

Rapport

Lavtemperaturegenskaper til HDPE

Strekktesting ved lave temperaturer

Forfatter(e)

Frode Grytten

Rapport

Lavtemperateregenskaper til HDPE

Strekktesting ved lave temperaturer

EMNEORD:
HDPE
Flytekrager

VERSJON
1.1

DATO
2014-06-02

FORFATTER(E)
Frode Grytten

OPPDRAGSGIVER(E)
Fiskeridirektoratet

OPPDRAGSGIVERS REF.
Tor-Arne Helle

PROSJEKTNR
102006465

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
8+ vedlegg

SAMMENDRAG

Strekktesting av HDPE ved romtemperatur

På oppdrag fra Fiskeridirektoratet har SINTEF testet polyetylen (HDPE) materialer fra flytekrager. E-modul, flytespenning og bruddtøyning er funnet for ulike temperaturer mellom -10 og +10 °C.

UTARBEIDET AV
Frode Grytten

SIGNATUR

KONTROLLERT AV
Rune H. Gaarder

SIGNATUR

GODKJENT AV
Einar L. Hinrichsen

SIGNATUR

RAPPORTNR
SINTEF F25692

ISBN

GRADERING
Fortrolig

GRADERING DENNE SIDE
Fortrolig

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2013-12-13	Første versjon av rapporten.

1.1	2014-06-02	Mindre endringer av tekst.
-----	------------	----------------------------

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn.....	4
2	Prøveframstilling	4
3	Testprosedyrer	5
4	Resultater	5
A	Testrapporter generert fra testmaskin	8

BILAG/VEDLEGG

Testrapporter fra testmaskin

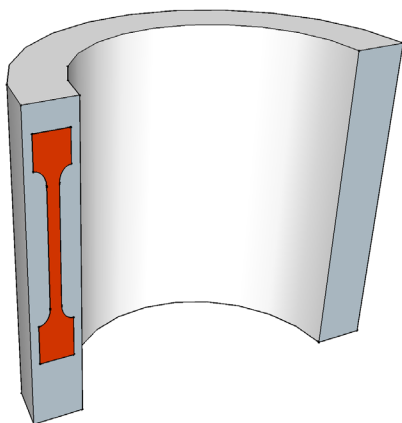
1 Bakgrunn

Fiskeridirektoratet ønsker å få kartlagt materialegenskaper for polyetylen (HDPE) på flytekrager for akvakulturanlegg. Hensikten er å komme frem til flytegrense for PE100 som kan innføres i en fremtidig revisjon av NS 9415. Som ledd i dette arbeidet har SINTEF tidligere testet materialer sendt inn av 3 leverandører av flytekrager ved romtemperatur. Dette arbeidet er beskrevet i SINTEF rapport F25580.

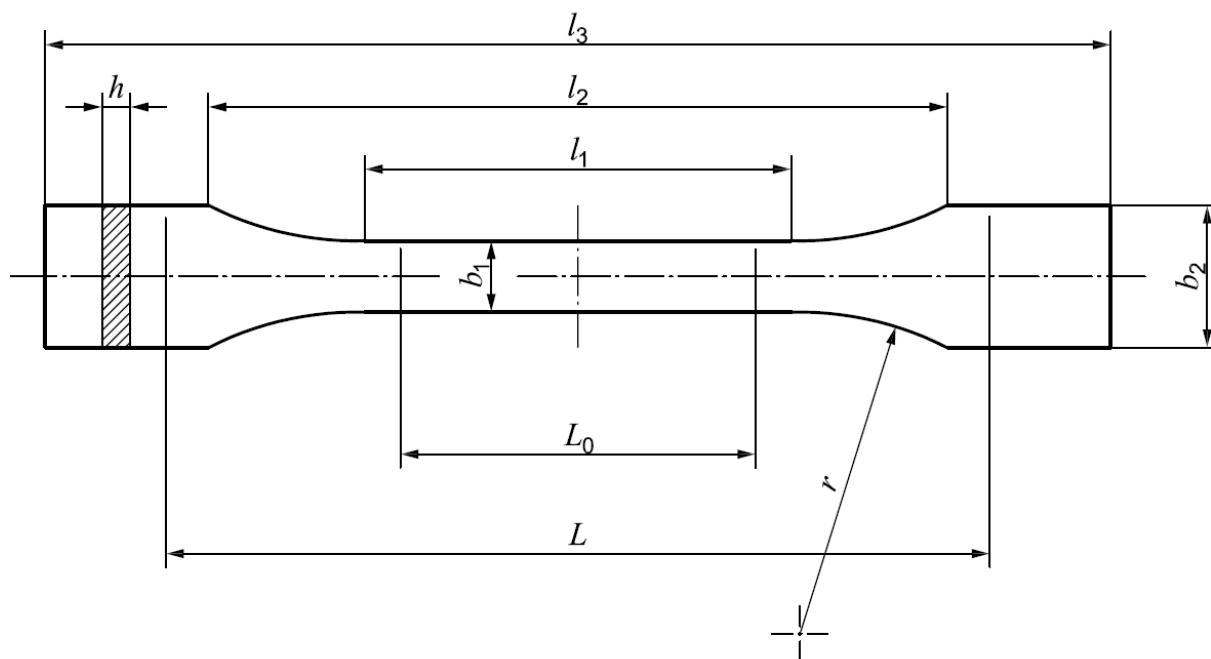
Ett av de tidligere testede materialene ble valgt ut for videre testing ved lavere temperaturer (-10, -5, 0 5 og 10 °C). Disse testene og resultatene vil bli beskrevet i dette dokumentet.

2 Prøveframstilling

Prøvestykker ble maskinert fra rør (type 1B) i henhold til ISO 527-2:2012. Merk at prøveområdet ligger midt i rørveggen (se Figur 1), altså i det området som kjøles saktere ned etter ekstrudering. Dette området kan ha noe forskjellig krystallinitet enn materialet nærmere overflaten. Nominell geometri til prøvene er gitt i Figur 2 og Tabell 1.



Figur 1. Skisse som viser prøvenes orientering og plassering.



Figur 2. Geometri på prøvestykker i henhold til ISO 527-2.

Tabell 1. Dimensjoner på prøvestykker 1B i henhold til ISO 527-2.

l_3	Total lengde	≥ 150
l_1	Lengde til smal parallell del	$60,0 \pm 0,5$
r	Radius	$60,0 \pm 0,5$
l_2	Avstand mellom brede parallelle deler	$108 \pm 1,6$
b_2	Bredde ved endene	$20,0 \pm 0,2$
b_1	Bredde ved smal del	$10,0 \pm 0,2$
h	Anbefalt tykkelse	$4,0 \pm 0,2$
L_0	Målelengde	$50,0 \pm 0,5$

3 Testprosedyrer

Testene ble utført i en universal testmaskin med 2.5 kN lastcelle. Opprinnelig avstand mellom grepene var 100 mm og ekstensometerlengden (Målelengden L_0) var 50 mm. E-modul ble målt mellom 0,05 og 0,25 % tøyning. Testhastigheten var 1 mm/min opp til 0,25 % tøyning, og 500 mm/min fra 0,25 % tøyning og fram til brudd. Før testing ble prøvene kondisjonert ved gjeldene testtemperatur i minst 30 min.

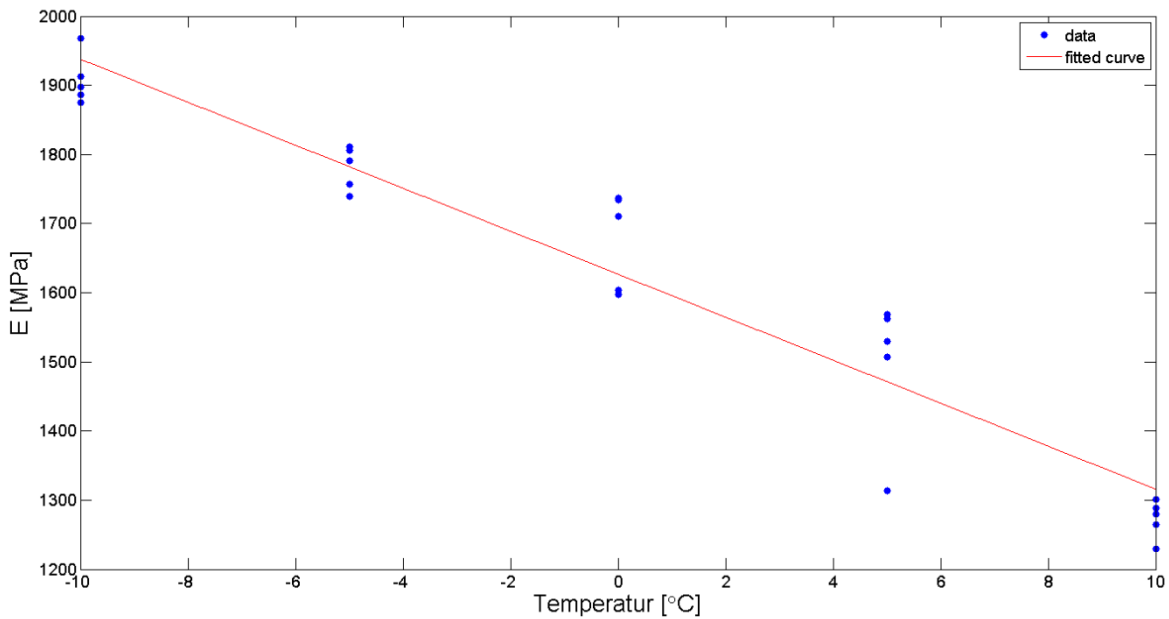
4 Resultater

Resultatene fra alle enkeltprøvene er gjengitt i Vedlegg A. Rådata fra testene er oversendt rømmingskommisjonen for akvakultur for videre behandling. Resultatene vil bli kort oppsummert under.

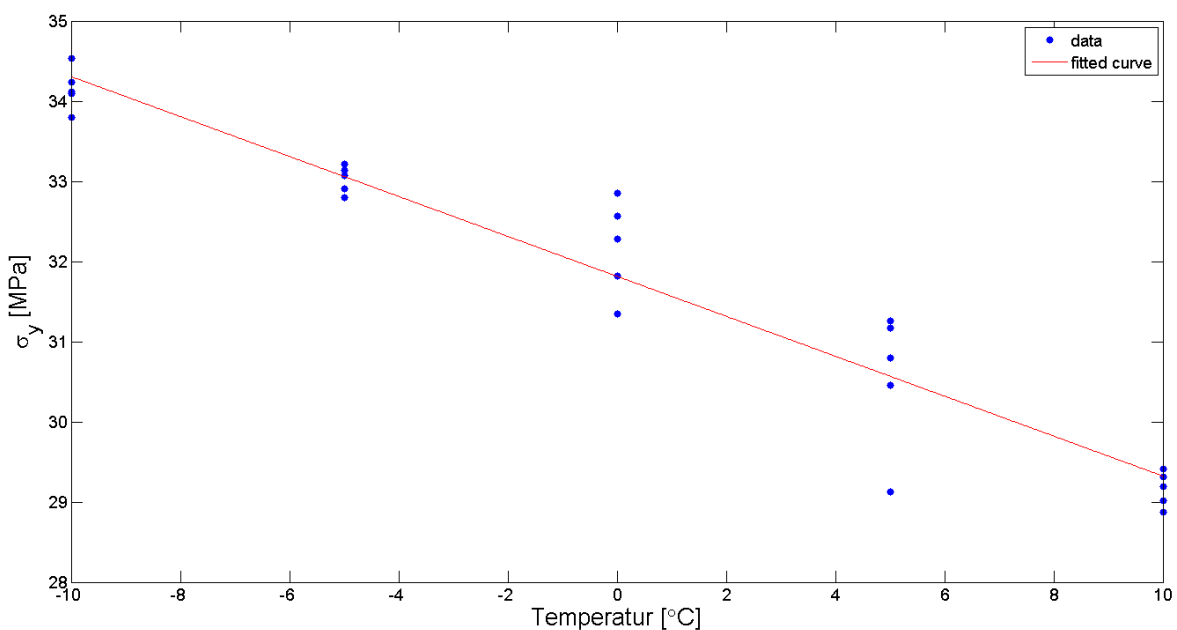
Figur 3 viser E-modul som funksjon av temperatur i området -10 til 10 °C. Det er en klar tendens til at stivheten øker ved lavere temperaturer. Tilsvarende viser Figur 4 en klar tendens til at flytespenningen øker

ved lavere temperaturer. Når det gjelder bruddtøyningen så er ikke bildet like klart, men det ser ut til å være noe redusert duktilitet ved lavere temperaturer. Materialet er imidlertid fortsatt ganske duktilt.

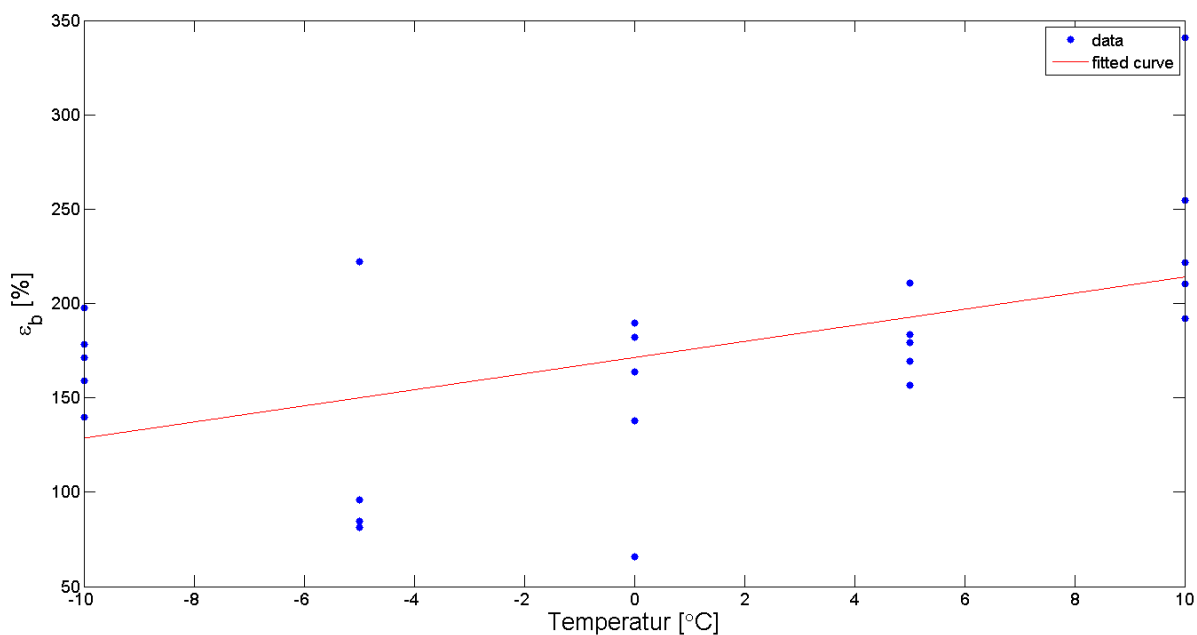
De middelverdiene og spredningen for de ulike egenskapene ved de forskjellige temperaturene er oppsummert i Tabell 2.



Figur 3. E-modul som funksjon av temperatur for HDPE.



Figur 4. Flytespenning som funksjon av temperatur for HDPE.



Figur 5. Bruddtøyning som funksjon av temperatur.

Tabell 2. Oppsummering av verdier






		-10 °C	-5 °C	0 °C	5 °C	10 °C
E [MPa]	\bar{x}	1910	1780	1680	1500	1270
	s	36,2	31,8	70,1	105	27,8
	ν	1,90	1,78	4,18	7,05	2,18
σ _y [MPa]	\bar{x}	34,2	33,0	32,2	30,6	29,2
	s	0,267	0,171	0,600	0,864	0,218
	ν	0,78	0,52	1,86	2,83	0,75
ε _b [%]	\bar{x}	169,2	115,9	147,7	180,0	243,9
	s	21,6	59,7	50,1	20,1	58,7
	ν	12,74	51,48	33,90	11,17	24,09

A Testrapporter generert fra testmaskin

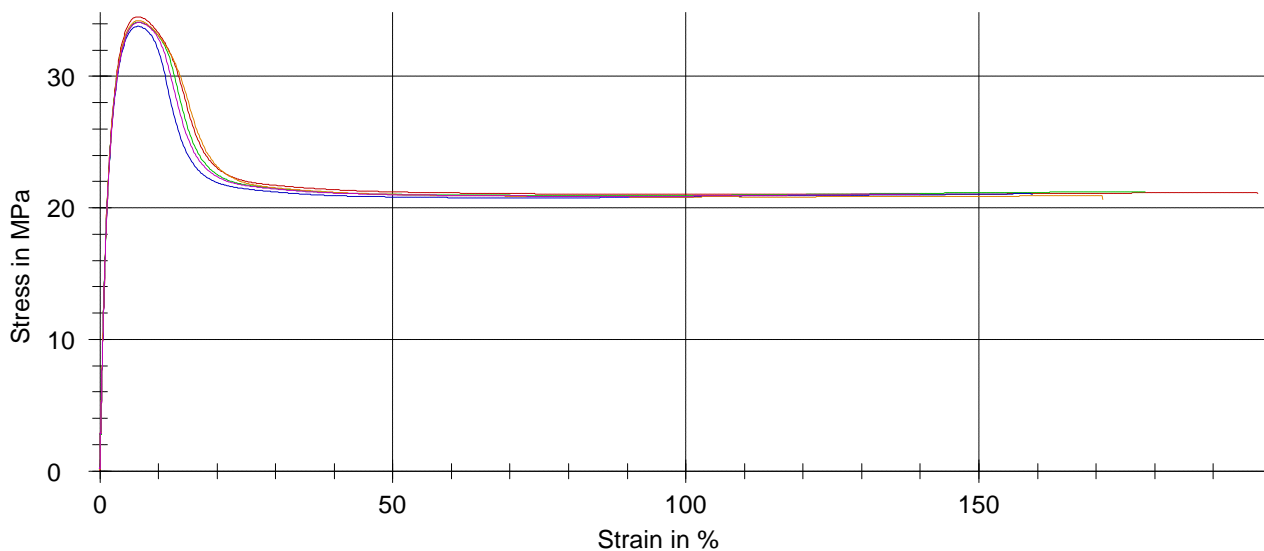
Tensile Testing

Heading : Tensile Testing
 Customer : Fiskeridirektoratet/ Frode Grytten
 Job no. : 102006465
 Test standard : ISO 527-2
 Material : HDPE @ -10°C
 Pre-treatment : Conditioned at -10°C for 30 min
 Tester : Alaa Mourad
 Machine data : 2.5 kN LC, Pneumatic Grips, Emod 0.05-0.25%, Test Speed 500 mm/min, L0= 50 mm, Grip to Grip 100 mm
 Pre-load : 5 N
 Speed, tensile modulus : 1 mm/min
 Test speed : 500 mm/min

Test results:

Legends	Nr	h mm	b mm	E_t MPa	σ_Y MPa	σ_M MPa	ϵ_M %	σ_B MPa	ϵ_B %
	1	5,357	9,683	1900	34,5	34,5	6,5	21,1	197,7
	2	5,333	9,683	1890	34,1	34,1	6,6	21,2	178,3
	3	5,307	9,703	1910	33,8	33,8	6,5	21,1	159,1
	4	5,353	9,7	1970	34,2	34,2	6,6	20,6	171,1
	5	5,44	9,673	1880	34,1	34,1	6,7	21,0	139,9

Series graph:








Statistics:

HDPE @ -10°C	E_t	σ_Y	σ_M	ε_M	σ_B	ε_B	h	b	A_0
n = 5	MPa	MPa	MPa	%	MPa	%	mm	mm	mm ²
\bar{x}	1910	34,2	34,2	6,6	21,0	169,2	5,358	9,689	51,91
s	36,2	0,267	0,267	0,1	0,231	21,6	0,04998	0,01261	0,43
v	1,90	0,78	0,78	0,90	1,10	12,74	0,93	0,13	0,84

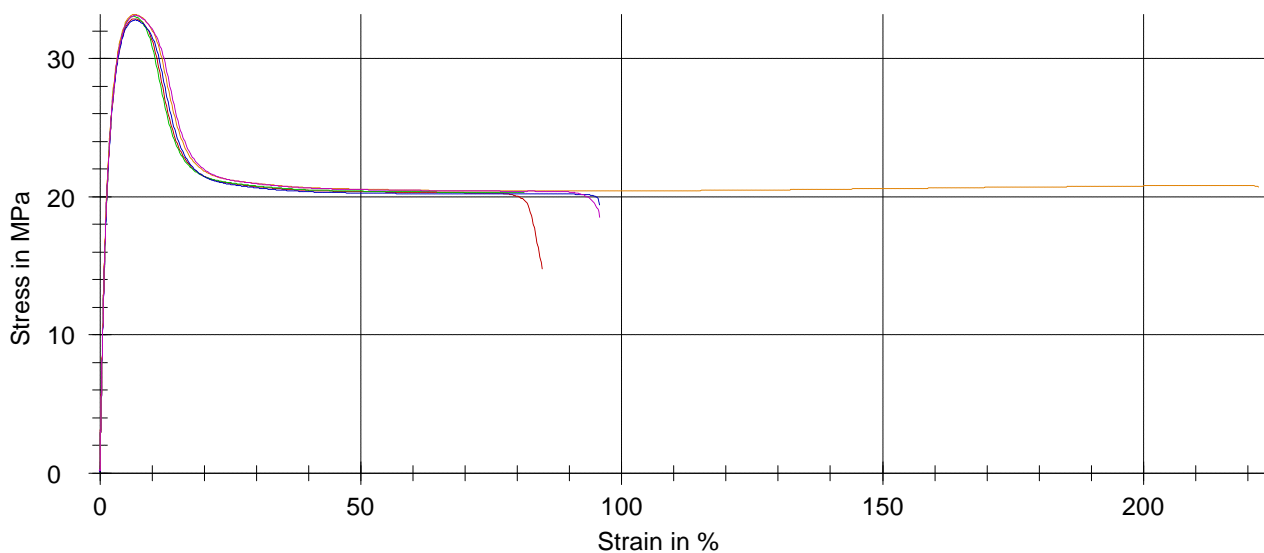
Tensile Testing

Heading : Tensile Testing
 Customer : Fiskeridirektoratet/ Frode Grytten
 Job no. : 102006465
 Test standard : ISO 527-2
 Material : HDPE @ -5°C
 Pre-treatment : Conditioned at -5°C for 30 min
 Tester : Alaa Mourad
 Machine data : 2.5 kN LC, Pneumatic Grips, Emod 0.05-0.25%, Test Speed 500 mm/min, L0= 50 mm, Grip to Grip 100 mm
 Pre-load : 5 N
 Speed, tensile modulus : 1 mm/min
 Test speed : 500 mm/min

Test results:

Legends	Nr	h mm	b mm	E _t MPa	σ _Y MPa	σ _M MPa	ε _M %	σ _B MPa	ε _B %
	1	5,31	9,74	1810	32,9	32,9	6,7	14,8	84,8
	2	5,23	9,743	1740	33,1	33,1	6,5	20,3	81,3
	3	5,24	9,757	1760	32,8	32,8	6,7	19,4	95,7
	4	5,167	9,747	1810	33,2	33,2	6,6	20,7	222,0
	5	5,187	9,693	1790	33,1	33,1	6,8	18,5	95,8

Series graph:



Statistics:

HDPE @ -5°C n = 5	E_t MPa	σ_Y MPa	σ_M MPa	ε_M %	σ_B MPa	ε_B %	h mm	b mm	A_0 mm ²
\bar{x}	1780	33,0	33,0	6,7	18,7	115,9	5,227	9,736	50,89
s	31,8	0,171	0,171	0,1	2,38	59,7	0,05553	0,02465	0,59
v	1,78	0,52	0,52	2,14	12,71	51,48	1,06	0,25	1,17

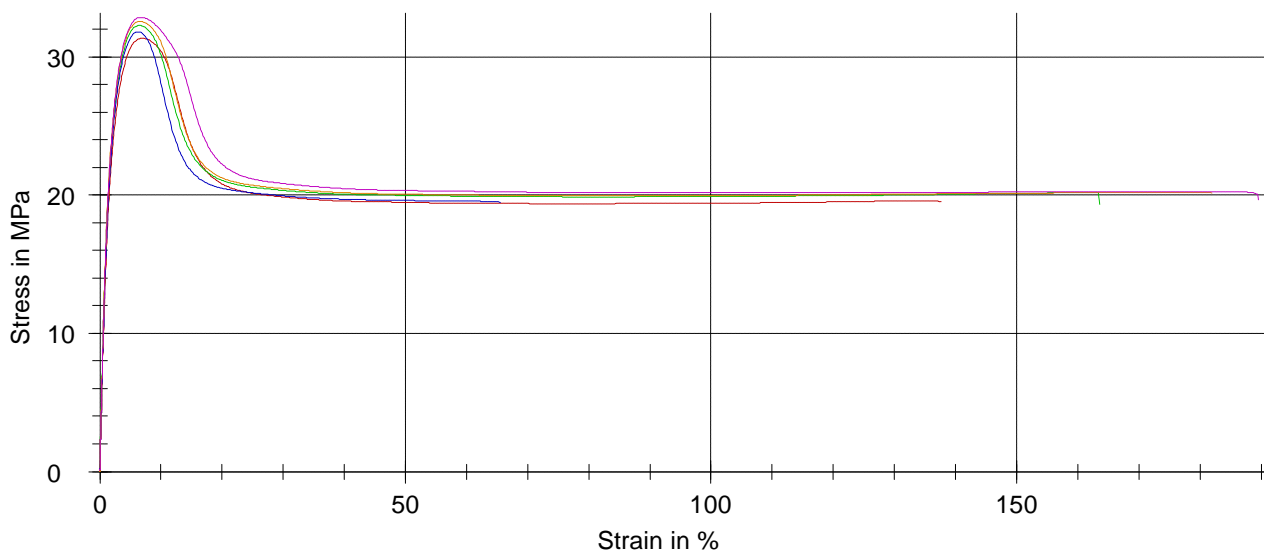
Tensile Testing

Heading : Tensile Testing
 Customer : Fiskeridirektoratet/ Frode Grytten
 Job no. : 102006465
 Test standard : ISO 527-2
 Material : HDPE @ 0°C
 Pre-treatment : Conditioned at 0°C for 30 min
 Tester : Alaa Mourad
 Note : Specimen 3 with defect
 Machine data : 2.5 kN LC, Pneumatic Grips, Emod 0.05-0.25%, Test Speed 500 mm/min, L0= 50 mm, Grip to Grip 100 mm
 Pre-load : 5 N
 Speed, tensile modulus : 1 mm/min
 Test speed : 500 mm/min

Test results:

Legends	Nr	h mm	b mm	E_t MPa	σ_Y MPa	σ_M MPa	ϵ_M %	σ_B MPa	ϵ_B %	Note
	1	5,44	9,82	1600	31,3	31,3	7,0	19,5	137,6	Specimen 3 with defect
	2	5,267	9,657	1730	32,3	32,3	6,4	19,3	163,6	
	3	4,96	9,763	1600	31,8	31,8	6,2	19,5	65,6	
	4	5,137	9,783	1740	32,6	32,6	6,5	20,1	182,0	
	5	5,343	9,723	1710	32,9	32,9	6,8	19,6	189,6	

Series graph:








Statistics:

HDPE @ 0°C n = 5	E_t MPa	σ_Y MPa	σ_M MPa	ϵ_M %	σ_B MPa	ϵ_B %	h mm	b mm	A_0 mm ²
\bar{x}	1680	32,2	32,2	6,6	19,6	147,7	5,229	9,749	50,98
s	70,1	0,600	0,600	0,3	0,300	50,1	0,187	0,06247	1,87
v	4,18	1,86	1,86	4,50	1,53	33,90	3,58	0,64	3,67

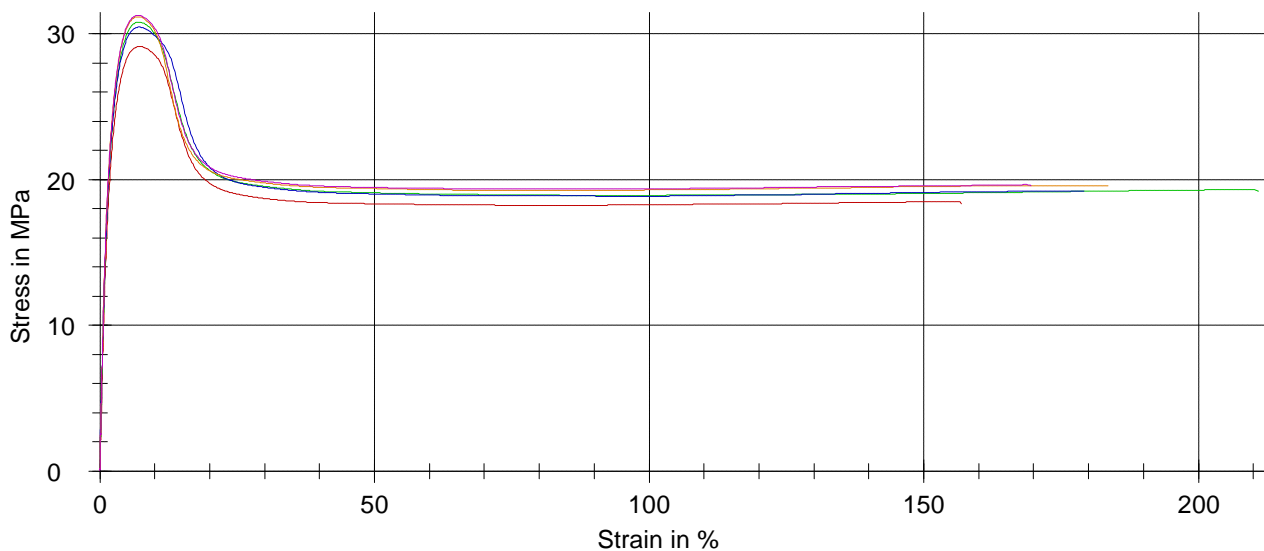
Tensile Testing

Heading : Tensile Testing
 Customer : Fiskeridirektoratet/ Frode Grytten
 Job no. : 102006465
 Test standard : ISO 527-2
 Material : HDPE @ 5°C
 Pre-treatment : Conditioned at 5°C for 30 min
 Tester : Alaa Mourad
 Machine data : 2.5 kN LC, Pneumatic Grips, Emod 0.05-0.25%, Test Speed 500 mm/min, L0= 50 mm, Grip to Grip 100 mm
 Pre-load : 5 N
 Speed, tensile modulus : 1 mm/min
 Test speed : 500 mm/min

Test results:

Legends	Nr	h mm	b mm	E_t MPa	σ_Y MPa	σ_M MPa	ϵ_M %	σ_B MPa	ϵ_B %
	1	5,393	9,77	1310	29,1	29,1	7,2	18,3	156,8
	2	5,333	9,683	1510	30,8	30,8	7,1	19,2	211,0
	3	5,26	9,8	1530	30,5	30,5	7,1	19,2	179,1
	4	5,043	9,62	1570	31,2	31,2	6,9	19,5	183,5
	5	5,383	9,707	1560	31,3	31,3	7,0	19,6	169,6

Series graph:








Statistics:

HDPE @ 5°C n = 5	E_t MPa	σ_Y MPa	σ_M MPa	ϵ_M %	σ_B MPa	ϵ_B %	h mm	b mm	A_0 mm ²
\bar{x}	1500	30,6	30,6	7,1	19,2	180,0	5,283	9,716	51,33
s	105	0,864	0,864	0,1	0,501	20,1	0,1438	0,07131	1,64
v	7,05	2,83	2,83	1,39	2,61	11,17	2,72	0,73	3,20

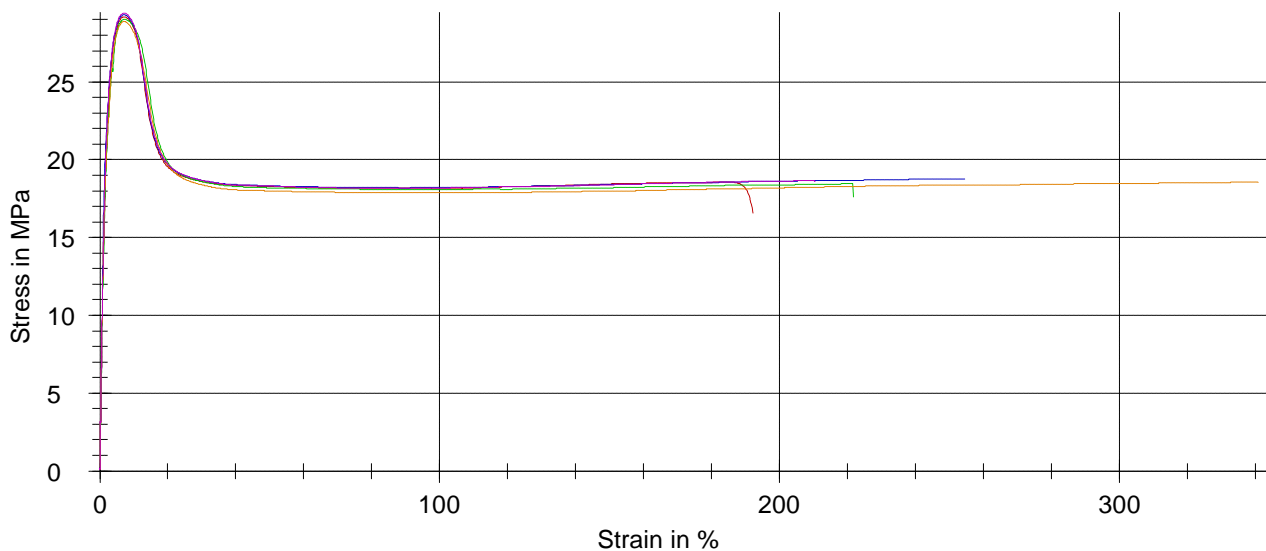
Tensile Testing

Heading : Tensile Testing
 Customer : Fiskeridirektoratet/ Frode Grytten
 Job no. : 102006465
 Test standard : ISO 527-2
 Material : HDPE @ 10°C
 Pre-treatment : Conditioned at 10°C for 30 min
 Tester : Alaa Mourad
 Machine data : 2.5 kN LC, Pneumatic Grips, Emod 0.05-0.25%, Test Speed 500 mm/min, L0= 50 mm, Grip to Grip 100 mm
 Pre-load : 5 N
 Speed, tensile modulus : 1 mm/min
 Test speed : 500 mm/min

Test results:

Legends	Nr	h mm	b mm	E _t MPa	σ _Y MPa	σ _M MPa	ε _M %	σ _B MPa	ε _B %
	1	5,293	9,77	1300	29,2	29,2	7,1	16,6	192,0
	2	4,94	9,873	1230	29,0	29,0	7,3	17,6	221,7
	3	5,343	9,717	1270	29,3	29,3	7,2	18,7	254,5
	4	5,347	9,707	1280	28,9	28,9	7,1	18,5	340,8
	5	5,46	9,613	1290	29,4	29,4	7,2	18,6	210,5

Series graph:



Statistics:

HDPE @ 10°C n = 5	E_t MPa	σ_Y MPa	σ_M MPa	ϵ_M %	σ_B MPa	ϵ_B %	h mm	b mm	A_0 mm ²
\bar{x}	1270	29,2	29,2	7,2	18,0	243,9	5,277	9,736	51,08
s	27,8	0,218	0,218	0,1	0,926	58,7	0,1978	0,09526	1,47
v	2,18	0,75	0,75	1,09	5,14	24,09	3,75	0,98	2,88



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no