

Odporność cieplna

ARPRO jest uniwersalnym materiałem o szerokiej gamie zastosowań (motoryzacja, budownictwo, ogrzewanie, wentylacja i klimatyzacja, wyposażenie wnętrz, zabawki i in.), a wytrzymałość cieplna ma zasadnicze znaczenie dla części z nich.

Poniżej przedstawiony jest zakres informacji technicznych obejmujących funkcjonowanie w wysokiej temperaturze:

- Okres użytkowania ARPRO powiązany z temperaturą pracy
- Zmiany właściwości mechanicznych (zgodnie z symulowanym procesem starzenia)
- Stabilność wymiarowa formowanych części w związku z procesem starzenia

Uwaga: W przypadku jakichkolwiek pytań należy [skontaktować](#) się z przedstawicielem JSP, aby uzyskać informacje na temat przedstawionych danych lub jakichkolwiek kwestii związanych z ARPRO.

1. Oczekiwany okres użytkowania ARPRO – degradacja estetyczna

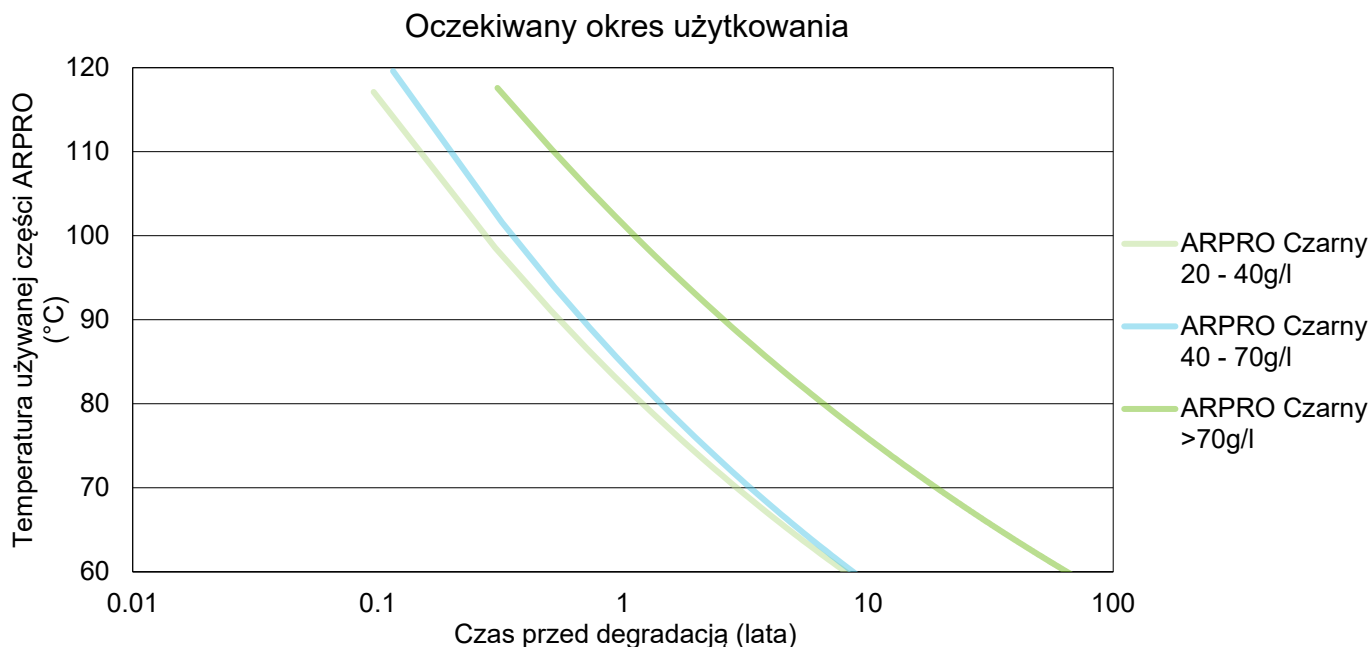
„Oczekiwany okres użytkowania ARPRO” łączy temperaturę bezwzględną, czas trwania temperatury zastosowanej w sposób ciągły oraz gęstość konstrukcyjną zastosowania. Dane w tym zestawieniu wskażą, jak ARPRO funkcjonuje w temperaturach stosowanych w sposób ciągły. Punkty na wykresach ilustrują, gdzie pojawiają 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 (proszkowanie) dają punkt danych do obliczania okresu użytkowania w danej temperaturze. Zazwyczaj pierwsze oznaki degradacji pojawiają się w narożnikach i na krawędziach części formowanej (patrz ilustracja). Gdy pojawiają się oznaki degradacji, części ARPRO zostają wyjęte z suchego pieca. Dopóki to proszkowanie 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 pracy. Na przykład jeżeli zastosowanie wymaga okresu użytkowania 10 lat, ARPRO może być używane, gdy ciągła temperatura pracy wynosi 60°C lub mniej. Jeżeli zastosowanie musi wytrzymać pewien profil temperatury (o różnych cyklach temperatury lub różnicie pomiędzy zimą a 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 ochrony ARPRO, należy zapoznać się z metodą powlekania).
- 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.

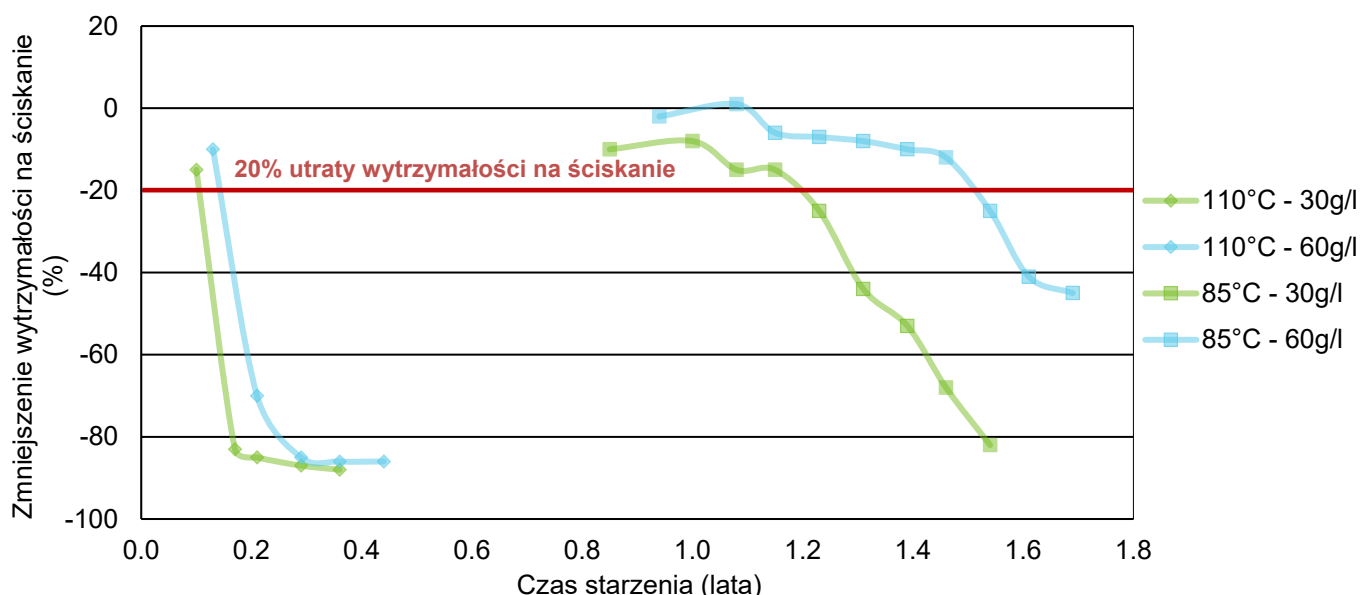
Narażenie na działanie promieni UV (aby dowiedzieć się więcej na temat ochrony ARPRO, należy zapoznać się z metodą powlekania).

W niższych temperaturach degradacja jest znacznie mniejsza niż w wyższych temperaturach.

Badane gęstości: ARPRO Czarny 30 i 60g/l

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 w trakcie użytkowania i może zmieniać właściwości mechaniczne na skutek procesu starzenia. Poniższe dane przedstawiają właściwości ARPRO po starzeniu.

Metoda badania: Przed oraz po starzeniu mierzone są właściwości mechaniczne (wytrzymałość na ściskanie i wytrzymałość na rozciąganie). Próbki są wycięte z bloków 400*300*80mm i starzone w temperaturze 110°C przez 10 dni lub w temperaturze 130°C przez 5 dni według normy ISO 2440.

Badana gęstość: 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	730	730
Zmiana po starzeniu cieplnym		%	up to 14*	up to 14*
Wydłużenie przy rozciąganiu				
Początkowa temperatura otoczenia	ISO 1798	%	13	13
Zmiana po starzeniu cieplnym		%	up to 30*	up to 30*
Wytrzymałość na ściskanie odkształcenie 25%				
Początkowa temperatura otoczenia	ISO 844	kPa	380	380
Zmiana po starzeniu cieplnym		%	up to 8*	up to 8*

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

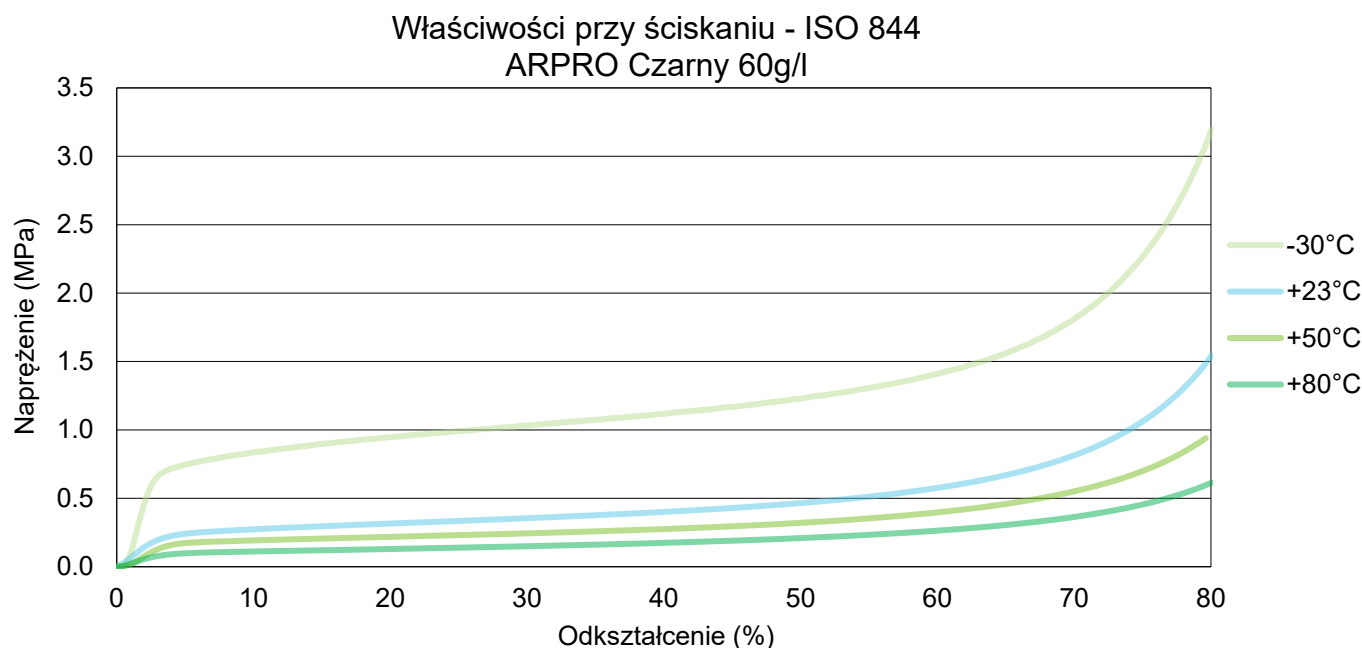
Uwaga: Gdy temperatura wraca do wartości temperatury otoczenia, proces starzenia zostaje zatrzymany.

4. Zmiana właściwości mechanicznych z powodu użytkowania

Poniższe dane przedstawiają funkcjonowanie ARPRO w różnych temperaturach.

Metoda badania: Ściskanie według normy ISO 844 (z prędkością 5 mm/min).

Badana gęstość: ARPRO Czarny 60g/l



Objaśnienie wyników badania: Gdy 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).

Uwaga: Gdy temperatura wraca do wartości temperatury otoczenia, właściwości mechaniczne ARPRO wracają do wartości dla poziomu otoczenia.

5. Zmiana wymiarów części formowanej z powodu starzenia

Ciepło może mieć wpływ na wymiary formowanych części. Poniższe dane ilustrują ten efekt.

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: Formowane bloki ARPRO są nagrzewane w piecu suchym powietrzem i starzone w temperaturze 110°C przez 10 dni lub w temperaturze 130°C przez 5 dni, według normy ISO 2440. Temperatura jest regulowana w granicach $\pm 2^\circ\text{C}$. Przed i po procesie starzenia, w trzech lub więcej różnych momentach, mierzone są wymiary w każdym kierunku, według normy EN 1604.

Wyniki badania opisują maksymalne zmiany wymiarowe wyrażone w %.

Badane gęstości: ARPRO Czarny 30, 60, 80 i 105g/l

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 (zwłaszcza ciśnienia w autoklawie i obróbki końcowej). Aby dowiedzieć się więcej, należy [skontaktować](#) się z przedstawicielem JSP.