

Odporność cieplna ARPRO może mieć kluczowe znaczenie w zależności od zastosowania.

Poniżej przedstawiony jest zakres informacji technicznych ujętych w tym dokumencie:

1. Oczekiwany okres użytkowania ARPRO – degradacja estetyczna
2. Oczekiwany okres użytkowania ARPRO – degradacja parametrów
3. Zmiana właściwości mechanicznych z powodu starzenia
4. Zmiana właściwości mechanicznych z powodu użytkowania
5. Zmiana wymiarów części formowanej z powodu starzenia
6. Zmiana wymiarów części formowanej z powodu użytkowania
7. Izolacja cieplna

## 1. Oczekiwany okres użytkowania ARPRO – degradacja estetyczna

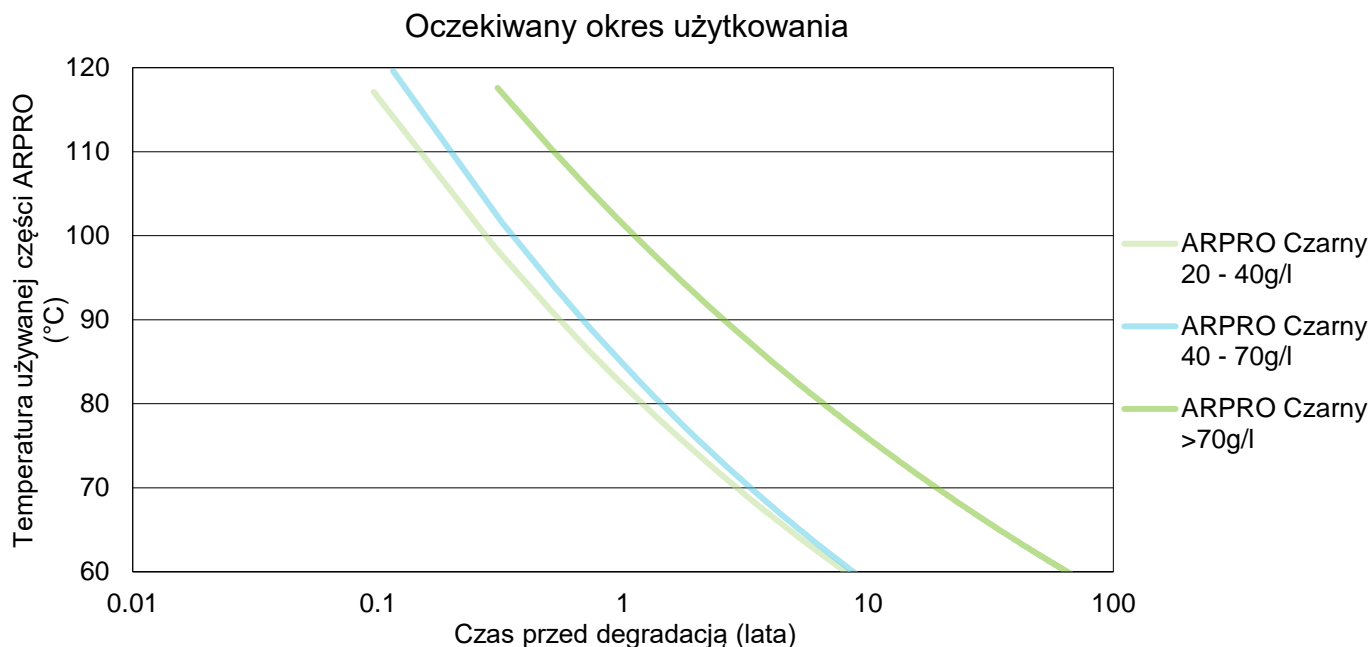
„Oczekiwany okres użytkowania ARPRO” łączy temperaturę bezwzględną, czas trwania temperatury zastosowanej w sposób ciągły oraz gęstość konstrukcyjną zastosowania. Dane w tym dokumencie wskażą, jak ARPRO funkcjonuje w temperaturach stosowanych w sposób ciągły. Wykresy w tej sekcji ilustrują, gdzie pojawiają się pierwsze oznaki degradacji (różne temperatury, bez jakiegokolwiek naprężenia części).

**Metoda badania:** części formowane ARPRO są poddawane działaniu różnych temperatur między 85°C i 120°C w suchym piecu. Zbieranie danych zostaje przerwane przy pierwszej oznace jakiegokolwiek degradacji (np. rozdrabnianiu na proszek lub rozbijaniu łańcuchów polimerowych). Badane gęstości to ARPRO Czarny między 20 i 100g/l.

**Kryteria:** Pierwsze oznaki degradacji występują, gdy próbka przechodzi w stan sproszkowany. Daje to punkt danych do obliczania okresu użytkowania w danej temperaturze. Zwykle sproszkowanie rozpoczyna się w narożnikach i na krawędziach części formowanej (patrz ilustracja). Gdy pojawiają się oznaki degradacji, części ARPRO zostają wyjęte z suchego pieca. Dopóki to sproszkowanie nie występuje, nie ma spadku właściwości fizycznych.



Poniższy wykres wskazuje oczekiwany czas przed pojawieniem się pierwszych oznak degradacji w różnych temperaturach, bez jakiegokolwiek naprężenia części.



W celu używania krzywych musi być znany minimalny oczekiwany okres użytkowania lub średnia temperatura działania. Na przykład jeżeli zastosowanie posiada okres użytkowania 10 lat, ARPRO może być używane, gdy ciągła temperatura działania wynosi 60°C lub mniej. Jeżeli zastosowanie musi wytrzymać pewien profil temperatury (w różnych temperaturach lub zarówno zimą, jak i latem), jako wartość odniesienia w celu uzyskania oczekiwanego okresu użytkowania należy stosować średnią temperaturę.

Uwagi: Istnieją pewne czynniki przyspieszające, które mogą prowadzić do skrócenia okresu użytkowania.

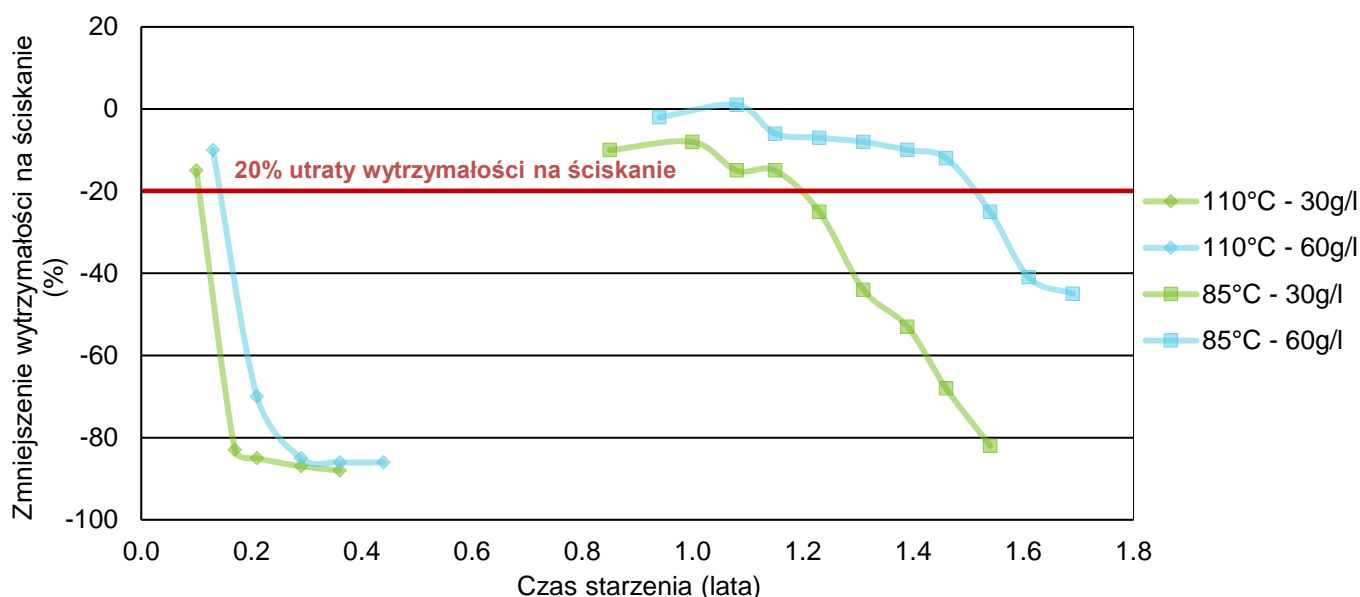
- Narażenie na działanie promieni UV (aby dowiedzieć się więcej na temat „metody powlekania”, należy skontaktować się z nami).
- Bezpośredni kontakt z częściami miedzianymi, w zależności od temperatury użytkowania. Wpływ miedzi na degradację ARPRO jest 3 do 6 razy szybszy w temperaturach powyżej 100°C, ale niemal nieznaczący w temperaturach poniżej 80°C. Aby unikać kontaktu ARPRO z miedzią, można stosować następujące rozwiązania:
  - Warstwa powietrza.
  - Inny materiał użyty jako warstwa ochronna (np. folia aluminiowa).
  - Malowanie miedzi farbą epoksydową.

## 2. Oczekiwany okres użytkowania ARPRO – degradacja parametrów

Proszkowanie nie zawsze jest właściwym "kryterium niepowodzenia" w zależności od zastosowania (widoczne lub nie), ponieważ właściwości mechaniczne są nadal nienaruszone przy pierwszym wystąpieniu. Utrata wytrzymałości na ściskanie jest uzależniona od czasu oraz temperatury (punkt początkowy każdej krzywej pochodzi z wykresu „Oczekiwany okres użytkowania” w sekcji 1). W niższych temperaturach degradacja jest znacznie mniejsza niż w wyższych temperaturach.

Metoda badania: części formowane ARPRO są poddawane działaniu temperatur 85°C i 110°C w suchym piecu. Gdy już pojawi się pierwsza oznaka degradacji estetycznej (patrz sekcja 1), regularnie monitorowana jest wytrzymałość na ściskanie części formowanych ARPRO. Parametry części formowanych ARPRO zwykle uznaje się za pogorszone, gdy utrata wytrzymałości na ściskanie jest większa niż 20%. Badane gęstości to ARPRO Czarny 30g/l i 60g/l.

Utrata wytrzymałości na ściskanie z powodu starzenia



**Objaśnienie wyników badania:** W stałej temperaturze 110°C ARPRO o gęstości 30g/l i 60g/l zacznie ulegać degradacji i tracić parametry po dwóch miesiącach. W stałej temperaturze 85°C ARPRO o gęstości 30g/l straci 20% swojej początkowej wytrzymałości na ściskanie po 15 miesiącach. W przypadku ARPRO o gęstości 60g/l nastąpi to po 18 miesiącach.

### 3. Zmiana właściwości mechanicznych z powodu starzenia

Poddawanie działaniu ciepła zmiękcza ARPRO, więc może nieodwracalnie zmienić właściwości mechaniczne materiału po długim okresie. Gdy jednak temperatura wraca do wartości temperatury otoczenia, starzenie zatrzymuje się.

Metoda badania: Przed oraz po starzeniu mierzona jest wytrzymałość na ściskanie i wytrzymałość na rozciąganie. Próbki są wycięte z bloków 400 x 300 x 80mm i starzone w temperaturze 110°C przez 10 dni lub w temperaturze 130°C przez 5 dni według normy ISO 2440. Badana gęstość to ARPRO Czarny 60g/l.

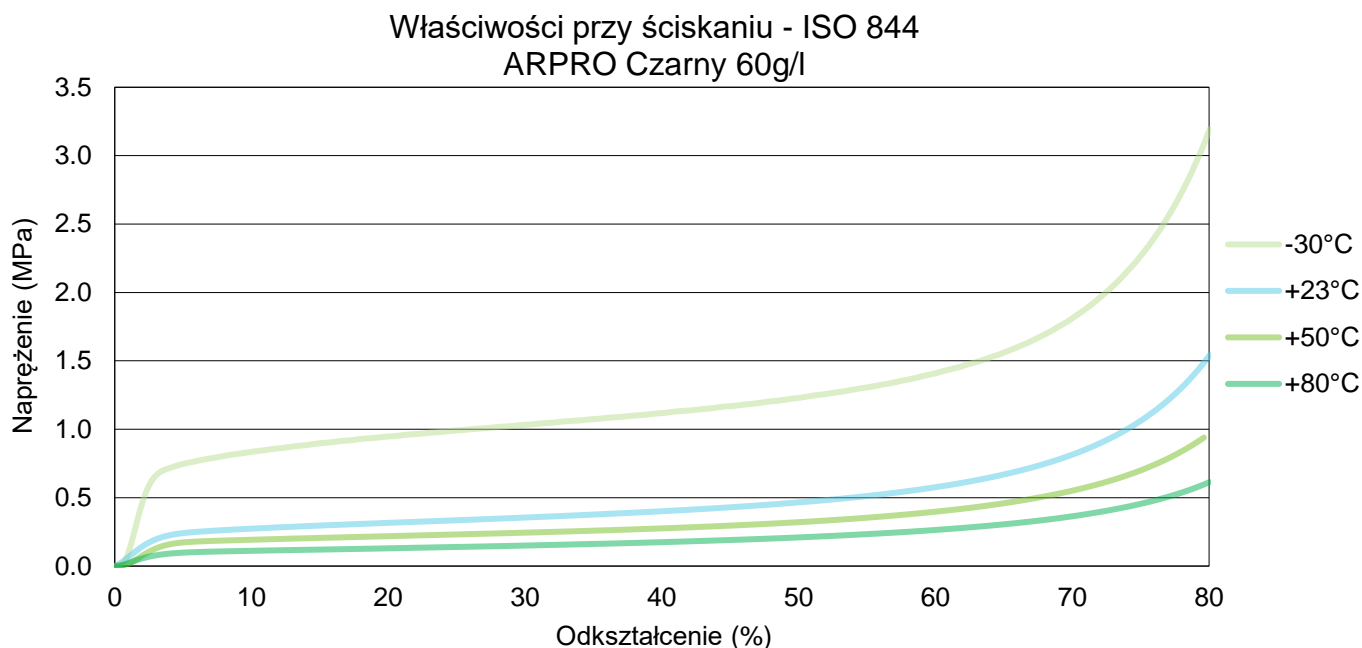
Badanie	Metoda	Jednostki	Rezultat	Rezultat
Starzenie cieplne	ISO 2440		110°C - 10 dni	130°C - 5 dni
Wytrzymałość na rozciąganie				
Początkowa temperatura otoczenia	ISO 1798	kPa	930	930
Zmiana po starzeniu cieplnym		%	up to 15*	up to 15*
Wydłużenie przy rozciąganiu				
Początkowa temperatura otoczenia	ISO 1798	%	25	25
Zmiana po starzeniu cieplnym		%	up to 15*	up to 30*
Wytrzymałość na ściskanie odkształcenie 25%				
Początkowa temperatura otoczenia	ISO 844	kPa	340	340
Zmiana po starzeniu cieplnym		%	up to 5*	up to 10*

\* Część zmian właściwości jest spowodowana zmiennością badania. Wyniki badania rozciągania, w szczególności wydłużenie, są znacznie bardziej zmienne niż wyniki ściskania. Inne zmiany są spowodowane przez zagęszczanie próbek z powodu lekkiego kurczenia w trakcie starzenia.

#### 4. Zmiana właściwości mechanicznych z powodu użytkowania

Poddawanie działaniu ciepła zmiękcza ARPRO, co może zmieniać właściwości mechaniczne materiału w trakcie użytkowania, jednak zmiany te są odwracalne. Gdy temperatura wraca do wartości temperatury otoczenia, właściwości mechaniczne ARPRO wracają do wartości dla poziomu otoczenia.

**Metoda badania:** Ściskanie według normy ISO 844 z prędkością 5mm/min. Badana gęstość to ARPRO Czarny 60g/l.



**Wyniki badania:** Jeżeli ARPRO jest poddawany działaniu ciepła, materiał mięknie, ale zachowuje szcążkową wytrzymałość, nawet w wysokiej temperaturze. Ogólne zachowanie termoplastyczne pozostaje stabilne przy każdej temperaturze badania, nawet poniżej temperatury zeszklenia (około -10°C).

## 5. Zmiana wymiarów części formowanej z powodu starzenia

Formowane części zawierają cząstki ARPRO. Ponieważ ciepło może wpływać na wymiary każdej cząstki, ma to wpływ również na wymiary formowanej części.

Niskie temperatury mają mniejszy wpływ na wymiary; największe zmiany powoduje wysoka temperatura. Skutkiem jest lekkie skurczenie części, w zależności od zastosowanej temperatury, czasu trwania starzenia oraz badanej gęstości. W przypadku temperatur i gęstości przedstawionych poniżej obserwowane jest lekkie zagęszczenie o 1g/l do 5g/l.

Metoda badania: ISO 2796. Trzy próbki ARPRO o wymiarach 100 x 100 x 25mm są nagrzewane w piecu suchym powietrzem i starzone w temperaturze 110°C przez 10 dni lub w temperaturze 130°C przez 5 dni. Temperatura jest regulowana w granicach  $\pm 2^\circ\text{C}$ . Przed i po procesie starzenia, w 3 różnych momentach, mierzone są wymiary w każdym kierunku. Wartości przedstawione w tej karcie technicznej to średnia zmian długości, szerokości i grubości.

Gęstość konstrukcyjna ARPRO (g/l)	Liniowa zmiana wymiarowa (%)	
	Starzenie w temperaturze 110°C przez 10 dni	Starzenie w temperaturze 130°C przez 5 dni
30	- 1.0	- 5.8
60	- 0.6	- 3.0
80	- 0.6	- 1.7
150	- 0.6	- 1.1

**Uwaga:** Ten efekt można częściowo zwiększyć lub zmniejszyć poprzez zmianę ustawień prasy w trakcie formowania. (Aby dowiedzieć się więcej na temat „zmiany ustawień prasy w trakcie formowania”, należy skontaktować się z nami)

## 6. Zmiana wymiarów części formowanej z powodu użytkowania

Współczynnik liniowego rozszerzania cieplnego (CLTE) materiału to jego tendencja do rozszerzania (lub kurczenia) pod wpływem temperatury (zarówno ciepła, jak i zimna). ARPRO może jednak kompensować te zmiany wymiarowe, jeżeli zastosowane jest ograniczenie mechaniczne.

**Metoda badania:** Umieszcza się znaczniki w odstępach 25mm wzdłuż od jednego końca próbki w komorze termostatycznej w temperaturze początkowej na 24 godziny. Bezpośrednio po wyjęciu z komory termostatycznej mierzy się długość wskaźnika. Następnie próbkę umieszcza się w temperaturze końcowej na 24 godziny. Bezpośrednio po tej obróbce termicznej jeszcze raz mierzy się długość wskaźnika. Stosowane temperatury początkowe i końcowe to odpowiednio -40°C do 20°C oraz 20°C do 80°C. Badane gęstości to ARPRO Czarny 20g/l i 200g/l.

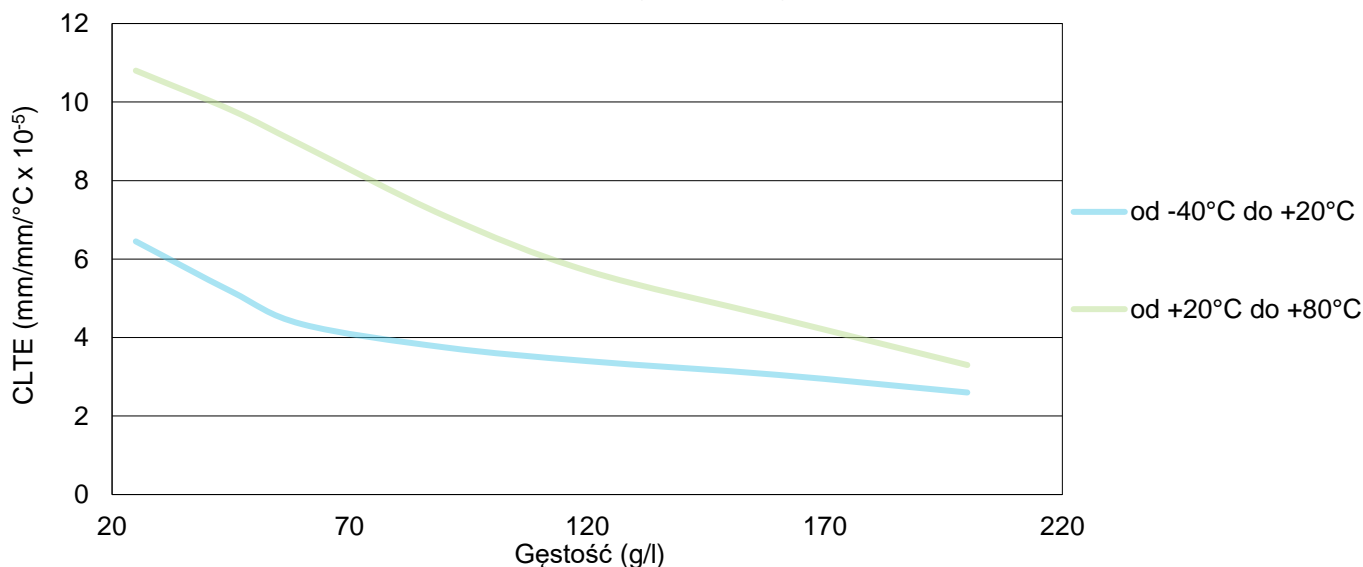
Współczynnik CLTE wyrażony jako K oblicza się według równania:

$$K = (L_1 - L_0) / (\Delta T * L_0)$$

Gdzie L1 to długość próbki po poddaniu jej działaniu temperatury końcowej, L0 to długość próbki po poddaniu jej działaniu temperatury początkowej, a  $\Delta T$  to temperatura końcowa minus temperatura początkowa.

**Uwaga:** Wyniki końcowe mogą się nieco różnić w zależności od konkretnej geometrii części formowanej.

Współczynnik liniowej rozszerzalności cieplnej  
ARPRO Czarny 20g/l do 200g/l



**Objaśnienie wyniku badania:** W przypadku ARPRO o gęstości 160g/l od 20°C do 80°C wymiary ARPRO zmieniają się o  $4.5 \cdot 10^{-5}$  mm na mm, na °C. Oznacza to, że jeżeli część ARPRO o gęstości 160g/l ma pierwotną długość 100mm, po 24 godzinach kondycjonowania w temperaturze 80°C długość końcowa części będzie wynosiła 100.27mm.

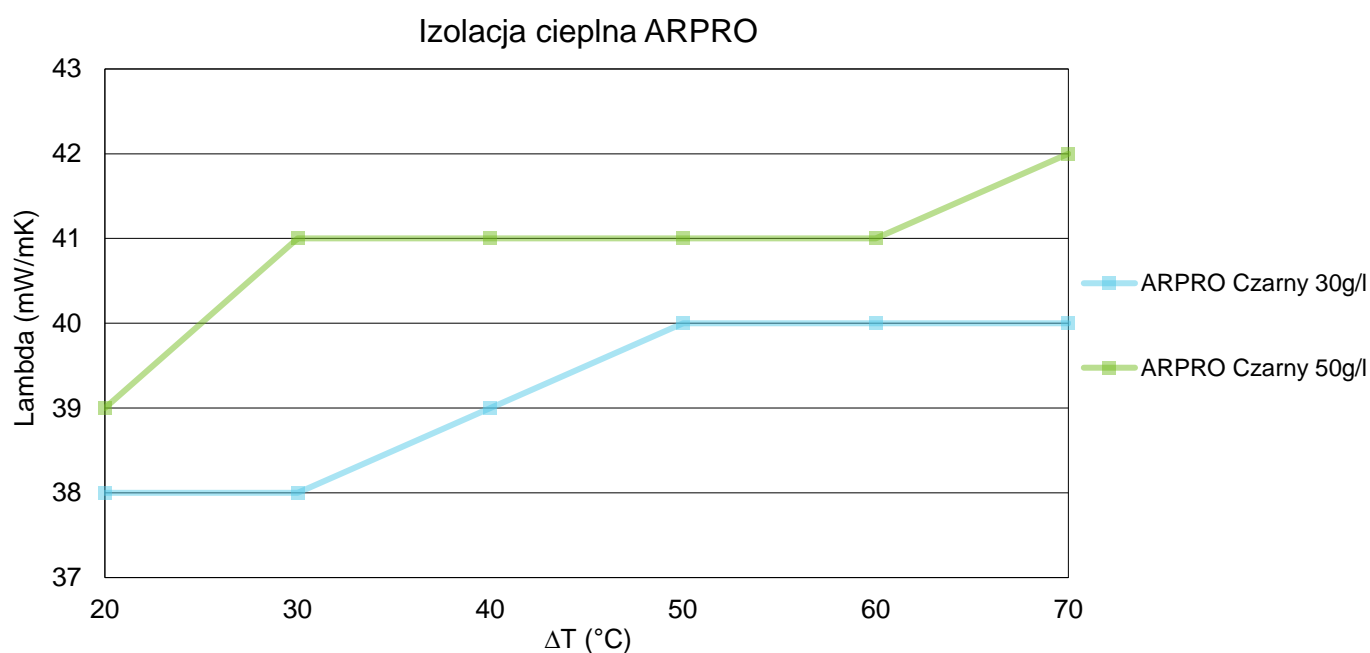
$$L_1 = L_0 + K * \Delta T * L_0 = 100 + 4.5 \cdot 10^{-5} * 60 * 100 = 100.27 \text{ mm}$$



## 7. Izolacja cieplna

Poniższe dane zostały uzyskane z 2 różnych badań, dają one przewodność cieplną ( $\lambda$ ) materiału. Im mniejsza wartość  $\lambda$ , tym lepsza izolacja.

**Metoda badania A:** ISO 8301. Wyniki uzyskuje się poprzez zastosowanie zwiększającej się różnicy temperatur między dwiema płytami. Temperatura wynosi od 20 do 70°C. Temperaturę zimnej płyty utrzymuje się na poziomie 21°C, podczas gdy temperatura gorącej płyty jest zmienna. Wartość  $\lambda$  charakteryzuje tutaj funkcję gradientu temperatury. Badane gęstości to ARPRO Czarny 30g/l i 50g/l.



Wersja 02

Podane tu informacje zostały zamieszczone dla wygody klienta i odzwierciedlają wyniki wewnętrznych testów przeprowadzonych na próbkach ARPRO. Mimo że podjęto wszelkie starania, aby podane tu informacje były możliwie dokładne w momencie publikacji, JSP nie składa żadnych oświadczeń ani gwarancji, wyraźnych ani dorozumianych, dotyczących przydatności, dokładności, wiarygodności lub kompletności tych informacji. ARPRO jest zarejestrowanym znakiem towarowym.

**Metoda badania B:** ISO 8301-8302. Osłonięty element grzejny umieszcza się między dwiema uformowanymi próbkami, które stykają się z miernikiem przepływu ciepła i płytą chłodzącą. Wartość jest określana na podstawie przepływu ciepła, średniej różnicy temperatur między powierzchniami próbek i wymiarów próbki. Te wyniki uzyskiwane są ze zmianą średniej temperatury (od 10 do 40°C), ale różnica między zimną i gorącą płytą zawsze wynosi 16°C. Wartość  $\lambda$  charakteryzuje tutaj przenoszoną energię na jednostkę powierzchni i czasu przy gradiencie temperatury 1°C/m. Badane gęstości to ARPRO Czarny między 20g/l i 220g/l, ARPRO Biały między 20g/l i 80g/l oraz ARPRO Szary między 40g/l i 60g/l.

**Uwaga:** Pewne dodatki mogą wpływać na izolację cieplną. Na przykład pigment sadzy umożliwia odbijanie pewnych rodzajów promieniowania, więc ARPRO Szary izoluje lepiej niż ARPRO Biały.

