

# ATPV i ELIM - narzędzia pomocne w doborze właściwej ochrony pracownika branży energetycznej - DuPont™ Arc-Man®

PTPIRE, Listopad 2023

◀DUPONT▶  
**Nomex**®

© 2021 DuPont.  
Nie można używać bez wyraźnej pisemnej zgody DuPont.

DUPONT NOW

## At a glance

**\$13.0B**

2022 Net sales\*

**~23,000**

Colleagues

**Wilmington, DE**

USA

Headquarters

**~50**

Countries where  
we operate

**23**

Global Technical Centers

**~90**

Manufacturing sites



\*Data presented on a 2022 continuing operations basis. 2022 net sales on continuing operations was reported in Form 10-K filed on February 15, 2023.

DuPont Official Use Only

DUPONT NOW

## Our core values



Safety &  
health



Respect for  
people



Highest ethical  
behavior

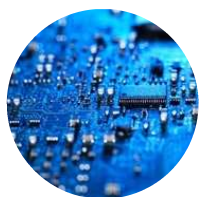


Protect the  
planet

DUPONT NOW

## Focused on five pillars with strong growth drivers

Empowering innovation with our leading technologies



### Electronics

**33%**  
of net sales<sup>1</sup>

Enabling connectivity, smart technologies, and next-generation semiconductor chips and printed circuit boards



### Water

**12%**  
of net sales<sup>1</sup>

Addressing water scarcity with solutions for clean water and sustainable use



### Protection

**22%**  
of net sales<sup>1</sup>

Protecting workers and enabling sustainable buildings



### Industrial Technologies

**20%**  
of net sales<sup>1</sup>

Specialized materials for demanding environments including healthcare, aerospace, defense, and clean energy



### Next-Generation Automotive

**13%**  
of net sales<sup>1</sup>

Transforming mobility by advancing electric vehicles and advanced safety systems



(1) Reflects estimated end-market exposure based on 2022 net sales on a continuing operations basis, excluding the Biomaterials business which was divested in 2022 and previously reported in Corporate & Other.

DuPont Official Use Only

DUPONT WATER & PROTECTION

## Water Solutions

Addressing water  
scarcity

**50 million+**

gallons of water are  
processed every minute  
using our technologies






DUPONT WATER & PROTECTION

## Protecting workers

**70%**

of the thermal protection in  
a firefighter's suit comes  
from Nomex® fiber

DUPONT



DUPONT WATER & PROTECTION


## Protecting workers

1+ billion  
pairs of gloves and sleeves  
contain Kevlar®

DUPONT

DuPont Official Use Only

7



DUPONT WATER & PROTECTION

## Protecting workers

**200 million**

Tyvek® garments protect workers every year in industries including healthcare, manufacturing, transportation and construction



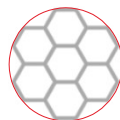


DUPONT WATER & PROTECTION

## Safety Solutions

### Protecting people, products, processes and the planet

- › Personal Protective Equipment & Materials
- › Medical & Pharma Packaging
- › Electric vehicles



100% of commercial aircraft built with Nomex® and Kevlar® honeycomb materials



5 million soldiers & police officers are protected by Kevlar® body armor each year



200 million Tyvek® garments protecting people every year in various environments



2 million is the target reduction in number of fatalities from occupational accidents by 2030



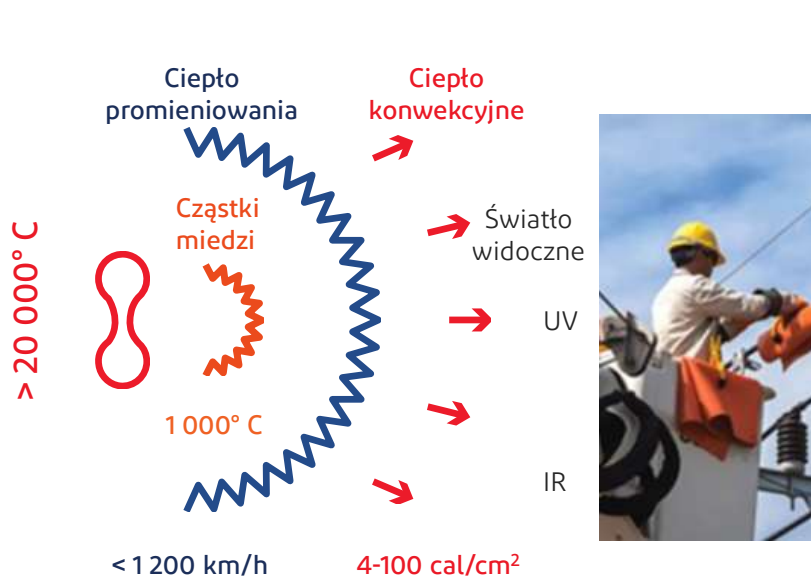
Określanie wartości energii  
łuku elektrycznego a dobór  
odpowiedniego systemu  
ochronnego



◀DUPONT▶  
**Nomex**®

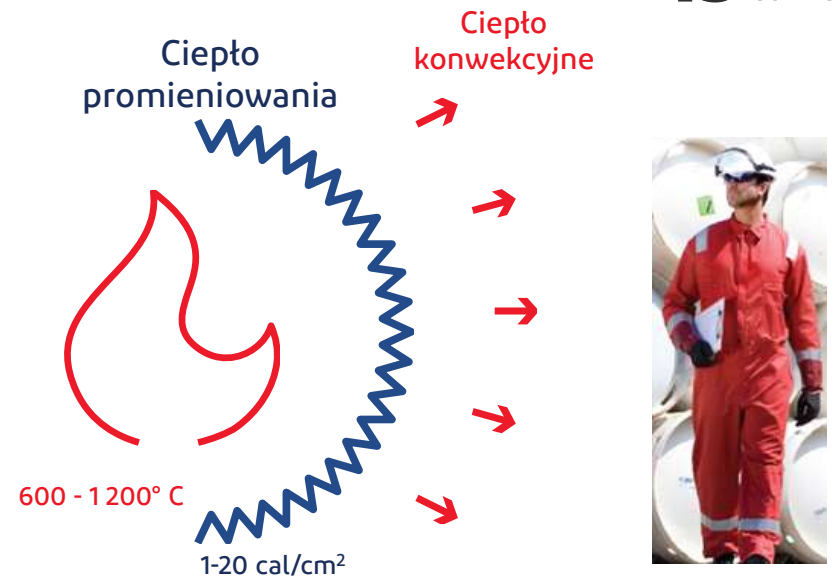


## Zagrożenia termiczne



### ŁUK ELEKTRYCZNY

- Istnieje możliwość obliczenia energii zdarzenia
- Ekspansja wybuchowa
- Bardzo krótki czas ekspozycji
  - o 10ms – 1000ms
- Brak czasu na reakcję
- Jest nieprzewidywalny



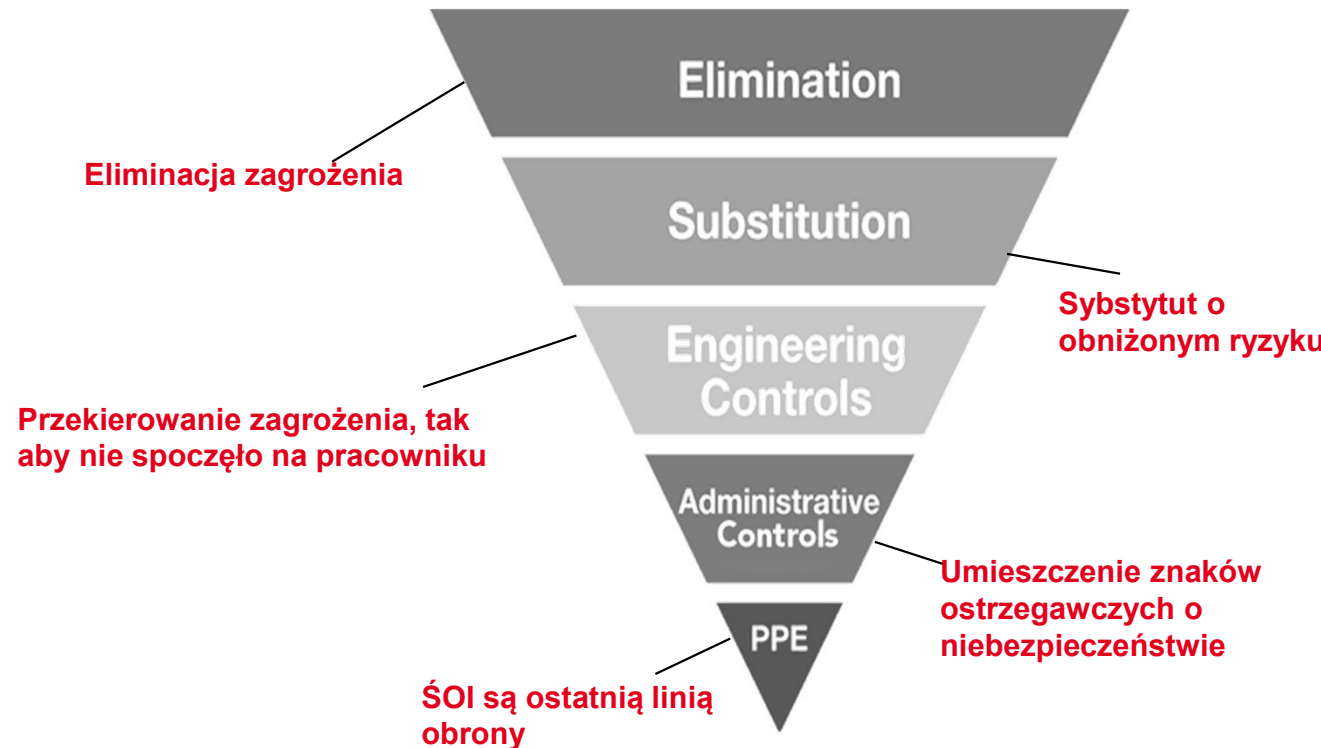
### OGIEŃ

- Nieprzewidywalny
- Czas ekspozycji  $> 1\text{ s}$
- Osobiste reakcje zmieniają wyniki

# ŚOI są ostatnią linią obrony przed urazami

## Eliminacja zagrożeń ma największe znaczenie

- Do oceny ryzyka należy stosować metodę oceny zagrożeń.
- Wdrożenie kontroli zastępczych, inżynieryjnych i administracyjnych w celu zapobiegania wypadkom.
- **Kiedy wszystko inne zawodzi – Nomex® zabezpiecza pracownika**



«DUPONT»  
**Nomex**

# Oparzenia Przykłady

Skutki



**Obszary ubrane mogą być silniej spalone niż na odsłoniętej skórze, jeśli nosi się nieodpowiednie ubranie!**

**DUPONT**  
**Nomex**

*Source: Dr. Ian Almond / Senior Medical Advisor, Transco UK*

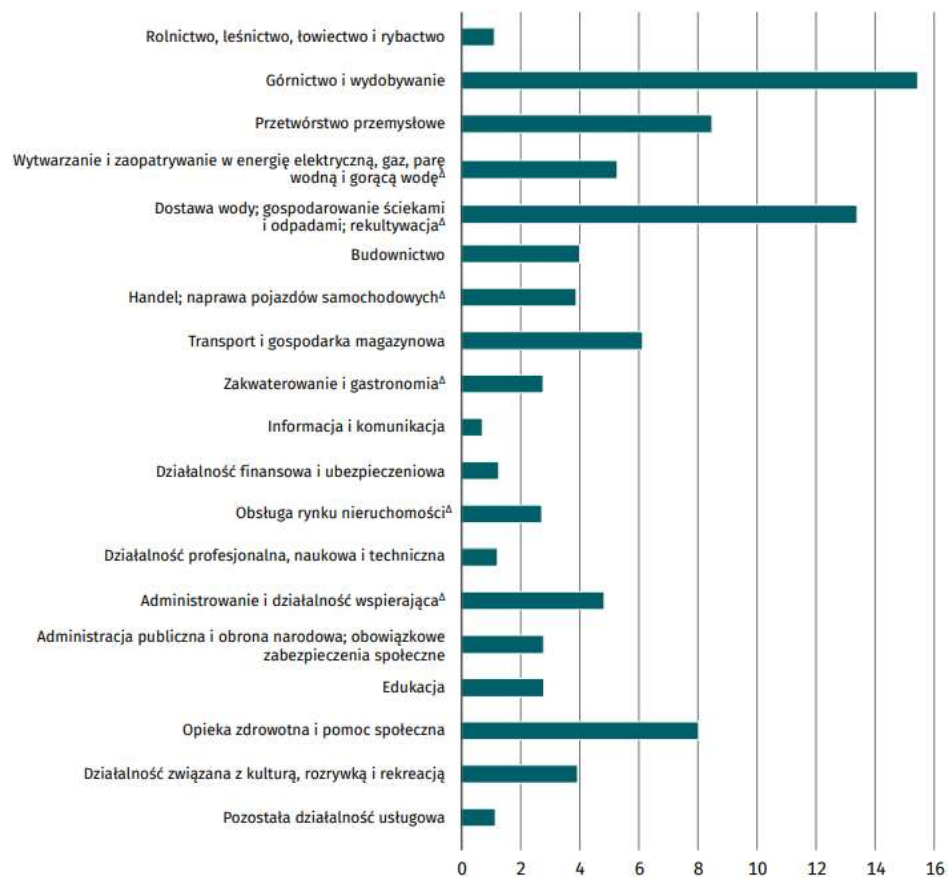
**Wykres 3. Przyczyny wypadków przy pracy w 2022 r.**



Nieprawidłowe zachowanie się pracownika było przyczyną 61,1% wypadków przy pracy

Dane raporty GUS

Wykres 2. Poszkodowani w wypadkach przy pracy na 1000 pracujących według sekcji w 2021 r.



Biorąc pod uwagę podział terytorialny kraju najwyższy wskaźnik wypadkowości odnotowano w województwach: podlaskim (6,48), opolskim (6,31) oraz warmińsko-mazurskim (6,16), a najniższy w województwie mazowieckim (3,62) i małopolskim (3,86).

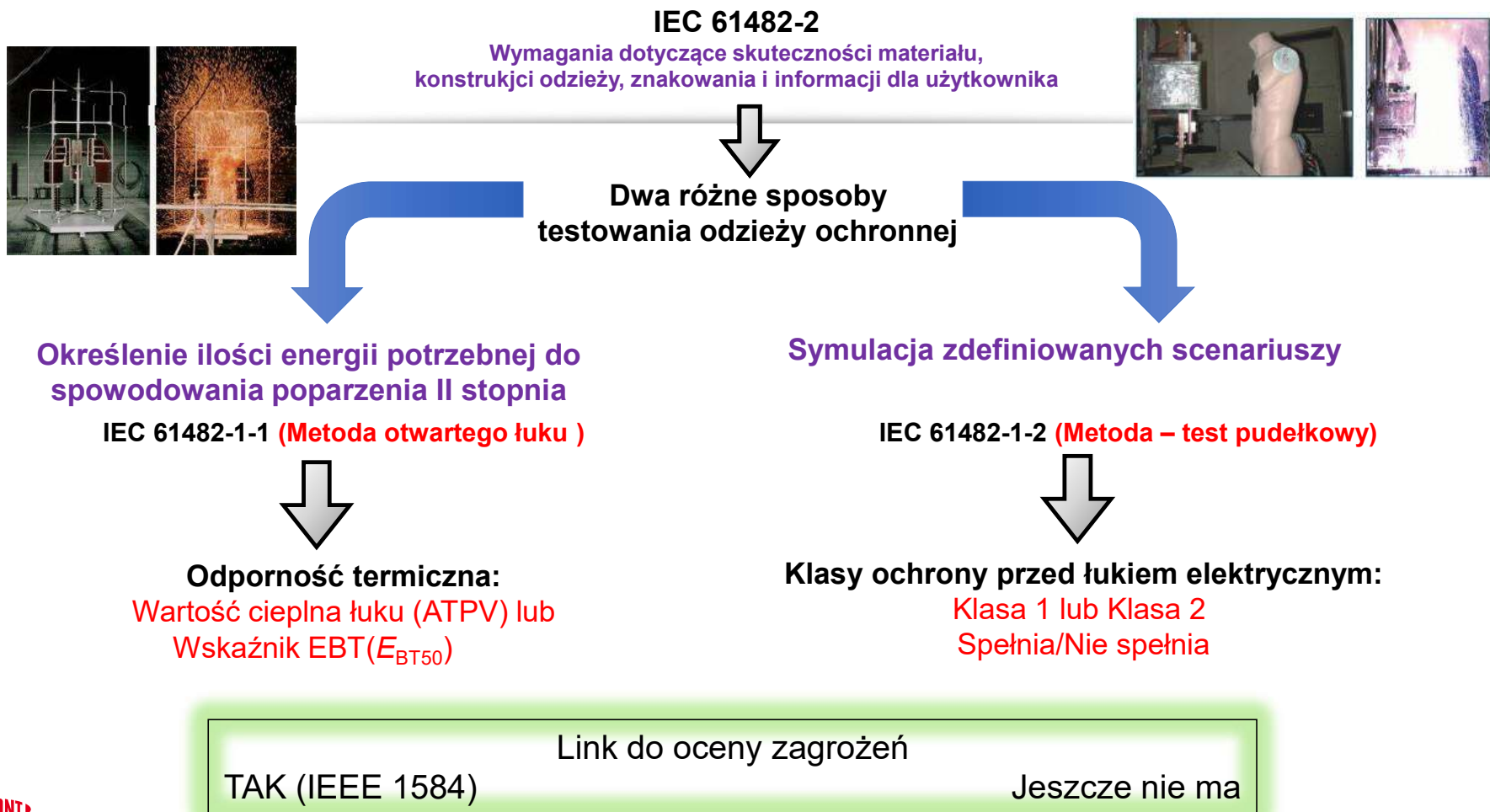
Dane raporty GUS



# Stosowane normy i metody

- ❑ IEC 61482-1-1 Metoda A i B . Określanie wartości znamionowej łuku elektrycznego.
- ❑ ISO 11612 – Odzież chroniąca przed czynnikami gorącymi i płomieniem
  - Ten test wykorzystuje standardowe metody i warunki do przewidywania zachowania się tkaniny/odzieży w przypadku kontaktu z gorącym lub płomieniem.
- ❑ IEEE 1584 Przewodnik związany z oceną ryzyka pochodzącego od skutków wystąpienia łuku elektrycznego
- ❑ NFPA 70E Bezpieczeństwo Podczas Pracy z Urządzeniami pod Napięciem.

# Określanie **skutków termicznych** pochodzących od łuku elektrycznego na ŚOI



## Ochrona przed termicznymi skutkami wystąpienia łuku elektrycznego:

### □ IEC 61482-2 “Odzież chroniąca przed zagrożeniami termicznymi spowodowanymi łukiem elektrycznym - Część 2: Wymagania”

#### ✓ Badanie materiału podczas działania łuku elektrycznego:

- Metoda otwartego łuku(IEC 61482-1-1/Metoda A): Wartość cieplna łuku (ATPV) i/lub ilość energii, przy której materiał pęka (EBT);  
Minimalna wydajność: wartość znamionowa > 4 cal/cm<sup>2</sup> i/lub
- Test pudełkowy (IEC 61482-1-2/Test materiału): Klasa 1 lub 2;  
Minimalna wydajność: Wskaźnik ochrony przed łukiem dla Klasy 1

#### ✓ Badanie odzieży podczas działania łuku elektrycznego:

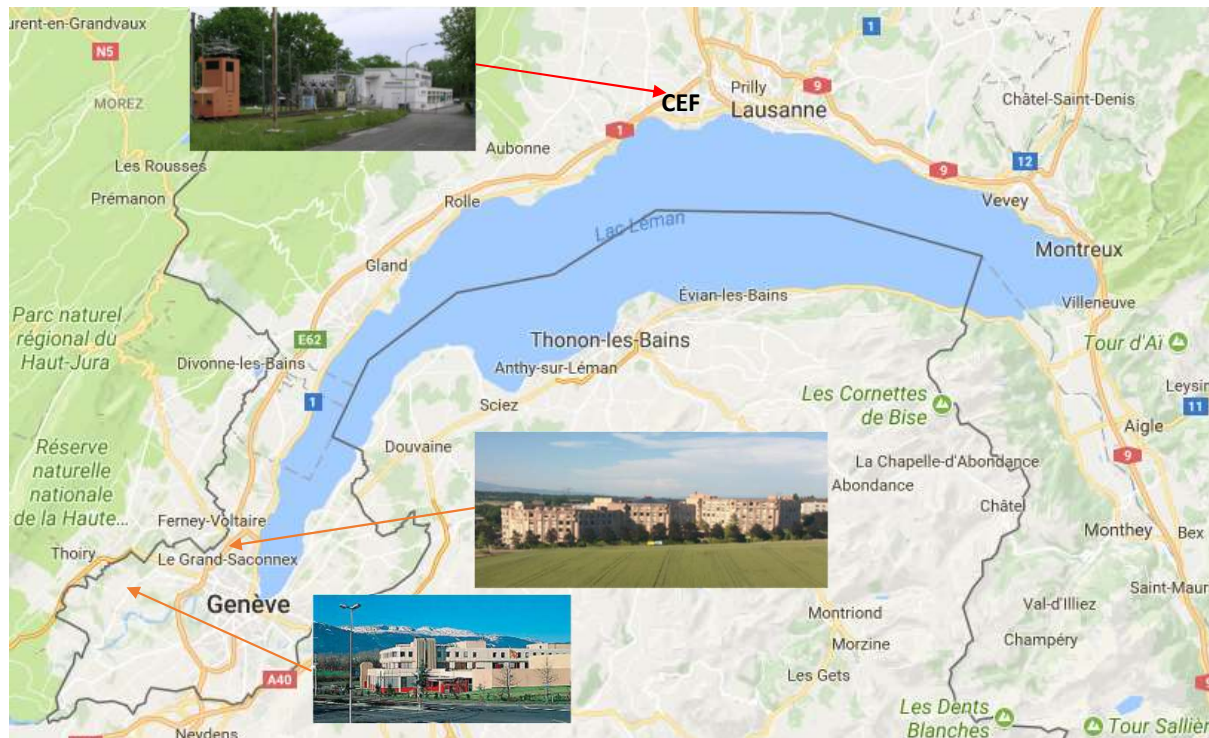
- Metoda otwartego łuku(IEC 61482-1-1/Metoda B): Pozytywna ocena wizualna podczas badania przy znamionowej energii łuku elektrycznego i/lub
- Test pudełkowy (IEC 61482-1-2/Test odzieży): Pozytywna ocena wizualna podczas testu w klasie odporności na łuk elektryczny

**Slide 19**

---

**MS1** Add > 30 cal/cm<sup>2</sup>  
MARNACH, STEVE, 11/14/2019

Gdzie zlokalizowane jest laboratorium DuPont™ Arc-Man® ?



«DUPONT»  
**Nomex**

# DuPont Arc-man<sup>®</sup>

## Czym jest DuPont<sup>™</sup> Arc-Man<sup>®</sup> ?

- Jest to urządzenie do oceny efektu termicznego pochodzącego od łuku elektrycznego na materiały (tkaniny) i/lub odzież.
- Międzynarodowe akredytowane laboratorium. Istnieją tylko cztery na całym świecie.
- DuPont jest jedyną firmą przemysłową posiadającą tego typu urządzenie.
- Zaawansowane narzędzie do wspierania i oceny potrzeb naszych klientów.
- Procedura testowa zgodna z uznanymi normami międzynarodowymi : - IEC 61482-1-1, Metody A i B.



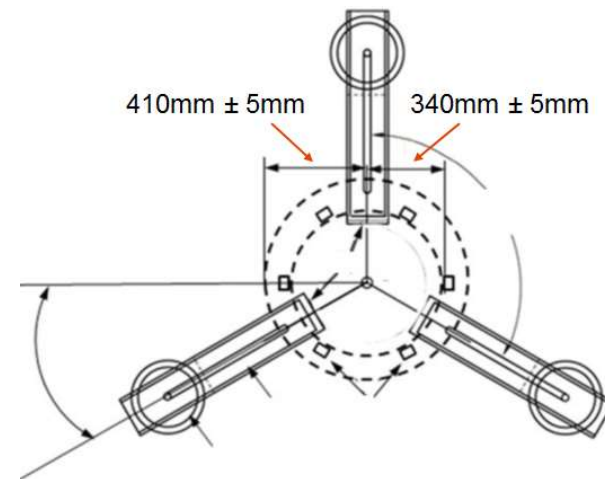
## Badanie tkaniny z użyciem łuku elektrycznego wg IEC 61482-1-1 (Nowa wersja opublikowana w lipcu 2019)

### ❑ Warunki dla metody otwartego łuku:

- Próba „łuku otwartego” określa granicę energii padającej, do której materiał lub system materiałów będzie chronił użytkownika przed termicznymi skutkami łuku elektrycznego
- Elektrody ze stali nierdzewnej
- 30 cm odstęp między elektrodami
- 30 cm odległość między panelami a linią środkową łuku elektrycznego.
- Natężenie łuku elektrycznego 8kA

### ❑ Nowości w nowej wersji:

- Nowe kryteria dotyczące samego strzału
- Nowe odległości dla czujników monitorujących:
  - 340 mm ( do 55 cal/cm<sup>2</sup>).
  - 410 mm ( >40 cal/cm<sup>2</sup>).
  - Do obliczeń stosuje się współczynnik korekcyjny



## Badania z użyciem łuku elektrycznego wg IEC 61482-1-1 (Nowa wersja opublikowana w lipcu 2019)

### ☐ Procedura stosowana w metodzie otwartego łuku:

- Strzał z łuku elektrycznego jest przeprowadzany za pomocą drutu topikowego umieszczonego pomiędzy dwoma elektrodami w środku zestawu testowego. Napięcie musi być wystarczające do podtrzymania łuku elektrycznego na odcinku pomiędzy elektrodami w czasie testu (zwykle od 2 do 4 kV), spadek napięcia wzdłuż łuku elektrycznego wynosi zazwyczaj od 400V do 750V.
- Czas trwania łuku zmienia się pomiędzy kolejnymi strzałami testowymi w celu osiągnięcia wymaganej energii incydentalnej(zdażenia) łuku (zwykle conajmniej 200ms, ale nie więcej niż 2s)



# Wartość cieplna łuku (ATPV – Arc Thermal Performance Value)

## ☐ IEC 61482-1-1: definicja/interpretacja wskaźnika ATPV:

W badaniach testowych łuku, wartość liczbowa energii padającej przypisana do materiału, która opisuje jego właściwości termiczne w zakresie redukowania strumienia ciepła wytwarzanego przez łuk elektryczny

*Uwaga 1: Wskaźnik ATPV jest wartością energii padającej, przy której wymiana ciepła przez próbkę osiąga z 50% prawdopodobieństwem krzywą Stolla*

*Uwaga 2: Wskaźnik ATPV wyrażany jest w  $\text{kJ/m}^2$  ( $\text{cal/cm}^2$ ).*

## ☐ IEC 61482-1-1: definicja/interpretacja $EBT_{50}$ :

W badaniach łuku elektrycznego, wartość liczbowa energii padającej na materiał, która opisuje jego właściwości podczas pęknięcia pod wpływem strumienia ciepła łuku elektrycznego

*Uwaga 1: Wskaźnik EBT jest wartością energii padającej, przy której z 50% prawdopodobieństwem następuje otwarcie.*

*Uwaga 2: Wskaźnik EBT wyrażany jest w  $\text{kJ/m}^2$  ( $\text{cal/cm}^2$ ).*

**Uwaga: Wskaźnik EBT jest zazwyczaj wyższy niż ATPV**

## Nowa wersja IEC 61482-1-1 z 2019r. Zawiera nowy indeks: ELIM

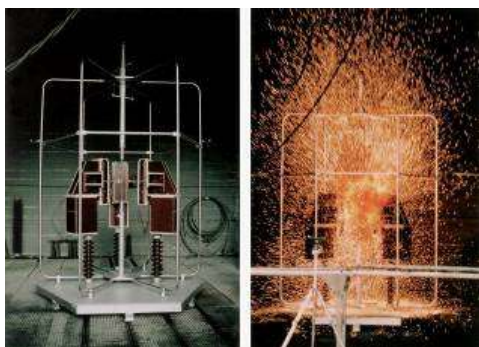
### ➤ Definicja **ELIM** (Incident Energy Limit Value)

Jest to nowy, bardziej konserwatywny rodzaj oceny materiałów chroniących przez skutkami termicznymi wystąpienia łuku elektrycznego, zwany wartością graniczną energii zdarzenia (ELIM).

Definiowany jest jako: *“wartość liczbowa energii padającej przypisana do produktu (materiału lub odzieży), poniżej której wszystkie odpowiedzi produktu są poniżej krzywej Stolla i nie pękają”*

$$\underline{ELIM < ATPV < EBT \text{ (cal/cm}^2\text{)}}$$

## Określanie ATPV – Zastosowanie krzywej Stolla

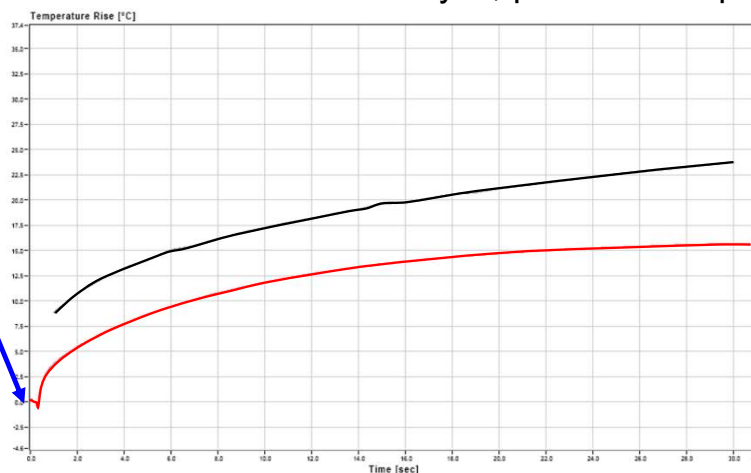


### Metoda A: Badanie materiałów: Porównanie krzywej Stolla:

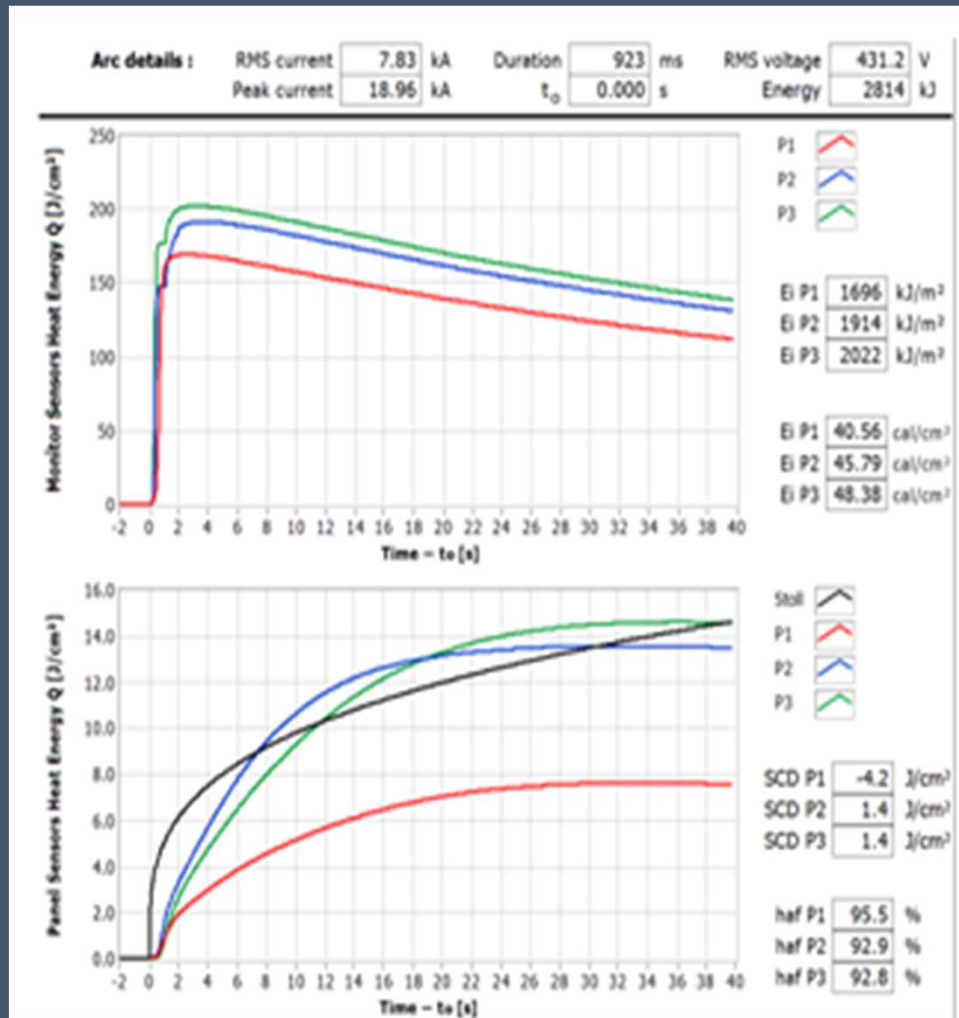
Krzywa Stolla jest krzywą energii cieplnej i czasu opracowaną na podstawie danych dotyczących tolerancji na ciepło przez tkanki ludzkie i jest wykorzystywana do przewidywania momentu wystąpienia oparzeń skóry drugiego stopnia. W szczególności dla oceny ATPV, energie padające są zróżnicowane w taki sposób, aby określić granicę energii padającej, na którą można wystawić materiał lub system materiałowy, tak aby krzywa energii przekazywanej przez materiał lub wielowarstwowy system materiałowy, mierzona przez czujniki kalorymetru pokryte materiałami testowymi, pozostawała poniżej krzywej Stolla.

Przykład odpowiedzi czujnika kalorymetru pokrytego materiałem testowym (wzrost temperatury w funkcji czasu)

Ponieważ krzywa jest znacznie poniżej krzywej Stolla, osoba nosząca odzież wykonaną z testowanego materiału prawdopodobnie nie doznałaby oparzeń 2 stopnia.



## Określenie ATPV – przy użyciu krzywej Stolla - IEC 61482-1-1/Metoda A



Czujniki monitorujące krzywą:  $E_{i1,2,3}$

Krzywe czujnika panelu: powyżej/poniżej  $_{1,2,3}$

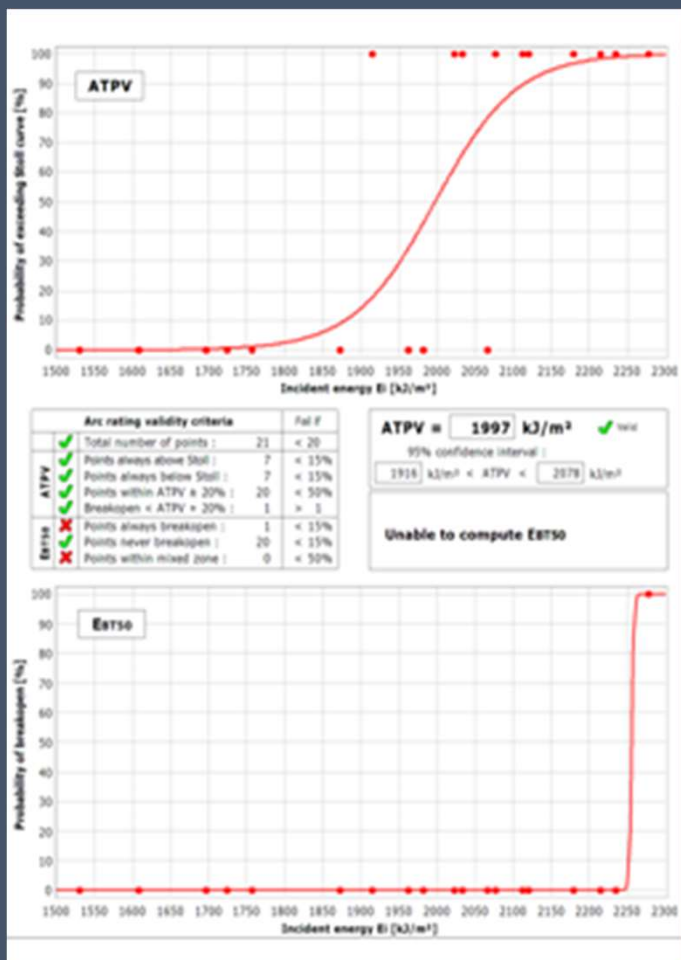
$E_i \rightarrow x$  y

P1: poniżej = 0

P2: poniżej = 1

P3: poniżej = 1

## Określenie ATPV & EBT za pomocą regresji



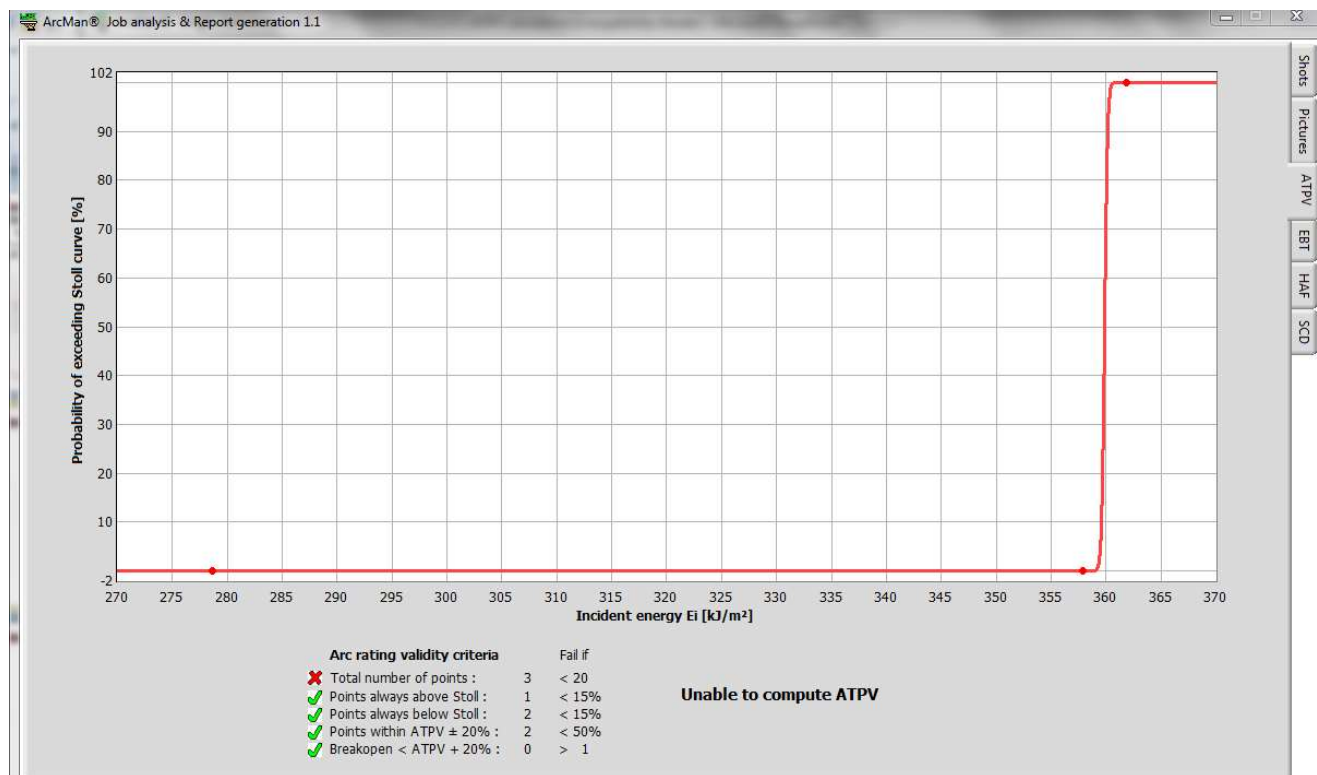
ATPV =  $E_i$ , dla którego reakcja czujnika panelu jest z 50% prawdopodobieństwem na krzywej Stoll'a

$$ATPV = 1997 \text{ kJ/m}^2 \text{ (48 cal/cm}^2\text{)}$$

EBT =  $E_i$  z 50% prawdopodobieństwem nie pęknięcia

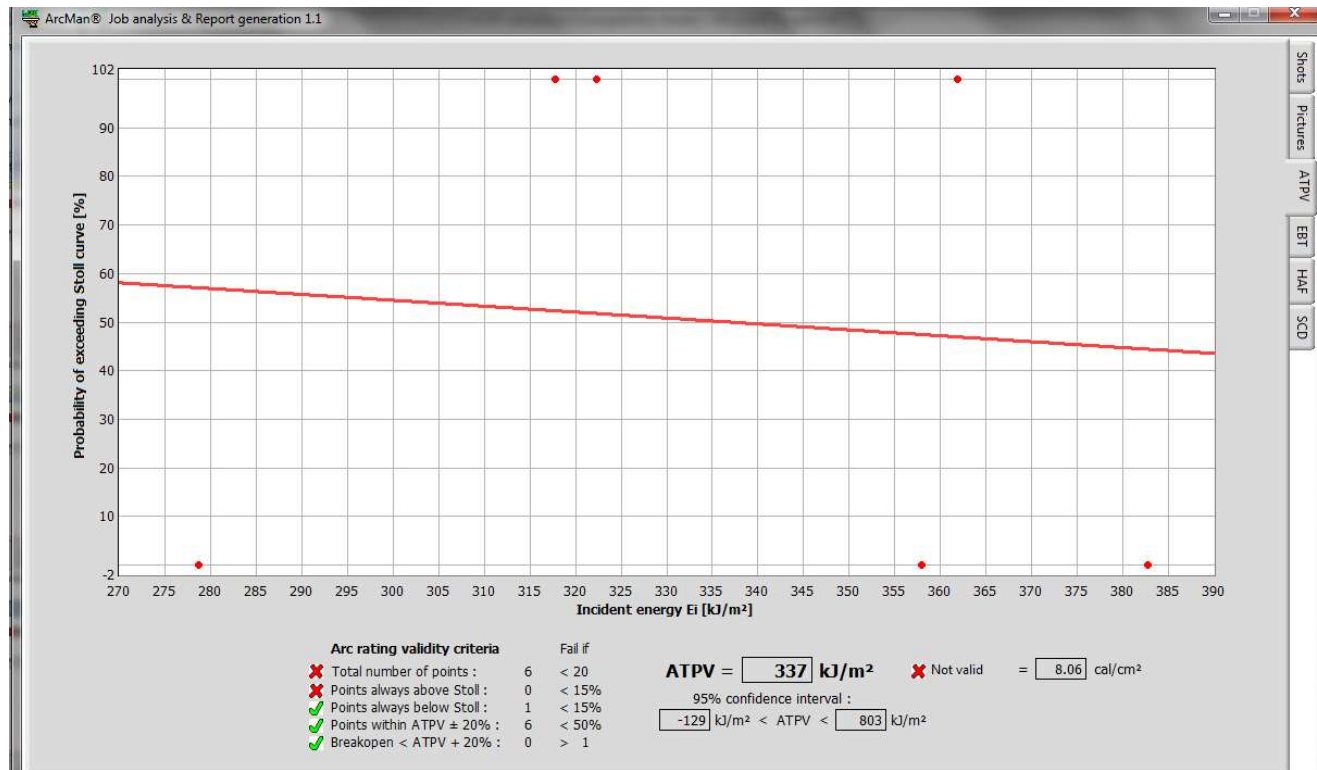
$$EBT \approx 2250 \text{ kJ/m}^2 \text{ (54 cal/cm}^2\text{)}$$

Shot 1



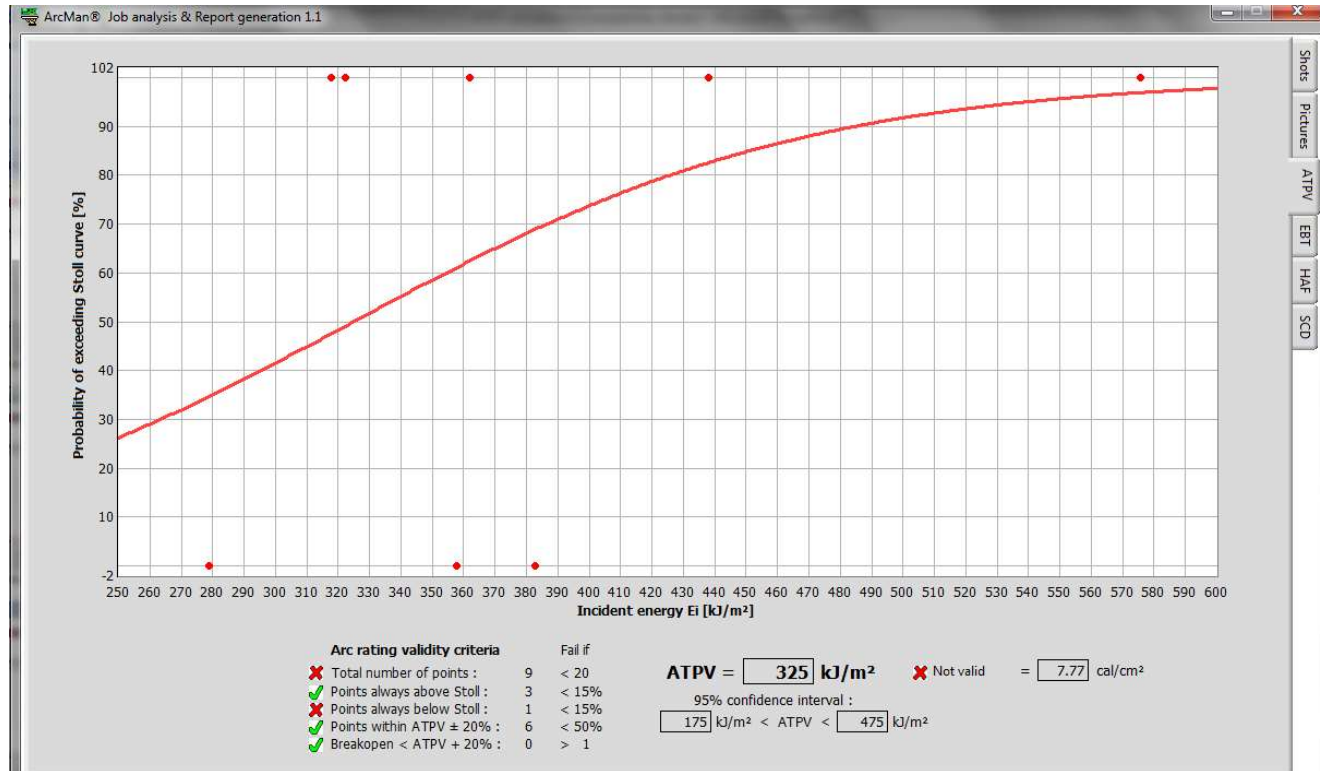
Program nie jest w stanie obliczyć

Shot 2



Program jest w stanie obliczyć, ale nieprecyzyjnie

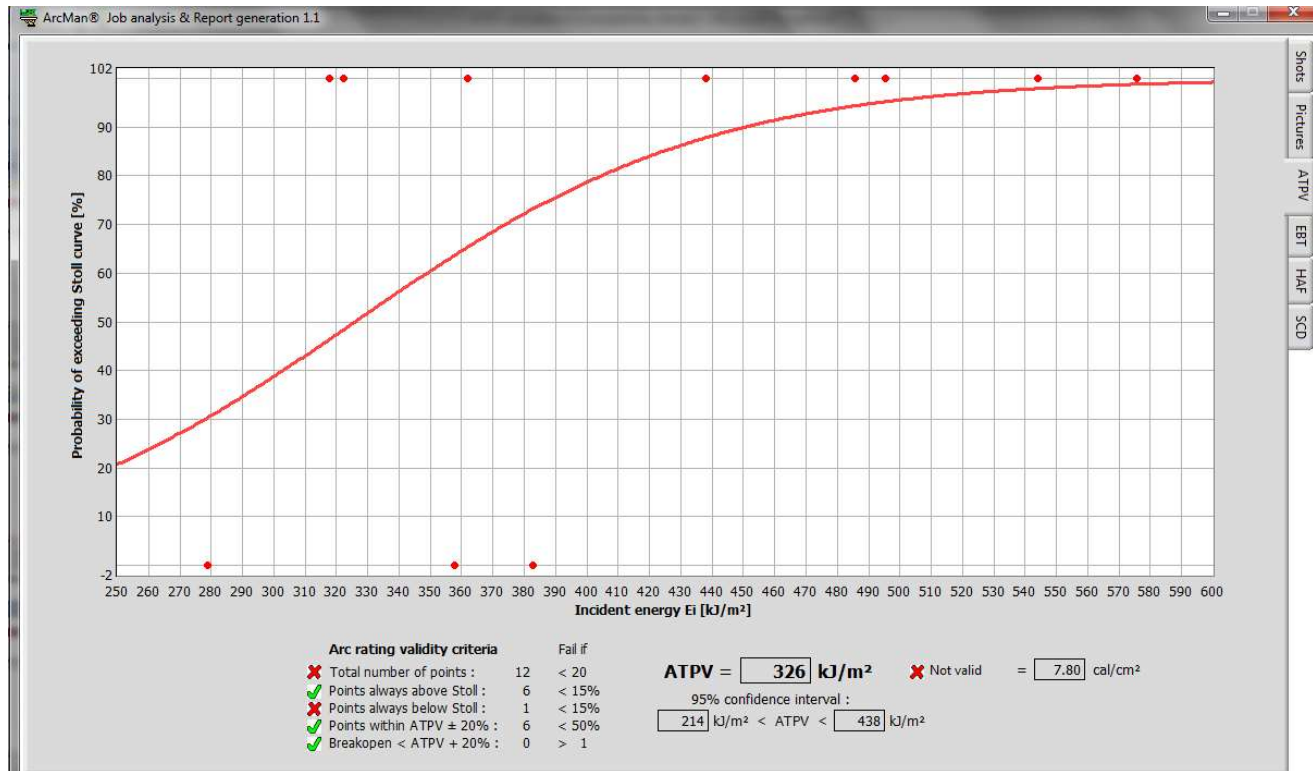
Shot 3



Program jest w stanie obliczyć, ale nieprecyzyjnie

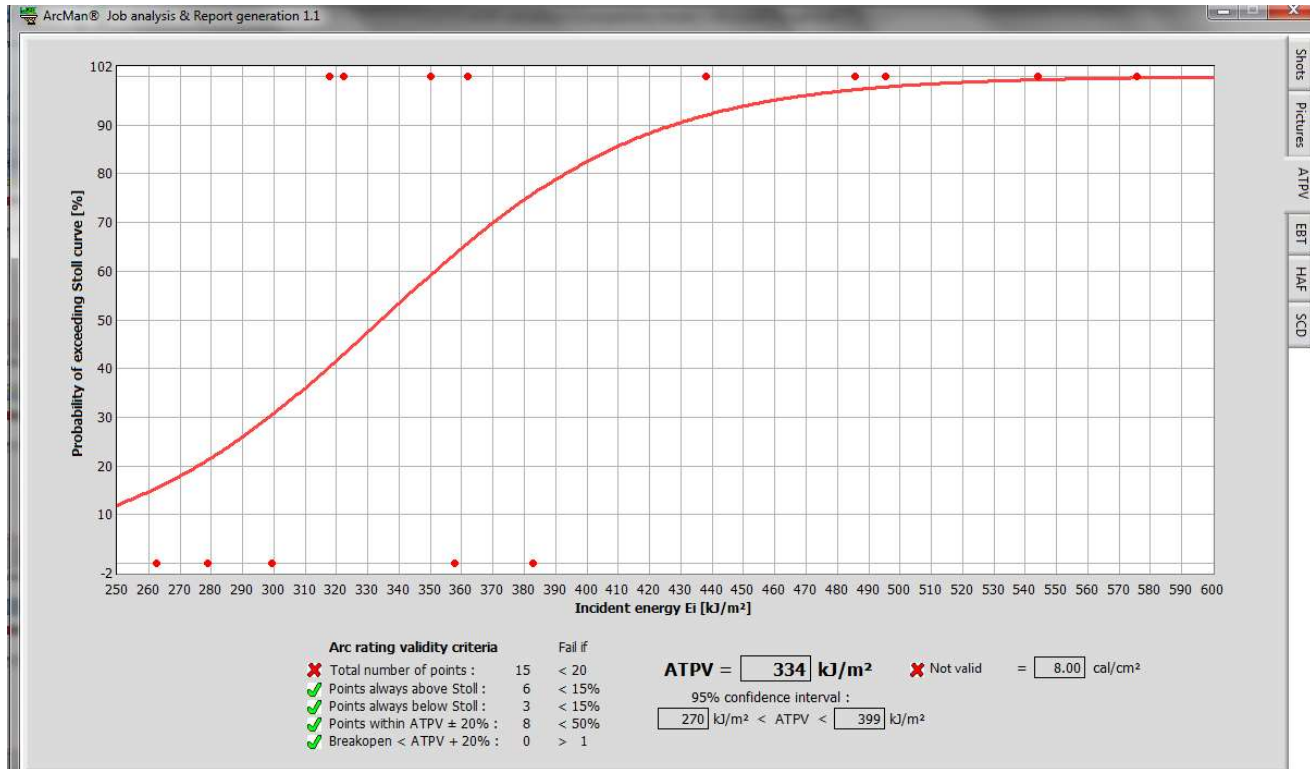


Shot 4



Program jest w stanie obliczyć, ale nieprecyzyjnie

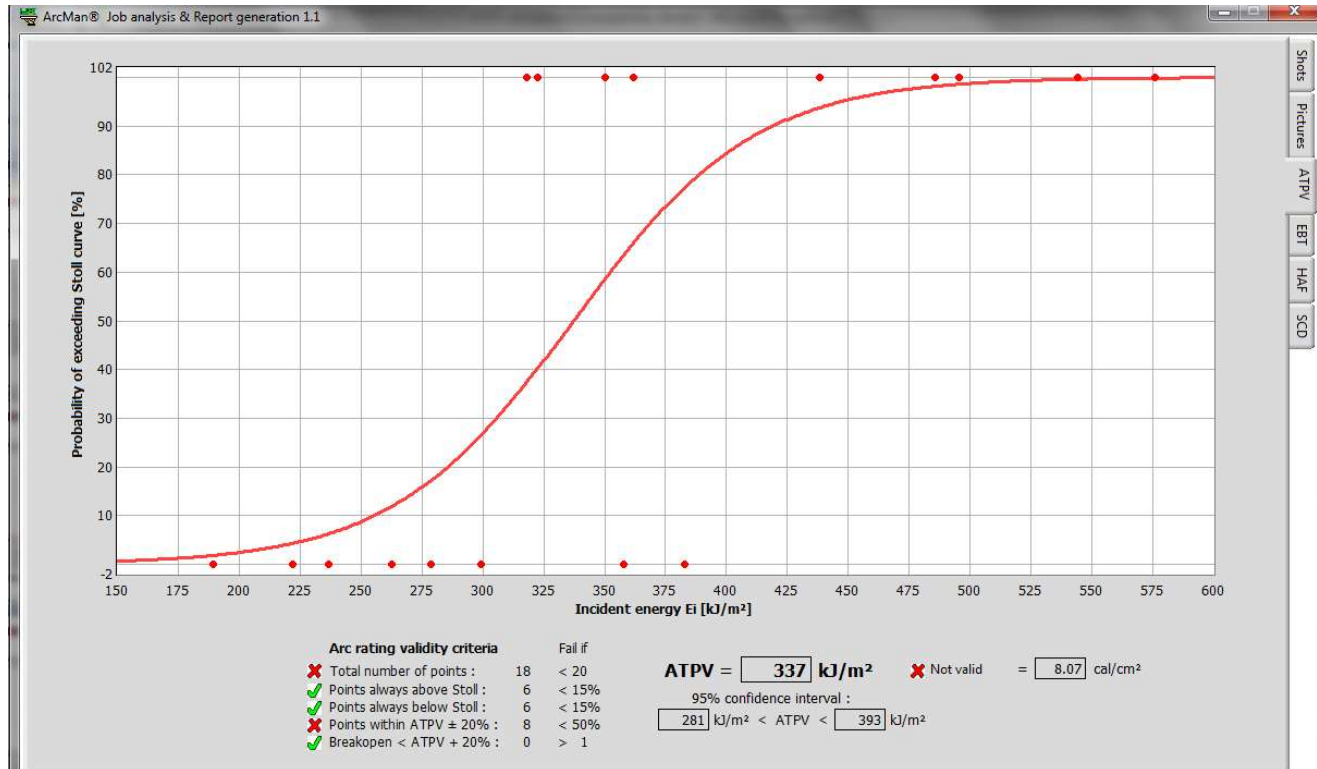
Shot 5



Wskaźnik ATPV staje się bardziej precyzyjny

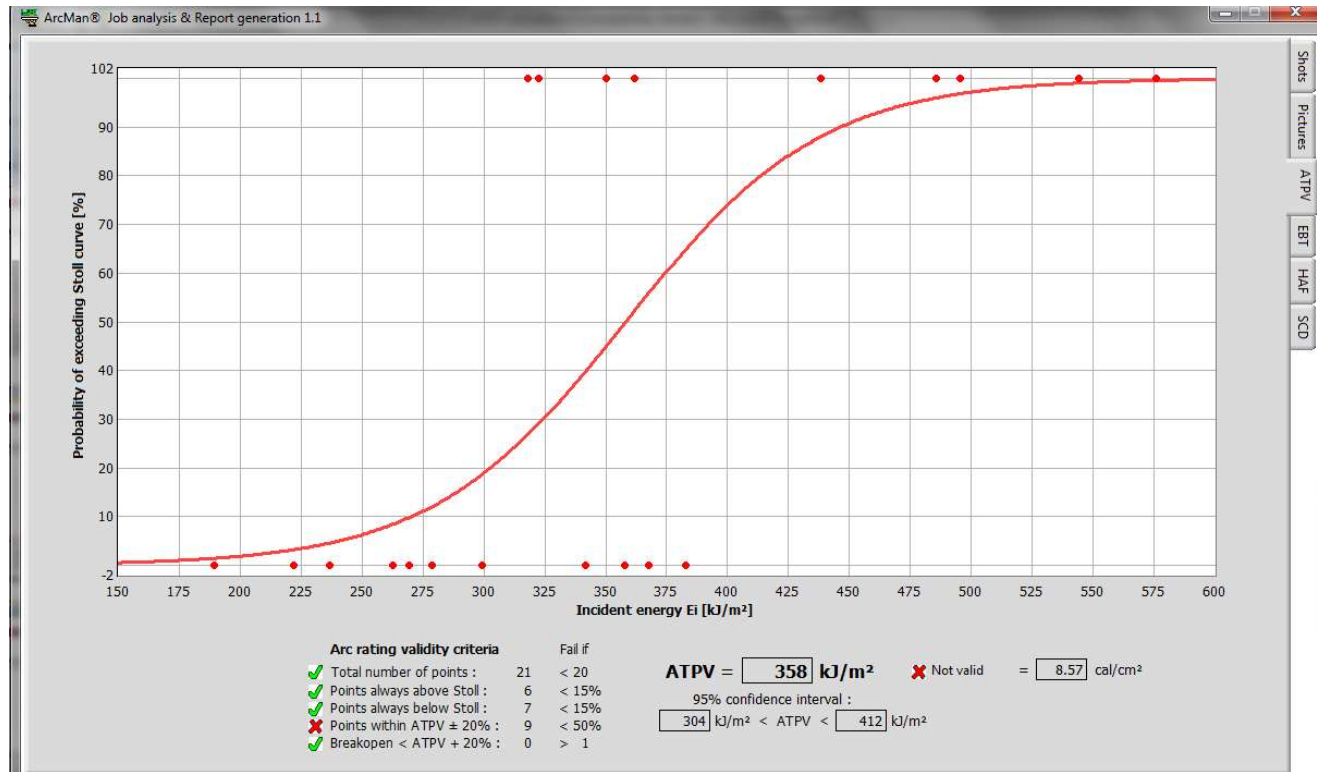


## Shot 6



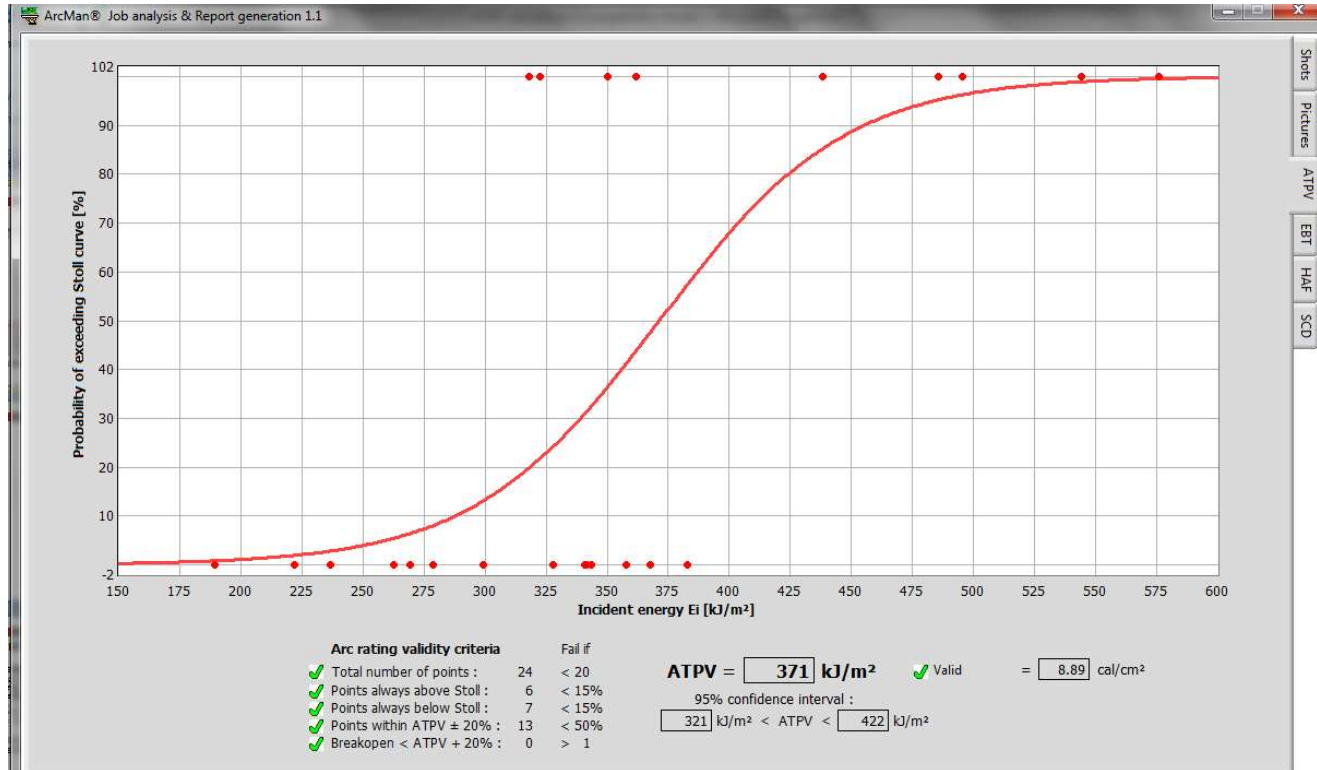
Wskaźnik ATPV staje się bardziej precyzyjny

Shot 7



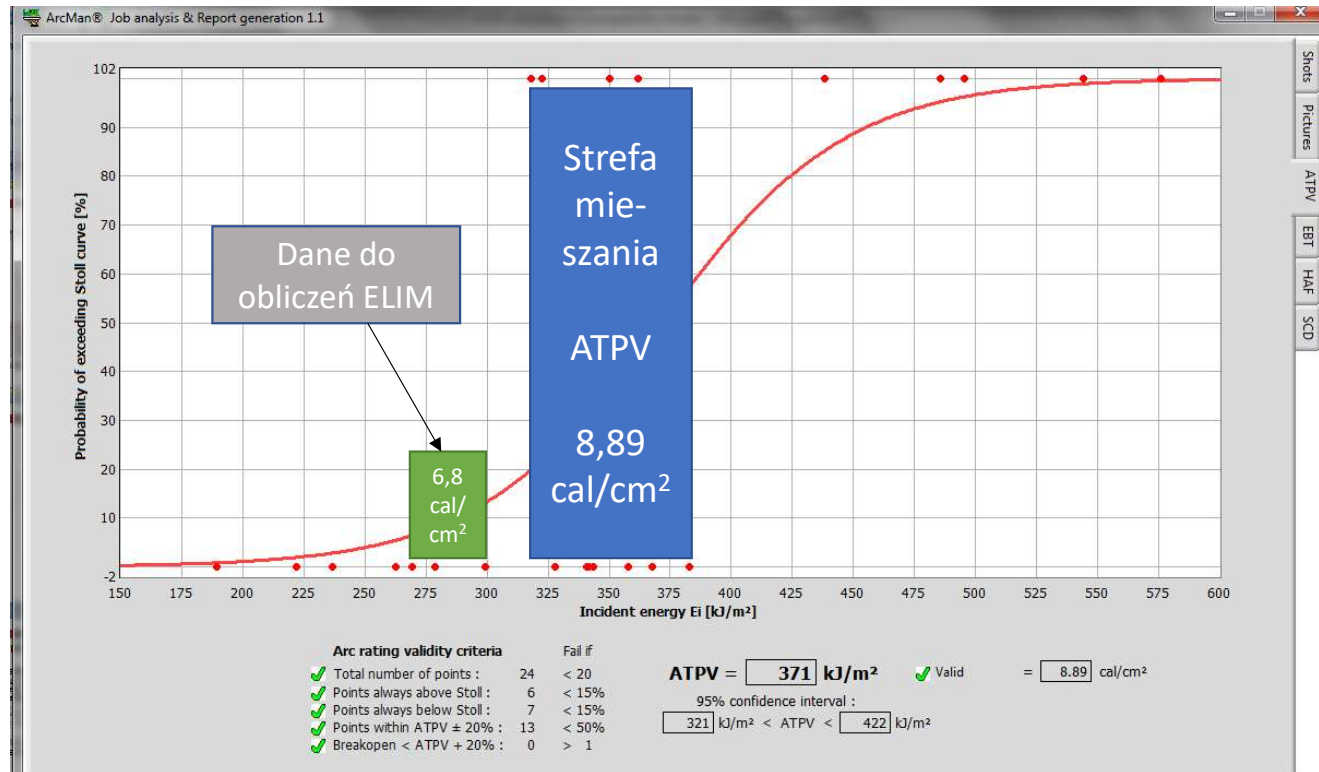
Wskaźnik ATPV staje się bardziej precyzyjny

Shot 8



Wskaźnik ATPV obliczony dla 371 kJ/m<sup>2</sup> lub 8,89 cal/cm<sup>2</sup>

Shot 8



ELIM: Średnia z trzech najwyższych danych punktów energii padającej tuż poniżej strefy mieszania.

# Przykład materiału zawierającego dane dotyczące ochrony przed skutkami wystąpienia łuku elektrycznego

Arc rating	ASTM F1959  IEC 61482-1-1	cal/cm <sup>2</sup>	ATPV: 8 cal/cm <sup>2</sup> ELIM: 7.2 cal/cm <sup>2</sup>	ATPV: 7.3 cal/cm <sup>2</sup> ELIM: 6.6 cal/cm <sup>2</sup>
Thermal manikin	ISO 13506-1 & -2 exposure time at 4 seconds*	TPBI (%)	29	35

\*NFPA test results after 3-second exposure time are available upon request.

# Ocena odzieży - IEC 61482-1-1/Metoda B

Polega na wizualnej kontroli ogólnych właściwości odzieży, ponieważ tkanina musi być uprzednio oceniona.

Należy zrobić zdjęcia przy każdym kroku

Niektóre kluczowe punkty do obserwacji funkcjonowania elementów odzież to :

Szwy

Guziki

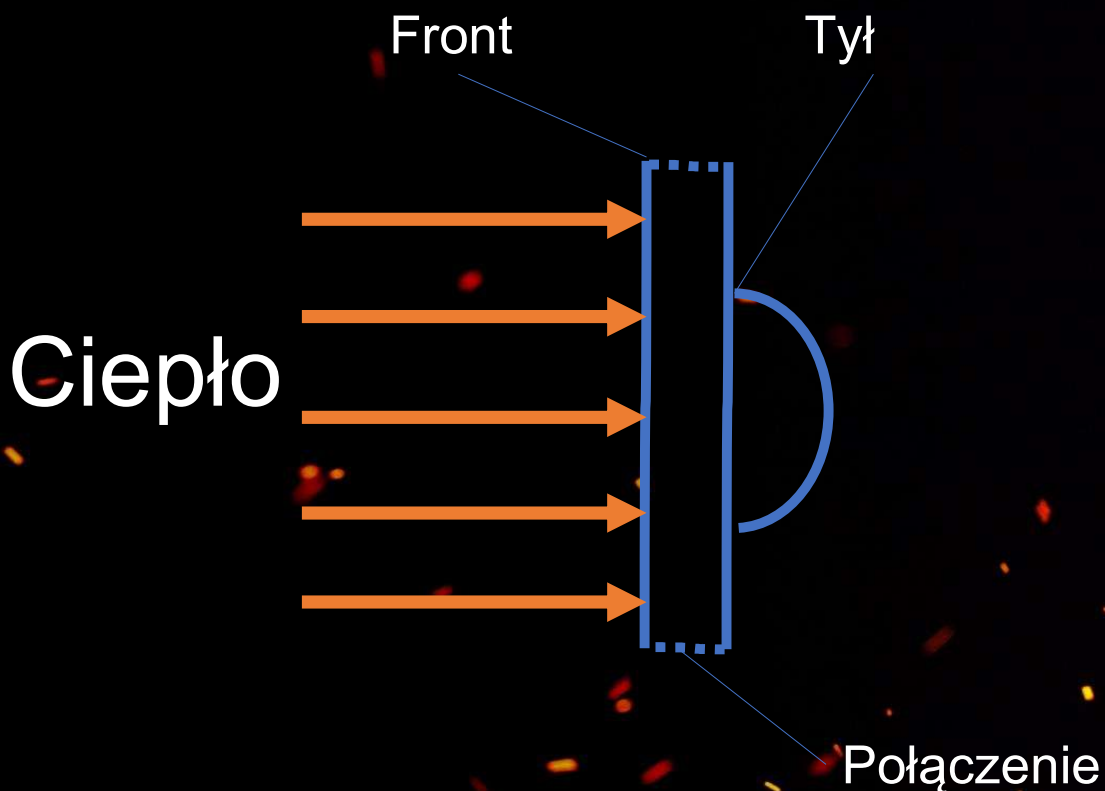
Zamki

Naszywki

Itp.



# Dwustronna technologia materiału Nomex® Xtreme Arc/Nomex® Arc



Zewnętrzna strona tkaniny kurczy się pod wpływem ciepła, powodując powstawanie pęcherzyków powietrza, które pomagają zapewnić izolację i ochronę pleców oraz użytkownika.

## Dwustronna technologia materiału

Technologia materiałów dwuwarstwowych Nomex® Xtreme Arc i Nomex® Arc poświęca zewnętrzną powierzchnię, aby pomóc chronić wewnętrzną powierzchnię po ekspozycji na działanie łuku elektrycznego. Technologia ta zmniejsza intensywność oparzenia, zwiększając ogólną ochronę.

W rezultacie powstało lekkie rozwiązanie o doskonałych parametrach ATPV z Nomex® w zakresie odporności na działanie płomieni.



<https://www.youtube.com/watch?v=GewYBa1CmS4>

•DUPONT•  
**Nomex**



DuPont™, owalne logo DuPont oraz wszystkie znaki towarowe i usługowe oznaczone symbolem ™, ® lub © są własnością podmiotów stowarzyszonych DuPont de Nemours, Inc., o ile nie wskazano inaczej. © 2019 DuPont.

Żadnej informacji zawartej w niniejszym dokumencie nie należy interpretować jako oświadczenia, iż wszelkie zalecenia, zastosowania czy odsprzedaż produktu lub procesu opisanego w niniejszym dokumencie jest dozwolona i zgodna z przepisami lub regulacjami krajów, regionów, miejscowości itp., jak i również, że nie naruszają praw patentowych czy innych praw własności intelektualnej.

Informacje podane w niniejszym dokumencie oparte są na danych, które DuPont uważa za wiarygodnie i zgodne z naszą najlepszą wiedzą. Są one przekazywane na żądanie i bezpłatnie naszym klientom. W związku z tym DuPont nie gwarantuje ani nie nakazuje stosowania takich informacji i nie ponosi żadnej odpowiedzialności za ich wykorzystanie. W przypadku, jeśli literatura produktu została przetłumaczona, oryginalna wersja angielska jest właściwą, a DuPont niniejszym zrzeka się odpowiedzialności za jakiegokolwiek błędy spowodowane tłumaczeniem. Ten dokument może ulec zmianie bez powiadomienia.