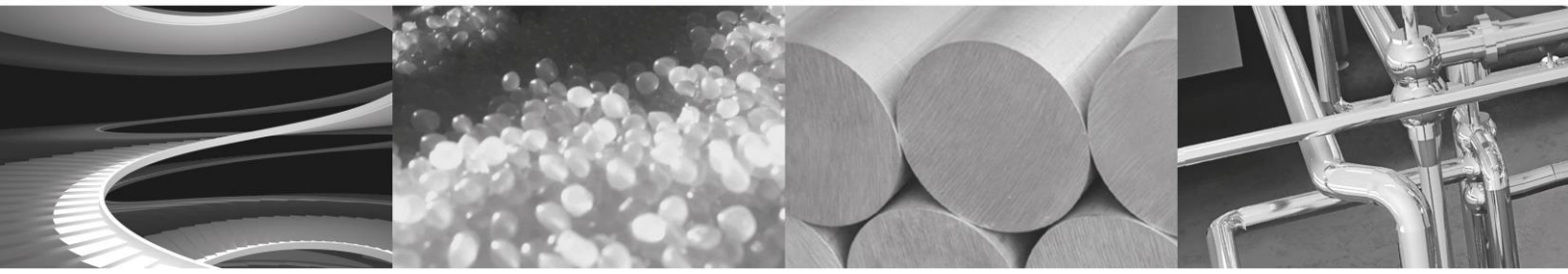


TEKNISK RAPPORT

Karakterisering af plastaffald fra husholdning mhp. bestemmelse af proces- og slutegenskaber

1 Baggrund

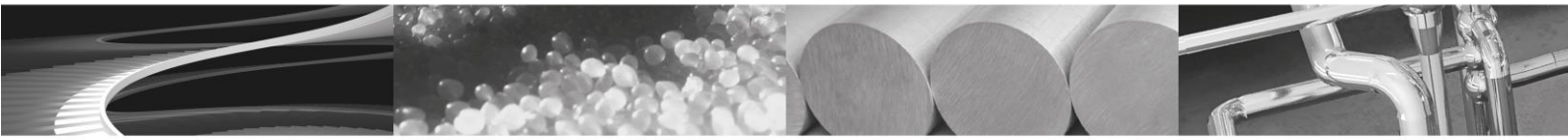
Anvendelsen af post-consumer plastaffald er en del af erhvervsstyrelsens fokus på cirkulær økonomi (CØ) og de mange nationale og internationale CØ-tiltag der pt. eksisterer, herunder Den Nationale Cirkulære Økonomi HUB.

"Den cirkulære økonomi er en betegnelse for en industriel proces, hvor alt affald ses som en ressource" [1]. For at udnytte disse "glemte" ressourcer er det dog nødvendigt at materialet er homogent, dvs. udsorteret og renset. Dette gælder også plast. For plast forholder det sig sådan at selvom den er udsorteret i specifikke plasttyper, er der stor variation i både procesegenskaber og slutbrugsegenskaber inden for samme type. Dette er dog ikke ensbetydende med at genbrugs-plasten ikke kan genanvendes. Tværtimod! Mange plasttyper er meget velegnede til genanvendelse blot en tilstrækkelig og omhyggelig sortering er udført og de "nye" egenskaber fastlægges.

Ved Dansk affaldsminimering arbejdes der med tre fraktioner af PE/PP, der har været anvendt til forskellige formål og er fremstillet via forskellige processer. Dette gør at de tre fraktioner kan forventes at besidde vidt forskellige proces- og slutegenskaber.

1.1 Formål

Formålet med denne case er, at demonstrere, at genbrugsplast er en værdifuld ressource, blot den sorteres tilstrækkelig og karakteriseres mht. procesegenskaber og slutegenskaber. Endvidere ønskes effekten af blandingsforholdet mellem de tre fraktioner kortlægges, hvorved specifikke proces- og slutegenskaber for den nye blanding kan forudsiges.



2. Eksperimentelt

Kortlægningen af effekten af de tre fraktioner og deres indbyrdes blandingsforhold udføres ved at analyserer procesegenskaber, samt mekaniske-, termiske- og kemiske egenskaber for disse, som beskrevet i efterfølgende afsnit 2.5 -2.7.
De analyserede blandinger er sammensat efter principperne for mixture design i statistisk forsøgsplanlægning, se afsnit 2.3 – Forsøgsplan. Dog beskrives først det anvendte materiale, de tre fraktioner, og sorteringen heraf.

2.1 Materialer

De tre fraktioner af genbrugsplast der anvendes i casen er:

1) HDPE fra dunke .
2) PE/PP Husholdning
3) Hård plast

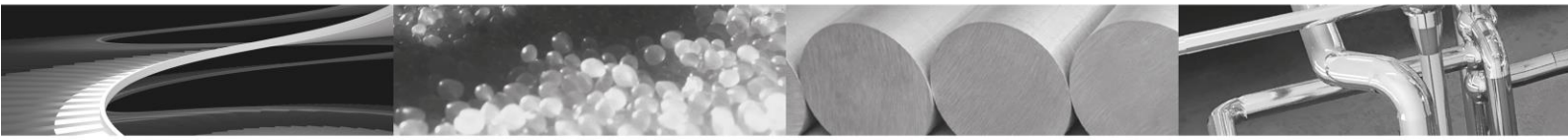
Mærkningen af de tre fraktioner som leveret fra Dansk Affalds minimering ses i Bilag A.

2.2 Materiale sortering

ovennævnte tre plastfraktioner stammer fra Randers kommunes husholdningsaffald, hvorfra plasten er udsorteret. På den kommunale opsamlingsstation håndsorteres alt det indsamlede plast, således at HDPE-flasker og PET sodavand/vandflasker sorteres fra. Den resterende plastfraktion fra husholdnings-affaldet sendes til Dansk Affalds-minimering.

På Figur 1 ses flowdiagrammet for vaske-og sorteringsprocessen, der udføres ved Dansk Affaldsminimering. Ved Dansk Affaldsminimering vaskes plasten i to procestrin. Der tilsættes Desin desinfektionsmiddel[1] til vaske-karrene i det område hvor vandspejlet kan variere for at undgå, at der dannes en bakteriehinde og andre aflejringer i vaske-karret.

[1] Desin desinfektionsmiddel skaffes fra Randers Kemiske Industri. Sikkerhedsdatabladet for Desin er vedlagt i Bilag B.

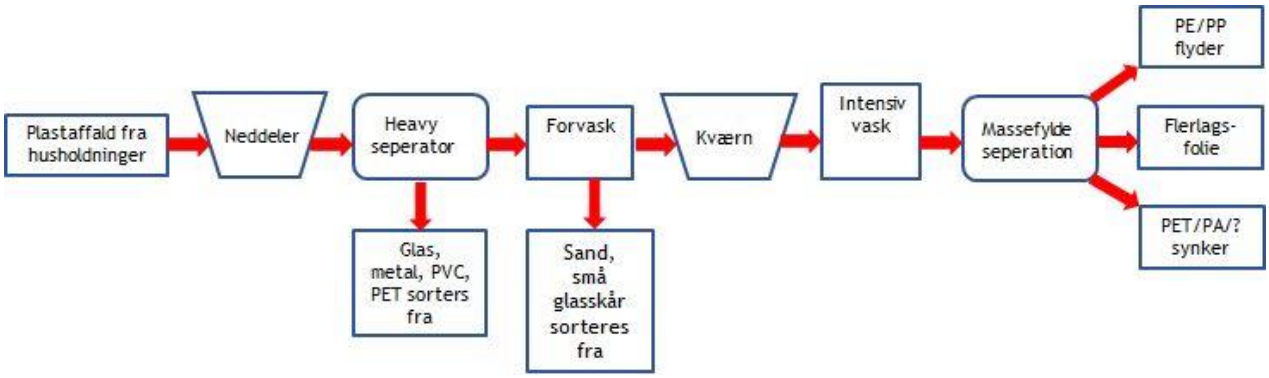


Under vaske og sorteringsprocessen frasorteres således metal og glas, stort set al PET, PA og PVC [2] samt andre plasttyper, der ikke er bundet til PE eller PP via en sammensmeltning. Efter massefyldeseparationen står man tilbage med tre fraktioner:

1) PE og PP med massefylde mindre end vands. Efter vaske og sorteringsprocessen opnås et produkt, der består af 70-80% PE/PP.
2) Flerlagsfolier hovedsagelig fra fødevareemballage, der under separationen fordeler sig i vandsøjlen, idet massefylden afhænger af hvor stor andel PE eller PP der er.
3) PET, PA og andre plasttyper, med massefylde større end vands

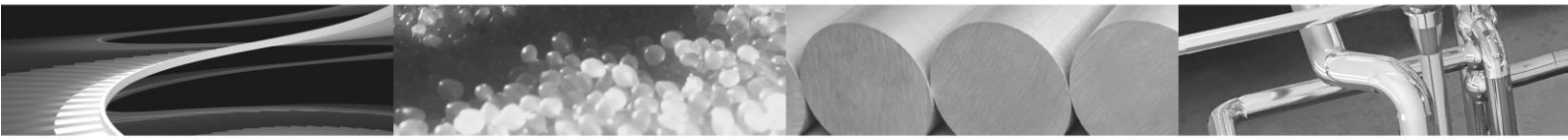
Andelen af fraktionerne fordeler sig med hhv. 50, 20 og 30% for fraktion 1, 2 og 3.

Den fraktion af plastaffald fra husholdningsplast, der skal toksikologivurderes er fraktion 1 og 2, idet flerlagsfolierne blandes i PE/PP fraktionen igen, da spildet ellers er for stort.



Figur 1: Flowdiagram over Dansk Affaldsminimerings vaske- og sorteringsproces.

[2] I indgangsstrømmen plastaffald fra husholdninger er fødevareemballagen den største del og heri må der ikke være PVC. Dog kan forbrugere godt smide PVC i affaldsbeholderen til plast, eksempelvis kan drikkedunke til børn, der importeres fra Kina, være fremstillet af PVC. Endvidere kan der forekomme labels på diverse produkter, der kan være PVC. Som det fremgår af flowdiagrammet i Figur 1 separeres PVC ud under flere procestrin i vaske og sorteringsprocessen. Andelen af PVC vil derfor være meget lille, men ikke nødvendigvis nul, idet PVC kan være limet, svejset eller smeltet sammen med PE eller PP.

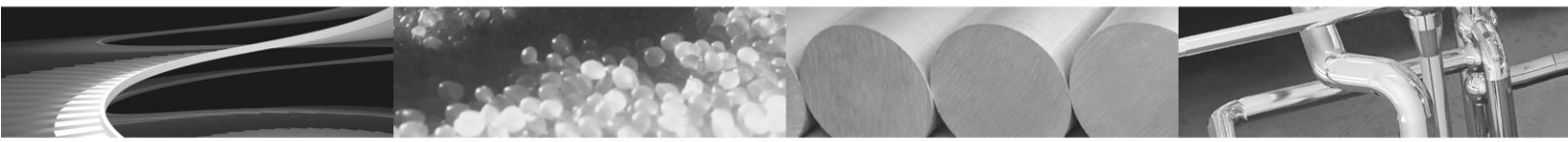


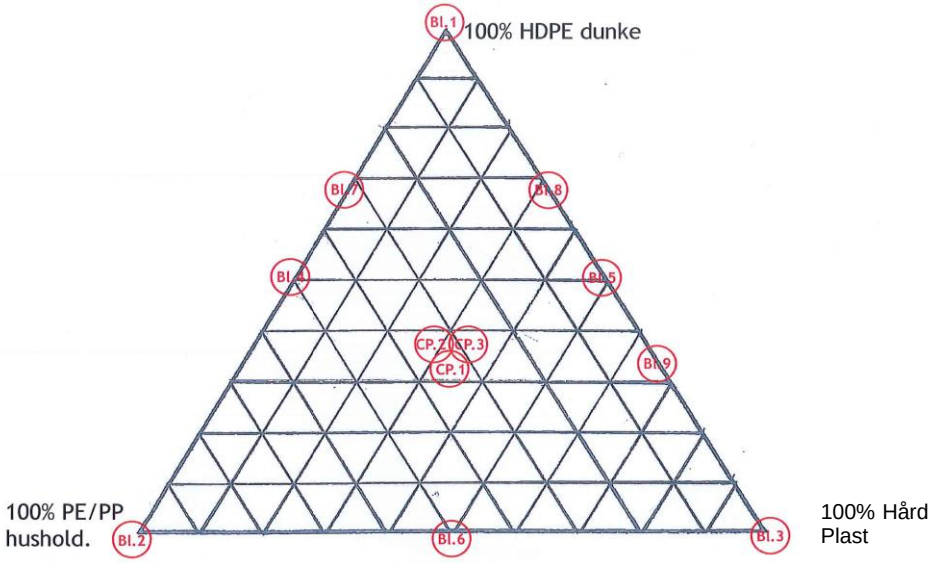
2.3 Forsøgsplan

De analyserede blandinger er sammensat efter principperne for mixture design i statistisk forsøgsplanlægning. Blandingssammensætningen fremgår af Tabel 1 og illustreres grafisk i Figur 2.

Tabel 1: Forsøgsplan med angivelse af hvilke mængder der skal anvendes af de tre fraktioner, "HDPE-dunke", "PE/PP husholdning" og "Hård plast".

Blandingsnummer	Koncentration af HDPE-dunke fraktion		Koncentration af PE/PP husholdning fraktion		Koncentration af Hård Plast fraktion		Blandings-størrelse
	[%]	[kg]	[%]	[kg]	[%]	[kg]	[kg]
1, HDPE-dunke	100	5	0	0	0	0	5
2, PE/PP-hushold.	0	0	100	5	0	0	5
3, Hård Plast	0	0	0	0	100	5	5
4	50	2,5	50	2,5	0	0	5
5	50	2,5	0	0	50	2,5	5
6	0	0	50	2,5	50	2,5	5
7	66,7	3,33	33,3	1,67	0	0	5
8	66,7	3,33	0	0	33,3	1,67	5
9	33,3	1,67	0	0	66,7	3,33	5
10, Centerpunkt 1	33,3	1,67	33,3	1,67	33,3	1,67	5
11, Centerpunkt 2	33,3	1,67	33,3	1,67	33,3	1,67	5
12, Centerpunkt 3	33,3	1,67	33,3	1,67	33,3	1,67	5
Total	---	20	---	20	---	20	





Figur2: Forsøgsplan skematisk overblik over forsøgenes placering i det eksperimentelle rum i overensstemmelse med mixture design, statistisk forsøgsplanlægning

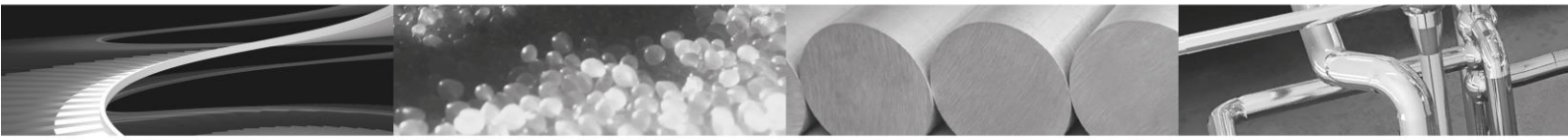
2.4 Fremstilling af testemner

Fremstillingen af testemner til nedenstående test blev udført på en Sumito DEMAG sprøjtestøbemaskine model systec 25-80. For blandingerne 1, 7 og 8 blev støbe-temperaturer i zone 1,2 og 3 sat til hhv. 220, 210 og 200°C. For blandingerne 2-6, 9-12 blev støbetemperaturer i zone 1,2 og 3 sat til hhv. 200, 190 og 180°C. Dysetemperatur og travers var i begge tilfælde hhv. 235 og 40°C. Forud for sprøjtestøbningen blev alle blandinger for tørret ved 80 °C i to timer.

På grund af meget store og uensartede flakes samt foliestykker, der blokerede traversen blev Blanding 3 kværnet i en AB RAPID granulator type 1521. Dette forbedrede emnefremstillingen noget. Dog var det nødvendigt ved alle blandinger 1-12 at røre jævnligt i materialetragten mens opsnekningen foregik, for at undgå blokering.

2.5 Procesegenskab – MFI

Procesegenskaben melt flow indeks er målt på de tre fraktioner (Blanding 1, Blanding 2 og Blanding 3) samt på Blandingerne 4, 5 og 6 iflg. Standard ISO 1133. Det var ikke muligt at anvende samme analyse betingelser for alle blandinger. De specifikke betingelser er anført i Tabel 2 på efterfølgende side.



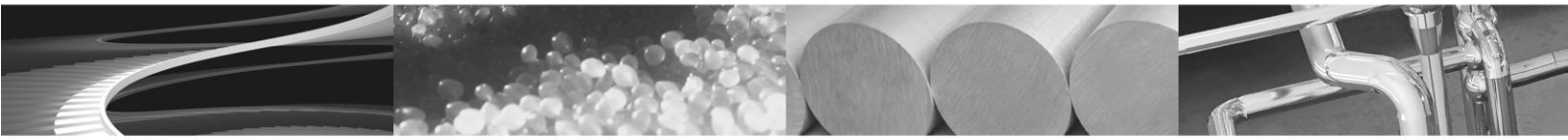
2.6 Mekaniske tests

Træktest blev udført på en Lloyd LR 50 K plus trækprøvebænk iflg. ISO 527, og charpy slagtest u. not blev udført via et CEAST Torino slagtest apparat iflg. ISO 179.

2.7 Termiske og kemiske tests

De termiske egenskaber blev bestemt v.h.a et Mettler Toledo 822e differentiel scannings calorimetri (DSC) apparat i et scan hvor der opvarmes fra 25°C til 185°C, afkøles til 25°C og derefter opvarmes igen til 400°C med en opvarmningshastighed på 10°C/min.

Den kemiske struktur blev evalueret via FTIR analyse på et ThermoScientific Nicolet Tm iS5 apparat. Analysen blev udført i bølgetals området 650-4000 cm -1.



3. Resultater

3.1 Procesegenskab – MFI

Som nævnt tidligere har det ikke været muligt at måle MFI ved ens betingelser for alle blandinger, idet smeltepunkt og MFI er meget forskellig for de tre fraktioner, blanding 1, 2 og 3, og dermed også blandinger heraf. Dette betyder at MFI for de forskellige blandinger ikke kan sammenlignes direkte.

I nedenstående Tabel 2 ses analyse betingelser og resultater af MFI for blandingerne 1-6 samt blanding 10. MFI'en er, hvis ikke andet er nævnt, målt på flakes som modtaget fra Dansk Affaldsminimering. I Appendix A ses nedenstående samt yderligere MFI målinger.

Tabel 2: Analysebetingelser og resultater af MFI for blandingerne 1-6 og blanding 10

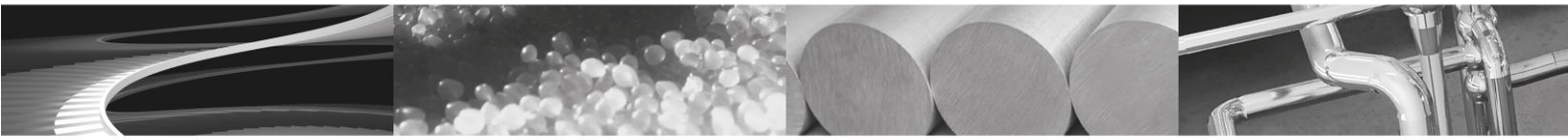
Blandingsnummer	MFI metode	MFI (g/10 min)
Bl.nr. 1	220°C og 10 kg	1,71
Bl.nr. 4: (Bl.1, 50% & Bl.2, 50%)	220°C og 10 kg	38,74
Bl.nr. 5: (Bl.1, 50% & Bl.3, 50%)	220°C og 10 kg	37,10

Blandingsnummer	MFI metode	MFI (g/10 min)
Bl.nr. 2	180°C og 2,16 kg	5,91
Bl.nr. 3	180°C og 2,16 kg	11,33
Bl.nr. 4: (Bl.1, 50% & Bl.2, 50%)	180°C og 2,16 kg	0,58
Bl.nr. 5: (Bl.1, 50% & Bl.3, 50%)	180°C og 2,16 kg	0,77
Bl.nr. 6: (Bl.2, 50% & Bl.3, 50%)	180°C og 2,16 kg	8,95
Bl.nr. 10: (Bl 1, 33%, Bl.2, 33% & Bl.3, 33%)	180°C og 2,16 kg	1,27
Bl.nr. 10: (Bl 1, 33%, Bl.2, 33% & Bl.3, 33%)	180°C og 2,16 kg	1,11
Bl.nr. 10: (Bl 1, 33%, Bl.2, 33% & Bl.3, 33%)*	180°C og 2,16 kg	2,38

*MFI er målt på et sprøjtestøbt emne, hvorfra en passende mængde flakes er udtaget.

Som det fremgår af Tabel 2 har Blanding 1 den laveste MFI, hvilket betyder at den er den mest trægt flydende smelte under tryk, af de respektive blandinger. Blanding 3 har den højeste MFI, og er dermed den lettest flydende smelte under tryk. Blanding 2 og de øvrige blandinger har MFI her imellem.

Som nævnt kan alle blandinger ikke måles ved samme betingelser, hvilket betyder at MFI dataene ikke kan sammenlignes direkte, men at deres MFI er vidt forskellige. Dette



ses tydeligt i de blandinger, f.eks. blanding 4 og blanding 5, hvor blanding 1 indgår med 50%, hvilket medfører en kraftig reduktion af MFI; disse blandinger er således også mere trægt flydende.

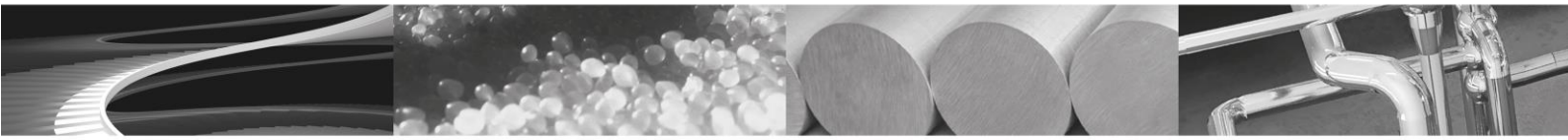
Blanding 10, center punktet er analyseret tre gange. To gange på materiale som leveret fra Dansk Affaldsminimering og en gang på materiale, der har været sprøjtestøbt. Heraf ses, at måles MFI på materiale, der har været sprøjtestøbt opnås en højere MFI. Dette skyldes til dels en bedre homogenisering af materialet. Et lille bidrag til forøgelsen kan også stamme fra den yderligere termiske belastning fra processen.

3.2 Resultater af Mekaniske tests

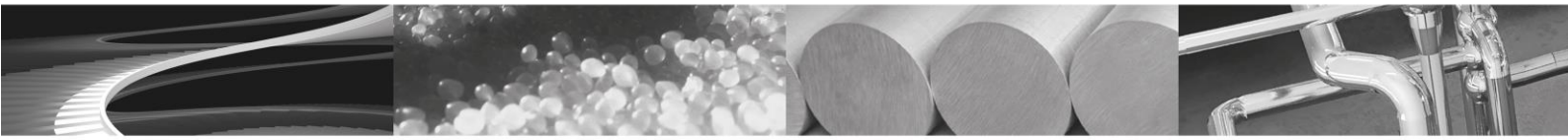
I Tabel 3 præsenteres resultater og statistisk behandling for de mekaniske tests; trækstyrke, forlængelse v. maks, brudstyrke, brudforlængelse, E-modul og slagstyrke. Resultaterne er præsenteret som gennemsnit, standard afvigelse, variationskoefficient (CoV) og konfidensinterval, der alle er beregnet på grundlag af 10 målinger for hver blanding. Rådataene der ligger til grund for tabellen er inkluderet i Appendices B og C.

Tabel 3: Resultater af de mekaniske egenskaber for blandingerne 1-12.

Prøve navn	Prøvenr.	E-modul	Trækstyrke v max	Forlængelse v max	Brudstyrke	Brud-forlængelse	Slagstyrke
		[Mpa]	[Mpa]	[%]	[Mpa]	[%]	[KJ/m^2]
Blanding 1	Gennemsnit	227,0	18,6	26,9	16,3	276,4	101,0
	Std-afvigelse	48,8	0,2	3,6	0,6	56,6	13,1
	CoV	21,5	0,9	13,5	3,4	20,5	12,9
	Konfidensinterval	[197-257]	[18,5-18,8]	[24,6 - 29,1]	[16,0 - 16,7]	[241-312]	[93-109]
Blanding 2	Gennemsnit	214,5	22,5	10,4	21,6	12,0	30,9
	Std-afvigelse	52,9	0,6	0,8	0,7	1,5	7,7
	CoV	24,6	2,8	7,5	3,2	12,6	24,8
	Konfidensinterval	[182-247]	[22,1 - 22,9]	[9,9 - 10,9]	[21,1 - 22,0]	[11,1 - 13,0]	[26-36]
Blanding 3	Gennemsnit	222,4	20,5	9,7	20,5	9,7	47,9
	Std-afvigelse	35,5	1,3	1,3	1,3	1,3	12,2
	CoV	16,0	6,3	13,3	6,4	13,1	25,5
	Konfidensinterval	[200-244]	[19,7 - 21,3]	[8,9 - 10,5]	[19,6 - 21,3]	[9,0 - 10,5]	[40-55]

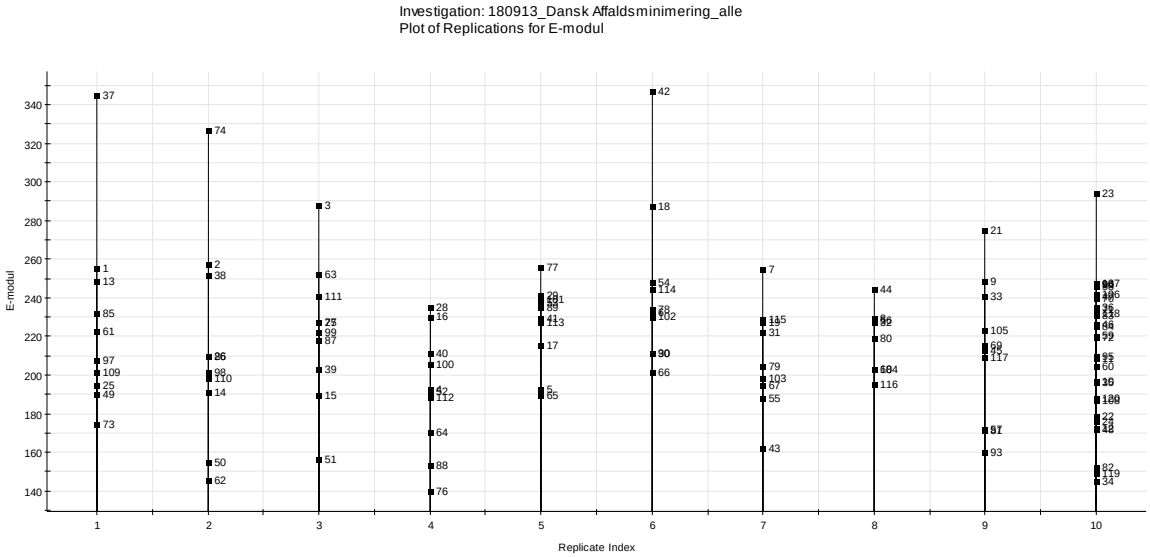


Blanding 4	Gennemsnit	191,7	17,4	8,0	17,2	8,1	23,9
	Std-afvigelse	30,9	0,6	0,7	0,6	0,6	5,7
	CoV	16,1	3,5	8,4	3,6	7,9	23,9
	Konfidensinterval	[173-211]	[17,0 - 17,7]	[7,6 - 8,4]	[16,9 - 17,6]	[7,7 - 8,5]	[20-28]
Blanding 5	Gennemsnit	226,3	17,4	9,4	17,2	9,5	50,0
	Std-afvigelse	21,3	0,8	1,0	0,8	1,0	12,7
	CoV	9,4	4,7	10,4	4,5	10,0	25,3
	Konfidensinterval	[231-240]	[16,9 - 17,9]	[8,8 - 10,0]	[16,7 - 17,7]	[9,0 - 10,1]	[42-58]
Blanding 6	Gennemsnit	244,7	19,8	8,5	19,7	8,6	30,0
	Std-afvigelse	43,3	0,8	0,7	0,8	0,6	9,3
	CoV	17,7	4,0	8,0	4,3	7,4	31,0
	Konfidensinterval	[218-;272]	[19,3 - 20,3]	[8,1 - 8,9]	[19,2 - 20,2]	[8,2 - 9,0]	[24-34]
Blanding 7	Gennemsnit	208,8	17,8	13,5	16,5	14,4	104,3
	Std-afvigelse	27,4	0,3	1,2	0,7	2,4	24,3
	CoV	13,1	1,9	8,6	4,0	16,8	23,3
	Konfidensinterval	[191-227]	[17,5 - 18,0]	[12,7 - 14,2]	[16,1 - 16,9]	[12,8 - 15,9]	[89-119]
Blanding 8	Gennemsnit	218,7	17,6	15,2	16,7	17,3	104,8
	Std-afvigelse	16,9	0,5	3,4	3,4	4,9	9,5
	CoV	7,7	2,6	22,6	20,6	28,7	9,1
	Konfidensinterval	[207-230]	[17,3 - 17,9]	[12,9 - 17,6]	[14,3 - 19,1]	[13,8 - 20,7]	[99-111]
Blanding 9	Gennemsnit	212,8	15,7	7,1	15,6	7,1	24,9
	Std-afvigelse	36,9	0,3	0,3	0,3	0,3	4,6
	CoV	17,4	2,0	3,8	1,9	3,9	18,5
	Konfidensinterval	[190-236]	[15,5 - 15,9]	[6,9 - 7,2]	[15,5 - 15,8]	[6,9 - 7,2]	[22-28]
Blanding 10	Gennemsnit	210,55	16,22	7,01	16,14	7,04	24,1
	Std-afvigelse	39,5	0,6	0,4	0,6	0,5	4,9
	CoV	18,8	4,0	6,3	3,7	6,5	20,5
	Konfidensinterval	[186-235]	[15,8 - 16,6]	[6,7 - 7,3]	[15,8 - 16,5]	[6,8 - 7,3]	[21-27]
Blanding 11	Gennemsnit	223,0	15,9	7,1	15,9	7,1	28,9
	Std-afvigelse	37,6	0,6	0,6	0,6	0,6	4,7
	CoV	16,9	4,0	8,2	4,0	8,2	16,1
	Konfidensinterval	[200-246]	[15,5 - 16,3]	[6,7 - 7,4]	[15,5 - 16,3]	[6,7 - 7,4]	[26-32]
Blanding 12	Gennemsnit	202,7	16,5	8,2	16,4	8,2	30,0
	Std-afvigelse	27,6	0,3	0,2	0,3	0,3	5,3
	CoV	13,6	1,8	2,8	1,6	3,2	17,7
	Konfidensinterval	[186-220]	[16,3 - 16,7]	[8,0 - 8,3]	[16,3 - 16,6]	[8,0 - 8,4]	[27-33]



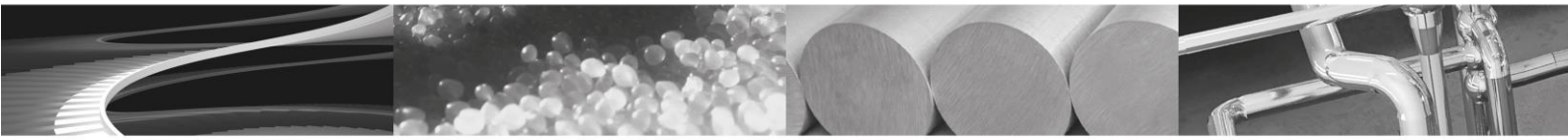
Som det fremgår af tabellen er der stor spredning på målingerne, specielt for E-modulet og slagstyrken. Dette ses bl.a. i de store konfidensintervaller samt via variations-koefficienten CoV[3], der er et udtryk for den relative variation.

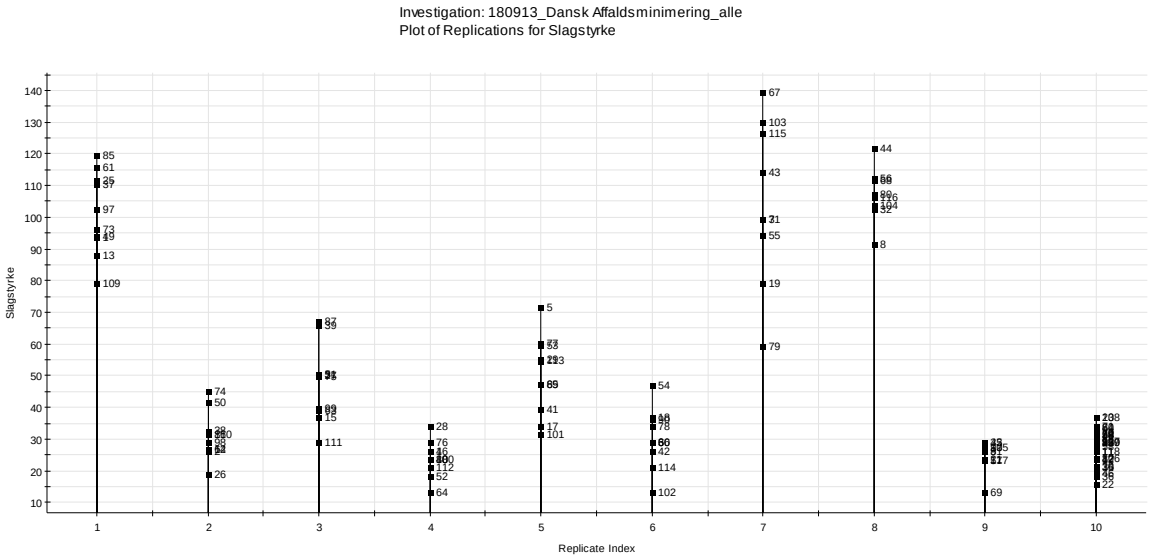
I nærværende data findes i flere tilfælde en relativ variation over 16- og op til 31% - hvilket må anses for at være et udtryk for inhomogent materiale og /eller en ustabil fremstillingsproces for testemnerne. Dette underbygges af replika-plottene. Jf Figur 3 og 4, der viser replika-plottene for E-modulet og slagstyrken. Replika-plot for de øvrige egenskaber findes i Appendiks D.



Figur 3: Replika-plot for E-modulet

[3] Variationskoefficeinten, CoV – coefficient of variance, er et udtryk for den relative variation idet den er forholdet mellem standardafvigelsen og gennemsnittet i procent: CoV=σ/μ *100%



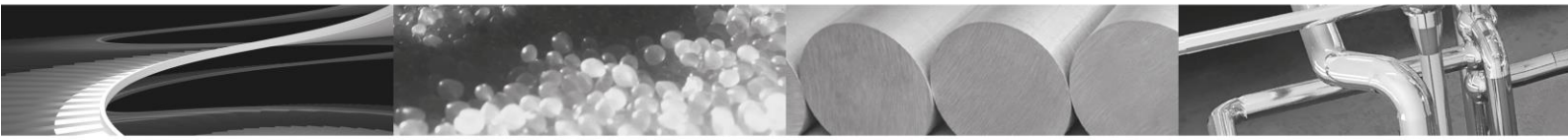


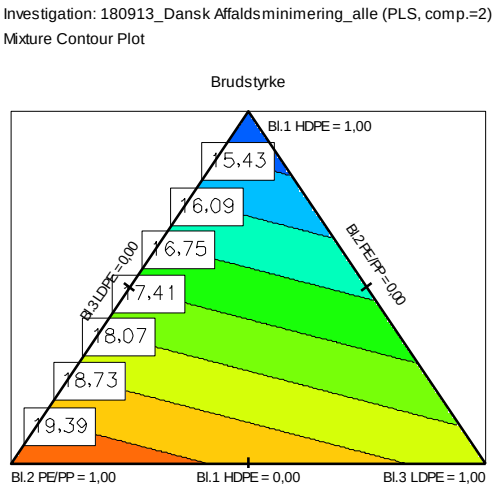
Figur 4: Replika-plot for slagstyrken

Den store variation medfører at modellerne for alle egenskaber har en forklaringsgrad, R2, på mindre end 50%. Jf. Tabel 4. Det betyder at i mere end 50% af tilfældene ville egenskaber estimeret på baggrund af modellerne være behæftet med fejl. Derfor bør modellerne ikke anvendes, og kun den bedste model, modellen for brudstyrke er inkluderet i denne rapport som eksempel. Se Figur 5 og Appendiks E.

Tabel 4: Modellernes forklaringsgrad,R2, model validitet og reproducerbarhed.

	R2	R2 Adj.	Q2	SDY	RSD	N	Model Validity	Reproducibility
Slagstyrke	0,458604	0,449106	0,450686	33,1221	24,5839	117	-0,2	0,890644
Trækstyrke	0,249302	0,236133	0,199933	2,09024	1,82686	117	-0,2	0,899035
Forlængelse, max	0,477727	0,468564	0,452762	5,66589	4,13041	117	-0,2	0,922811
Brudstyrke	0,464598	0,455207	0,433927	2,02234	1,4927	117	-0,2	0,875962
Brudforlængelse	0,415213	0,404953	0,376752	76,5826	59,0753	117	-0,2	0,95358
E-modul	0,0166472	-0,000604818	0	37,2833	37,2946	117	0,507056	0,0356614
N = 117	Cond. no. =	1,7650						
DF = 114	Y-miss =	0						
Comp. = 2								





Figur 5: Eksempel på en model for brudstyrken. Denne model en af de bedste, men har kun en forklaringsgrad, R2, på 0,46. Den bør derfor ligesom de øvrige modeller ikke anvendes.

Derfor er der kun er udarbejdet teknisk datablad for de 3 fraktioner:

1) Blanding 1:HDPE fra dunke mm.
2) Blanding 2:PE/PP Husholdning
3) Blanding 3:Hård Plast

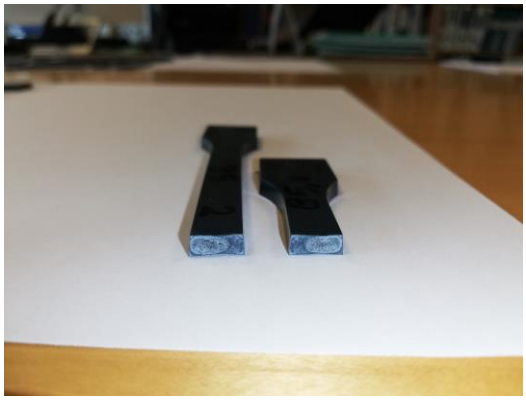
Disse er inkluderet i det sidste appendix; Appendix H.

Den store variation, som kunne forventes i betragtning af at materialet er genanvendt plast fra husholdningsaffald, betyder endvidere at konfidensintervallerne for egenskabs-værdierne anført på databladet er store. Yderligere skal det erindres at variationen af hver af de tre fraktioner sandsynlig vil ændre sig over tid, hvorved databladene ikke længere er gældende.

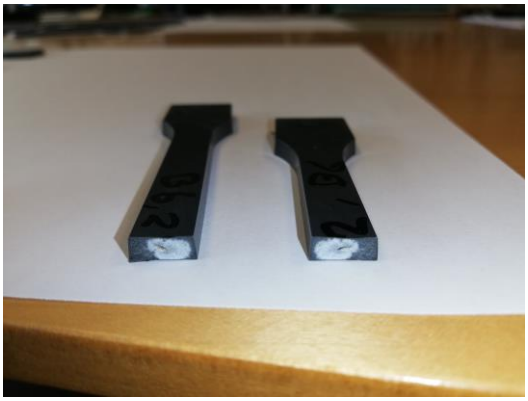
3.3 Resultater af visuelle observationer

Ved nærmere observation bekræftes mistanken om at materialet er stærkt inhomogent, da alle brudflader er mere eller mindre porøse og mange udviser større eller mindre kærve, der i nogle tilfælde stammer fra usmeltet materiale.

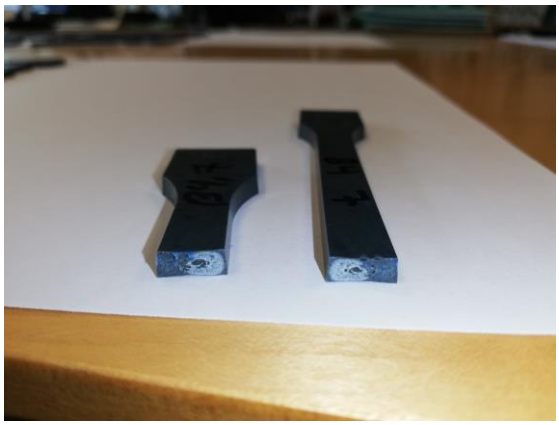
I Figur 6a og 6b ses brudflader, fra de mindst porøse testemner – hhv. test emne 5.2 og 6.2. I Figur 7a og 7b ses brudflader på testemner fra blanding 4, de mest porøse brudflader, der endog indeholder usmeltet materiale, der bevirker kærvdannelse.



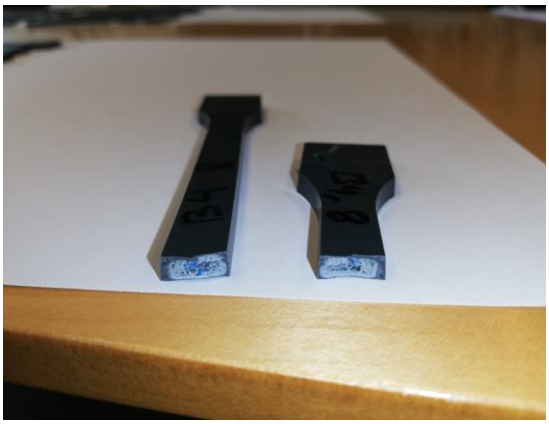
Figur 6a: Brudflade af 5.2 – et af de mindst porøse emner.



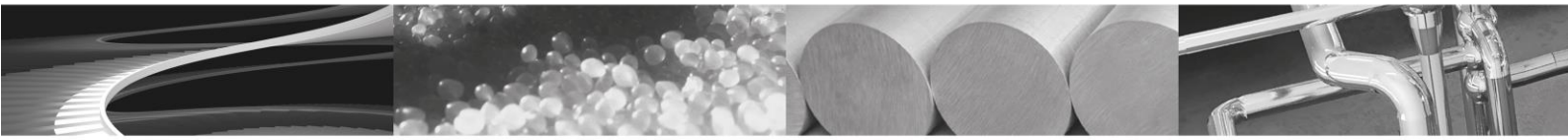
Figur 6b: Brudflade af 6.2 – et af de mindst porøse emner.



Figur 7a: Brudflade af 4.7 – et af de mest porøse emner. Bemærk det blå usmeltede materiale.



Figur 7b: Brudflade af 4.8 – et af de mest porøse emner. Bemærk det blå usmeltede materiale i midten af emnet og den dybe revne efter en kærv.



3.4 Resultater af termiske og kemiske tests

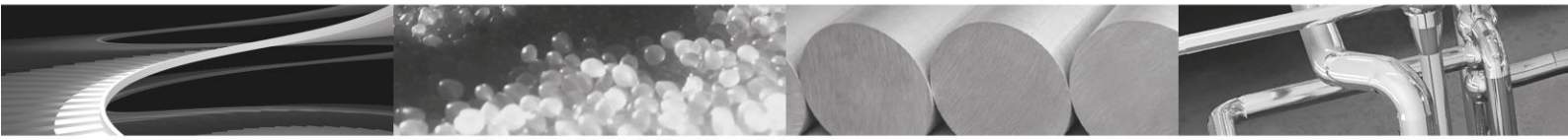
Der er udført termisk analyse via Differentiel Scannings Calorimetri (DSC). Denne analyse giver forskellige oplysninger om materialet, der er materialespecifikke; eksempelvis glasovergangstemperatur og smeltetemperatur. Analysen anvendes derfor ofte til identifikation af plastmaterialer sammen med FTIR, der anvendes til analyse af den overordnede kemiske struktur af et materiale. Resultaterne for FTIR præsenteres efterfølgende.

3.4.1 Termisk analyse - DSC resultater

I nærværende undersøgelse fokuseres kun på smeltetemperaturen, der aflæses på den grønne kurve i termogrammerne, der findes i Appendix F. De fremkomne smelte-temperaturer er tabuleret og sammenlignet med tabelværdier for specifikke termoplast typer. Oversigten ses i tabel 5.

Tabel 5: Oversigt over DSC resultater

Prøve	$T_{m,1}$ [°C]	$T_{m,LLDPE}$ [°C]	$T_{m,2}$ [°C]	$T_{m,HDPE}$ [°C]	$T_{m,3}$ [°C]	$T_{m,PP}$ [°C]	$T_{m,4}$ [°C]	$T_{m,PET*}$ [°C]	Kommentar
Blanding 1 (HDPE Dunke)	---	---	131,1	135	---	---	246	247	Består af HDPE og PET
Blanding 2 (PE/PP Husholdning)	125,5	122	---	---	161,2	165	---	---	Består af en smule LLDPE og PP
Blanding 3 (Hård Plast)	---	---	130,9	135	161,1	165	243,3	247	Består af HDPE, PP og PET
Bl.nr. 4: (Bl.1, 50% & Bl.2, 50%)	---	---	131,4	135	162,0	165	---	---	Består af HDPE og PP
Blanding 5 (Bl.1, 50% & Bl.3, 50%)	---	---	132,2	135	161,3	165	242,5	247	Består af HDPE, PP og PET
Blanding 6 (Bl.2, 50% & Bl.3, 50%)	---	---	131,0	135	162,9	165	249,5	247	Består af HDPE, PP og PET
Blanding 7 (Bl.1, 67% & Bl.2, 33%)	---	---	131,8	135	161,8	165	---	---	Består af HDPE og PP
Blanding 8 (Bl.1, 67% & Bl.3, 33%)	---	---	130,1	135	161,9	165	249,4	247	Består af HDPE, PP og PET
Blanding 9 (Bl.1, 33% & Bl.3, 67%)	---	---	130,6	135	160,9	165	248,5	247	Består af HDPE, PP og PET



Blanding 10 (Bl.1, 33%; Bl.2, 33% & Bl.3, 33%)	---	---	132,6	135	162,6	165	---	---	Består af HDPE og PP
Blanding 11 (Bl.1, 33%; Bl.2, 33% & Bl.3, 33%)	---	---	129,7	135	161,4	165	246,8	247	Består af HDPE, PP og PET
Blanding 12 (Bl.1, 33%; Bl.2, 33% & Bl.3, 33%)	---	---	130,0	135	160,6	165	246,6	247	Består af HDPE, PP og PET

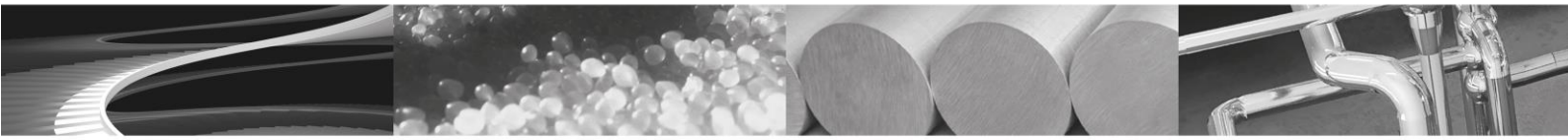
*Det skal bemærkes at basislinien ved den 4. smeltetemperatur, $T_{m,4}$, der findes ved 243-250°C, er stærkt stigende, hvilket ikke er normalt. Det vurderes at dette skyldes, at en begyndende nedbrydning af HDPE allerede finder sted ved denne temperatur. Disse to fænomener overlapper hinanden i termogrammet.

DSC termogrammerne af fraktionerne leveret fra Dansk Affaldsminimering viser at Blanding 1 hovedsagelig består af HDPE og noget PET. Blanding 2 består hovedsagelig af PP og en smule LLDPE og Blanding 3 består af HDPE, PP og PET.
Blandingerne 4-12 er som nævnt forskellige blandinger af blandingerne 1, 2 og 3 og deres indhold afspejler dette, idet de indeholder de samme tre polymerer. Kun LLDPE fra blanding 2 genfindes ikke i de øvrige blandinger.

3.4.2 kemisk analyse - FTIR resultater

Der er foretaget FTIR analyse af de tre fraktioner, blanding 1-3. FTIR spektrene findes i Appendix G, og der er foretaget et match med diverse biblioteker af FTIR-spektre. FTIR spektret for Blanding 1 viser et match på 97% med polyethylene og spektret for blanding 3 viser et match på 87% med en copolymer af polyethylene propylene.

De termiske og kemiske analyser viser at fraktionerne Blanding 1 til 3, som forventet hovedsagelig indeholder PE og PP, men også nogen PET. Dette forhold influerer selvfølgelig på de øvrige blandinger 4-12, der er blandet heraf.



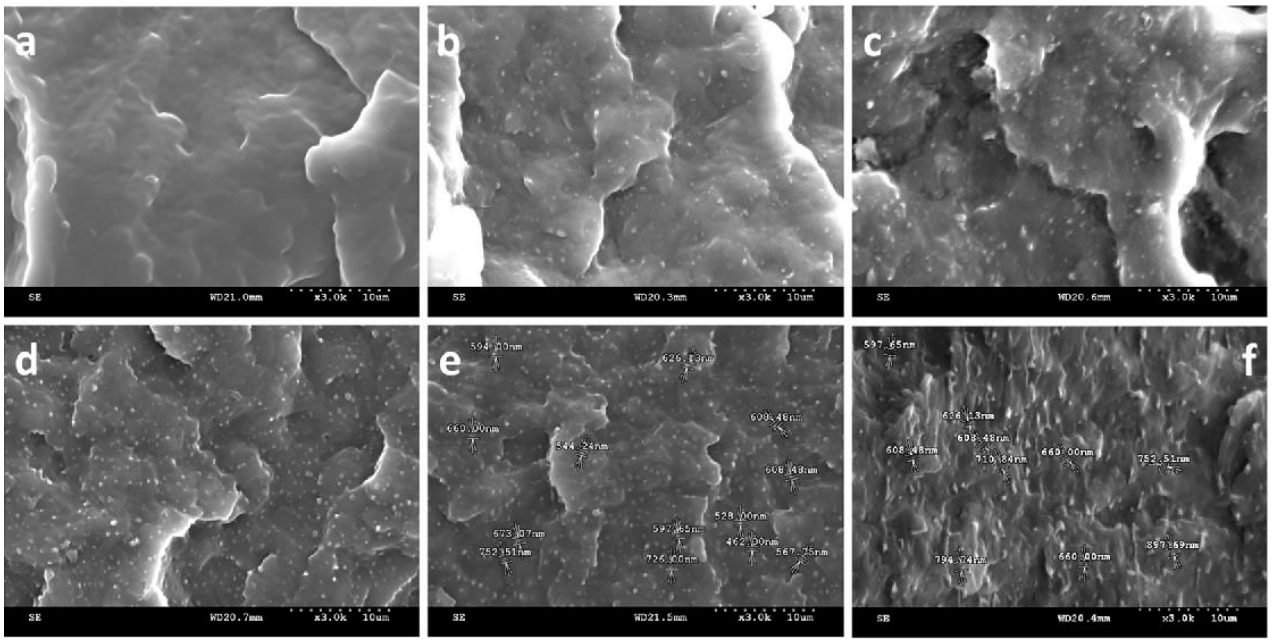
4 Diskussion

Ligesom i denne case har blends af PE og PP i adskillige år været genstand for omfattende forskning for at opfordre til og lette genanvendelse og recycling af plastaffald. PE og PP er dog termodynamiske ikke blandbare og disse polyolefiner danner binære systemer, der normalt udviser en egenskabsprofil med ringere egenskaber end udgangskomponenterne, dvs PE og PP hver for sig. Eksempelvis fandt Jose *et al* [2] en betydelig faseadskillelse mellem disse materialer, der var skyld i en reduktion af de mekaniske egenskaber for polymerblenden.

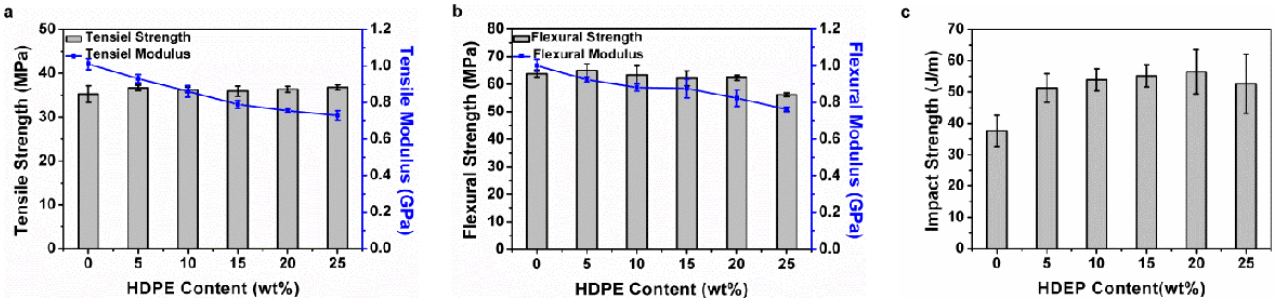
Der er udført mange studier for at forstå blandbarheden af PE/PP polymerblends bedre, eksempelvis [3,4,5], og det viser sig at PP er den kontinuerlige fase og HDPE er dispergeret heri. Det viser sig at kompatibiliteten, de fysiske og mekaniske egenskaber kan forbedres ved fremstilling af en PP/HDPE polyblend. Det afhænger dog af bl.a.:

- forholdet mellem de to polymerer HDPE og PP,
- fremstillings temperaturen og
- Melt flow indekset (MFI).

Eksempelvis kan nævnes at i en PP/HDPE polyblend blev slagstyrken af PP forøget fra 38 J/m når der blev tilsat 20 wt% HDPE til 56 J/m. Det viste sig at HDPE var fordelt i PP matricen i form af partikler (se nedenstående scannings elektron mikroskopi (SEM) billeder Figur 8 og resultater af mekaniske test i Figur 9) og når slagkraften påføres, udsættes disse partikler for en plastisk deformation, der fordeler slagenergien, hvorved polyblenden opnår forbedret slagstyrke [6].

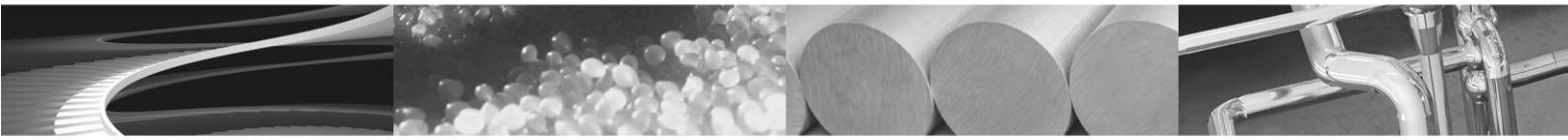


Figur 8: Scannings electron mikroskopi (SEM) billeder (3000 x) af (a) brudfladen af PP matricen. og b-f brudflader af PP/HDPE polymerblends (b) 5 wt%; (c)10 wt%; (d)15 wt%; (e) 20 wt%;(f) 25 wt% af HDPE. Billedet er taget fra [6]



Figur 9 (a) Træk egenskaber, (b) bøje egenskaber, og (c) slagstyrke af PE/HDPE polymerblends. Figuren er taget fra [6].

Det skal kraftig pointeres at MFI'en af de to polymerer i ovenstående eksempel var tilpasset hinanden for at opnå en reduceret faseadskillelsen mellem de to materialer, dvs. en interaktion mellem den kontinuerte fase og den dispergerede fase, og dermed forbedret slagstyrke.



Endvidere fandt Lin *et al* [6] at overdrevet tilsætning af HDPE (25 wt%) forøgede fase-adskillelsen af HDPE, hvilket medførte en interfase mellem PP og HDPE og en med-følgende reduktion af slagstyrken, men også af bl.a. bøje styrke og bøje modulet.
I denne case viser resultaterne allerede flere forhold, der reducerer blandbarheden mellem PE og PP og dermed resulterer i blandinger med egenskabsprofiler, er er langt ringere end forventet.

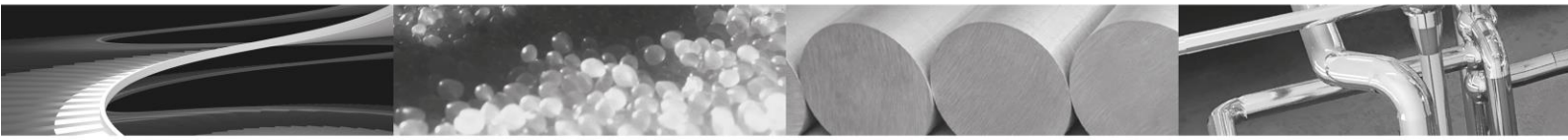
For det første viser DSC-analysen at blandingerne, som forventet indeholder HDPE og PP, men også nogen PET, hvilket yderligere fører til dårlig blandbarhed/ ringe kompa-tibilitet. Dette påvirker de mekaniske egenskaber hvilket afspejles tydeligt i alle de opnåede egenskaber, som vist i afsnit 3.2 og som nævnt nedenfor.

For det andet viser resultaterne for MFI, at de forskellige fraktioner, Blanding 1, blanding 2 og blanding 3 har meget forskellig MFI. Dette var på sin vis som forventet idet bl.a. fraktionen med HDPE dunke, dvs blanding 1, er blæsestøbt, hvilket kræver en anden MFI end eksempelvis emner, der er sprøjtestøbt eller termoformet, men som vist i bl.a. [6] resulterer dette i reducerede egenskaber.

For det tredje er der begrænset blandbarhed mellem PE og PP. Det betyder at for at opnå egenskaber på niveau med udgangs komponenterne, PE og PP, skal blandings-forholdet være kendt og det er ikke tilfældet i denne case.

Disse forhold resulterer eksempelvis i at brudstyrken af blanding 4, der har en gennemsnitlig brudstyrke på 17,2 MPa falder i forhold til det der kan forventes af en 50/50 blanding af Blanding 1 og Blanding 2, der har gennemsnitlige brudstyrker på hhv. 16,3 og 21,6 MPa.

Tilsvarende ses at den gennemsnitlige slagstyrke for Blanding 4 (på 23,9 KJ/m2) falder i forhold til det der kan forventes fra en 50/50 blanding af Blanding 1 og Blanding 2, der har gennemsnitlige slagstyrker på hhv. 101 og 30,9 KJ/m2. Slagstyrken for Blanding 4 er endog lavere end komponenternes udgangspunkt.



5 Konklusion

Formålet med denne case var, at demonstrere, at genbrugsplast fra husholdningsaffald er en værdifuld ressource, blot den sorteres tilstrækkelig og karakteriseres mht. procesegenskaber og slutegenskaber. Til dette formål har Dansk Affaldsminimiering leveret tre fraktioner fra deres vaske og sorteringsanlæg som følger:

1) HDPE fra dunke.
2) PE/PP Husholdning
3) Hård Plast

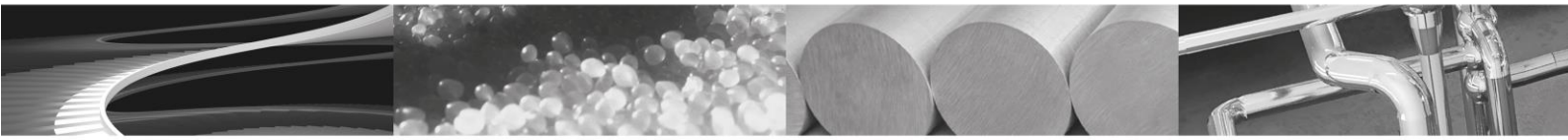
Endvidere var det formålet at undersøge effekten af blandingsforholdet mellem de tre plast fraktioner fra husholdningsaffald og kortlægge proces- og slutegenskaber for nye blandinger.

Karakteriseringen blev udført via følgende egenskaber: Melt flow indeks, trækstyrke og -forlængelse, brudstyrke og -forlængelse, E-modul og slagstyrke samt smeltetemperatur.

Resultaterne heraf viste dog at der er flere forhold omkring de tre plastfraktioner fra husholdningsaffald, der reducerer blandbarheden mellem PE og PP, hvilket resulterer i egenskabsprofiler, der er ringere end forventet. Disse er:

1. Blandbarheden mellem PE og PP er begrænset. Det betyder at for at opnå egenskaber på niveau med udgangskomponenterne, PE og PP, skal blandings-forholdet være kendt. Det er ikke tilfældet i denne case.
2. DSC-analysen viser at de tre fraktioner, Blanding 1, 2 og 3, som forventet inde-holder HDPE og PP, men også nogen PET. Dette bidrager til dårlig blandbarhed mellem PE og PP
3. Resultaterne for MFI viser, at de forskellige fraktioner, Blanding 1, 2 og 3 har meget forskellig MFI. Dette bidrager yderligere til dårlig blandbarhed mellem PE og PP og resulterer yderligere i reducerede egenskaber.

Dette betyder at der kun er udarbejdet teknisk datablad for de tre plastfraktioner, Blanding 1, 2 og 3, jf Appendix H. Den store variation, som kunne forventes i betragtning af at materialet er genanvendt plast fra husholdningsaffald, betyder



endvidere at konfidensintervallerne for egenskabs-værdierne anført på databladet er store. Yderligere skal det erindres at variationen af hver af de tre fraktioner sandsynlig vil ændre sig over tid, hvorved databladene ikke længere er gældende.

Det anses ikke for brugbart at kortlægge proces- og mekaniske egenskaber for blandinger af de tre plastfraktioner, Blandingerne 4-12.

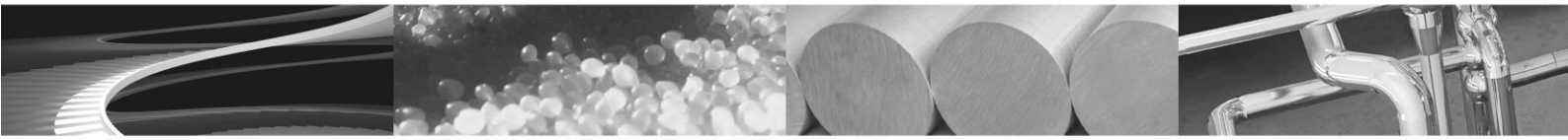
På baggrund heraf anbefales det at sorteringen mht. plasttype og hvis muligt MFI optimeres, at genbrugsplast råvaren fremstilles så den også fysisk er mere ensartet, dvs. mere ensartede flakes. Og endelig at der opnås nærmere kendskab til blandings-forholdet mellem PE og PP.

Udarbejdet d. 26. september 2018 af

Mia Katharina Podlech

Mia Katharina Podlech

Teknisk Projektleder,
Chem. Eng. M.Sc, Ph.D.



6.Referencer

1.-https://groenomstilling.erhvervsstyrelsen.dk/cirkulaer-oekonomi

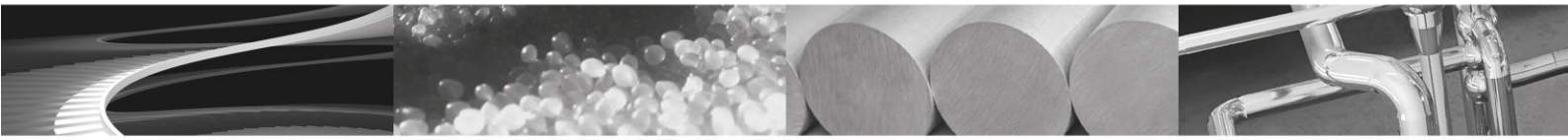
2.-Jose, S.; Aprem, A.S; Francis, B.; Chandy, M.C; Werner, P.; Alstaedt, V.; Thomas, S.: Phase morphology, crystallization behavior and mechanical properties of isotactic polypropylene/high density polyethylene blends." *Eur. Polym. J.* 2004, 40 2105-2115

3.-Bains, M., Balke, S.T.; Reck, D. and Horn, J.: "The compatibility of linear low density polyethylene-polypropylene blends: Viscosity ratio plots" Polymer Engineering and Science, aug 1994, doi.10.1002

4.-Graziano, A.; Jaffer, S. and Sain, M.: "Review on modification strategies of polyethylene/polypropylene immiscible thermoplastic polymer blends for enhancing their mechanical behavior" Journal of elastomers & Plastics, 1-46, 2018, DOI.:10.1177/0095244318783806

5.-Sutar, H. et al.: "Mechanical, Thermal and Crystallization Properties of polypropylene (PP) Reinforced Composites with High Density Polyethylene (HDPE) as Matrix", Material Sciences and Applications, vol 9, pp. 502-515, 2018, DOI.:10.4236/msa2018.95035

6.-Lin, J-H. et al : " Preparation and compatibility Evaluation of Polypropylene/ High Density Polyethylene Polyblends" Materials, 2015, 8, 8850-8859; DOI.: 10.3390/ma8125496



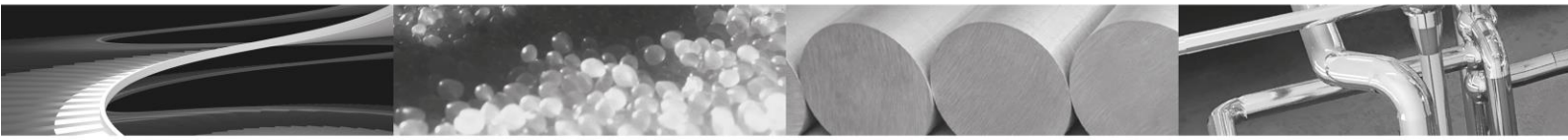
Appendix A: Melt flow indeks resultater

Blandingsnummer	MFI metode	MFI (g/10 min)
Bl.nr. 1	220°C og 10 kg	1,71
Bl.nr. 4: (Bl.1, 50% & Bl.2, 50%)	220°C og 10 kg	38,74
Bl.nr. 5: (Bl.1, 50% & Bl.3, 50%)	220°C og 10 kg	37,10

Blanding	MFI metode	MFI (g/10 min)
Bl.nr. 3	170°C og 2,16 kg	3,06
Bl.nr. 6: (Bl.2, 50% & Bl.3, 50%)	170°C og 2,16 kg	4,03

Blanding	MFI metode	MFI (g/10 min)
Bl.nr. 2	180°C og 2,16 kg	5,91
Bl.nr. 3	180°C og 2,16 kg	11,33
Bl.nr. 4: (Bl.1, 50% & Bl.2, 50%)	180°C og 2,16 kg	0,58
Bl.nr. 5: (Bl.1, 50% & Bl.3, 50%)	180°C og 2,16 kg	0,77
Bl.nr. 6: (Bl.2, 50% & Bl.3, 50%)	180°C og 2,16 kg	8,95
Bl.nr. 10: (Bl 1, 33%, Bl.2, 33% & Bl.3, 33%)	180°C og 2,16 kg	1,27
Bl.nr. 10: (Bl 1, 33%, Bl.2, 33% & Bl.3, 33%)	180°C og 2,16 kg	1,11
Bl.nr. 10: (Bl 1, 33%, Bl.2, 33% & Bl.3, 33%)*	180°C og 2,16 kg	2,38

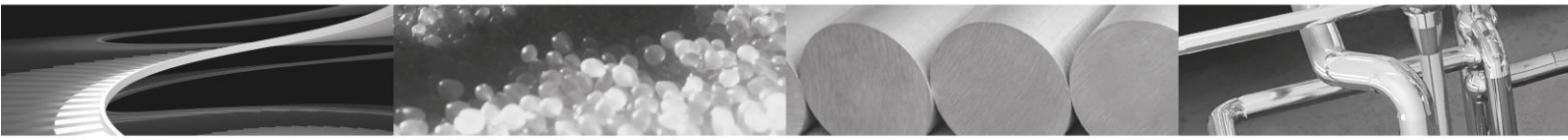
*MFI er målt på et sprøjtestøbt emne, hvorfra en passende mængde flakes er udtaget.



Appendix B: Rådata for mekaniske egenskaber - trækprøvning

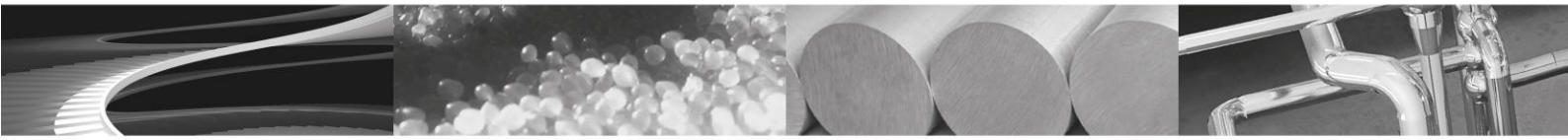
Tabel B.1: Data for trækprøvning, Blanding 1

Prøve navn	Prøvenr.	Young's Modulus [Mpa]	Stress at Maximum Load [Mpa]	Percentage Strain at Maximum Load [%]	Stress at Break [Mpa]	Percentage Strain at Break [%]
B1	1	255,48	18,67	25,59	17,20	353,67
	2	248,48	18,69	27,87	16,07	190,62
	3	194,42	18,67	30,01	16,60	275,01
	4	344,71	18,63	24,85	16,69	267,40
	5	189,93	18,47	29,97	15,95	306,40
	6	222,84	18,34	17,68	16,85	351,72
	7	174,23	18,95	27,40	16,67	321,03
	8	231,69	18,73	28,47	15,66	254,47
	9	207,13	18,77	27,63	15,76	207,41
	10	201,11	18,58	29,07	15,65	236,03
	Gennemsnit	**227,0**	**18,6**	**26,9**	**16,3**	**276,4**
	Standardafvigelse	48,8	0,2	3,6	0,6	56,6
	CoV	21,5	0,9	13,5	3,4	20,5
	Konfidensinterval	30,3	0,1	2,3	0,3	35,1
	Nedre konfidensinterval	196,7	18,5	24,6	16,0	241,3
	Øvre konfidensinterval	257,3	18,8	29,1	16,7	311,5
	Konfidensinterval	[196,7;257,3]	[18,5; 18,8]	[24,6 ; 29,1]	[16,0; 16,7]	[241,3; 311,5]



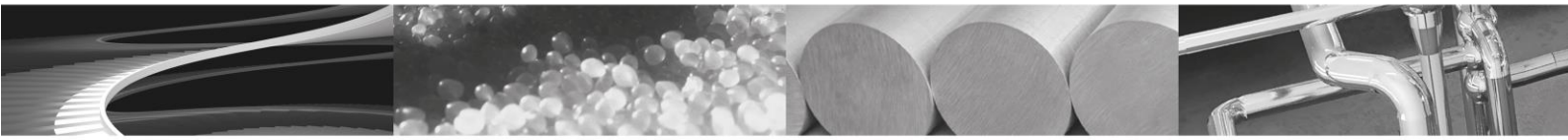
Tabel B.2: Data for trækprøvning, Blanding 2

Prøve navn	Prøvenr.	Young's Modulus [Mpa]	Stress at Maximum Load [Mpa]	Percentage Strain at Maximum Load [%]	Stress at Break [Mpa]	Percentage Strain at Break [%]
B2	1	257,43	22,99	10,30	22,30	10,77
	2	190,83	22,87	10,36	21,13	14,39
	3	210,11	20,94	9,40	20,03	9,91
	4	251,72	22,16	9,99	21,68	10,82
	5	154,31	22,14	10,73	20,94	12,64
	6	145,53	23,14	10,82	21,85	12,65
	7	326,28	22,63	10,61	21,91	11,90
	8	209,56	22,77	12,15	22,33	12,17
	9	201,04	22,39	9,46	21,84	10,78
	10	198,45	22,83	10,51	21,69	14,30
	Gennemsnit	**214,5**	**22,5**	**10,4**	**21,6**	**12,0**
	Standardafvigelse	52,9	0,6	0,8	0,7	1,5
	CoV	24,6	2,8	7,5	3,2	12,6
	Konfidensinterval	32,8	0,4	0,5	0,4	0,9
	Nedre konfidensinterval	181,8	22,1	9,9	21,1	11,1
	Øvre konfidensinterval	247,3	22,9	10,9	22,0	13,0
	Konfidensinterval	[181,8;247,3]	[22,1; 22,9]	[9,9 ; 10,9]	[21,1; 22,0]	[11,1; 13,0]



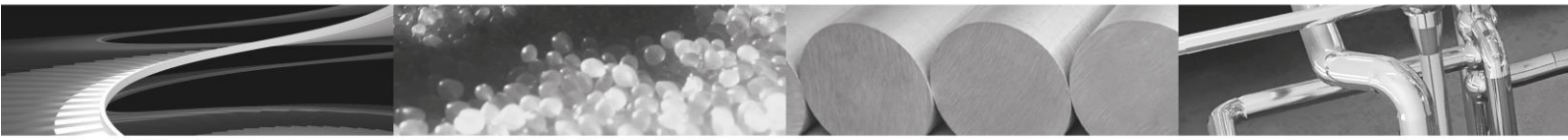
Tabel B.3: Data for trækprøvning, Blanding 3

Prøve navn	Prøvenr.	Young's Modulus [Mpa]	Stress at Maximum Load [Mpa]	Percentage Strain at Maximum Load [%]	Stress at Break [Mpa]	Percentage Strain at Break [%]
B3	1	287,86	21,39	10,41	21,39	10,41
	2	189,82	19,38	7,99	19,19	8,14
	3	226,92	19,44	8,02	19,44	8,02
	4	203,13	21,46	10,97	21,46	10,97
	5	156,59	20,82	10,71	20,82	10,71
	6	252,40	20,90	10,10	20,90	10,10
	7	226,79	21,55	10,80	21,55	10,80
	8	218,01	17,55	7,71	17,55	7,71
	9	222,12	20,96	9,91	20,96	9,91
	10	240,46	21,39	10,65	21,39	10,65
	Gennemsnit	**222,4**	**20,5**	**9,7**	**20,5**	**9,7**
	Standardafvigelse	35,5	1,3	1,3	1,3	1,3
	CoV	16,0	6,3	13,3	6,4	13,1
	Konfidensinterval	22,0	0,8	0,8	0,8	0,8
	Nedre konfidensinterval	200,4	19,7	8,9	19,6	9,0
	Øvre konfidensinterval	244,4	21,3	10,5	21,3	10,5
	Konfidensinterval	[200,4;244,4]	[19,7; 21,3]	[8,9 ; 10,5]	[19,6; 21,3]	[9,0; 10,5]



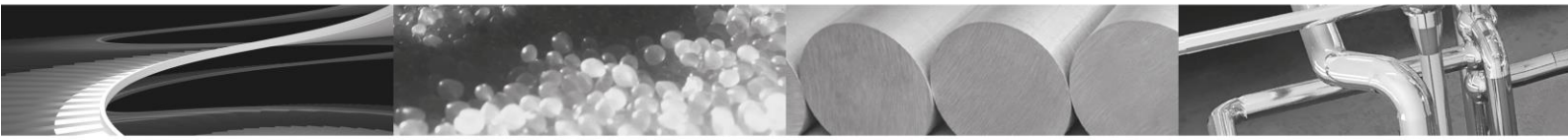
Tabel B.4: Data for trækprøvning, Blanding 4

Prøve navn	Prøvenr.	Young's Modulus [Mpa]	Stress at Maximum Load [Mpa]	Percentage Strain at Maximum Load [%]	Stress at Break [Mpa]	Percentage Strain at Break [%]
B4	1	192,59	17,57	7,22	17,22	7,32
	2	230,04	17,86	8,93	17,86	8,93
	3	235,09	16,68	7,77	16,68	7,77
	4	210,85	17,35	8,15	16,93	8,22
	5	191,51	17,19	7,71	17,19	7,71
	6	170,46	16,70	7,29	16,50	7,70
	7	139,73	16,86	7,49	16,86	7,49
	8	153,17	18,65	9,23	18,65	9,23
	9	205,74	17,14	8,08	17,14	8,08
	10	188,16	17,69	8,42	17,40	8,67
	Gennemsnit	**191,7**	**17,4**	**8,0**	**17,2**	**8,1**
	Standardafvigelse	30,9	0,6	0,7	0,6	0,6
	CoV	16,1	3,5	8,4	3,6	7,9
	Konfidensinterval	19,1	0,4	0,4	0,4	0,4
	Nedre konfidensinterval	172,6	17,0	7,6	16,9	7,7
	Øvre konfidensinterval	210,9	17,7	8,4	17,6	8,5
	Konfidensinterval	[172,6;210,9]	[17,0; 17,7]	[7,6 ; 8,4]	[16,9; 17,6]	[7,7; 8,5]



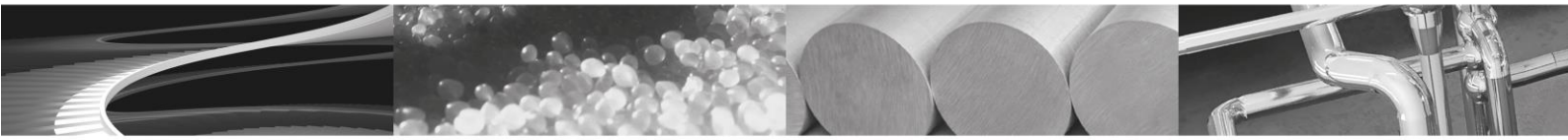
Tabel B.5: Data for trækprøvning, Blanding 5

Prøve navn	Prøvenr.	Young's Modulus [Mpa]	Stress at Maximum Load [Mpa]	Percentage Strain at Maximum Load [%]	Stress at Break [Mpa]	Percentage Strain at Break [%]
B5	1	192,64	17,68	9,31	17,35	9,43
	2	215,25	18,17	10,41	17,91	10,44
	3	240,94	17,96	9,63	17,73	9,69
	4	229,19	17,45	9,35	17,23	9,93
	5	237,70	16,96	8,44	16,79	8,63
	6	189,49	15,33	7,40	15,33	7,40
	7	256,18	17,45	10,14	17,45	10,14
	8	234,88	17,07	8,80	16,89	9,35
	9	239,14	17,65	9,47	17,52	9,73
	10	227,31	18,02	10,69	18,02	10,69
	Gennemsnit	**226,3**	**17,4**	**9,4**	**17,2**	**9,5**
	Standardafvigelse	21,3	0,8	1,0	0,8	1,0
	CoV	9,4	4,7	10,4	4,5	10,0
	Konfidensinterval	13,2	0,5	0,6	0,5	0,6
	Nedre konfidensinterval	213,1	16,9	8,8	16,7	9,0
	Øvre konfidensinterval	239,5	17,9	10,0	17,7	10,1
	Konfidensinterval	[231,1;239,5]	[16,9; 17,9]	[8,8 ; 10,0]	[16,7; 17,7]	[9,0; 10,1]



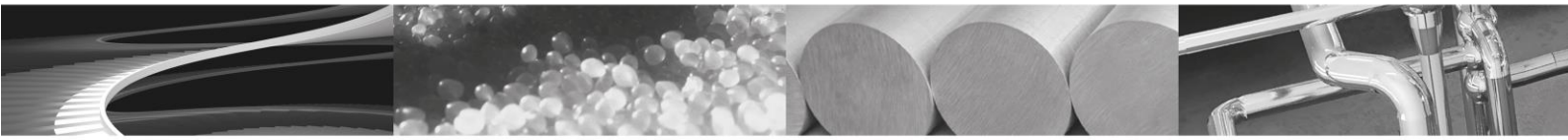
Tabel B.6: Data for trækprøvning, Blanding 6

Prøve navn	Prøvenr.	Young's Modulus [Mpa]	Stress at Maximum Load [Mpa]	Percentage Strain at Maximum Load [%]	Stress at Break [Mpa]	Percentage Strain at Break [%]
B6	1	232,76	19,40	8,57	19,40	8,57
	2	287,27	20,99	9,62	20,99	9,62
	3	211,35	19,79	8,40	19,79	8,40
	4	346,88	19,55	7,77	19,13	7,83
	5	248,14	20,58	9,17	20,58	9,17
	6	201,31	20,85	9,23	20,85	9,23
	7	233,57	19,58	8,08	19,58	8,08
	8	211,25	19,46	7,91	19,27	8,13
	9	230,35	18,94	7,61	18,76	7,78
	10	244,37	18,64	8,42	18,62	8,78
	Gennemsnit	**244,7**	**19,8**	**8,5**	**19,7**	**8,6**
	Standardafvigelse	43,3	0,8	0,7	0,8	0,6
	CoV	17,7	4,0	8,0	4,3	7,4
	Konfidensinterval	26,8	0,5	0,4	0,5	0,4
	Nedre konfidensinterval	217,9	19,3	8,1	19,2	8,2
	Øvre konfidensinterval	271,5	20,3	8,9	20,2	9,0
	Konfidensinterval	[217,9;271,5]	[19,3; 20,3]	[8,1 ; 8,9]	[19,2; 20,2]	[8,2; 9,0]



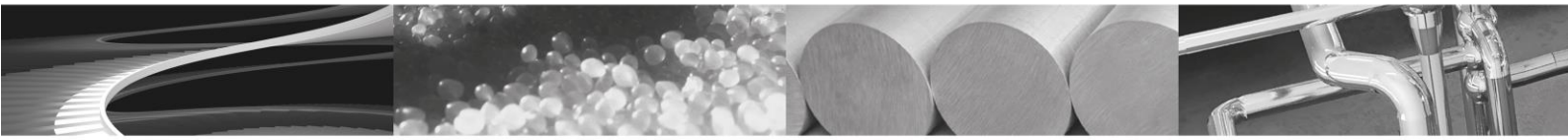
Tabel B.7: Data for trækprøvning, Blanding 7

Prøve navn	Prøvenr.	Young's Modulus [Mpa]	Stress at Maximum Load [Mpa]	Percentage Strain at Maximum Load [%]	Stress at Break [Mpa]	Percentage Strain at Break [%]
B7	1	254,77	17,61	13,19	16,84	13,33
	2	227,31	17,23	12,15	17,23	12,15
	3	221,88	17,62	13,60	15,63	14,71
	4	162,04	18,31	15,53	15,67	19,68
	5	187,76	17,61	13,35	16,46	13,65
	6	194,54	17,84	13,79	16,05	14,55
	7	204,07	17,96	12,55	17,53	12,58
	8					
	9	198,11	17,52	12,21	16,84	12,26
	10	229,15	18,10	14,88	16,22	16,41
	Gennemsnit	**208,8**	**17,8**	**13,5**	**16,5**	**14,4**
	Standardafvigelse	27,4	0,3	1,2	0,7	2,4
	CoV	13,1	1,9	8,6	4,0	16,8
	Konfidensinterval	17,9	0,2	0,8	0,4	1,6
	Nedre konfidensinterval	190,9	17,5	12,7	16,1	12,8
	Øvre konfidensinterval	226,8	18,0	14,2	16,9	15,9
	Konfidensinterval	[190,9;226,8]	[17,5; 18,0]	[12,7 ; 14,2]	[16,1; 16,9]	[12,8; 15,9]



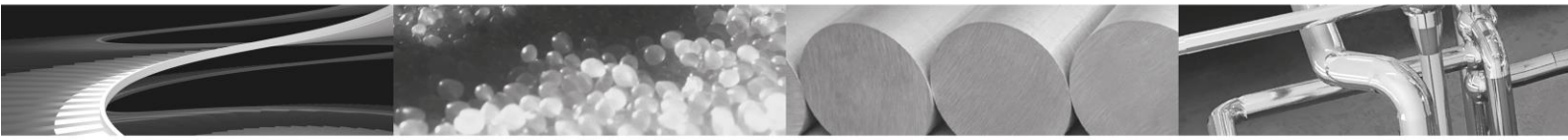
Tabel B.8: Data for trækprøvning, Blanding 8

Prøve navn	Prøvenr.	Young's Modulus [Mpa]	Stress at Maximum Load [Mpa]	Percentage Strain at Maximum Load [%]	Stress at Break [Mpa]	Percentage Strain at Break [%]
B8	1	229,74	17,48	14,29	16,98	14,94
	3	227,04	17,60	14,17	17,00	14,61
	4	244,22	17,54	15,17	16,17	19,24
	5	228,10	18,38	22,46	17,69	26,66
	6	202,95	18,15	16,40	15,54	21,24
	7	219,34	17,51	14,98	16,67	15,43
	9	202,89	16,83	10,08	16,67	10,68
	10	195,03	17,51	14,35	17,07	15,24
	Gennemsnit	**218,7**	**17,6**	**15,2**	**16,7**	**17,3**
	Standardafvigelse	16,9	0,5	3,4	3,4	4,9
	CoV	7,7	2,6	22,6	20,6	28,7
	Konfidensinterval	11,7	0,3	2,4	2,4	3,4
	Nedre konfidensinterval	207,0	17,3	12,9	14,3	13,8
	Øvre konfidensinterval	230,3	17,9	17,6	19,1	20,7
	Konfidensinterval	[207,0;230,3]	[17,3; 17,9]	[12,9 ; 17,6]	[14,3; 19,1]	[13,8; 20,7]



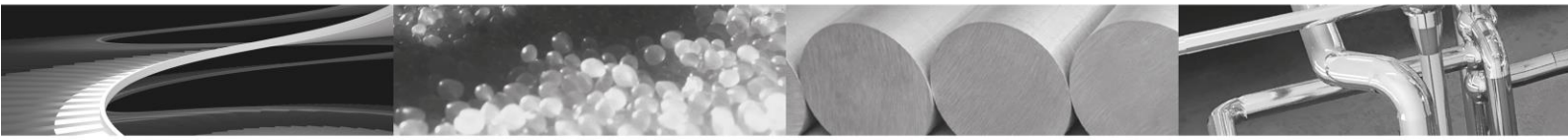
Tabel B.9: Data for trækprøvning, Blanding 9

Prøve navn	Prøvenr.	Young's Modulus [Mpa]	Stress at Maximum Load [Mpa]	Percentage Strain at Maximum Load [%]	Stress at Break [Mpa]	Percentage Strain at Break [%]
B9	1	248,57	15,66	7,12	15,66	7,12
	2	275,11	15,87	7,05	15,87	7,05
	3	240,70	16,02	7,31	15,78	7,38
	4	212,91	15,84	7,58	15,84	7,58
	5	171,57	15,71	6,90	15,71	6,90
	6	215,59	15,04	6,71	15,04	6,71
	7	171,05	15,22	6,76	15,22	6,76
	8	160,30	15,97	7,18	15,97	7,18
	9	223,52	15,57	6,85	15,57	6,85
	10	209,02	15,76	7,19	15,76	7,19
	Gennemsnit	**212,8**	**15,7**	**7,1**	**15,6**	**7,1**
	Standardafvigelse	36,9	0,3	0,3	0,3	0,3
	CoV	17,4	2,0	3,8	1,9	3,9
	Konfidensinterval	22,9	0,2	0,2	0,2	0,2
	Nedre konfidensinterval	189,9	15,5	6,9	15,5	6,9
	Øvre konfidensinterval	235,7	15,9	7,2	15,8	7,2
	Konfidensinterval	[189,9;235,7]	[15,5; 15,9]	[6,9 ; 7,2]	[15,5; 15,8]	[6,9; 7,2]



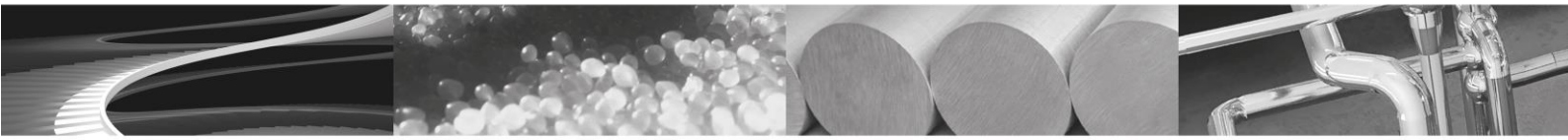
Tabel B.10: Data for trækprøvning, Blanding 10 - centerpunkts blanding 1

Prøve navn	Prøvenr.	Young's Modulus [Mpa]	Stress at Maximum Load [Mpa]	Percentage Strain at Maximum Load [%]	Stress at Break [Mpa]	Percentage Strain at Break [%]
C1	1	196,92	16,09	7,01	16,09	7,01
	2	178,74	15,81	6,80	15,81	6,80
	3	144,74	16,51	7,52	16,51	7,52
	4	226,47	17,14	7,67	16,87	7,74
	5	245,86	16,70	7,16	16,37	7,30
	6	240,19	14,91	6,34	14,91	6,34
	7	152,19	16,28	7,33	16,28	7,33
	8	246,60	16,93	7,16	16,93	7,16
	9	241,93	15,82	6,39	15,82	6,39
	10	231,84	16,05	6,78	15,75	6,80
	Gennemsnit	**210,5**	**16,2**	**7,0**	**16,1**	**7,0**
	Standardafvigelse	39,5	0,6	0,4	0,6	0,5
	CoV	18,8	4,0	6,3	3,7	6,5
	Konfidensinterval	24,5	0,4	0,3	0,4	0,3
	Nedre konfidensinterval	186,1	15,8	6,7	15,8	6,8
	Øvre konfidensinterval	235,0	16,6	7,3	16,5	7,3
	Konfidensinterval	[186,1;235,0]	[15,8; 16,6]	[6,7 ; 7,3]	[15,8; 16,5]	[6,8; 7,3]



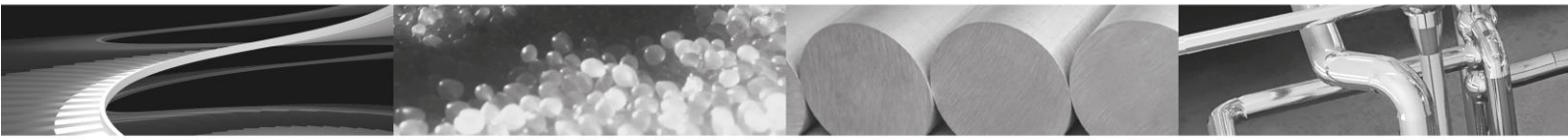
Tabel B.11: Data for trækprøvning, Blanding 11- centerpunkts blanding 2

Prøve navn	Prøvenr.	Young's Modulus [Mpa]	Stress at Maximum Load [Mpa]	Percentage Strain at Maximum Load [%]	Stress at Break [Mpa]	Percentage Strain at Break [%]
C2	1	208,76	16,32	7,38	16,32	7,38
	2	293,97	15,36	6,77	15,36	6,77
	3	196,04	14,66	6,03	14,66	6,03
	4	240,34	16,09	7,22	16,09	7,22
	5	220,45	15,69	6,79	15,69	6,79
	6	233,53	16,13	7,08	16,13	7,08
	7	230,69	15,89	7,28	15,89	7,28
	8	209,85	16,43	7,52	16,43	7,52
	9	247,14	16,92	8,12	16,92	8,12
	10	148,73	15,48	6,53	15,48	6,53
	Gennemsnit	**223,0**	**15,9**	**7,1**	**15,9**	**7,1**
	Standardafvigelse	37,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	CoV	16,9	4,0	8,2	4,0	8,2
	Konfidensinterval	23,3	0,4	0,4	0,4	0,4
	Nedre konfidensinterval	199,7	15,5	6,7	15,5	6,7
	Øvre konfidensinterval	246,2	16,3	7,4	16,3	7,4
	Konfidensinterval	[199,7;246,2]	[15,5; 16,3]	[6,7 ; 7,4]	[15,5; 16,3]	[6,7; 7,4]



Tabel B.12: Data for trækprøvning, Blanding 12 - centerpunkts blanding 3

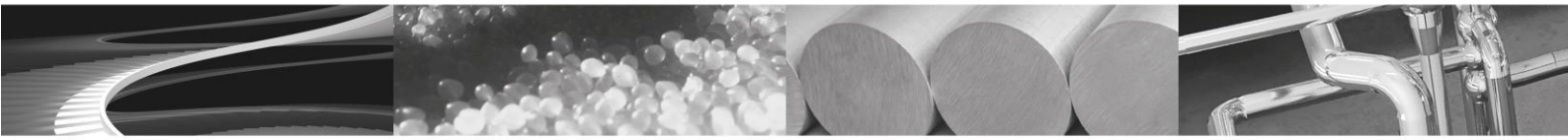
Prøve navn	Prøvenr.	Young's Modulus [Mpa]	Stress at Maximum Load [Mpa]	Percentage Strain at Maximum Load [%]	Stress at Break [Mpa]	Percentage Strain at Break [%]
C3	1	172,62	16,09	7,87	16,09	7,87
	2	175,90	16,80	8,43	16,59	8,47
	3	234,95	16,69	8,21	16,69	8,21
	4	171,91	16,00	8,10	16,00	8,10
	5	204,33	16,38	7,83	16,38	7,83
	6	219,95	16,43	8,02	16,43	8,02
	7	225,32	16,48	8,24	16,48	8,24
	8	246,94	16,79	8,43	16,58	8,60
	9	186,89	16,82	8,45	16,82	8,45
	10	187,91	16,42	8,04	16,26	8,28
	Gennemsnit	**202,7**	**16,5**	**8,2**	**16,4**	**8,2**
	Standardafvigelse	27,6	0,3	0,2	0,3	0,3
	CoV	13,6	1,8	2,8	1,6	3,2
	Konfidensinterval	17,1	0,2	0,1	0,2	0,2
	Nedre konfidensinterval	185,6	16,3	8,0	16,3	8,0
	Øvre konfidensinterval	219,8	16,7	8,3	16,6	8,4
	Konfidensinterval	[185,6;219,8]	[16,3; 16,7]	[8,0 ; 8,3]	[16,3; 16,6]	[8,0; 8,4]



Appendix c: Rådata for mekaniske egenskaber - Slagtest

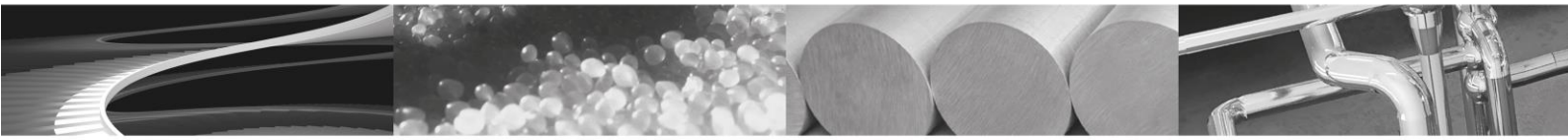
Tabel C.1: Data for slagprøve uden not Blanding 1

Prøve navn	Prøvenr.	Bredde (mm)	Tykkelse (mm)	Slagenergi (J)	Slagstyrke (KJ/m^2)
Bl 1	1	9,58	4	3,6	93,95
	2	9,63	4,01	3,4	88,05
	3	9,61	4,01	4,3	111,58
	4	9,68	4,02	4,3	110,50
	5	9,56	4,01	3,6	93,91
	6	9,47	4,02	4,4	115,58
	7	9,59	4,01	3,7	96,21
	8	9,61	4,01	4,6	119,37
	9	9,47	4,02	3,9	102,44
	10	9,49	4,01	3	78,83
	Gennemsnit				**101,0**
	Standardafvigelse				13,1
	CoV				12,9
	Konfidensinterval				8,1
	Nedre konfidensinterval				92,9
	Øvre konfidensinterval				109,1
	Konfidensinterval				[92,9; 109,1]



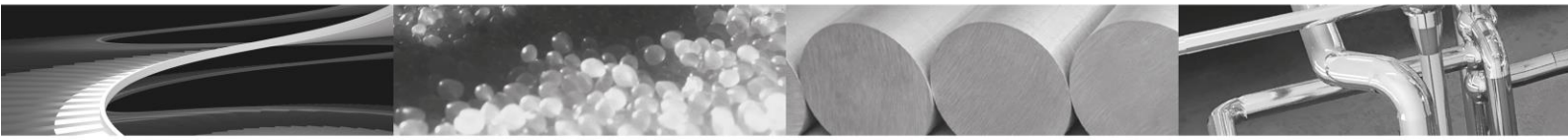
Tabel C.2: Data for slagprøve uden not Blanding 2

Prøve navn	Prøvenr.	Bredde (mm)	Tykkelse (mm)	Slagenergi (J)	Slagstyrke (KJ/m²)
Bl 2	1	9,59	3,97	1	26,27
	2	9,57	3,95	1	26,45
	3	9,51	3,94	0,7	18,68
	4	9,64	3,97	1,25	32,66
	5	9,66	3,98	1,6	41,62
	6	9,51	3,97	1	26,49
	7	9,59	3,95	1,7	44,88
	8	9,59	3,96	1,2	31,60
	9	9,55	3,97	1,1	29,01
	10	9,64	3,96	1,2	31,43
	Gennemsnit				**30,9**
	Standardafvigelse				7,7
	CoV				24,8
	Konfidensinterval				4,7
	Nedre konfidensinterval				26,2
	Øvre konfidensinterval				35,7
	Konfidensinterval				[26,2; 35,7]



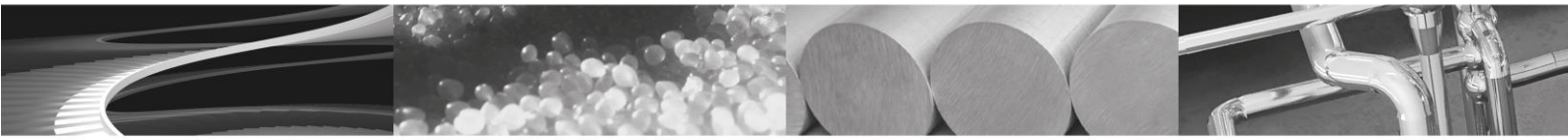
Tabel C.3: Data for slagprøve uden not Blanding 3

Prøve navn	Prøvenr.	Bredde (mm)	Tykkelse (mm)	Slagenergi (J)	Slagstyrke (KJ/m^2)
Bl 3	1	9,43	3,98	1,9	50,62
	2	9,57	3,98	1,4	36,76
	3	9,55	3,98	1,9	49,99
	4	9,51	3,98	2,5	66,05
	5	9,45	3,98	1,9	50,52
	6	9,64	3,98	1,5	39,10
	7	9,56	3,98	1,9	49,94
	8	9,4	3,97	2,5	66,99
	9	9,5	3,97	1,5	39,77
	10	9,56	3,98	1,1	28,91
	Gennemsnit				**47,9**
	Standardafvigelse				12,2
	CoV				25,5
	Konfidensinterval				7,6
	Nedre konfidensinterval				40,3
	Øvre konfidensinterval				55,4
	Konfidensinterval				[40,3; 55,4]



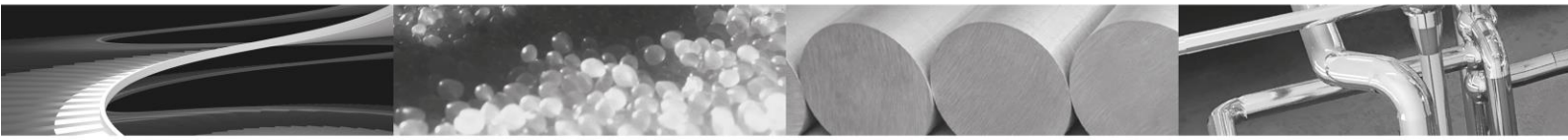
Tabel C.4: Data for slagprøve uden not Blanding 4

Prøve navn	Prøvenr.	Bredde (mm)	Tykkelse (mm)	Slagenergi (J)	Slagstyrke (KJ/m^2)
Bl 4	1	9,63	3,96	1	26,22
	2	9,63	3,95	1	26,29
	3	9,64	3,94	1,3	34,23
	4	9,63	3,94	0,9	23,72
	5	9,65	3,94	0,7	18,41
	6	9,61	3,93	0,5	13,24
	7	9,64	3,95	1,1	28,89
	8	9,63	3,94	0,9	23,72
	9	9,64	3,94	0,9	23,70
	10	9,63	3,95	0,8	21,03
	Gennemsnit				**23,9**
	Standardafvigelse				5,7
	CoV				23,9
	Konfidensinterval				3,5
	Nedre konfidensinterval				20,4
	Øvre konfidensinterval				27,5
	Konfidensinterval				[20,4; 27,5]



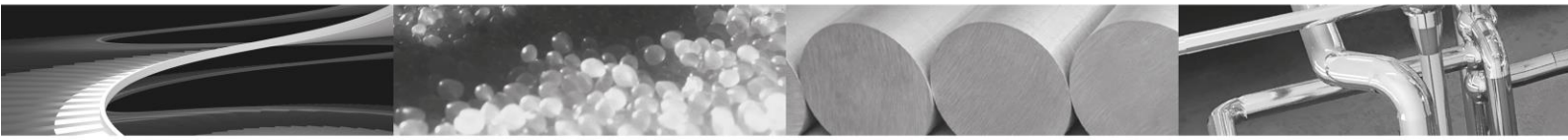
Tabel C.5: Data for slagprøve uden not Blanding 5

Prøve navn	Prøvenr.	Bredde (mm)	Tykkelse (mm)	Slagenergi (J)	Slagstyrke (KJ/m^2)
Bl 5	1	9,56	3,96	2,7	71,32
	2	9,66	3,97	1,3	33,90
	3	9,65	3,96	2,1	54,95
	4	9,64	3,96	1,5	39,29
	5	9,67	3,97	2,3	59,91
	6	9,66	3,94	1,8	47,29
	7	9,65	3,95	2,3	60,34
	8	9,65	3,95	1,8	47,22
	9	9,66	3,96	1,2	31,37
	10	9,65	3,97	2,1	54,82
	Gennemsnit				**50,0**
	Standardafvigelse				12,7
	CoV				25,3
	Konfidensinterval				7,8
	Nedre konfidensinterval				42,2
	Øvre konfidensinterval				57,9
	Konfidensinterval				[42,2; 57,9]



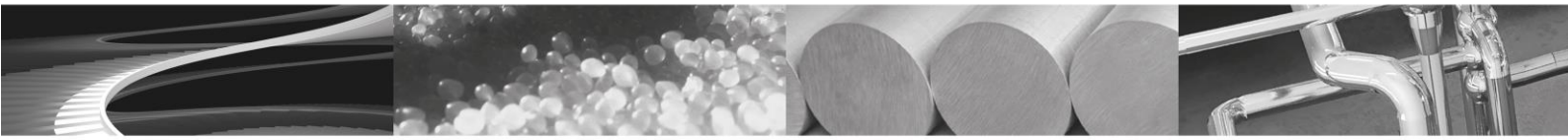
Tabel C.6: Data for slagprøve uden not Blanding 6

Prøve navn	Prøvenr.	Bredde (mm)	Tykkelse (mm)	Slagenergi (J)	Slagstyrke (KJ/m^2)
Bl 6	1	9,67	3,97	1,1	28,65
	2	9,67	3,95	1,4	36,65
	3	9,68	3,95	1,1	28,77
	4	9,68	3,96	1	26,09
	5	9,68	3,96	1,8	46,96
	6	9,67	3,96	1,1	28,73
	7	9,67	3,96	1,3	33,95
	8	9,68	3,97	1,4	36,43
	9	9,67	3,96	0,5	13,06
	10	9,66	3,96	0,8	20,91
	Gennemsnit				**30,0**
	Standardafvigelse				9,3
	CoV				31,0
	Konfidensinterval				5,8
	Nedre konfidensinterval				24,3
	Øvre konfidensinterval				35,8
	Konfidensinterval				[24,3; 35,8]



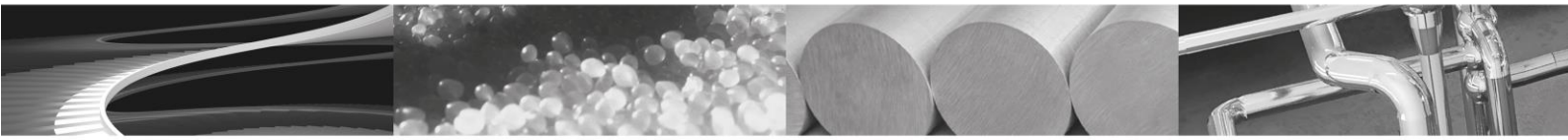
Tabel C.7: Data for slagprøve uden not Blanding 7

Prøve navn	Prøvenr.	Bredde (mm)	Tykkelse (mm)	Slagenergi (J)	Slagstyrke (KJ/m²)
Bl 7	1	9,8	4,01	3,9	99,24
	2	9,76	4,03	3,1	78,81
	3	9,78	4,02	3,9	99,20
	4	9,78	4,03	4,5	114,17
	5	9,76	4,02	3,7	94,30
	6	9,8	4,03	5,5	139,26
	7	9,71	4,01	2,3	59,07
	8	9,79	4	4	102,15
	9	9,77	4,02	5,1	129,85
	10	9,73	4,02	4,95	126,55
	Gennemsnit				**104,3**
	Standardafvigelse				24,3
	CoV				23,3
	Konfidensinterval				15,1
	Nedre konfidensinterval				89,2
	Øvre konfidensinterval				119,3
	Konfidensinterval				[89,2; 119,3]



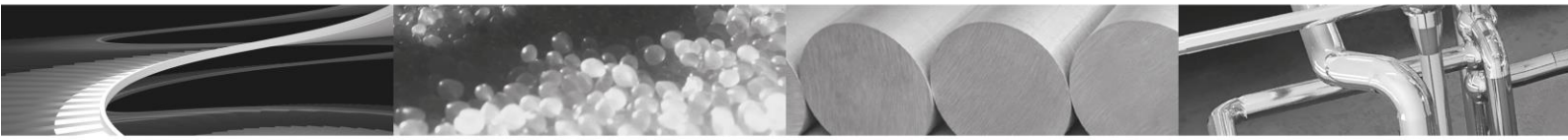
Tabel C.8: Data for slagprøve uden not Blanding 8

Prøve navn	Prøvenr.	Bredde (mm)	Tykkelse (mm)	Slagenergi (J)	Slagstyrke (KJ/m^2)
Bl 8	1	9,79	4,03	3,6	91,25
	2	9,7	4,01	3,5	89,98
	3	9,76	3,99	4	102,72
	4	9,79	4,03	4,8	121,66
	5	9,75	4,02	4,4	112,26
	6	9,8	4,03	4,4	111,41
	7	9,75	4,02	4,2	107,16
	8	9,79	4,04	4	101,13
	9	9,8	4,03	4,1	103,81
	10	9,8	4,03	4,2	106,35
	Gennemsnit				**104,8**
	Standardafvigelse				9,5
	CoV				9,1
	Konfidensinterval				5,9
	Nedre konfidensinterval				98,9
	Øvre konfidensinterval				110,7
	Konfidensinterval				[98,9; 110,7]



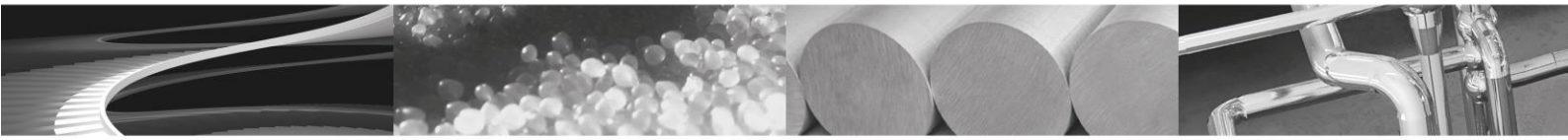
Tabel C.9: Data for slagprøve uden not Blanding 9

Prøve navn	Prøvenr.	Bredde (mm)	Tykkelse (mm)	Slagenergi (J)	Slagstyrke (KJ/m²)
Bl 9	1	9,64	3,96	1	26,20
	2	9,65	3,96	0,9	23,55
	3	9,64	3,96	1,1	28,82
	4	9,65	3,97	1,1	28,71
	5	9,59	3,93	0,9	23,88
	6	9,64	3,95	0,5	13,13
	7	9,63	3,95	1	26,29
	8	9,66	3,96	1,05	27,45
	9	9,66	3,96	1,05	27,45
	10	9,72	3,97	0,9	23,32
	Gennemsnit				**24,9**
	Standardafvigelse				4,6
	CoV				18,5
	Konfidensinterval				2,9
	Nedre konfidensinterval				22,0
	Øvre konfidensinterval				27,7
	Konfidensinterval				[22,0; 27,7]



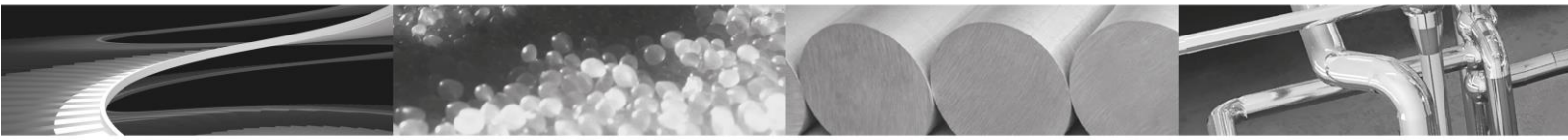
Tabel C.10: Data for slagprøve uden not Blanding 10 - center punkts blanding 1

Prøve navn	Prøvenr.	Bredde (mm)	Tykkelse (mm)	Slagenergi (J)	Slagstyrke (KJ/m^2)
CP1	1	9,5	3,96	0,8	21,27
	2	9,53	3,96	0,6	15,90
	3	9,53	3,96	0,8	21,20
	4	9,34	3,96	0,7	18,93
	5	9,59	3,96	1,05	27,65
	6	9,45	3,96	1,2	32,07
	7	9,48	3,96	0,9	23,97
	8	9,49	3,95	1,1	29,34
	9	9,51	3,95	0,9	23,96
	10	9,57	3,96	1	26,39
	Gennemsnit				**24,1**
	Standardafvigelse				4,9
	CoV				20,5
	Konfidensinterval				3,1
	Nedre konfidensinterval				21,0
	Øvre konfidensinterval				27,1
	Konfidensinterval				[21,0; 27,1]



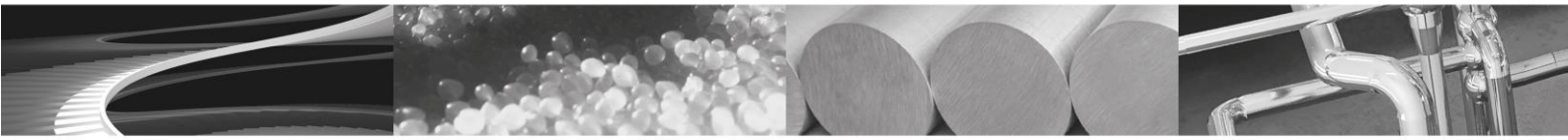
Tabel C.11: Data for slagprøve uden not Blanding 11 - center punkts blanding 2

Prøve navn	Prøvenr.	Bredde (mm)	Tykkelse (mm)	Slagenergi (J)	Slagstyrke (KJ/m^2)
CP2	1	9,65	3,94	1	26,30
	2	9,64	3,95	1,4	36,77
	3	9,62	3,97	0,8	20,95
	4	9,66	3,96	0,9	23,53
	5	9,64	3,94	1,2	31,59
	6	9,63	3,96	1,3	34,09
	7	9,65	3,95	1,1	28,86
	8	9,65	3,94	1,1	28,93
	9	9,59	3,95	1,1	29,04
	10	9,66	3,95	1,1	28,83
	Gennemsnit				**28,9**
	Standardafvigelse				4,7
	CoV				16,1
	Konfidensinterval				2,9
	Nedre konfidensinterval				26,0
	Øvre konfidensinterval				31,8
	Konfidensinterval				[26,0; 31,8]

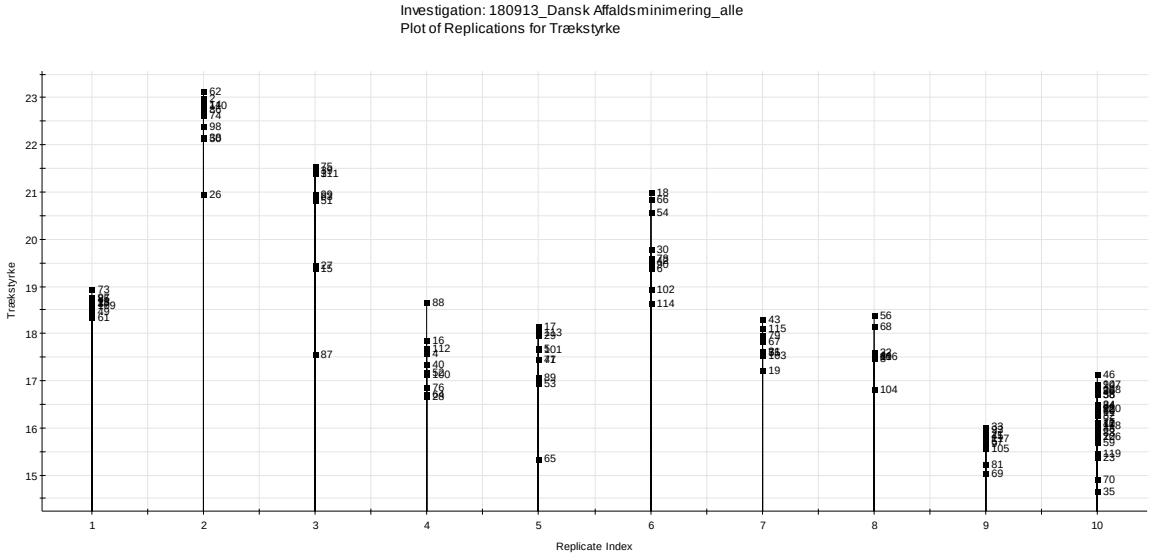


Tabel C.12: Data for slagprøve uden not Blanding 12 – center punkts blanding 3

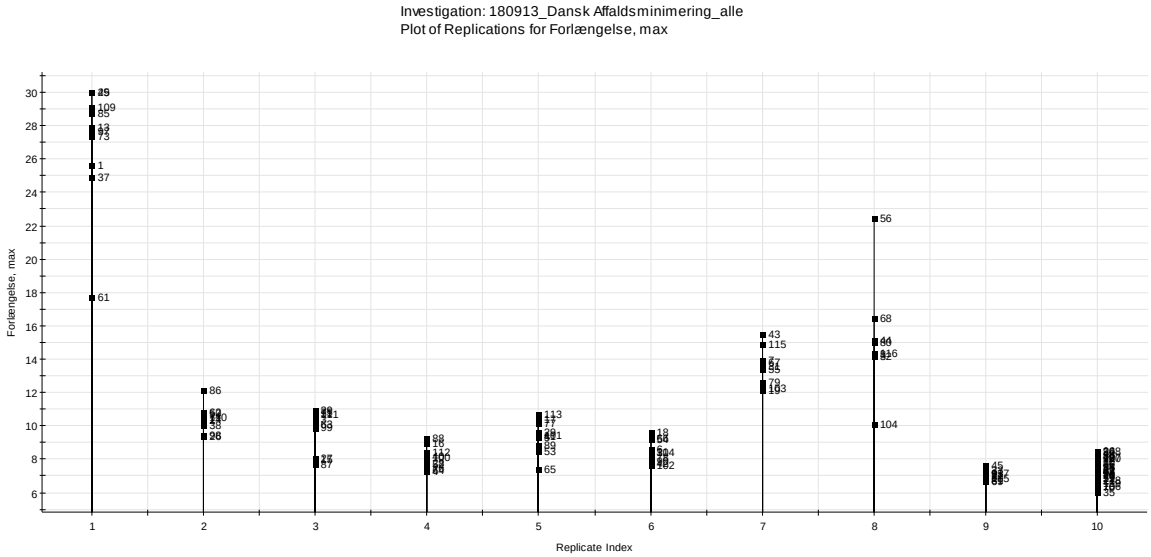
Prøve navn	Prøvenr.	Bredde (mm)	Tykkelse (mm)	Slagenergi (J)	Slagstyrke (KJ/m^2)
CP3	1	9,64	3,96	0,9	23,58
	2	9,62	3,96	1,2	31,50
	3	9,62	3,95	0,7	18,42
	4	9,68	3,99	1,2	31,07
	5	9,68	3,99	1,3	33,66
	6	9,62	3,93	1,2	31,74
	7	9,74	3,98	1,3	33,54
	8	9,7	3,99	1,2	31,01
	9	9,68	3,95	1,4	36,61
	10	9,61	3,95	1,1	28,98
	Gennemsnit				**30,0**
	Standardafvigelse				5,3
	CoV				17,7
	Konfidensinterval				3,3
	Nedre konfidensinterval				26,7
	Øvre konfidensinterval				33,3
	Konfidensinterval				[26,7; 33,3]



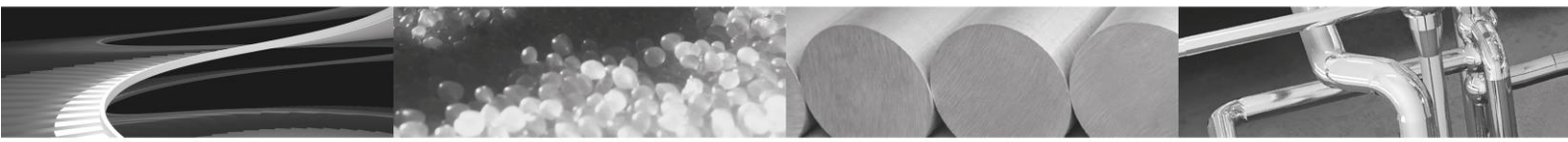
Appendix D: Replika plot for de mekaniske egenskaber

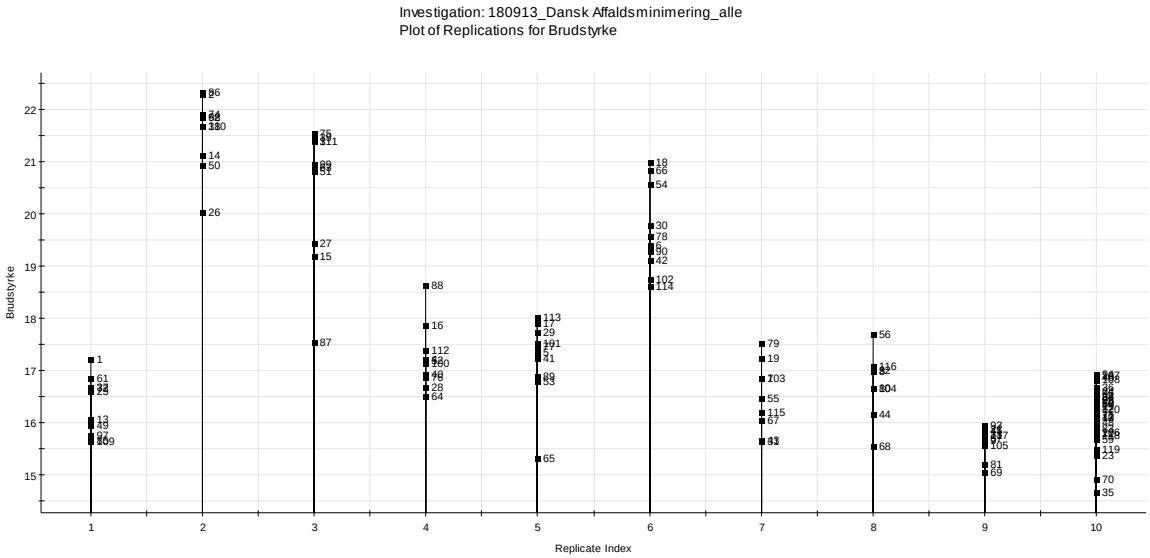


Figur D.1.: Replika-plot for trækstyrke ved maks

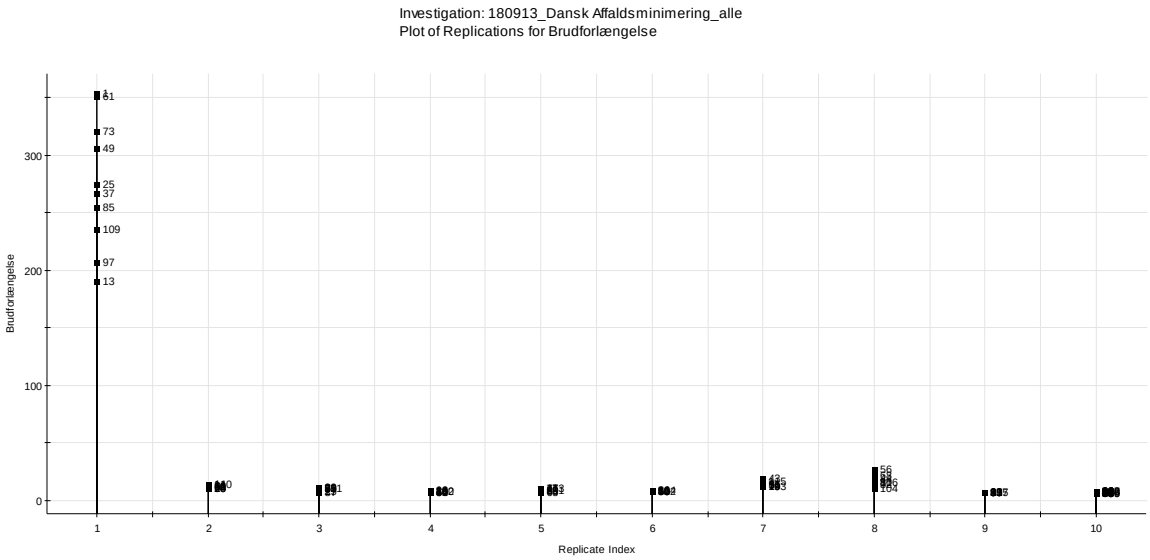


Figur D.2.: Replika-plot for forlængelse ved maks

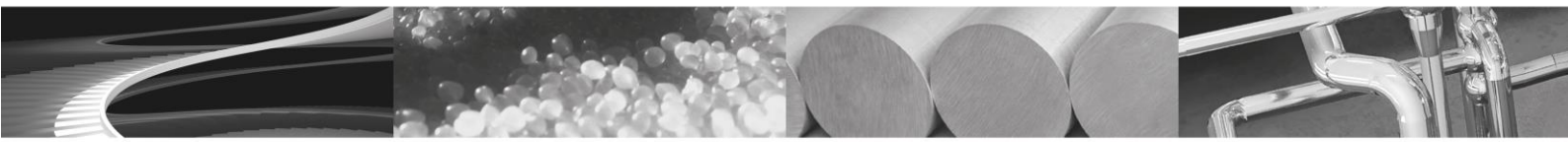


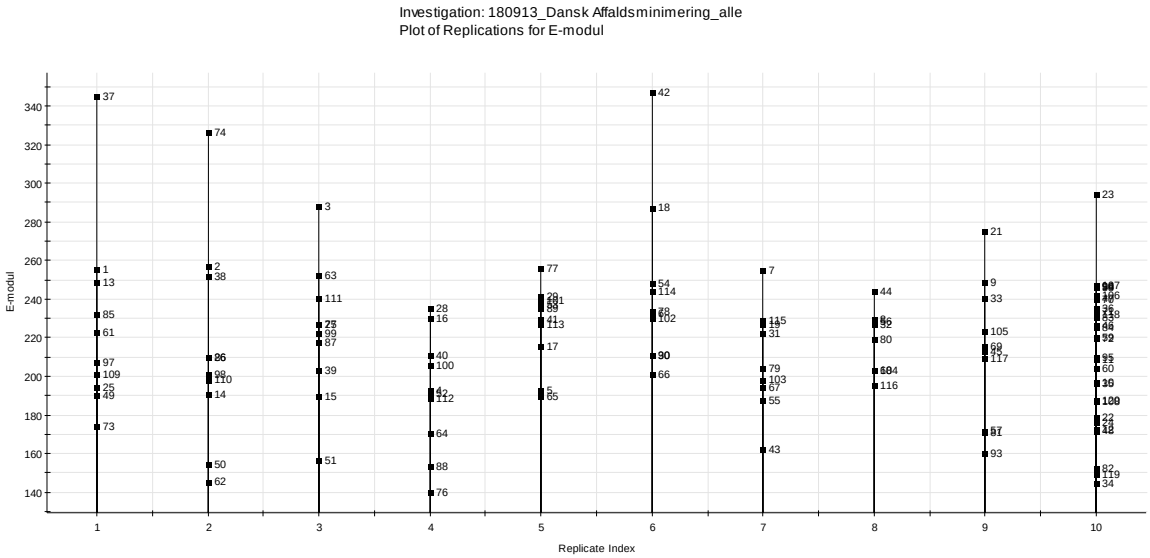


Figur D.3.: Replika-plot for brudstyrke

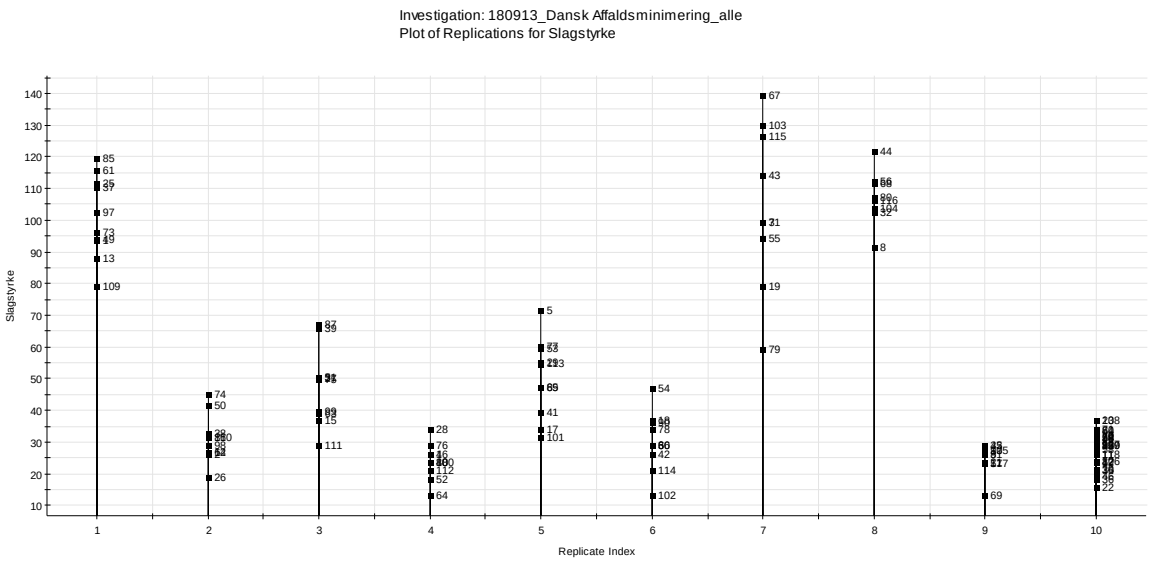


Figur D.4.: Replika-plot for brudforlængelse

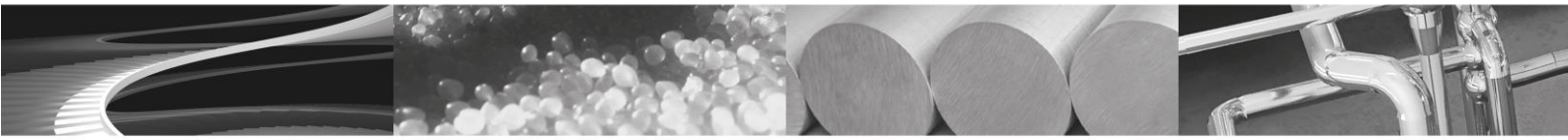




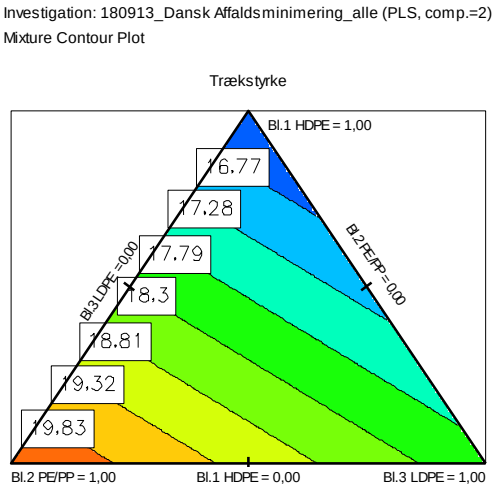
Figur D.5.: Replika-plot for E-modul



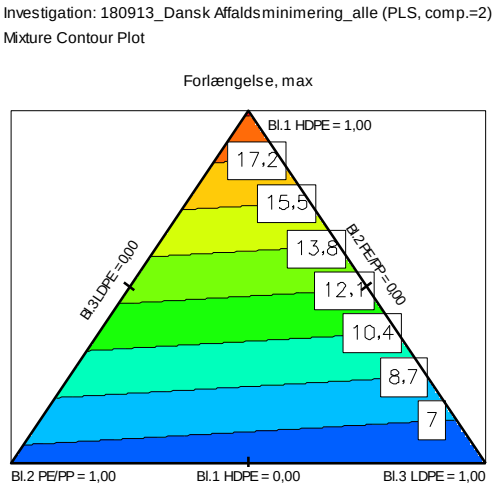
Figur D.6.: Replika-plot for slagstyrke



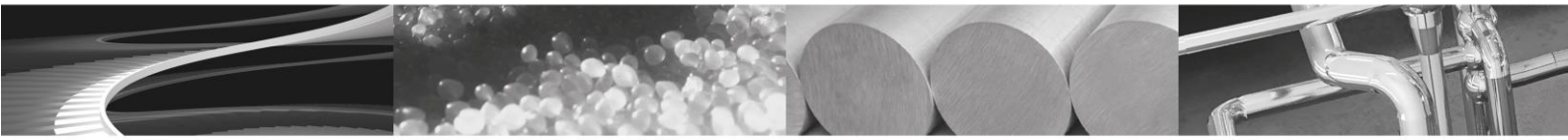
Appendix E: Modeller for de mekaniske egenskaber

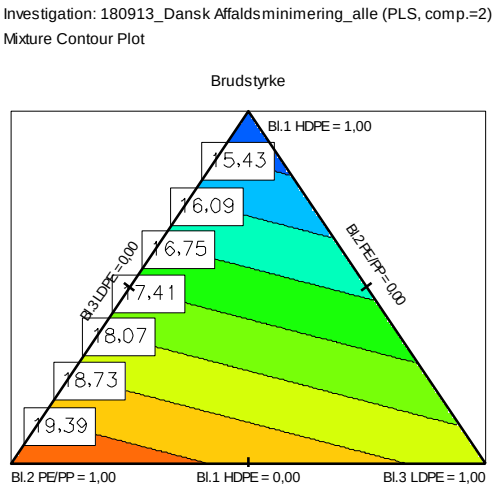


Figur E.1.: Kontur-plot beregnet på baggrund af modellen for trækstyrke ved maks

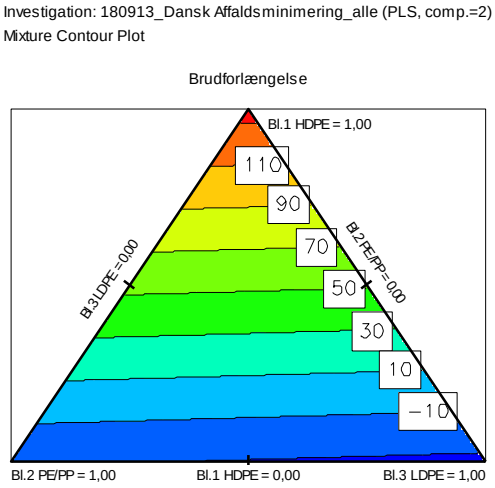


Figur E.2.: Kontur-plot beregnet på baggrund af modellen for forlængelse ved maks

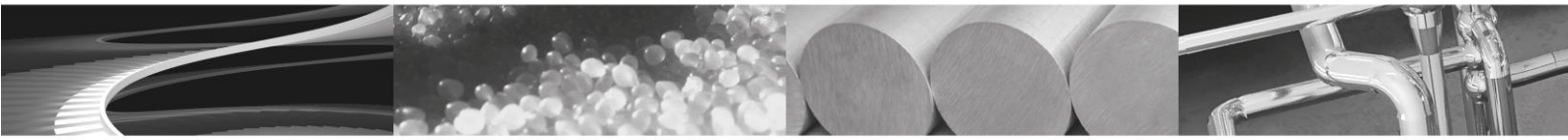


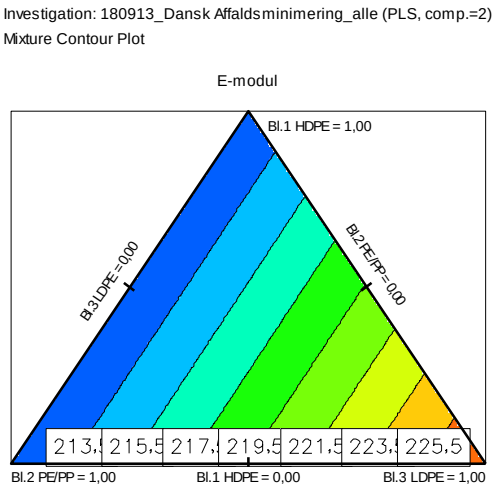


Figur E.3.: Kontur-plot beregnet på baggrund af modellen for brudstyrke

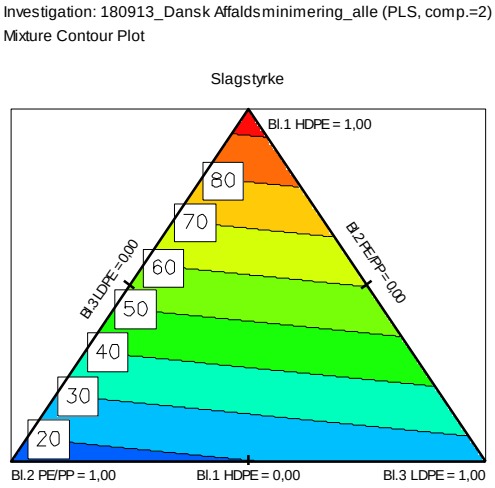


Figur E.4.: Kontur-plot beregnet på baggrund af modellen for brudforlængelse

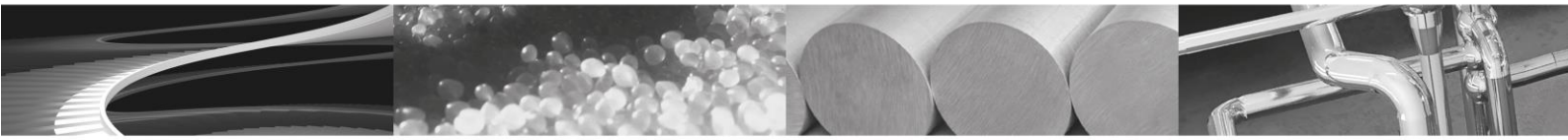




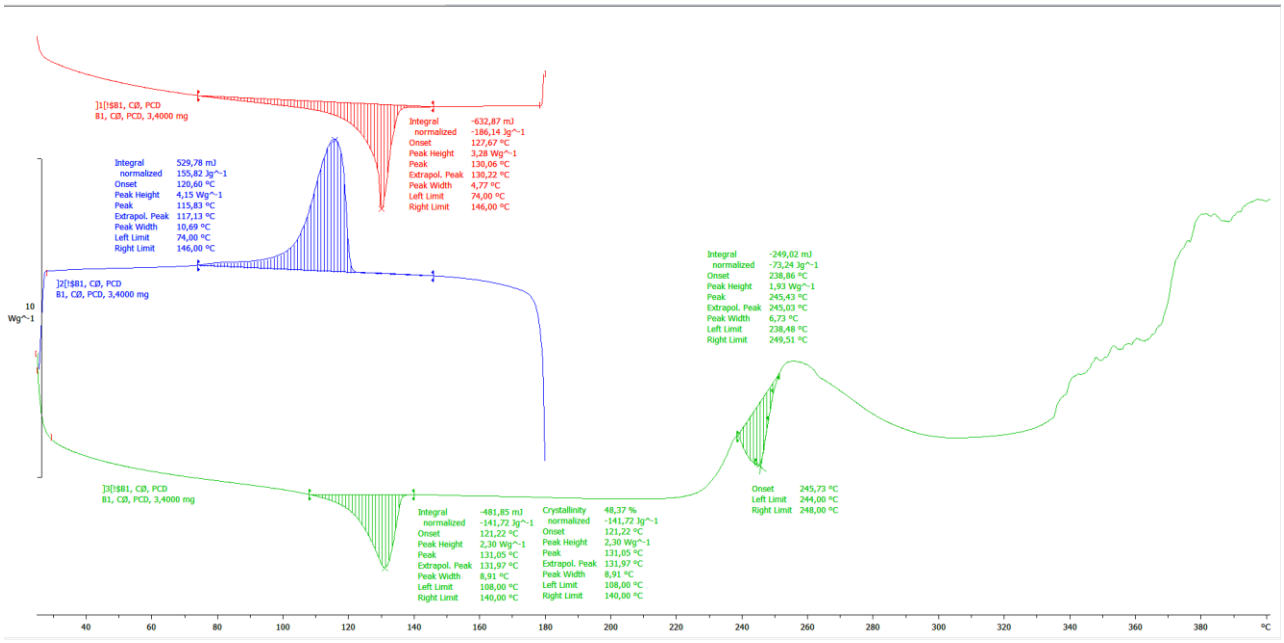
Figur E.5.: Kontur-plot beregnet på baggrund af modellen for E-modul



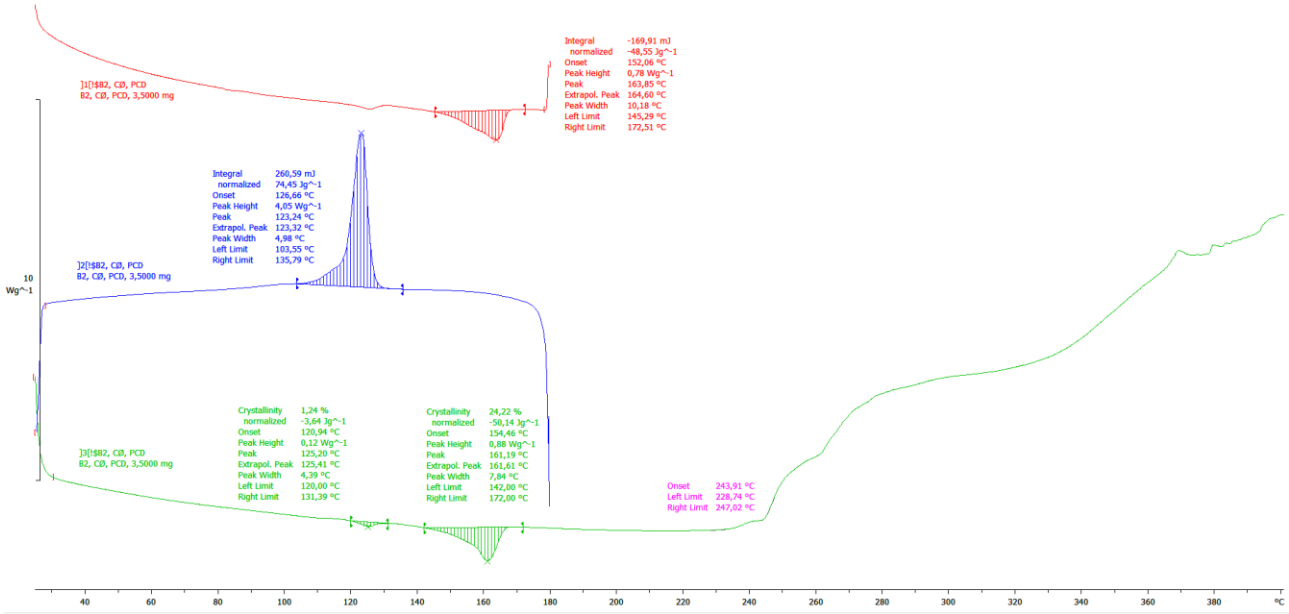
Figur E.5.: Kontur-plot beregnet på baggrund af modellen for slagstyrke



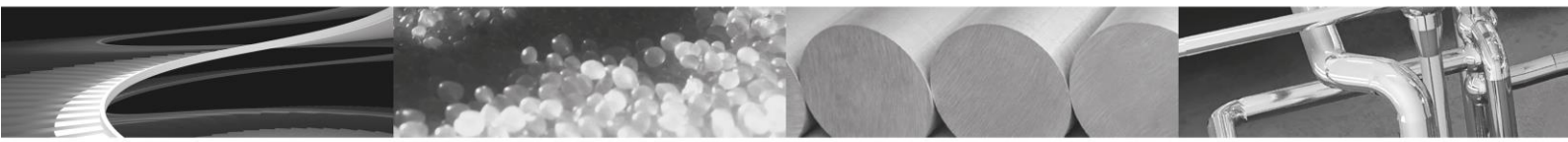
Appendix F: Differentiel Scannings Calorimetri (DSC) Termogrammer

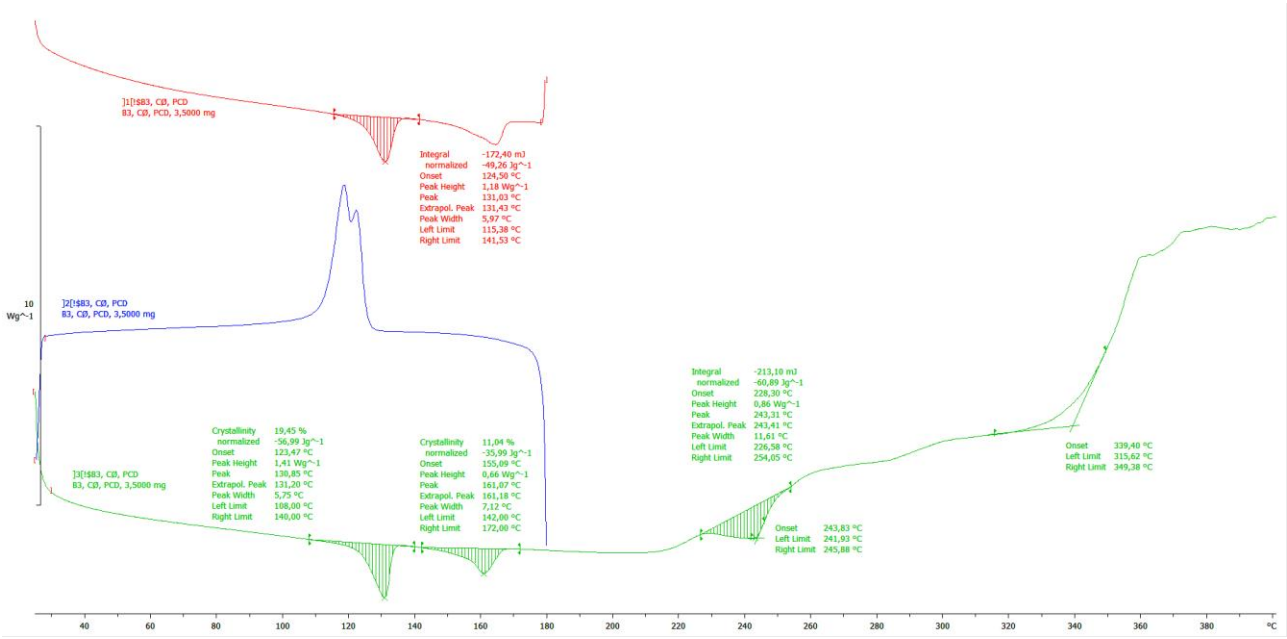


Figur F.1.: DSC termogram for Blanding 1

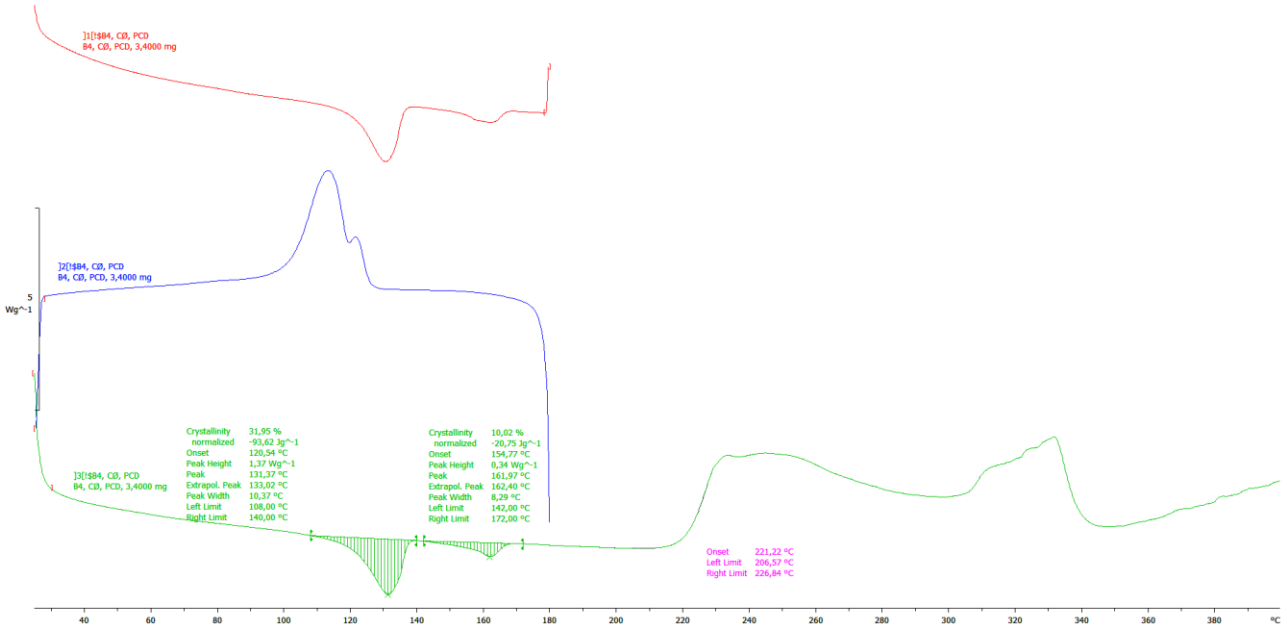


Figur F.2.: DSC termogram for Blanding 2

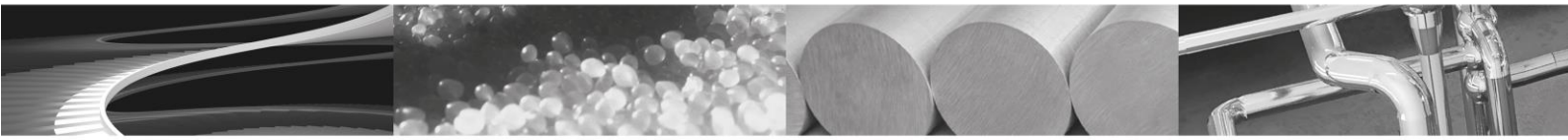


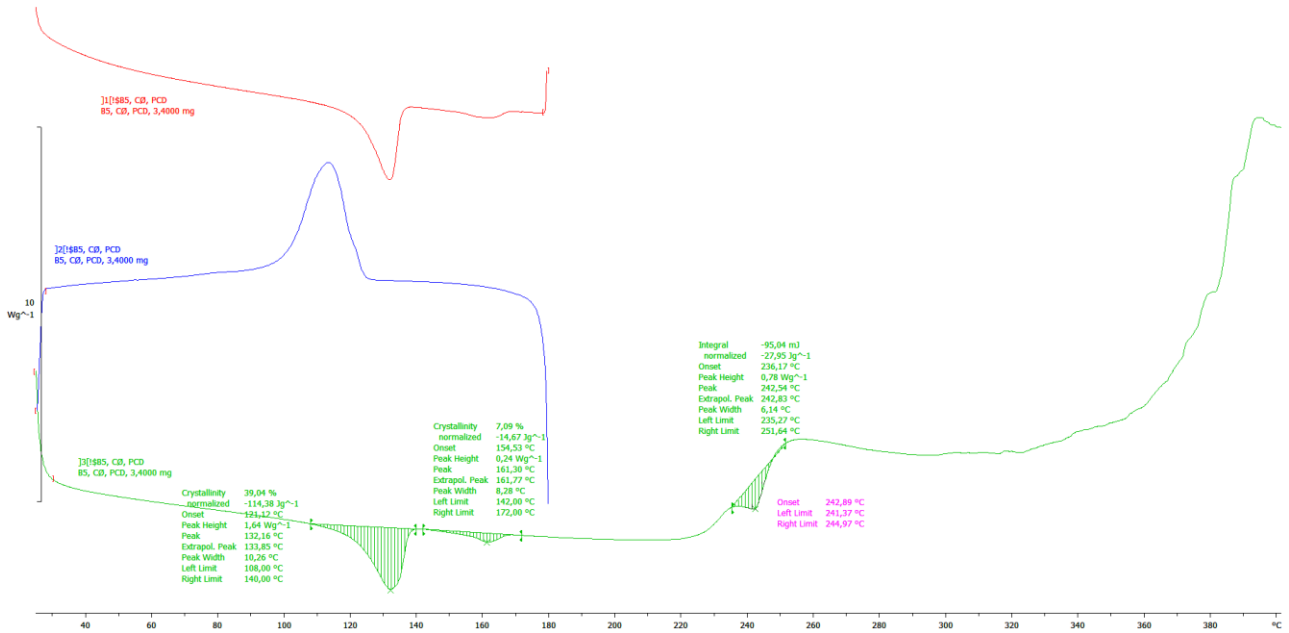


Figur F.3.: DSC termogram for Blanding 3



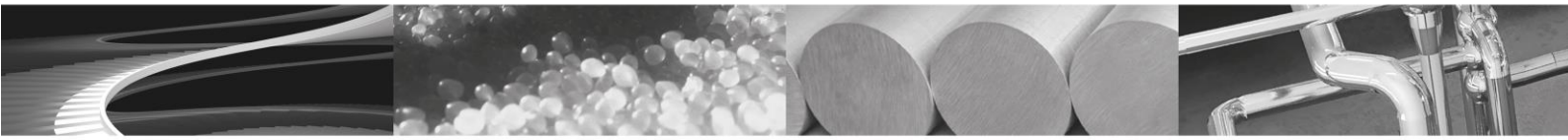
Figur F.4.: DSC termogram for Blanding 4

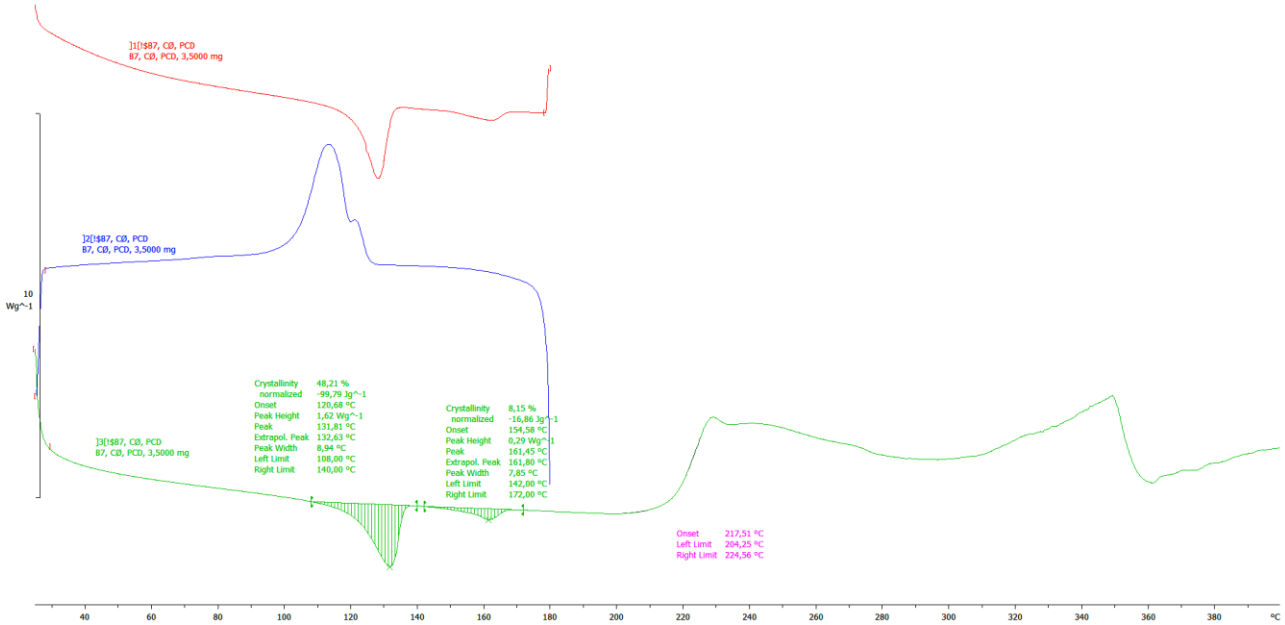




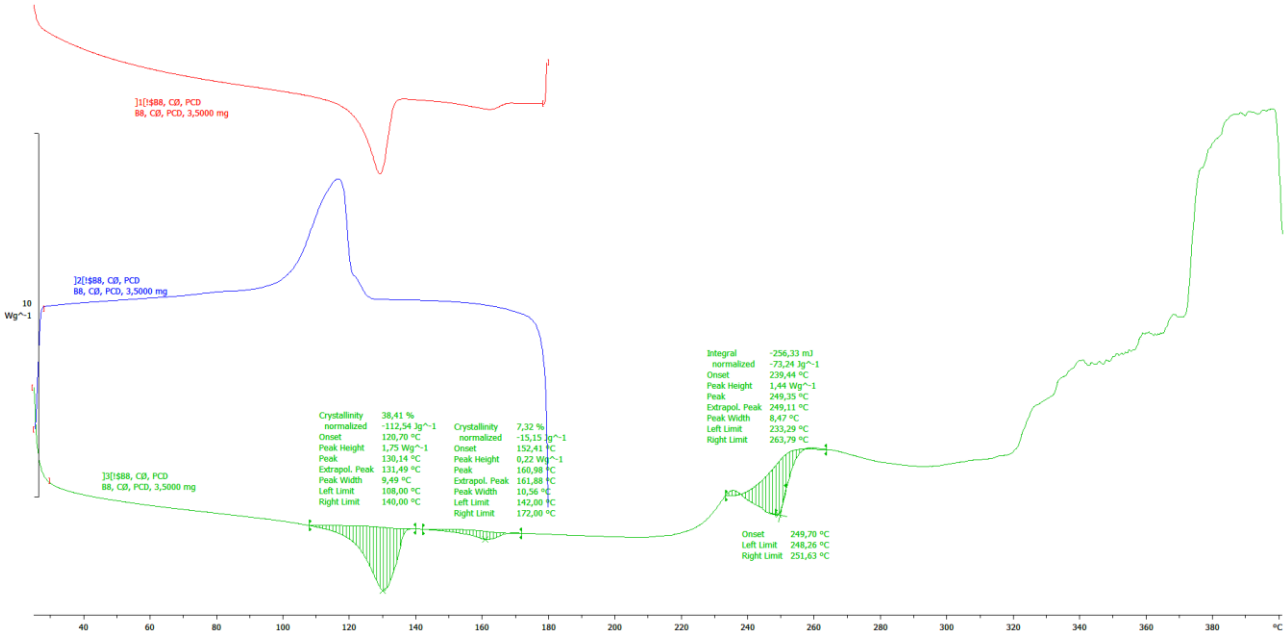
Figur F.5.: DSC termogram for Blanding 5

Figur F.6.: DSC termogram for Blanding 6

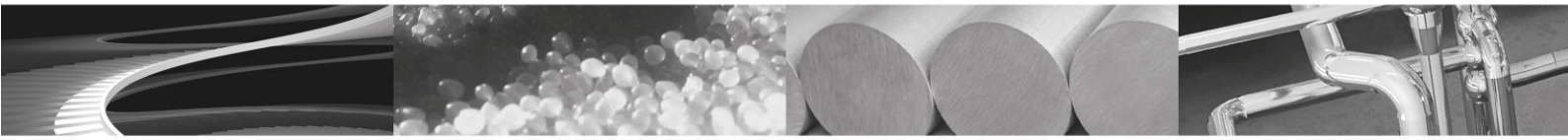


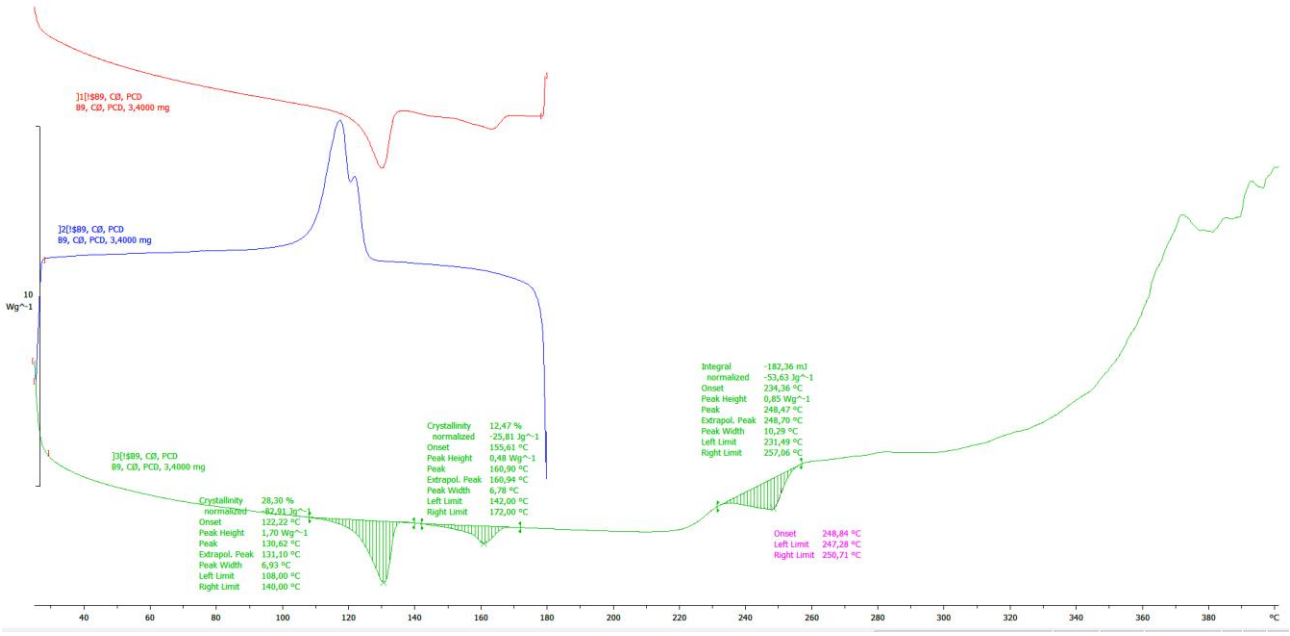


Figur F.7.: DSC termogram for Blanding 7

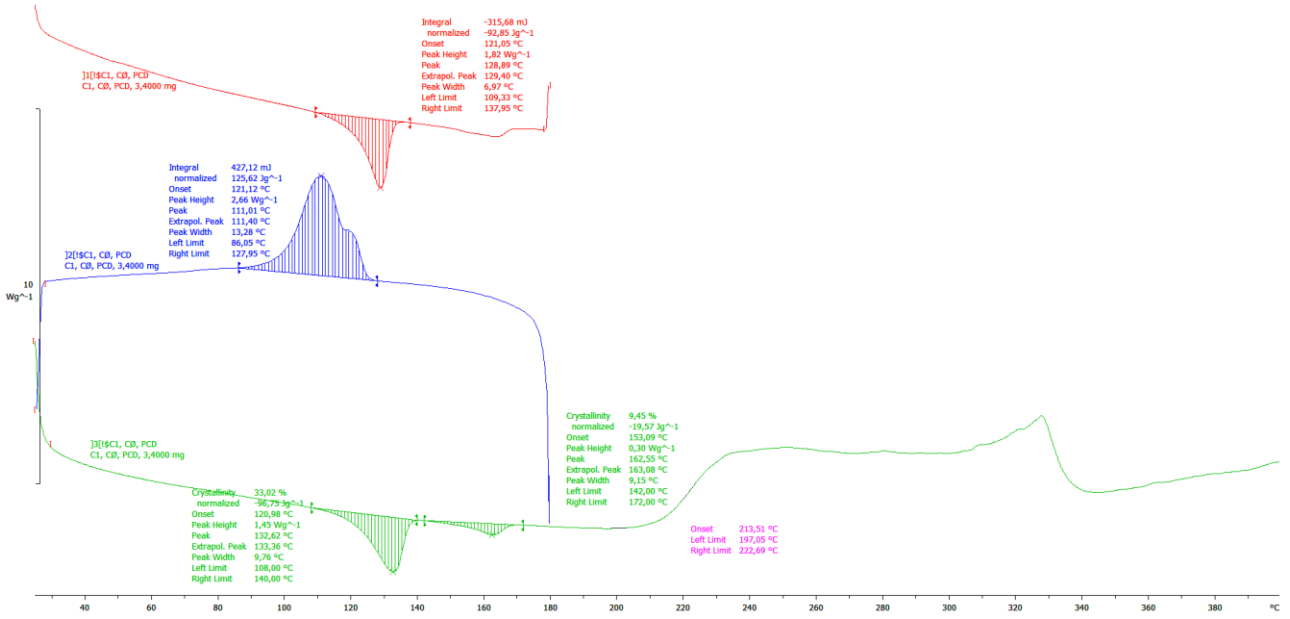


Figur F.8.: DSC termogram for Blanding 8

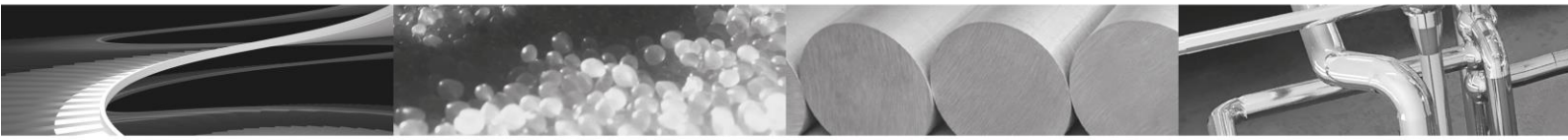




Figur F.9.: DSC termogram for Blanding 9



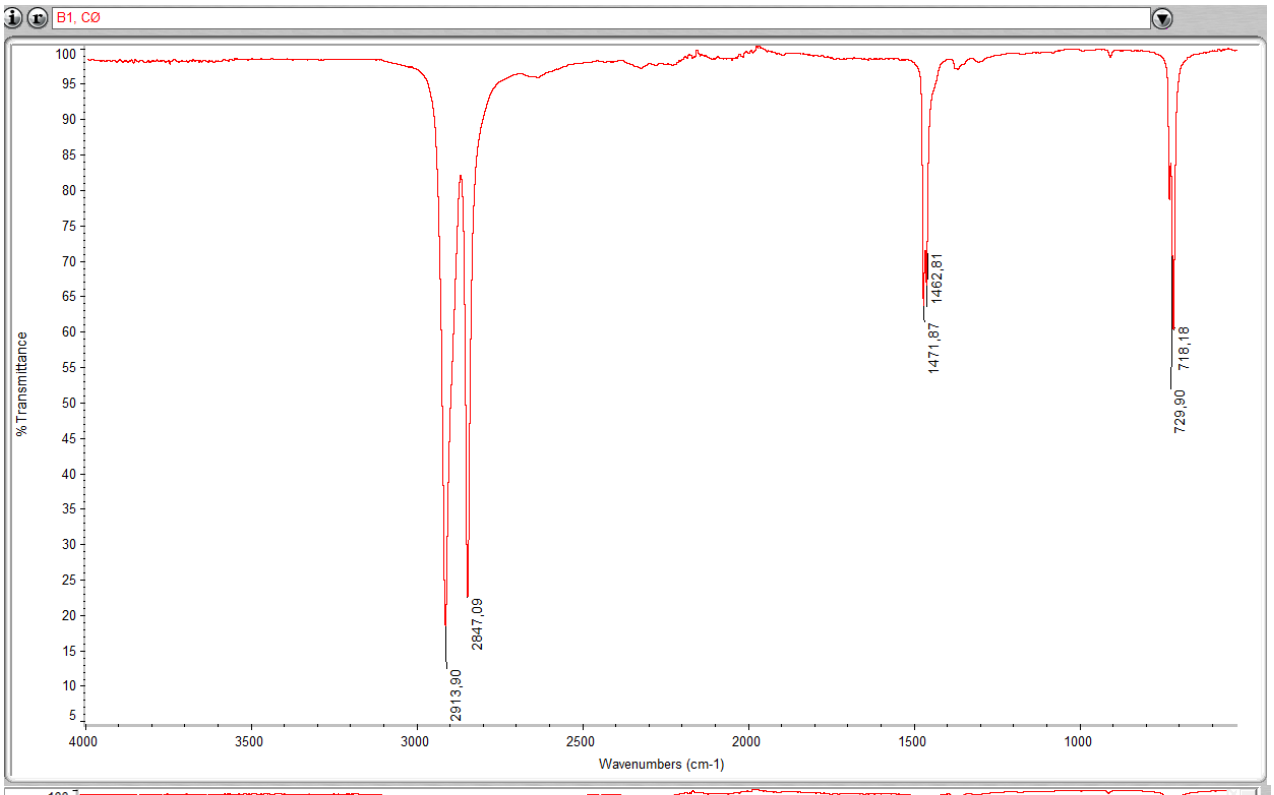
Figur F.10.: DSC termogram for Blanding 10 – centerpunkt blanding 1



Figur F.11.: DSC termogram for Blanding 11 – centerpunkt blanding 2

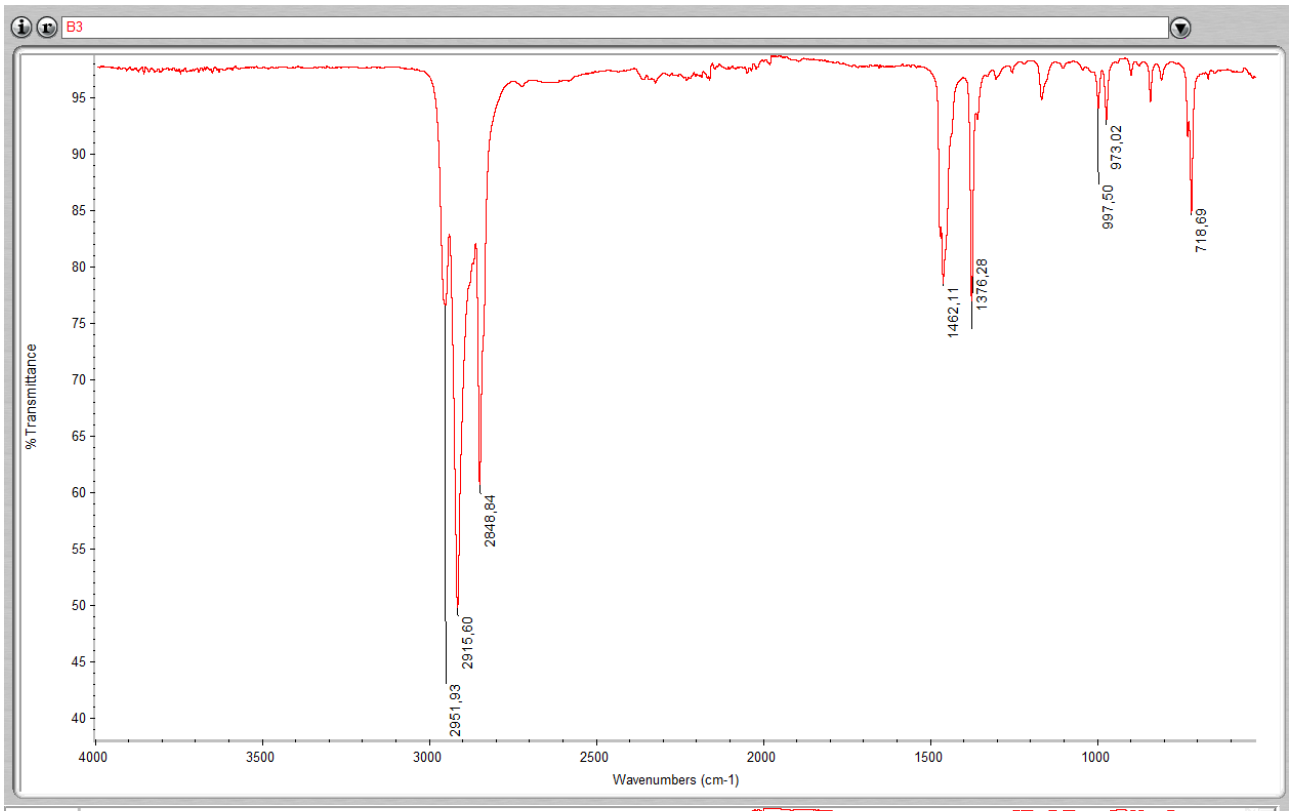
Figur F.12.: DSC termogram for Blanding 12 – centerpunkt blanding 3

Appendix G: Fourier Transformation Infra Red (FTIR)-spektrogrammer



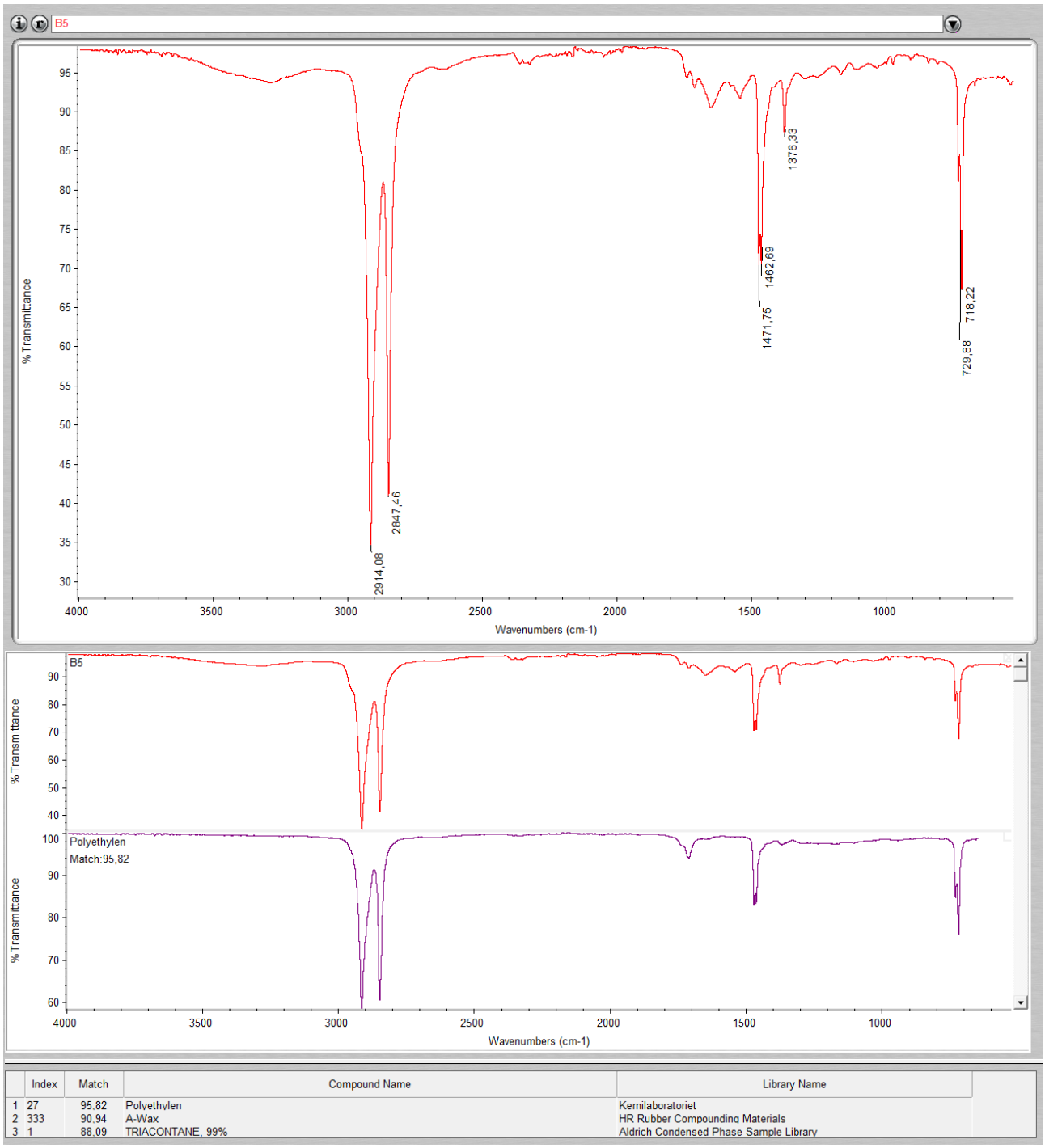
	Index	Match	Compound Name	Library Name
1	27	96,86	Polyethylen	Kemilaboratoriet
2	333	91,03	A-Wax	HR Rubber Compounding Materials
3	708	88,89	Polyethylene, LD	HR Hummel Polymer and Additives

Figur G.1.: FTIR spektrogram og match med spektrogrammer i biblioteker for Blanding 1



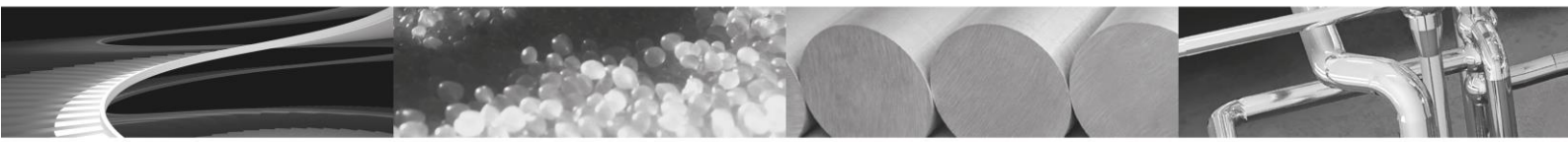
	Index	Match	Compound Name	Library Name
1	39	87.17	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)	Hummel Polymer Sample Library
2	977	86.74	Polypropylene+Vistalon 719, 1:1	HR Hummel Polymer and Additives
3	322	86.69	Polypropylene+poly(ethylene:propylene)	HR Hummel Polymer and Additives

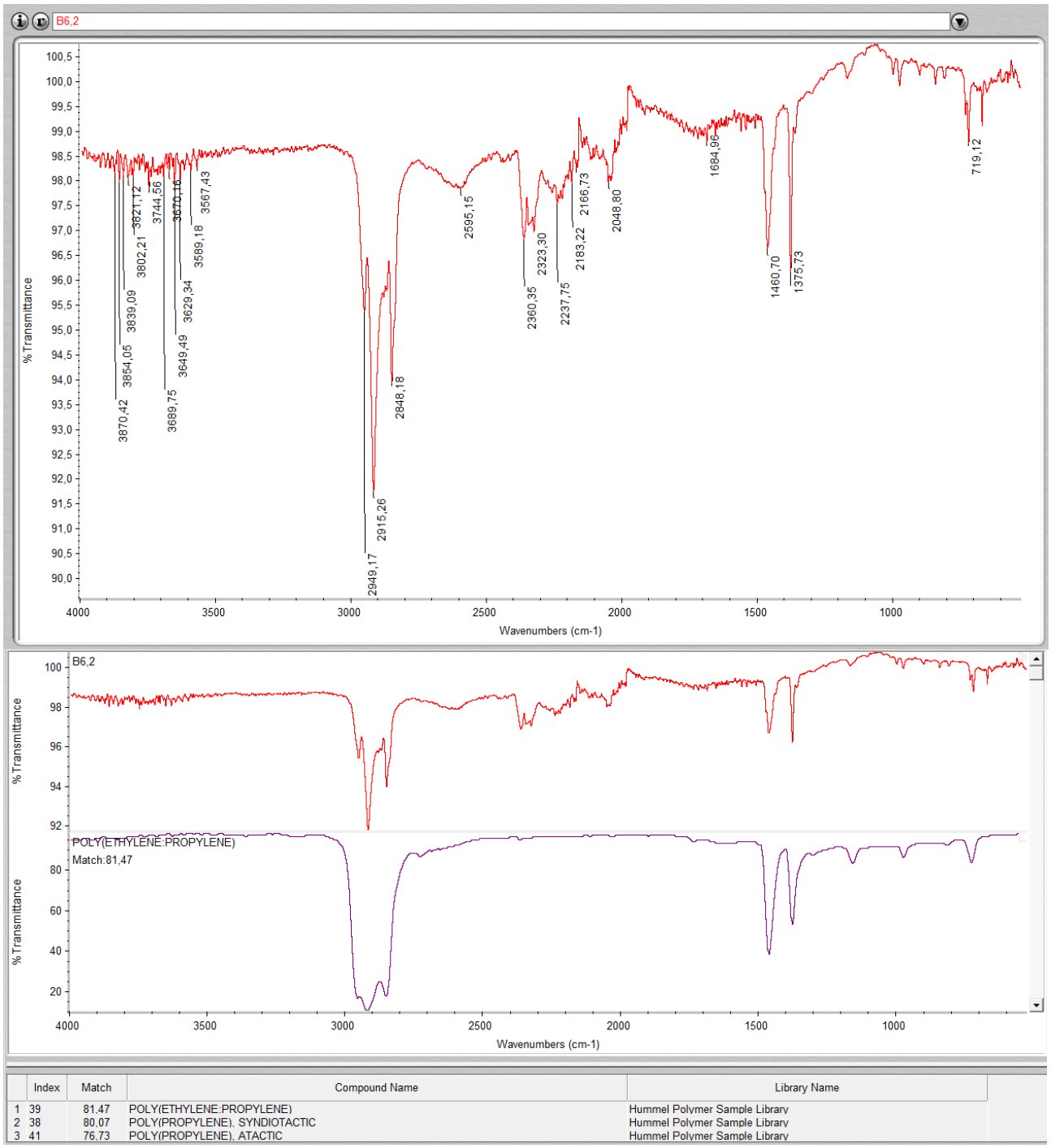
Figur G.2.: FTIR spektrogram og match med spektrogrammer i biblioteker for Blanding 3



	Index	Match	Compound Name	Library Name
1	27	95,82	Polyethylen	Kemilaboratoriet
2	333	90,94	A-Wax	HR Rubber Compounding Materials
3	1	88,09	TRIACONTANE, 99%	Aldrich Condensed Phase Sample Library

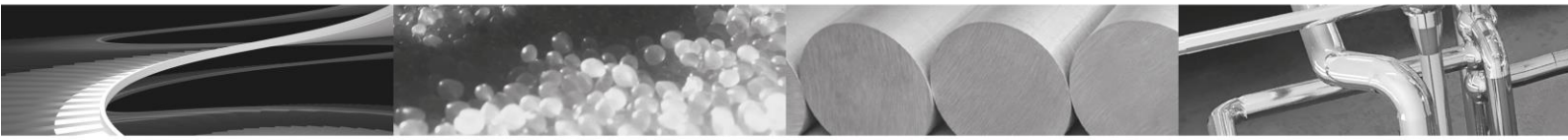
Figur G.3.: FTIR spektrogram og match med spektrogrammer i biblioteker for Blanding 5





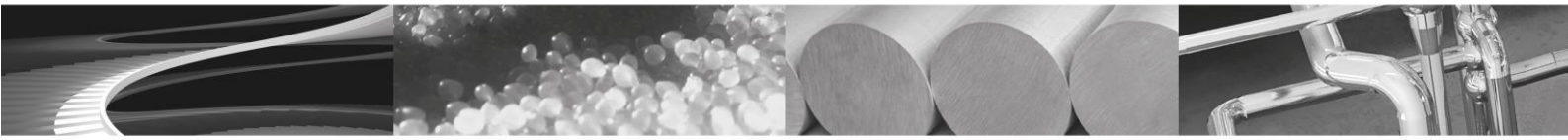
	Index	Match	Compound Name	Library Name
1	39	81,47	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)	Hummel Polymer Sample Library
2	38	80,07	POLY(PROPYLENE), SYNDIOTACTIC	Hummel Polymer Sample Library
3	41	76,73	POLY(PROPYLENE), ATACTIC	Hummel Polymer Sample Library

Figur G.4.: FTIR spektrogram og match med spektrogrammer i biblioteker for Blanding 6



Appendix H: Datablade for Blandingerne 1,2 og 3

Databladene ses på de efterfølgende sider.



TEKNISK DATA BLAD

HDPE fra Dunke

Materiale beskrivelse:

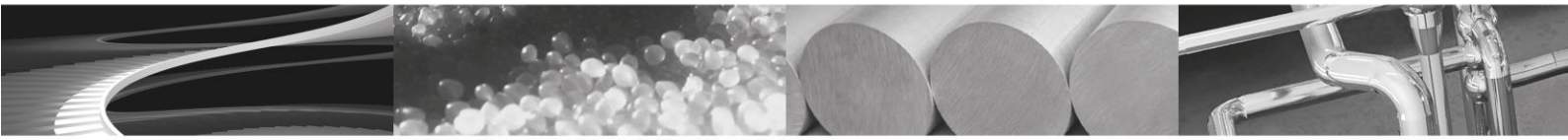
Materialet er genbrugsplast udsorteret fra husholdningsaffald. Via FTIR og DSC analyser er det fastlagt at fraktionen hovedsagelig består af HDPE og nogen PET.

TYPISKE EGENSKABER

TERMISKE- OG PROCES EGENSKABER	Standard	Metode	Værdi
Meltflow indeks (MFI)	ISO 1133	10 kg ved 220°C	1,7
Smeltepunktstemperatur		Via DSC	$T_{m,1}$ = 131°C; $T_{m,2}$ = 246°C

MEKANISKE EGENSKABER	Standard	Enhed	Værdi	Konfidens-interval
Trækstyrke ved maks	ISO 527	MPa	19	[18-19]
Forlængelse ved maks	ISO 527	%	27	[25-29]
Brudstyrke	ISO 527	MPa	16	[16-17]
Brudforlængelse	ISO 527	%	276	[241-312]
E-modul	ISO 527	MPa	227	[197-257]
Slagstyrke uden not	ISO 179	KJ/m^2	101	[93-109]

Dataene i nærværende datablad afspejler den store variation, som kan forventes af et materiale, der stammer fra genanvendt plast fra husholdningsaffald. Dette er årsag til de store konfidensintervallerne for egenskabsværdierne anført i tabellen.
Som for alle tekniske datablade for plast skal ovennævnte data ikke anvendes alene til at fastlægge specifikationer for specifikke emner eller anvendes alene som basis for design, idet den specifikke fremstillingsproces vil påvirke egenskaberne. Yderligere skal det erindres at variationen af hver af de tre fraktioner sandsynligvis vil ændre sig over tid, hvorved databladene ikke længere er gældende.



TEKNISK DATA BLAD

PE/PP fra husholdning

Materiale beskrivelse:

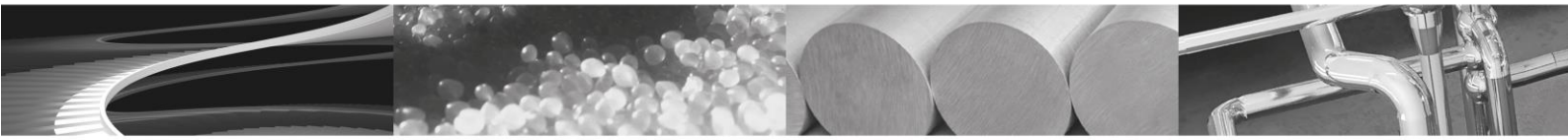
Materialet er genbrugsplast udsorteret fra husholdningsaffald. Via FTIR og DSC analyser er det fastlagt at fraktionen hovedsagelig består af PP og en smule LLDPE.

TYPISKE EGENSKABER

TERMISKE- OG PROCES EGENSKABER	Standard	Metode	Værdi
Meltflow indeks (MFI)	ISO 1133	2,16 kg ved 180°C	5,9
Smeltepunktstemperatur		Via DSC	$T_{m,1}$ = 126°C; $T_{m,2}$ = 161°C

MEKANISKE EGENSKABER	Standard	Enhed	Værdi	Konfidens-interval
Trækstyrke ved maks	ISO 527	MPa	23	[22-23]
Forlængelse ved maks	ISO 527	%	10,4	[10-11]
Brudstyrke	ISO 527	MPa	22	[21-22]
Brudforlængelse	ISO 527	%	12	[11-13]
E-modul	ISO 527	MPa	215	[182-247]
Slagstyrke uden not	ISO 179	KJ/m^2	31	[26-36]

Dataene i nærværende datablad afspejler den store variation, som kan forventes af et materiale, der stammer fra genanvendt plast fra husholdningsaffald. Dette er årsag til de store konfidensintervallerne for egenskabsværdierne anført i tabellen.
Som for alle tekniske data blade for plast skal ovennævnte data ikke anvendes alene til at fastlægge specifikationer for specifikke emner eller anvendes alene som basis for design, idet den specifikke fremstillingsproces vil påvirke egenskaberne. Yderligere skal det erindres at variationen af hver af de tre fraktioner sandsynligvis vil ændre sig over tid, hvorved databladene ikke længere er gældende.



TEKNISK DATA BLAD

Hård Plast

Materiale beskrivelse:

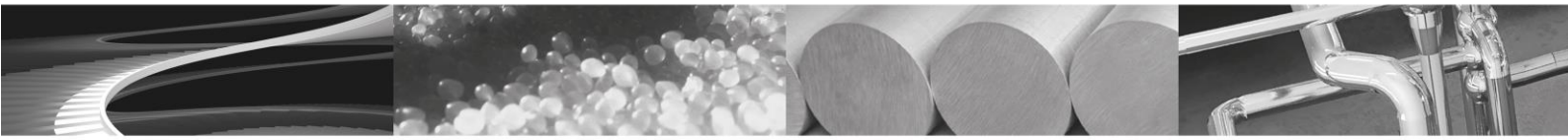
Materialet er genbrugsplast udsorteret fra husholdningsaffald. Via FTIR og DSC analyser er det fastlagt at fraktionen hovedsagelig består af HDPE, PP og nogen PET.

TYPISKE EGENSKABER

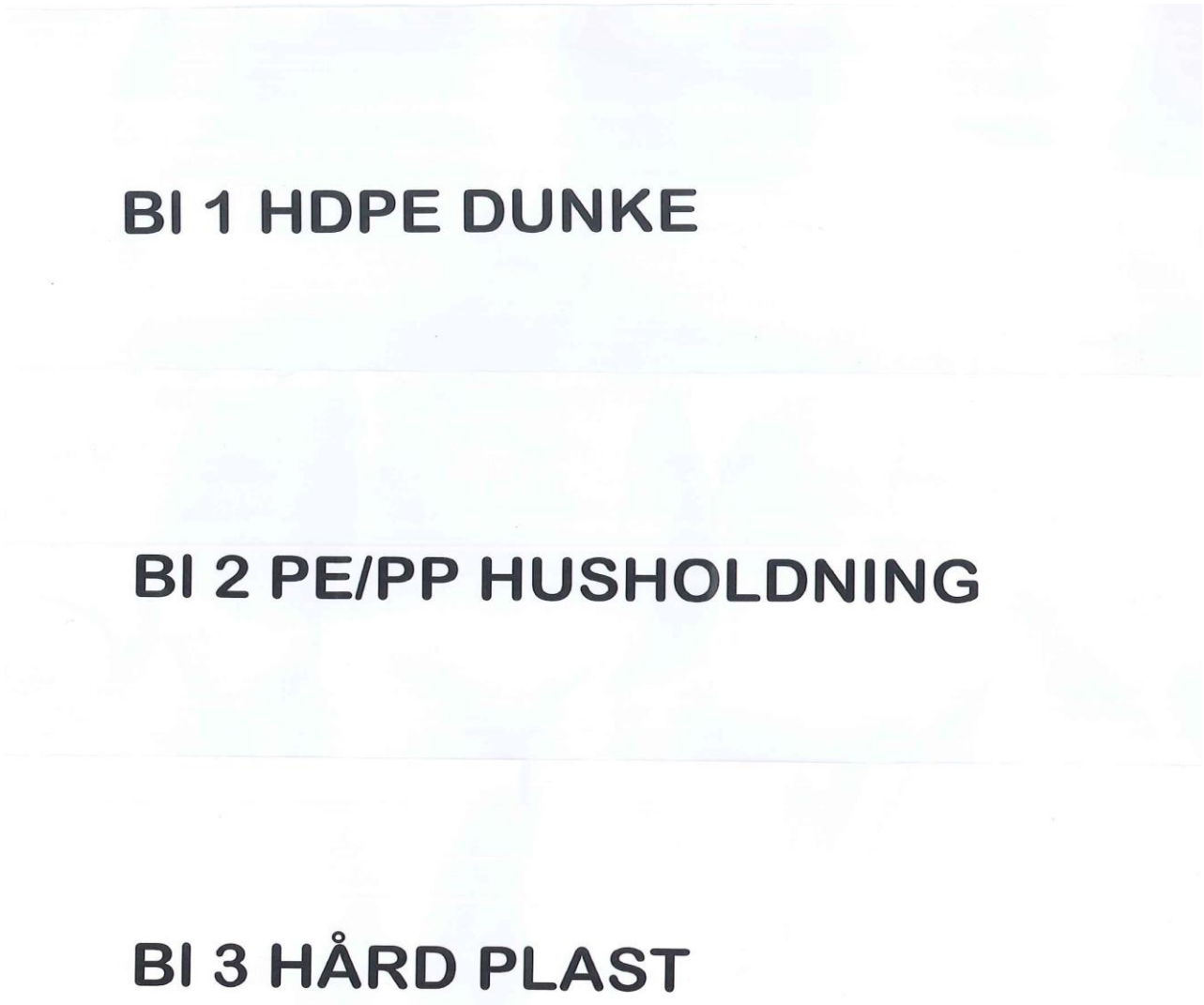
TERMISKE- OG PROCES EGENSKABER	Standard	Metode	Værdi
Meltflow indeks (MFI)	ISO 1133	2,16 kg ved 180°C	11,3
Smeltepunktstemperatur		Via DSC	$T_{m,1}$ = 131°C; $T_{m,2}$ = 161°C $T_{m,2}$ = 243°C

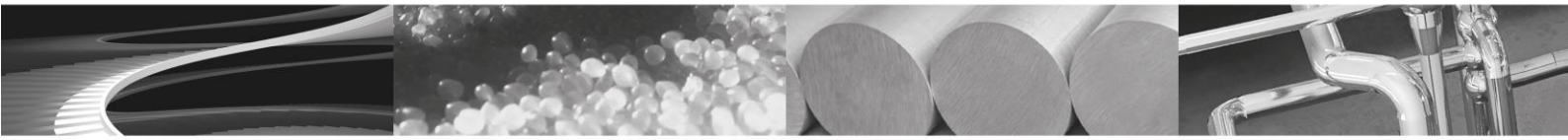
MEKANISKE EGENSKABER	Standard	Enhed	Værdi	Konfidens-interval
Trækstyrke ved maks	ISO 527	MPa	21	[20-21]
Forlængelse ved maks	ISO 527	%	10	[9-11]
Brudstyrke	ISO 527	MPa	21	[20-21]
Brudforlængelse	ISO 527	%	10	[9-11]
E-modul	ISO 527	MPa	222	[200-244]
Slagstyrke uden not	ISO 179	KJ/m^2	48	[40-55]

Dataene i nærværende datablad afspejler den store variation, som kan forventes af et materiale, der stammer fra genanvendt plast fra husholdningsaffald. Dette er årsag til de store konfidensintervallerne for egenskabsværdierne anført i tabellen.
Som for alle tekniske datablade for plast skal ovennævnte data ikke anvendes alene til at fastlægge specifikationer for specifikke emner eller anvendes alene som basis for design, idet den specifikke fremstillingsproces vil påvirke egenskaberne. Yderligere skal det erindres at variationen af hver af de tre fraktioner sandsynlig vil ændre sig over tid, hvorved databladene ikke længere er gældende.



Bilag A: Mærkning af de tre fraktioner leveret af Dansk Affaldsminimering





Bilag B: Sikkerhedsdatablad for Desin

Randers Kemiske Industri

Udarbejdet på baggrund af EU forordning 1907/2006 (REACH)

Sikkerhedsdatablad

Udarbejdet: 26-10-2016 **SDS version: 2.1**

PUNKT 1: Identifikation af stoffet/blandingen og af selskabet/virksomheden

1.1. Produktidentifikator

DESIN, Desinfektionsvæske

Produkt-nr.: 823.001/-005

1.2. Relevante identificerede anvendelser for stoffet eller blandingen samt anvendelser, der frarådes

Anbefalede anvendelser: Til desinfektion af maskiner, vaske, borde, køleskabe, frysere samt køkkener, sanitære rum, svømmebade o.lign. Desinfektion udføres efter endt rengøring. Desinfektionsvæsken må IKKE blandes med sæbe, da det aktive desinficerende stof herved ødelægges. Efter rengøring og desinfektion skal foretages efterskylning med rent vand af de overflader, der kommer i forbindelse med levnedsmidler.

DESIN, desinfektionsvæske er den 20.06.1995 godkendt af Levnedsmiddelstyrelsen under j.nr. 431.1-194 til anvendelse som desinfektionsmiddel i detailforhandlervirksomheder, der producerer eller forhandler levnedsmidler.

Veterinærdirektoratet har den 3. november 1995 under j.nr. fø 462-139-0/95 godkendt **DESIN**, Desinfektionsvæske til brug som desinfektionsmiddel på mejerier samt på de af Landbrugsministeriet til eksport autoriserede kødvarevirksomheder, iht. Veterinærdirektoratets bek. nr. 748 af 28. aug. 1992 om godkendelse af rengørings-, desinfektions- og smøremidler i visse levnedsmiddelvirksomheder m.v.

Dosering: 1 – 2 dl. til 10 l. vand

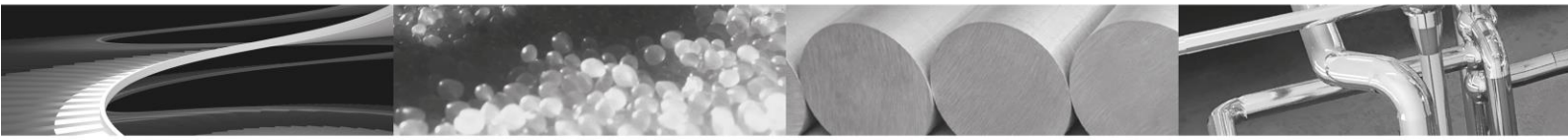
1.3. Nærmere oplysninger om leverandøren af sikkerhedsdatabladet

Firmanavn og adresse:
Randers Kemiske Industri A/S
Kristrupvej 158
8960 Randers SØ
Tlf. 86 41 10 22
Fax. 86 41 11 45
www.rkimiljo.dk

Kontaktperson og mail:
post@rkimiljo.dk

Sikkerhedsdatabladet er udarbejdet og valideret af:
mediator A/S, Centervej 2, 6000 Kolding. Konsulent: LMJ

1 / 8



Randers Kemiske Industri

Udarbejdet på baggrund af EU forordning 1907/2006 (REACH)

1.4. Nødtelefon

Giftlinien: +45 82 12 12 12

PUNKT 2: Fareidentifikation

2.1. Klassificering af stoffet eller blandingen

CLP (1272/2008): Eye Irrit. 2;H319, Skin Irrit. 2;H315.
Ordlyd af H-sætninger - Se pkt. 16.

2.2. Mærkningselementer

Signalord:
Advarsel

Forårsager hudirritation. (H315)
Forårsager alvorlig øjenirritation. (H319)

Bær beskyttelseshandsker/øjenbeskyttelse/ansigtsbeskyttelse. (P280)
VED KONTAKT MED ØJNENE: Skyl forsigtigt med vand i flere minutter. Fjern eventuelle kontaktlinser, hvis dette kan gøres let. Fortsæt skylning. (P305+P351+P338)

2.3. Andre farer

-

Anden mærkning:

-

Andet

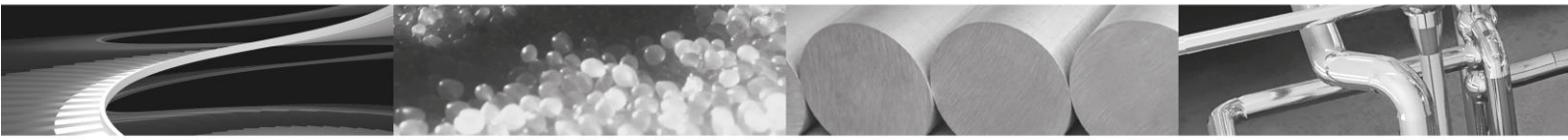
-

PUNKT 3: Sammensætning af/oplysning om indholdsstoffer

3.1./3.2. Stoffer/Blandinger

Indholdsstof	Index-nr.	CAS/EF-nr.	CLP-klassificering	w/w %	Note
Kvaternære ammoniumforbindelser, benzyl-C8-18-alkyldimethyl-, chlorider	612-140-00-5	63449-41-2 / 264-151-6	Acute Tox. 4;H302+H312, Skin. Corr. 1B;H314, Aquatic Acute 1;H400	<3	-

Ordlyd af faresætninger – se punkt 16.



Randers Kemiske Industri

Udarbejdet på baggrund af EU forordning 1907/2006 (REACH)

PUNKT 4: Førstehjælpsforanstaltninger

4.1. Beskrivelse af førstehjælpsforanstaltninger

Indånding:	Søg frisk luft. Hold den tilskadekomne under opsyn. Søg læge ved vedvarende ubehag.
Indtagelse:	Skyl munden grundigt og drik 1-2 glas vand i små slurke. Fremkald ikke opkastning. Hvis opkastning indtræffer, holdes hovedet så lavt, at der ikke kommer maveindhold i lungerne.
Hud:	Vask huden med vand og sæbe. Søg læge ved ubehag.
Øjne:	Skyl straks med vand (helst fra øjenskyller) i mindst 5 min. Spil øjet godt op. Fjern eventuelle kontaktlinser. Søg læge.
Øvrige oplysninger:	Ved henvendelse til læge medbringes sikkerhedsdatablad eller etiket.

4.2. Vigtigste symptomer og virkninger, både akutte og forsinkede

Irritative virkninger: Produktet indeholder stoffer som er lokalirriterende ved hud/øjenkontakt eller ved indånding. Kontakt med lokalirriterende stoffer kan resultere i, at kontaktområdet bliver mere udsat for optag af skadelige stoffer som fx allergener.

4.3. Angivelse af om øjeblikkelig lægehjælp og særlig behandling er nødvendig

Vis dette sikkerhedsdatablad til læge eller skadestue.

PUNKT 5: Brandbekæmpelse

5.1. Slukningsmidler

Omgivende ild: Vandtåge (aldrig vandstråle – spreder branden), skum, pulver eller kulsyre.

5.2. Særlige farer i forbindelse med stoffet eller blandingen

Produktet er ikke umiddelbart antændeligt. Undgå indånding af dampe og røggasser - søg frisk luft.
Ved brand dannes farlige røggasser.

5.3. Anvisninger for brandmandskab

Hvis det kan gøres uden fare, fjernes beholdere fra det brandtruede område. Undgå indånding af dampe og røggasser - søg frisk luft. Hvis der er risiko for udsættelse for dampe og røggasser, skal der bæres luftforsynet åndedrætsværn. Kontamineret slukningsvand sendes til destruktion.

PUNKT 6: Forholdsregler over for udslip ved uheld

6.1. Personlige sikkerhedsforanstaltninger, personlige værnemidler og nødprocedurer

Brug personlige værnemidler – se pkt. 8.

6.2. Miljøbeskyttelsesforanstaltninger

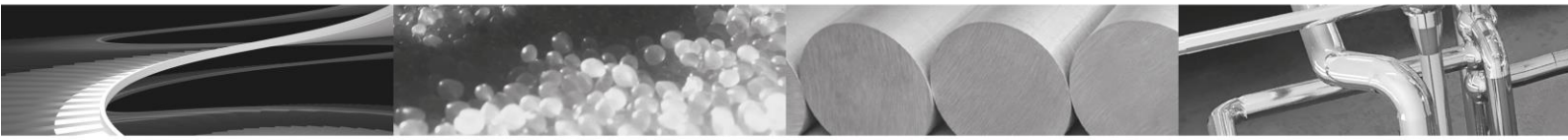
Undgå udledning til kloak – se pkt. 12. Informer de lokale miljømyndigheder ved udslip til omgivelserne.

6.3. Metoder og udstyr til inddæmning og oprensning

Spild inddæmmes og opsamles med sand eller andet absorberende materiale og overføres til egnede affaldsbeholdere. Videre håndtering af spild – se pkt. 13.

6.4. Henvisning til andre punkter

Se ovenfor.



Randers Kemiske Industri

Udarbejdet på baggrund af EU forordning 1907/2006 (REACH)

PUNKT 7: Håndtering og opbevaring

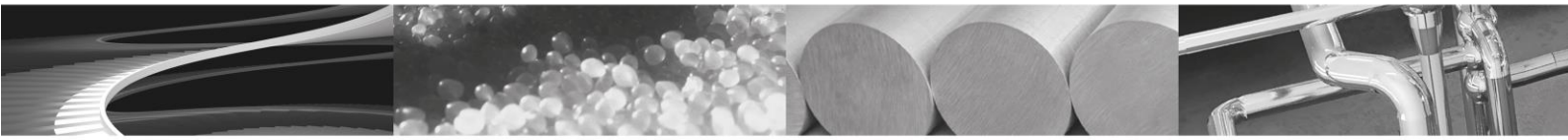
7.1. Forholdsregler for sikker håndtering
Se under pkt. 8 for oplysninger om forholdsregler ved brug og personlige værnemidler. Der bør være adgang til rindende vand og øjenskyller.
7.2. Betingelser for sikker opbevaring, herunder eventuel uforenelighed
Produktet bør opbevares forsvarligt, utilgængeligt for børn og ikke sammen med levnedsmidler, foderstoffer, lægemidler o.lign. Opbevares i original emballage og ved temperatur mellem 10-20°.
7.3. Særlige anvendelser
Se anvendelse pkt. 1.

PUNKT 8: Eksponeringskontrol/personlige værnemidler

8.1. Kontrolparametre
Grænseværdier ifølge bekendtgørelse nr. 507 af 17/05/2011 om grænseværdier for stoffer og materialer, med senere ændringer: Ingen.
DNEL/PNEC-værdier:
Ingen data.
8.2. Eksponeringskontrol
Der findes ikke et eksponeringsscenarie til dette produkt.
Egnede foranstaltninger til eksponeringskontrol:
Vask hænder før pauser, toiletbesøg og efter endt arbejde. Brug værnemidler som angivet nedenfor ved arbejde med produktet. Må IKKE blandes med andre kemikalier eller rengøringsmidler.
Personlige værnemidler:

Indånding:	Ikke påkrævet.
Hænder:	Anbefalet: Nitrilgummi. Gennembrudstid > 480 min (Klasse 6).
Øjne:	Brug beskyttelsesbriller eller ansigtsskærm ved risiko for stænk.
Hud og krop:	Ikke påkrævet.

Foranstaltninger til begrænsning af eksponering af miljøet
Sørg for, at der ved arbejde med produktet forefindes opdæmningsmateriale i umiddelbar nærhed. Brug om muligt spildbakker under arbejdet.



Randers Kemiske Industri

Udarbejdet på baggrund af EU forordning 1907/2006 (REACH)

PUNKT 9: Fysiske og kemiske egenskaber

9.1. Oplysninger om grundlæggende fysiske og kemiske egenskaber

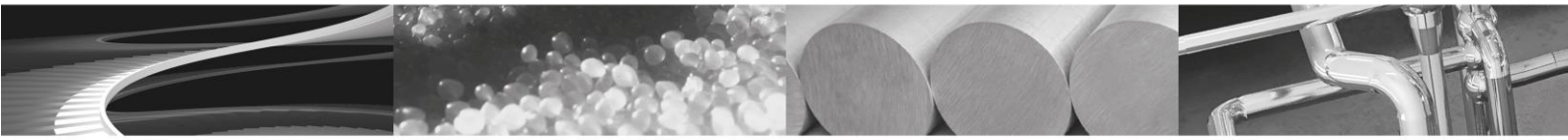
Udseende:	Farveløs flydende
Lugt:	Ingen lugt
Lugttærskel:	-
pH:	7,5
Smeltepunkt/Frysepunkt (°C):	-
Begyndelseskogepunkt og kogepunktsinterval (°C):	-
Flammepunkt (°C):	-
Fordampningshastighed:	-
Antændelighed (fast stof, luftart):	-
Øvre/nedre antændelses- eller eksplosionsgrænser (vol-%):	-
Damptryk (Pa):	-
Dampmassefylde (luft=1):	-
Relativ massefylde:	-
Opløselighed:	Opløseligt i vand
Fordelingskoefficient: n-oktanol/vand:	-
Selvantændelsestemperatur (°C):	-
Dekomponeringstemperatur (°C):	-
Viskositet:	-
Eksplosive egenskaber:	-
Oxiderende egenskaber:	-

9.2. Andre oplysninger

Opløselig i fedt:	-
Overfladespænding (mN/m, 25 °C):	-

PUNKT 10: Stabilitet og reaktivitet

10.1. Reaktivitet
Ikke reaktivt.
10.2. Kemisk stabilitet
Produktet er stabilt ved anvendelse efter leverandørens anvisninger.
10.3. Risiko for farlige reaktioner
Ingen risiko for farlige reaktioner.
10.4. Forhold, der skal undgås
Ingen kendte.
10.5. Materialer, der skal undgås
Stærke syrer, stærke baser, stærke oxidationsmidler og stærke reduktionsmidler.
10.6. Farlige nedbrydningsprodukter
Ingen ved de anbefalede opbevaringsforhold.



Randers Kemiske Industri

Udarbejdet på baggrund af EU forordning 1907/2006 (REACH)

PUNKT 11: Toksikologiske oplysninger

11.1. Oplysninger om toksikologiske virkninger

Substans	Eksponeringsvej	Art	Test	Resultat
Ingen data	-	-	-	-

Symptomer:
Indånding: Indånding af dampe kan virke irriterende på de øvre luftveje.
Indtagelse: Indtagelse af større mængder kan give ubehag.
Hudkontakt: Virker irriterende på huden - kan medføre rødme.
Øjenkontakt: Irriterer øjnene. Giver svie og tåreflåd.
Langtidsvirkninger: Ingen kendte.

PUNKT 12: Miljøoplysninger

12.1. Toksicitet

Substans	Testens varighed	Art	Test	Resultat
Ingen data	-	-	-	-

12.2. Persistens og nedbrydelighed

Substans	Nedbrydelighed i vandmiljøet	Test	Resultat
Ingen data	-	-	-

12.3. Bioakkumuleringspotentiale

Substans	Potentiel bioakkumulerbar	LogPow	BCF
Ingen data	-	-	-

12.4. Mobilitet i jord

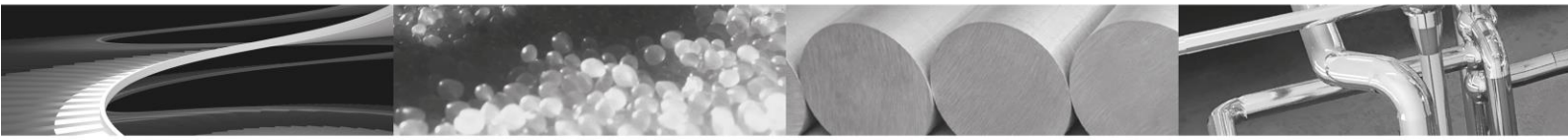
-

12.5. Resultater af PBT- og vPvB-vurdering

Ingen data.

12.6. Andre negative virkninger

Ingen kendte.



Randers Kemiske Industri

Udarbejdet på baggrund af EU forordning 1907/2006 (REACH)

PUNKT 13: Bortskaffelse

13.1. Metoder til affaldsbehandling

Produktet skal betragtes som farligt affald. Benyt den kommunale indsamlings- og afhentningsordning.

Kemikalieaffaldsgruppe	EAK- kode	Affaldstype
H	20 01 29	Detergenter indeholdende farlige stoffer.

Særlig mærkning:

-

Forurenet emballage:

Emballager, med restindhold af produktet, bortskaffes efter samme betingelser som produktet.

PUNKT 14: Transportoplysninger

Produktet er ikke omfattet af reglerne om transport af farligt gods på vej og sø i henhold til ADR og IMDG.

14.1 -14.4.

-

14.5. Miljøfarer

-

14.6. Særlige forsigtighedsregler for brugeren

-

14.7. Bulktransport i henhold til bilag II i MARPOL 73/78 og IBC-koden

Ikke relevant.

PUNKT 15: Oplysninger om regulering

15.1. Særlige bestemmelser/særlig lovgivning for stoffet eller blandingen med hensyn til sikkerhed, sundhed og miljø

Krav om arbejdspladsbrugsanvisning, da produktet indeholder ≥ 1 % af et stof, som er klassificeret som sundhedsfarligt eller miljøfarligt efter Miljøministeriets regler.

Anvendelsesbegrænsninger:

-

Krav om særlig uddannelse:

-

Anden mærkning:

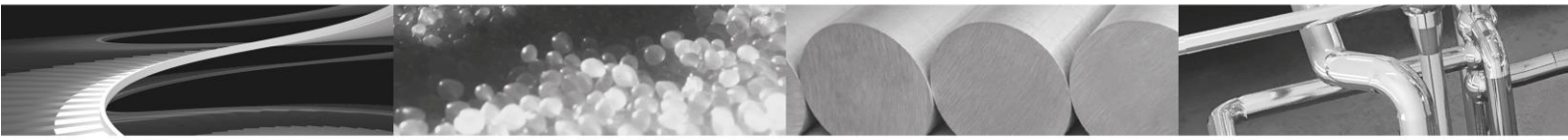
Pr-nr.: 2400789

Deklaration i henhold til EU Forordning nr. 648/2004:

<5% Kationiske overfladeaktive stoffer.

15.2. Kemikaliesikkerhedsvurdering

Ingen.



Randers Kemiske Industri

Udarbejdet på baggrund af EU forordning 1907/2006 (REACH)

PUNKT 16: Andre oplysninger

Andre oplysninger:
Kilder:
Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 301 af 13. maj 1993 om fastsættelse af kodenumre, med senere ændringer.
Bekendtgørelse om arbejde med stoffer og materialer (kemiske agenser) - BEK nr. 1793 af 18/12/2015.
Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 239 af 6. april 2005 om unges arbejde, med senere ændringer.
Bekendtgørelse nr. 1369 af 25. november 2015 om markedsføring og mærkning af flygtige organiske forbindelser i visse malinger og lakker samt produkter til autoreparationslakering.
Bekendtgørelse nr. 1075 af 24. november 2011 om klassificering, emballering, mærkning, salg og opbevaring af stoffer og blandinger, med senere ændringer.
Bekendtgørelse nr. 849 af 24. juni 2014 af lov om kemikalier.
Bekendtgørelse om særlige pligter for fremstillere, leverandører og importører m.v. af stoffer og materialer efter lov om arbejdsmiljø - BEK nr. 1794 af 18/12/2015.
Bekendtgørelse nr. 507 af 17/05/2011 om grænseværdier for stoffer og materialer, med senere ændringer.
Bekendtgørelse nr. 1309 af 18/12/2012 om affald, med senere ændringer.
EU forordning nr. 1907/2006 (REACH).
EU forordning nr. 1272/2008 (CLP), med senere tilpasninger.
EU forordning nr. 276/2010.
ECHA – Det europæiske kemikalieagentur.
Den fulde ordlyd af H-sætninger omtalt i punkt 2+3:
H302 - Farlig ved indtagelse.
H312 - Farlig ved hudkontakt.
H314 - Forårsager svære forbrændinger af huden og øjenskader.
H318 - Forårsager alvorlig øjenskade.
H319 - Forårsager alvorlig øjenirritation.
H400 - Meget giftig for vandlevende organismer.
Andet
Oplysningerne i dette sikkerhedsblad gælder kun produktet nævnt i punkt 1 og er ikke nødvendigvis gældende ved brug sammen med andre produkter.
Der er foretaget ændringer i følgende punkter:
1-16 – Generel opdatering.
Dette sikkerhedsdatablad erstatter version:
2.0 (02-11-2015).