab	PET	PA	Generelle krav [3]	Konkrete krav [1]
Beskyttelse mod vejret					
*vandsøjletryk	Krav til vandsøjletykket	Fås m forskellig vandsøjletryk	Fås m forskellig vandsøjletryk	1500 mm vandsøjletryk	2000 mm vandsøjletryk
*åndbarhed	Krav til åndbarheden	relativ lav åndbarhed	åndbar	90-120 l/m <sup>2</sup> /s	
*isolation mod kulde/varme		Ringere end kanvas	Ringere end kanvas		
Beståde en vis styrke og stivhed	Krav til trækstyrke	Høj styrke	Fremragende styrke	Brudstyrke teldug 900-1300 [N] (kæde&skud retning)	
	Krav til stivhed	Stor stivhed	Stor stivhed	Brudforlængelse teldug: 20-40 [%] (kæde&skud)	
	Krav til elasticitet		God elasticitet		
Holdbarhed	Krav til rivstyrke	Høj rivstyrke	God rivstyrke (ej så god som PET)		
	Krav til slidstyrke	God slidstyrke	God slidstyrke		
	Krav til modstand mod fugt	Ringes fugtoptag. Følsom overfor hydrolyse	Ringes fugtoptag. Lidt følsom overfor hydrolyse. (ej så følsom som PET)		
	Krav til tykkelse af teldugen			Telduge af PET: 0,3-1,0 [mm]	
Løtvægt	Krav til vægt af teldugen	Lettere end kanvas, men generelt ej lettere end PA.	Lettere end kanvas, men generelt ej lettere end PET.	Telduge af PET: 100-250 [g/m <sup>2</sup> ]	
	Densitet	ca. 1,38 [g/cm <sup>3</sup> ]	ca. 1,44 [g/cm <sup>3</sup> ]		
Holdbar overfor UV-stråler	Krav til UV-bestandighed	God/middel god UV bestandighed	God UV bestandighed		
	Krav til anti-mikrobiel	Kan gøres anti-mikroiel ved efterflg coating	Kan gøres anti-mikroiel ved efterflg coating		
Vaskbart	Kan materialet vaskes?	Fremragende resistens overfor almindelige vaskemidler	Modstandsdygtigheden overfor almindelige vaskemidler er meget god.		
Farveægte	Krav til farveægthed	Ja	Ja		
Flamme hæmnet	Er materialet flammehæmnet?	Kan gøres flammehæmnet ved efterflg coating	Kan gøres flammehæmnet ved efterflg coating		
Pris	Materialet skal være billigt	Relativt prisbilligt	Relativt prisbilligt		
Øvrige		Kommer i mange kvaliteter af gantyper og tekstil strukturer	Kommer i mange kvaliteter af gantyper og tekstil strukturer	Anbefalet minimum finish: Indfarvning efterflgt af coating til forbedring af hydrofoobe- og brandegenskaber.	Mudder flapper skal have en vis højde
				Satin vævning	