

Częstochowa, 14.07.2021

## **✓ Raport z oznaczania wskaźnika szybkości płynięcia**

### **Zleceniodawca:**

Recovery Green Recycling Sp. z o.o.  
Pl. Kilińskiego 1  
32-660 Chetmek

### **Data przyjęcia próbki:**

07.07.2021

### **Specyfikacja próbki:**

Brak przeciwwskazań do prowadzenia badań wynikających ze stanu próbki.

### **Miejsce pobrania próbki:**

Laboratorium Badania Tworzyw Polimerowych  
PlastigoLab  
Bór 77/81  
42-202 Częstochowa

### **Miejsce i data wykonania badania:**

Częstochowa, 08-14.07.2021

## 1. Cel badań

Celem badania było oznaczenie wskaźnika szybkości płynięcia (MFI) materiału dostarczonego przez zleceniodawcę.

## 2. Materiał do badań

Do badań zleceniodawca dostarczył materiał w postaci granulatów (Rys. 1):



Rys. 1 Materiał do badań

## 3. Aparatura i metody badawcze

Oznaczenie masowego wskaźnika szybkości płynięcia (ang. *melt mass-flow rate – MFR*) i objętościowego wskaźnika szybkości płynięcia (ang. *melt volume-flow rate - MVR*) wykonano wykorzystując Plastometr Mflow firmy Zwick/Roell obsługiwany oprogramowaniem testXpert® II . Do pomiarów wykorzystano również wagę analityczną AS 3Y, firmy RADWAG.

W celu dokładnego scharakteryzowania materiału przeprowadzono oznaczenie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu wykonano wykorzystując maszynę wytrzymałościową firmy Zwick/Roell o sile badawczej w kierunku na rozciąganie 20kN, wraz z ekstensometrem, obsługiwaną oprogramowaniem testXpert® II.

Kształtki do badań wykonano metodą wtryskiwania wykorzystując mieszankę Granulatu 1 i Granulatu 3. Następnie poddano kondycjonowaniu w temperaturze  $23\pm 1^{\circ}\text{C}$  oraz wilgotności  $45\pm 2\%$ .

#### 4. Przebieg badania

Wskaźnik szybkości płynięcia jest wielkością charakteryzującą prędkość płynięcia tworzyw termoplastycznych w procesie przetwórstwa. Wyraża objętość - cm<sup>3</sup> (MVR) lub masę - g (MFR) stopionego tworzywa wytłoczonego przez dyszę o średnicy 2,095 mm ( $\pm 0,005$ ) i długości 8 mm ( $\pm 0,025$ ), pod określonym obciążeniem, w określonej temperaturze i w danym czasie odniesienia, przyjętym jako 10min.

Warunki oznaczania wskaźnika szybkości płynięcia były zgodne z zaleceniem zleceniodawcy. W badaniu zastosowano następujące warunki pomiaru (Tab. 1):

Materiał	Temperatura oznaczania, °C	Obciążenie nominalne (tączne), kg
Granulat 1	230	2,16
Granulat 2		
Granulat 3		

Tab. 1 Warunki pomiaru masowego wskaźnika szybkości płynięcia

- Badanie przeprowadzono metodą B (z pomiarem drogi) tącznie z metodą A, według obowiązującej normy PN-EN ISO 1133.
- Czas podgrzewania wstępnego – 300 sekund.

#### 5. Wyniki badań

##### Wskaźnik szybkości płynięcia MFI

Poniżej zamieszczono wyniki badania MFI uwzględniające średnią wartość pomiaru, odchylenie standardowe a także współczynnik zmienności (Tab. 2-4). Dane szczegółowe zawierające wyniki pomiarów poszczególnych prób zawarto w protokole MFI.

Granulat 1:

Seria n=3	MFR g/10min	MVR cm <sup>3</sup> /10min
x	12,11	15,91
s	0,08	0,11
v	0,68	0,69

Tab. 2 Wyniki pomiaru masowego i objętościowego wskaźnika szybkości płynięcia tworzywa Granulat 1

**Granulat 2:**

Seria n=3	MFR g/10min	MVR cm <sup>3</sup> /10min
x	13,74	18,13
s	0,10	0,12
v	0,69	0,66

Tab. 3 Wyniki pomiaru masowego i objętościowego wskaźnika szybkości płynięcia tworzywa Granulat 2

**Granulat 3:**

Seria n=3	MFR g/10min	MVR cm <sup>3</sup> /10min
x	9,58	12,42
s	0,10	0,13
v	1,07	1,05

Tab. 4 Wyniki pomiaru masowego i objętościowego wskaźnika szybkości płynięcia tworzywa Granulat 3

**Testy wytrzymałościowe - rozciąganie**

Wyniki oznaczania właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu zestawiono w tabelach (Tab. 5). Poniżej zamieszczono wyniki badania wytrzymałości materiału uwzględniające średnią wartość pomiaru, odchylenie standardowe a także współczynnik zmienności (Tab. 6).

Nr	Moduł rozciągania [MPa], E <sub>t</sub>	Napężenie na granicy plastyczności [MPa], δ <sub>p</sub>	Wydłużenie plastyczne [%], ε <sub>p</sub>	Wytrzymałość na rozciąganie [MPa], δ <sub>m</sub>	Wydłużenie przy wytrzymałości na rozciąganie [%], ε <sub>m</sub>	Napężenie przy zniszczeniu [MPa], δ <sub>b</sub>	Nominalne wydłużenie przy niszczeniu [%], ε <sub>b</sub>
1	1080	23,3	9,3	23,3	9,3	19,6	19
2	1090	23,5	9,2	23,5	9,2	19,4	16
3	1050	22,9	9,4	22,9	9,4	19,7	16
4	1040	23,0	9,1	23,0	9,1	19,6	15
5	1060	23,1	9,2	23,1	9,2	17,6	20

Tab. 5 Szczegółowe wyniki badania wytrzymałości przy statycznym rozciąganiu znormalizowanej kształtki dla prędkości 50mm/min

Seria n=5	Moduł rozciągania [MPa], $E_t$	Napężenie na granicy plastyczności [MPa], $\delta_t$	Wydłużenie plastyczne [%], $\epsilon_t$	Wytrzymałość na rozciąganie [MPa], $\delta_m$	Wydłużenie przy wytrzymałości na rozciąganie [%], $\epsilon_m$	Napężenie przy zniszczeniu [MPa], $\delta_b$	Nominalne wydłużenie przy niszczeniu [%], $\epsilon_b$
x	1060	23,2	9,2	23,2	9,2	19,2	17
s	21,6	0,230	0,11	0,230	0,11	0,88	2,5
v	2,03	0,99	1,15	0,99	1,15	4,56	14,28

Tab. 6 Uśrednione wyniki badania wytrzymałości przy statycznym rozciąganiu

## Badania wykonana:

Monika Mielczarek  
Specjalista Laborant  
668 599 593  
laboratorium@plastigo.pl



Asten Group Sp. z o.o.  
42-202 Częstochowa  
ul. Bór 77/81

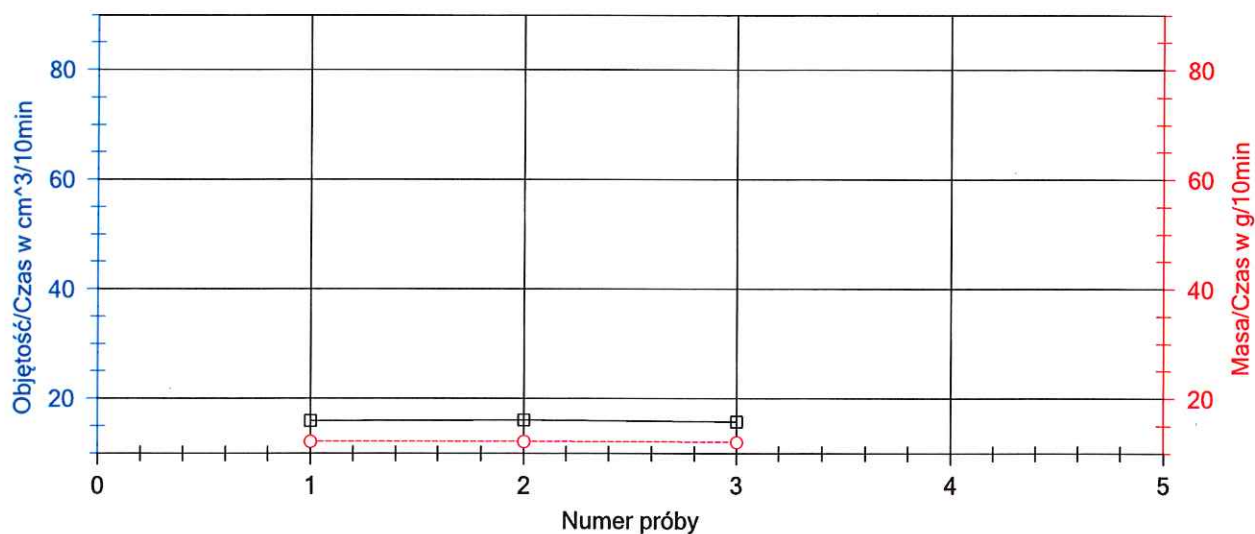
## Protokół badania

Firma	: PlastigoLab	Norma badawcza	: ISO 1133
Badający	: Patrycja Kot	Materiał	: Tworzywo PP_Próbka 1
Definicja badania plastometru (automat.)	: Manualnie		
Warunki badania	: M (230 °C; 2,16 kg)		
Temperatura zadana	: 230,0 °C		
Obciążenie badawcze	: 2,16 kg		
Pozycja/Czas badania przy początku pomiaru	: 50 mm		
Liczba odcinków	: 4		
Droga pomiarowa/-czas $\Delta s/\Delta t$	: 6 mm		

### Wyniki badania:

Nr	Indeks	Odcinek	MFR <sub>n</sub> g/10min	$\overline{\text{MFR}}$ g/10min	MVR <sub>n</sub> cm <sup>3</sup> /10m	$\overline{\text{MVR}}$ cm <sup>3</sup> /10m
1	1	1	12,01	12,14	15,85	15,96
	2	2	12,15		15,98	
	3	3	12,22		16,01	
	4	4	12,18		15,99	
2	1	1	12,04	12,17	15,89	15,99
	2	2	12,32		16,20	
	3	3	12,29		16,09	
	4	4	12,04		15,77	
3	1	1	11,95	12,02	15,77	15,78
	2	2	12,00		15,79	
	3	3	12,04		15,77	
	4	4	12,07		15,81	

### Wykres serii:



**Statystyka:**

Seria n = 3	$\overline{\text{MFR}}$ g/10min	$\overline{\text{MVR}}$ cm <sup>3</sup> /10min
x	12,11	15,91
s	0,08	0,11
v [%]	0,68	0,69

## Protokół badania

Firma : PlastigoLab  
 Badający : Patrycja Kot  
 Definicja badania plastometru (automat.) : Manualnie  
 Warunki badania : M (230 °C; 2,16 kg)  
 Temperatura zadana : 230,0 °C  
 Obciążenie badawcze : 2,16 kg  
 Pozycja/Czas badania przy początku pomiaru : 50 mm  
 Liczba odcinków : 4  
 Droga pomiarowa/-czas  $\Delta s/\Delta t$  : 6 mm

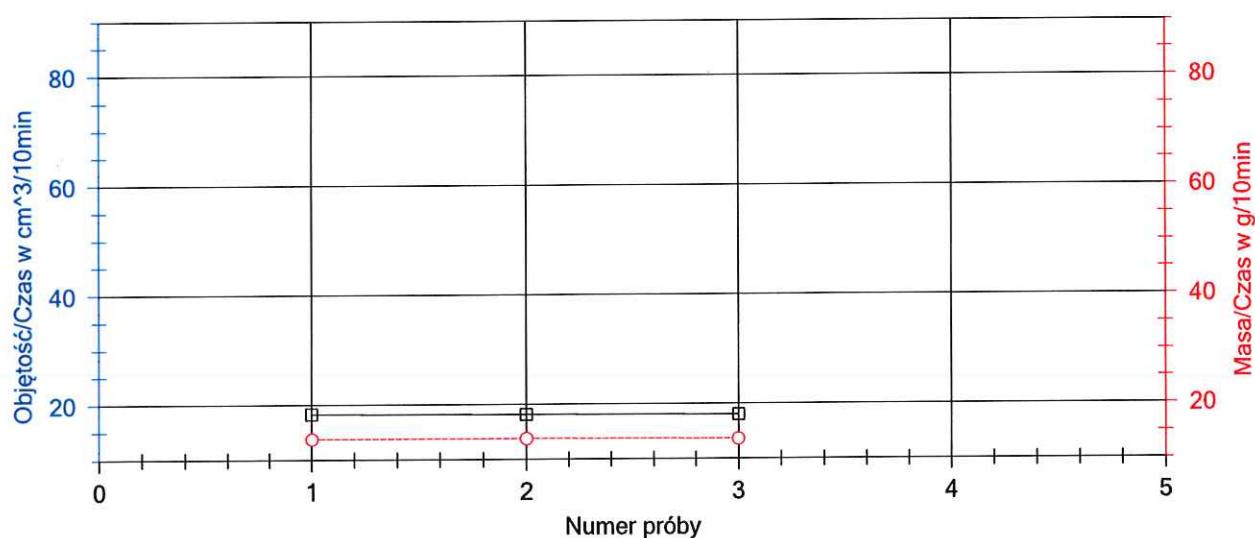
Norma badawcza : ISO 1133

Materiał : Tworzywo PP\_Próbka 2

## Wyniki badania:

Nr	Indeks	Odcinek	MFR <sub>n</sub> g/10min	$\overline{\text{MFR}}$ g/10min	MVR <sub>n</sub> cm <sup>3</sup> /10m	$\overline{\text{MVR}}$ cm <sup>3</sup> /10m
1	1	1	13,93	13,84	18,45	18,25
	2	2	13,85		18,30	
	3	3	13,87		18,24	
	4	4	13,69		18,00	
2	1	1	13,74	13,73	18,23	18,12
	2	2	13,80		18,25	
	3	3	13,67		17,97	
	4	4	13,73		18,05	
3	1	1	13,70	13,65	18,11	18,01
	2	2	13,73		18,21	
	3	3	13,81		18,16	
	4	4	13,34		17,56	

## Wykres serii:





**Statystyka:**

Seria n = 3	$\overline{\text{MFR}}$ g/10min	$\overline{\text{MVR}}$ cm <sup>3</sup> /10min
$\bar{x}$	13,74	18,13
s	0,10	0,12
v [%]	0,69	0,66

## Protokół badania

Firma : PlastigoLab  
 Badający : Patrycja Kot  
 Definicja badania plastometru (automat.) : Manualnie  
 Warunki badania : M (230 °C; 2,16 kg)  
 Temperatura zadana : 230,0 °C  
 Obciążenie badawcze : 2,16 kg  
 Pozycja/Czas badania przy początku pomiaru : 50 mm  
 Liczba odcinków : 4  
 Droga pomiarowa/-czas  $\Delta s/\Delta t$  : 6 mm

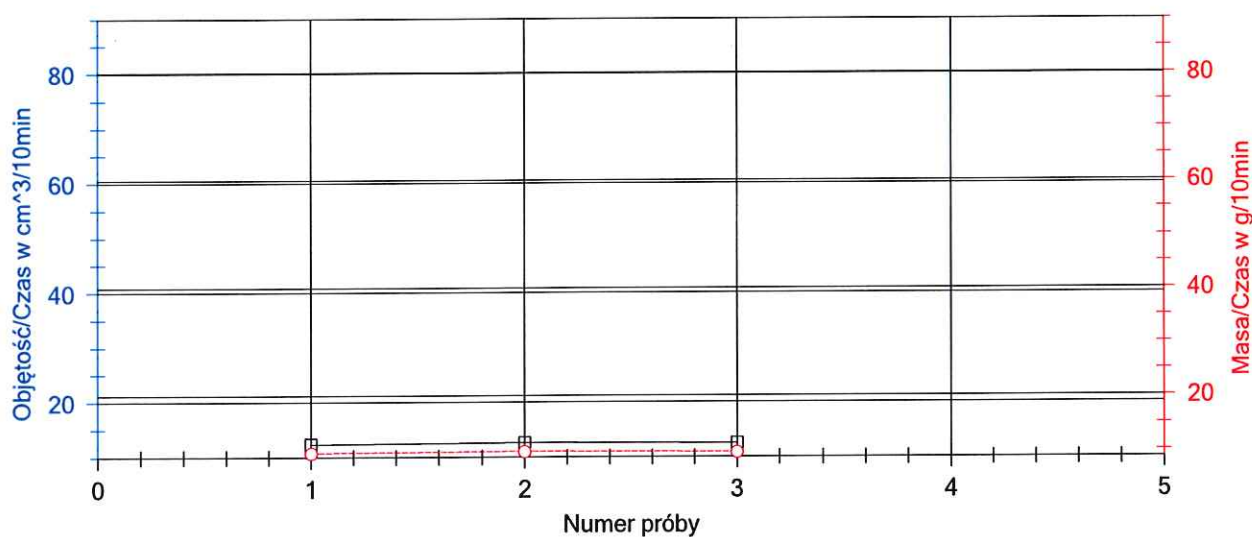
Norma badawcza : ISO 1133

Materiał : Tworzywo PP\_Próbka 3

## Wyniki badania:

Nr	Indeks	Odcinek	MFR <sub>n</sub>	$\overline{\text{MFR}}$	MVR <sub>n</sub>	$\overline{\text{MVR}}$
			g/10min	g/10min	cm <sup>3</sup> /10m	cm <sup>3</sup> /10m
1	1	1	9,55	9,48	12,41	12,29
	2	2	9,51		12,36	
	3	3	9,48		12,25	
	4	4	9,38		12,14	
2	1	1	9,64	9,69	12,53	12,55
	2	2	9,71		12,62	
	3	3	9,73		12,58	
	4	4	9,66		12,47	
3	1	1	9,60	9,58	12,48	12,41
	2	2	9,65		12,52	
	3	3	9,59		12,39	
	4	4	9,46		12,23	

## Wykres serii:



**Statystyka:**

Seria n = 3	$\overline{MFR}$ g/10min	$\overline{MVR}$ cm <sup>3</sup> /10min
$\bar{x}$	9,58	12,42
s	0,10	0,13
v [%]	1,07	1,05

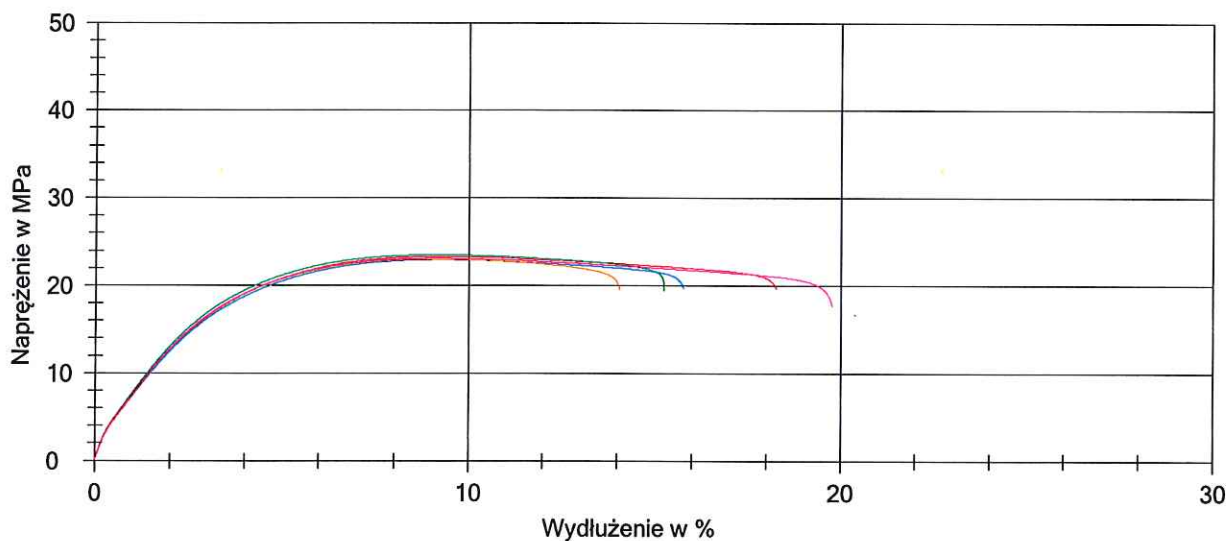
## Protokół badania

Norma badawcza : DIN EN ISO 527-1,2      Badający : Monika Mielczarek  
 Materiał : Granulat      Dane maszyny :  
 Siła wstępna : 0,1 MPa  
 Prędkość Moduł rozciągania : 1 mm/min  
 Prędkość badania : 50 mm/min  
 Odległość uchwytów przy pozycji startowej : 90,00 mm  
 Długość pomiarowa standardowej drogi : 50 mm  
 Nominalne wydłużenie : Metoda B

### Wyniki badania:

Legenda	Nr	Krzywa	$E_t$ MPa	$\sigma_y$ MPa	$\varepsilon_y$ %	$\sigma_m$ MPa	$\varepsilon_m$ %	$\sigma_b$ MPa	$\varepsilon_{tb}$ %	b mm	h mm
	1	Typ c	1080	23,3	9,3	23,3	9,3	19,6	19	9,96	4,023
	2	Typ c	1090	23,5	9,2	23,5	9,2	19,4	16	9,953	4,023
	3	Typ c	1050	22,9	9,4	22,9	9,4	19,7	16	9,963	4,03
	4	Typ c	1040	23,0	9,1	23,0	9,1	19,6	15	9,963	4,023
	5	Typ c	1060	23,1	9,2	23,1	9,2	17,6	20	9,96	4,023

### Wykres serii:



### Statystyka:

Seria	$E_t$ MPa	$\sigma_y$ MPa	$\varepsilon_y$ %	$\sigma_m$ MPa	$\varepsilon_m$ %	$\sigma_b$ MPa	$\varepsilon_{tb}$ %	b mm	h mm
n = 5									
x	1060	23,2	9,2	23,2	9,2	19,2	17	9,96	4,025
s	21,6	0,230	0,11	0,230	0,11	0,876	2,5	0,004082	0,002981
v	2,03	0,99	1,15	0,99	1,15	4,56	14,28	0,04	0,07