

Vlastnosti tepelné odolnosti materiálu ARPRO mohou být velmi důležité, v závislosti na použití.

Níže jsou uvedeny technické informace, kterými se zabývá tento dokument:

1. Očekávaná životnost ARPRO – estetická degradace
2. Očekávaná životnost ARPRO – výkonová degradace
3. Změna mechanických vlastností v důsledku stárnutí
4. Změna mechanických vlastností v důsledku užívání
5. Změny rozměrů formovaných dílů způsobené stárnutím
6. Změny rozměrů formovaných dílů způsobené užíváním
7. Tepelná izolace

1. Očekávaná životnost ARPRO – estetická degradace

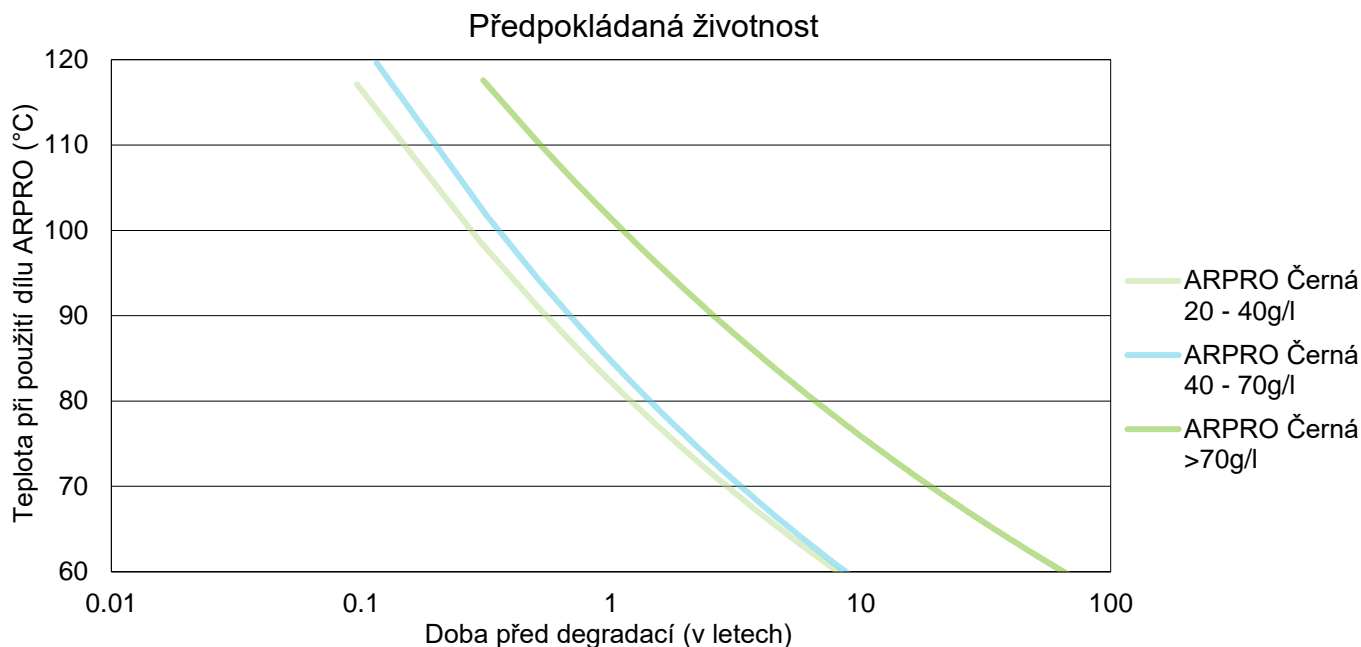
„Očekávaná životnost ARPRO“ spojuje absolutní teplotu, dobu trvání průběžně nanášené teploty a tvarovou hustotu aplikace. Údaje v tomto dokumentu budou ukazovat chování materiálu ARPRO za nepřetržitě nanášených teplot. Grafy v této části ukazují, kde se objevují první známky degradace (různé teploty, bez jakéhokoliv namáhání dílu).

Zkušební metoda: Díly formované z materiálu ARPRO jsou vystaveny v sušičce různým teplotám v rozmezí 85°C až 120°C. Shromažďování dat se zastaví při první známce jakékoliv degradace (např. práškování nebo přerušení polymerních řetězců). Zkoušené hustoty jsou ARPRO Černá v rozmezí 20g/l až 100g/l.

Kritéria: Prvními známkami degradace jsou započítání přechodu vzorku do práškového stavu. To poskytuje datový bod pro výpočet životnosti při dané teplotě. Obvykle začíná práškování na rozích a okrajích formované části (viz obrázek). Když se objeví známky degradace, díly ARPRO se vyjmou ze sušičky. Dokud nedojde k tomuto práškování, nedochází ke zhoršení fyzikálních vlastností.



Níže uvedený graf ukazuje, kde se objevují první známky degradace při různých teplotách, bez jakéhokoliv namáhání dílu.



Pro použití křivek musí být známa minimální předpokládaná životnost nebo průměrná funkční teplota. Například pokud má aplikace životnost 10 let, lze ARPRO použít, když se průběžná funkční teplota rovná 60°C nebo je nižší. Pokud musí aplikace odolávat teplotnímu profilu (při proměnlivých teplotách nebo v zimních i letních obdobích), měla by být jako reference pro dosažení očekávané životnosti použita průměrná teplota.

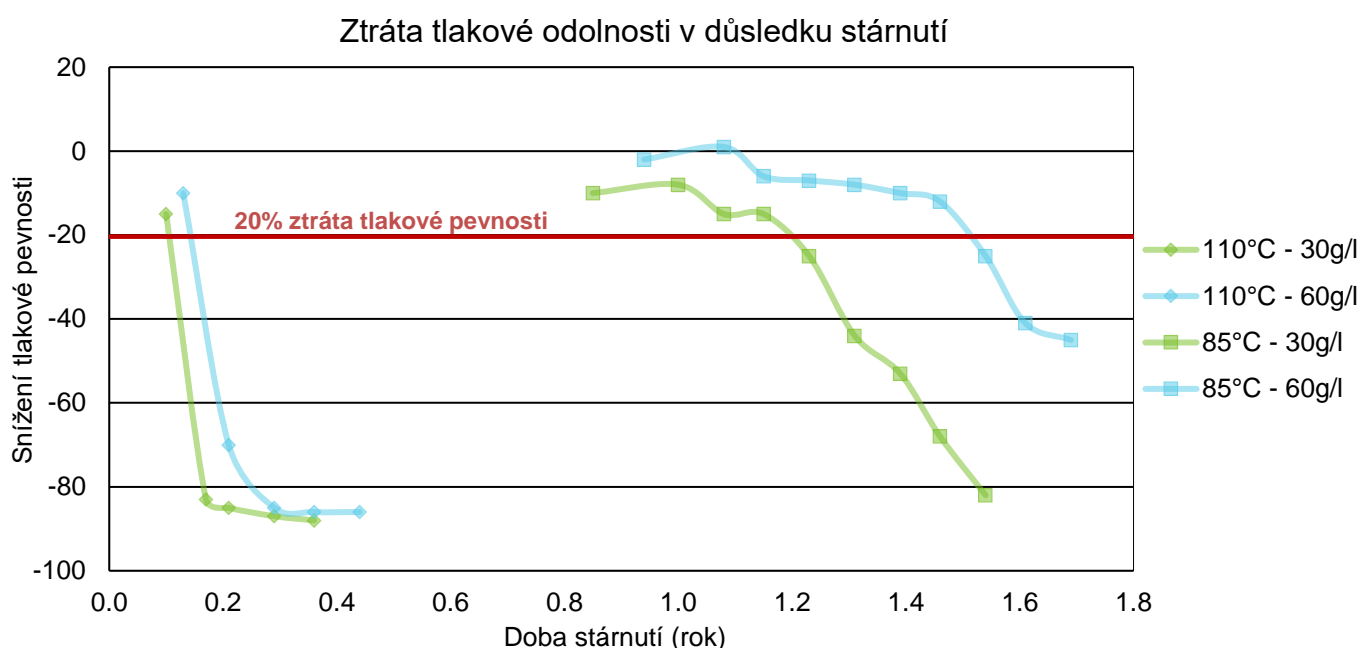
Poznámky: Existují některé urychlující faktory, které by mohly vést ke kratší životnosti.

- Vystavení UV paprskům (kontaktujte nás, potřebujete-li bližší informace ohledně metody nátěru).
- Přímý kontakt s měděnými částmi, v závislosti na teplotě použití. Vliv mědi na degradaci ARPRO je 3 až 6krát rychlejší při teplotách nad 100°C, ale téměř bezvýznamný při teplotách pod 80°C. Aby se zabránilo kontaktu mezi ARPRO a mědí, lze použít následující řešení:
 - Vrstva vzduchu.
 - Další materiál použitý jako ochranná vrstva (např. hliníková fólie).
 - Natřít měď epoxidovým nátěrem.

2. Očekávaná životnost ARPRO – výkonová degradace

Prášek není vždy správným "kritériem selhání" v závislosti na aplikaci (viditelné či nikoli), protože mechanické vlastnosti jsou při prvním výskytu stále nezměněny. Ztráta tlakové pevnosti závisí na čase a teplotě (počáteční bod každé křivky vychází z grafu „Předpokládaná životnost“ v části 1). Při nižších teplotách je degradace mnohem nižší než při vyšších teplotách.

Zkušební metoda: Díly formované z materiálu ARPRO jsou vystaveny v sušičce teplotám v 85°C a 110°C. Jakmile se objeví první známka estetické degradace (viz část 1), pravidelně se kontroluje kompresní odpor formovaných dílů ARPRO. Výkonost formovaných dílů ARPRO se obvykle považuje za ohroženou, jestliže je ztráta tlakové pevnosti vyšší než 20%. Zkoušené hustoty byly ARPRO Černá 30g/l a 60g/l.



Vysvětlení výsledků zkoušky: Při konstantní teplotě 110°C začne ARPRO 30g/l a 60g/l degradovat a ztrácet výkonost po dvou měsících. Při konstantní teplotě 85°C ztratí ARPRO 30g/l po 15 měsících 20% své počáteční tlakové pevnosti. Pro ARPRO 60g/l k tomu dojde po 18 měsících.

3. Změna mechanických vlastností v důsledku stárnutí

Vystavení vlivu tepla ARPRO změkčuje, takže to může po delší době nevratně změnit mechanické vlastnosti materiálu. Jakmile se však teplota vrátí na okolní teplotu, stárnutí se zastaví.

Zkušební metoda: Tlaková a tahová pevnost se měří před a po stárnutí. Vzorky jsou vyřezány z bloků o rozměrech 400 x 300 x 80mm a vystaveny stárnutí při 110°C po dobu 10 dnů, nebo při 130°C po dobu 5 dnů, podle normy ISO 2440. Zkoušená hustota je ARPRO Černá 60g/l.

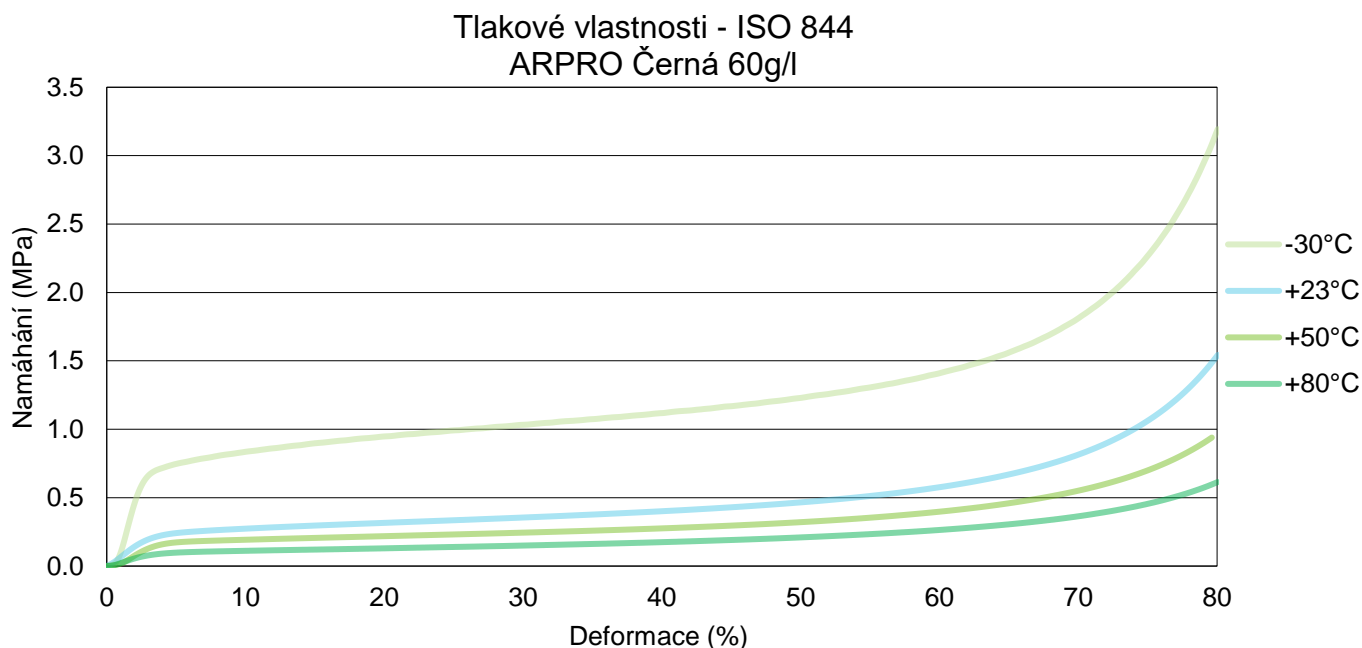
Zkouška	Metoda	Jednotky	Výsledek	Výsledek
Stárnutí teplem	ISO 2440		110°C - 10 dnů	130°C - 5 dnů
Pevnost v tahu				
Počáteční teplota okolí	ISO 1798	kPa	930	930
Změna po stárnutí ohřevem		%	až 15*	až 15*
Prodloužení při přetržení				
Počáteční teplota okolí	ISO 1798	%	25	25
Změna po stárnutí ohřevem		%	až 15*	až 30*
Pevnost v tlaku 25% deformace				
Počáteční teplota okolí	ISO 844	kPa	340	340
Změna po stárnutí ohřevem		%	až 5*	až 10*

* Část variability vlastností je způsobena variací zkoušky. Výsledky tahové zkoušky, zejména prodloužení, jsou mnohem variabilnější než výsledky tlakové zkoušky. Další odchylka je způsobena zhuštěním vzorků vlivem mírného smrštění během stárnutí.

4. Změna mechanických vlastností v důsledku užívání

Vystavení vlivu tepla ARPRO změkčuje, což může při používání změnit mechanické vlastnosti materiálu, avšak tyto změny jsou vratné. Jakmile se teplota vrátí na okolní teplotu, mechanické vlastnosti ARPRO se obnoví na úroveň hodnot při této teplotě.

Zkušební metoda: Tlak podle ISO 844 s rychlostí 5mm/min. Zkoušená hustota je ARPRO Černá 60g/l.



Výsledky testu: Když se ARPRO vystaví působení tepla, materiál změkne, ale zachová si zbytkovou odolnost, dokonce i při vysokých teplotách. Obecné termoplastické chování zůstane stabilní bez ohledu na zkoušenou teplotu, dokonce i pod skleněným přechodem (kolem -10°C).

5. Změny rozměrů formovaných dílů způsobené stárnutím

Formované díly obsahují částice ARPRO. Vzhledem k tomu, že rozměry každé částice mohou být ovlivněny teplem, budou také ovlivněny rozměry formovaných dílů.

Nízké teploty mají menší vliv na rozměry; největší odchylky pocházejí z vysoké teploty. Účinkem je mírné smrštění dílu, v závislosti na použité teplotě, délce stárnutí a zkoušené hustotě. Pro teploty a hustoty uvedené níže je pozorováno mírné zhuštění o 1g/l až 5g/l.

Zkušební metoda: ISO 2796. Tři vzorky ARPRO o rozměrech 100 x 100 x 25mm se zahřívají v sušičce se suchým vzduchem a jsou vystaveny stárnutí po dobu 10 dnů při teplotě 110°C nebo po dobu 5 dnů při teplotě 130°C. Teplota je regulována v rozmezí $\pm 2^\circ\text{C}$. Rozměry jsou měřeny před a po procesu stárnutí ve třech různých časových bodech, v každém směru. Hodnoty uvedené v tomto datovém listu jsou průměrné odchylky délky, šířky a tloušťky.

Lisovací hustota ARPRO (g/l)	Změna lineárních rozměrů (%)	
	Stárnutí při 110°C po dobu 10 dnů	Stárnutí při 130°C po dobu 5 dnů
30	- 1.0	- 5.8
60	- 0.6	- 3.0
80	- 0.6	- 1.7
150	- 0.6	- 1.1

Poznámka: Tento účinek může být částečně zvýšen nebo snížen změnou nastavení lisu během formování. (Kontaktujte nás, potřebujete-li více informací ke „změně nastavení lisu při formování“).

6. Změny rozměrů formovaných dílů způsobené užíváním

Koeficientem lineární tepelné roztažnosti (CLTE) materiálu je jeho tendence expandovat (nebo se smršťovat) vlivem teploty (tepla i chladu). ARPRO však může kompenzovat tyto rozměrové odchylky, pokud se uplatní mechanické omezení.

Zkušební metoda: Značky měřidla jsou umístěny v intervalech 25mm podélně od jednoho konce vzorku v termostatické komoře, při počáteční teplotě po dobu 24 hodin. Délka měřidla se měří ihned po vyjmutí se vzorek z termostatické komory. Potom se vzorek vloží při konečné teplotě po dobu 24 hodin. Délka měřidla se měří ještě jednou, bezprostředně po zpracování touto teplotou. Použité počáteční a konečné teploty jsou vždy -40°C až 20°C a 20°C až 80°C . Zkoušené hustoty jsou 20g/l a 200g/l ARPRO Black.

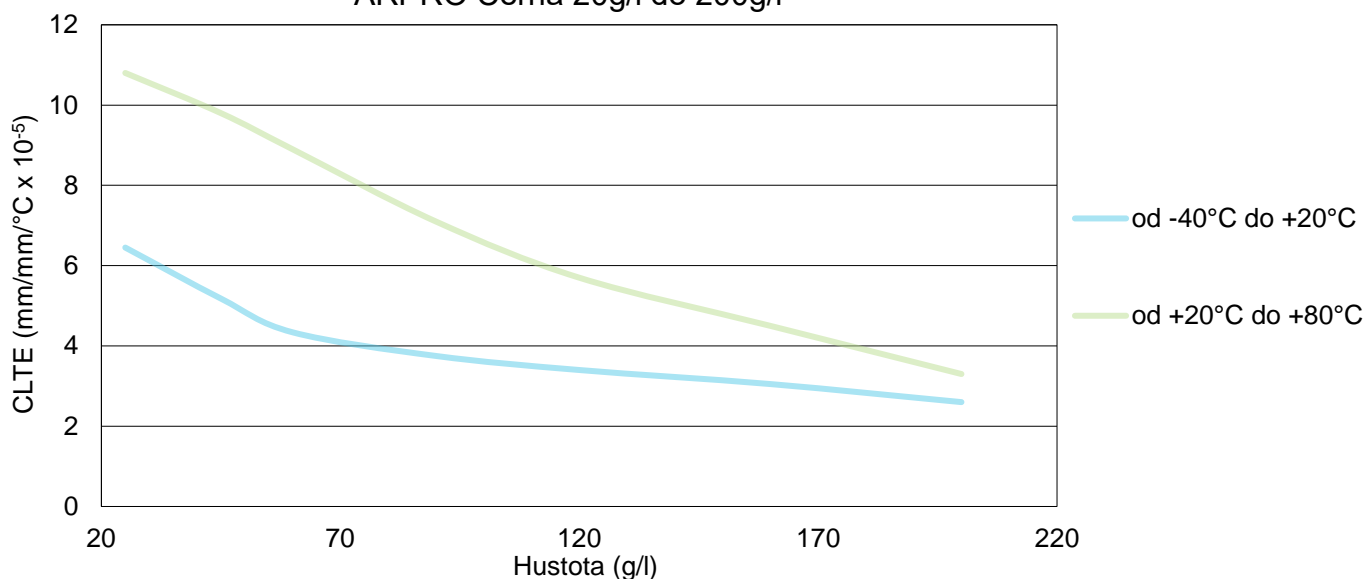
CLTE, vyjádřené jako K, se vypočítá podle rovnice:

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

Kde: L1 je délka vzorku při vystavení konečné teplotě, L0 je délka vzorku při vystavení počáteční teplotě a ΔT je konečná teplota minus počáteční teplota.

Poznámka: Konečné výsledky se mohou mírně lišit podle geometrie konkrétního formovaného dílu.

Koeficient lineární tepelné roztažnosti (CLTE)
ARPRO Černá 20g/l do 200g/l



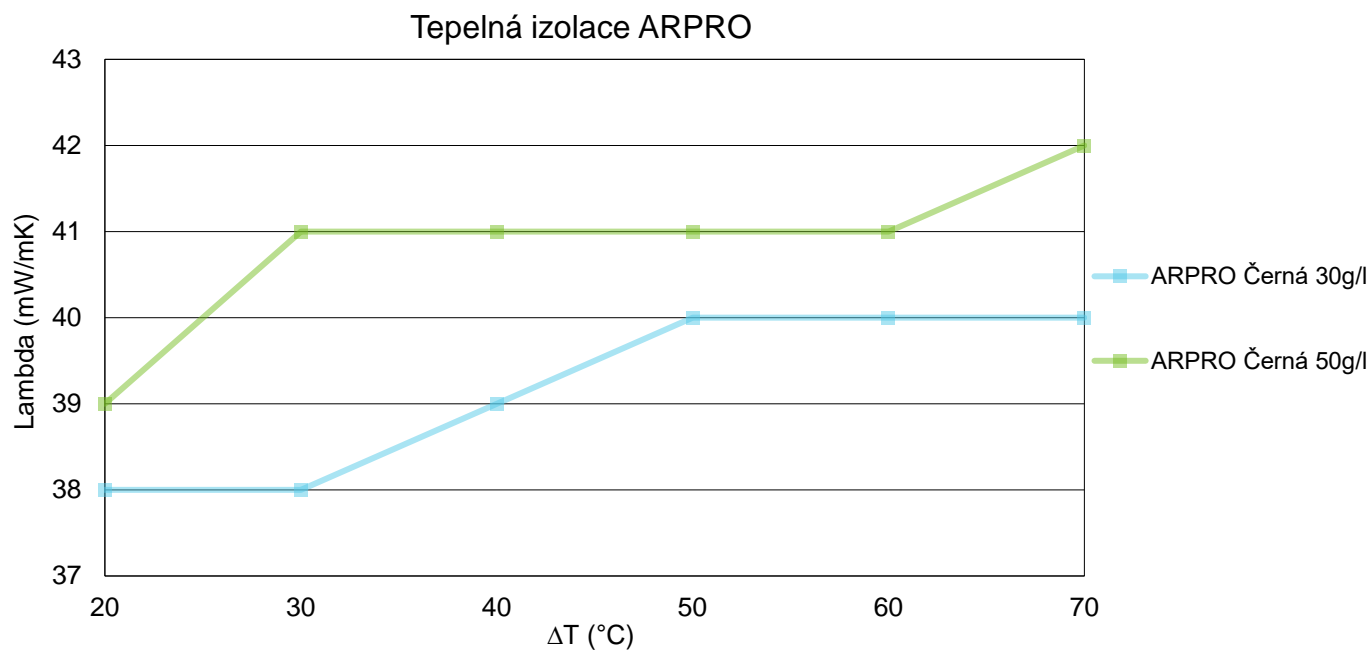
Vysvětlení výsledků zkoušky: Pro ARPRO 160g/l od 20°C do 80°C se rozměry ARPRO mění o $4.5 \cdot 10^{-5}$ mm na mm na $^{\circ}\text{C}$. To znamená, že pokud má díl ARPRO 160g/l původní délku 100mm, po 24 hodinové úpravě při 80°C bude konečná délka dílu 100.27mm.

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

7. Tepelná izolace

Níže uvedené údaje jsou získány ze dvou různých zkoušek, poskytují tepelnou vodivost (λ) materiálu. Čím menší je λ , tím lepší je izolace.

Zkušební metoda A: ISO 8301. Výsledky jsou získány aplikací zvyšujícího se teplotního rozdílu mezi dvěma deskami. Teplota je od 20 do 70°C. Teplota studené desky se udržuje na 21°C, zatímco teplota horké desky je proměnlivá. Zde λ charakterizuje funkci teplotního gradientu. Zkoušené hustoty jsou 30g/l a 50g/l ARPRO Černá.



Zkušební metoda B: ISO 8301-8302. Chráněný ohřívač je umístěn mezi dvěma lisovanými vzorky, které jsou ve styku s měřičem průtoku tepla a chladicí deskou. Hodnota je určena průtokem tepla, středním rozdílem povrchových teplot vzorků a rozměry vzorku. Tyto výsledky jsou získány s variací průměrné teploty (od 10 do 40°C), ale rozdíl mezi studenou a horkou deskou je vždy 16°C. Zde λ charakterizuje přenesenou energii na jednotkovou plochu a čas pod teplotním gradientem 1°C/m. Testované hustoty jsou mezi 20g/l a 220g/l ARPRO Černá, mezi 20g/l a 80g/l ARPRO Bílý a mezi 40g/l a 60g/l ARPRO Šedá.

Poznámka: Některé přísady mohou ovlivnit tepelnou izolaci. Například pigment ze sazí umožňuje odraz některých radiací, takže ARPRO Šedá izoluje lépe než ARPRO Bílý.

