

INDLEDNING

I forbindelse med projektet Cirkulær Økonomi har Mia K. Podlech (fra Plast Center Danmark) besøgt SMUK Festivalen og har medbragt 3 forskellige luftmadrasser, der deponeres pga. chlor-indhold. For at verificere at luftmadrassernes materiale består af polyvinyl chlorid (PVC) eller indeholder chlor (Cl), er det aftalt, at der foretages følgende to analyser:

- Fourier Transform Infrared Spektroskopi (FTIR), der muliggør identifikation af materialets overordnede kemiske struktur.
- Beilsteins test, der benyttes til bestemmelse af chlors tilstedeværelse i materialet.

PRØVER

PCD har d. 16. august 2017 udtaget tre prøver af de tre slags luftmadrasser. I rapporten benævnes de tre prøver, som følgende:

- Blå prøve: Blå luftmadras, uden forhandlers navn, made in China.
- Pink prøve: Pink luftmadras, uden forhandlers navn.
- Grøn prøve: Easy Camp, grøn luftmadras, made in China.



Figur 1: De tre prøver fra venstre til højre; Blå prøve, som er et udsnit fra en blå luftmadras, Pink prøve, som er et udsnit fra en pink luftmadras og Grøn prøve, som er et udsnit fra en grøn luftmadras.

FTIR ANALYSE OG RESULTATER

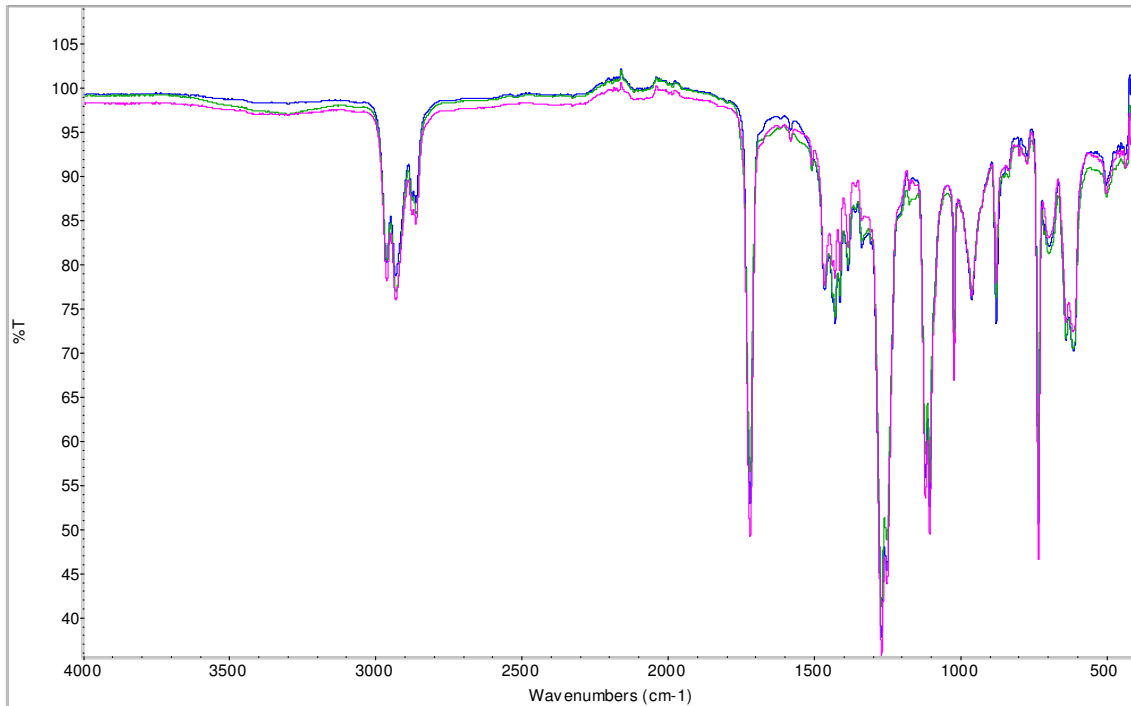
FTIR spektroskopi er et kvalitativt analyseapparat, der benytter infrarødstråling. Det bestrålede materiale absorberer strålingen, hvorved molekylet vibrerer. Vibrationsenergien afhænger af hvilke karakteristiske kemiske grupper, der er i molekylet. Materialets absorption af IR stråling måles som funktion af bølgelængden, der i spektret udtrykkes som bølgetal angivet i reciprokke cm. Der måles i området $400 - 4000 \text{ cm}^{-1}$.

Alle spektre for de tre prøver ses i Appendiks A – FTIR spektre for luftmadrasser.

Prøvernes spektrum med de karakteristiske bølgeintervaller ses i Figur 2.



Kvalitativ bestemmelse af Cl i luftmadrasser



Figur 2: FTIR spektre for Blå prøve (blå spektrum), Pink prøve (pink spektrum) og Grøn prøve (grøn spektrum), hvor det ses, at de er sammenlignelige.

Som det ses på figuren, er de tre prøver sammenlignelige, hvilket betyder, at materialet består af sammenlignelig overordnet kemisk struktur.

Efterfølgende er der foretaget sammenligninger med FTIR apparatets bibliotek. Endvidere sammenlignes de karakteristiske bølgetal for de tre prøver med bølgetal for PVC og polyester, hvilket fremgår af Tabel 1.

Tabel 1: De tre prøvers karakteristiske bølgetal sammenlignet med polyesters (PET) og PVCs karakteristiske bølgetal.

Tre prøvers bølgetal (cm ⁻¹)	PETs karakteristiske bølgetal (cm ⁻¹)	PVCs karakteristiske bølgetal (cm ⁻¹)
2958,78; 2927,98; 2859,25	3000-2840 (ν _a CH ₂ , ν _s CH ₂)	3000-2840 (ν _a CH ₂ , ν _s CH ₂ , νCH)
1716,34	1718 (νC=O)	-
1461,25; 1425,92; 1408,39; 1380,25	1600-1325 (νPh)	1426 (δCH ₂) 1332 (ωCH)
1266,35	1260 (νC(=O)O, δ=CH)	-
1247,97	-	1255 (δCH)
1116,06; 1101,48	1100 (νO-C, δ=CH)	-
1018,60	1018 (δ=CH)	-
957,57	971 (γ=CH)	966 (νC-C)
874,34	872 (γ=CH)	876 (ρCH ₂)
730,07	726 (γPh)	-
635,07; 611,31	-	615 (νCCl)



Kvalitativ bestemmelse af Cl i luftmadrasser

Som det fremgår af tabellen, er de tre prøvers bølgetal både i overensstemmelse med PVC¹s og polyesters²s karakteristiske bølgetal. PVC og polyester har overlappende bølgetal, men PVC skiller sig særligt ud ved 615 cm⁻¹ med en bølgetop for carbon-chlor bindingens stretch (vCCl). Denne bølgetop er tilstede i de tre prøvers spektre.

BEILSTEINS TEST OG RESULTATER

Beilsteins test er simpel og let metode til at identificere tilstedeværelsen af Cl. En kobbertråd glødes over en bunsenbrænder indtil flammens farve forsvinder. Den varme kobbertråd bringes i kontakt med materialet, således at materialet smelter sig fast på tråden. Tråden med prøven bringes over flammen igen. Hvis flammens farve er grøn, indeholder materialet Cl.

Resultaterne fra Beilsteins test fremgår af Tabel 2.

Tabel 2: De tre prøvers resultater efter Beilsteins test.

	Blå prøve	Pink prøve	Grøn prøve
Flammens farve	Grøn	Grøn	Grøn

Som det fremgår af tabellen, viser de tre prøver det samme, altså grøn flamme. Hermed kan det bekræftes, at luftmadrassernes materiale indeholder Cl.

¹ Verleye, G. A. L, Roeges, N. P. G. og De Moor, M. O., 2001. Easy Identification of Plastics and Rubbers. United Kingdom, Rapra Technology Limited. S. 71.

² Verleye, G. A. L, Roeges, N. P. G. og De Moor, M. O., 2001. Easy Identification of Plastics and Rubbers. United Kingdom, Rapra Technology Limited. S. 38.

SAMMENFATNING

I forbindelse med projektet Cirkulær Økonomi analyseres 3 forskellige luftmadrasser, der er indsamlet efter SMUK-festen 2017. På nuværende tidspunkt deponeres luftmadrasserne pga. chlor-indhold. For at verificere at luftmadrassernes materiale indeholder PVC eller chlor-forbindelser, er det aftalt, at der foretages FTIR analyse og Beilsteins test.

På baggrund af Beilsteins test er det bekræftet, at luftmadrassernes materiale indeholder chlorerede forbindelser.

På baggrund af FTIR analysen konkluderes det, at alle tre luftmadrasser består af PVC, der enten er blødgjort med en ester-forbindelse i væsentlige mængder eller er mekanisk/kemisk blandet med PET.

Udarbejdet den 18. august 2017 af:

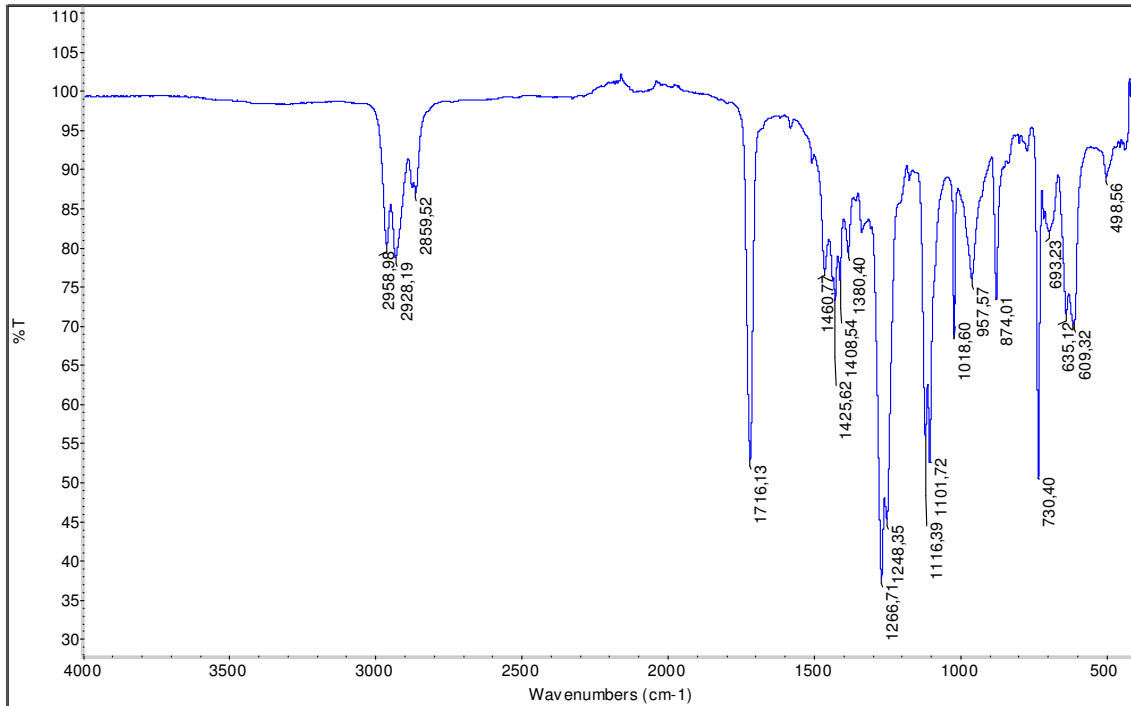


Hatice G. Tüzün
Laboratorieingeniør – B.Sc. Chem. Eng.
Plast Center Danmark

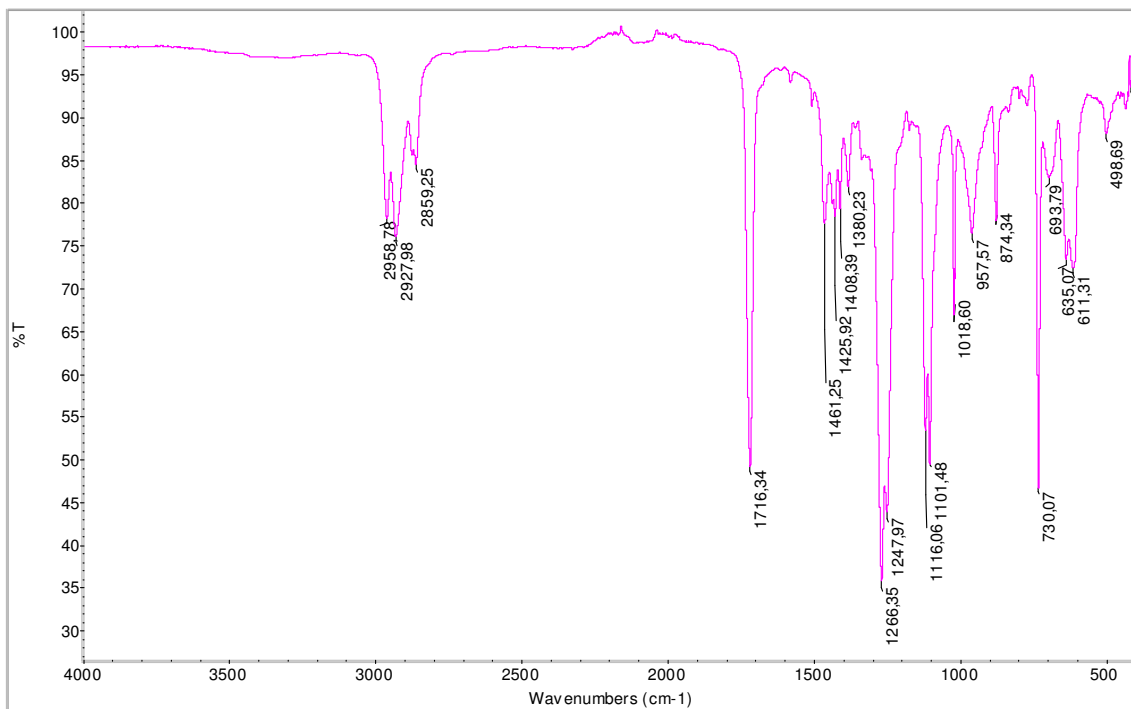


APPENDIKS A – FTIR SPEKTRE FOR LUFTMADRASSER

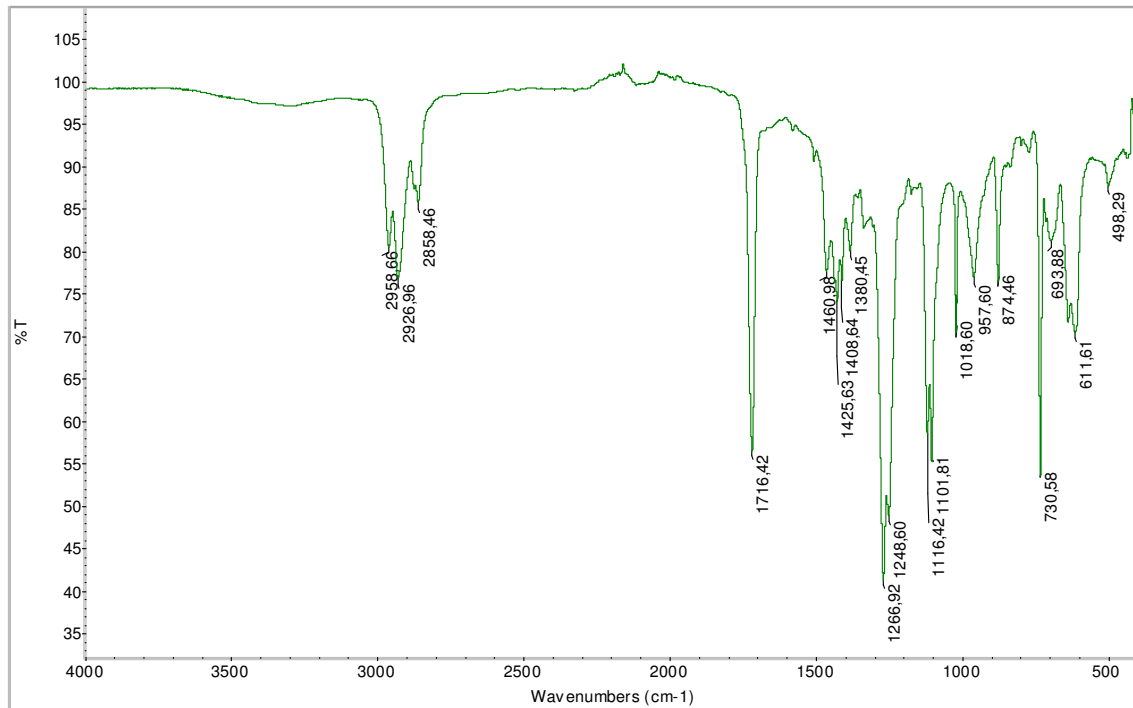
FTIR spektre for Blå prøve, Pink prøve og Grøn prøve ses på hhv. Figur 3, Figur 4 og Figur 5.



Figur 3: FTIR spektrum for Blå prøve.



Figur 4: FTIR spektrum for Pink prøve.



Figur 5: FTIR spektrum for Grøn prøve.