



Centrum Naukowo-Badawcze  
Ochrony Przeciwpozarowej  
*im. Józefa Tuliszkowskiego*  
Państwowy Instytut Badawczy



# Badanie granic wybuchowości par cieczy palnych w podwyższonych temperaturach

**dr inż. Rafał POROWSKI**

Zespół Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości  
CNBOP-PIB



Inżynieria bezpieczeństwa oraz problematyka zapobiegania pożarom i awariom wymaga znajomości **parametrów wybuchowości** substancji stosowanych w procesach technologicznych.

Takimi parametrami są maksymalne ciśnienie wybuchu, minimalna energia zapłonu, minimalna temperatura zapłonu, a przede wszystkim **granice wybuchowości**.

Głównym powodem powstawania zagrożeń podczas obróbki cieczy palnych w przemyśle jest możliwość ich **odparowania**, szczególnie ciecz stosowana jest w podwyższonych temperaturach początkowych.



**Lotność cieczy** może doprowadzić do powstania atmosfery wybuchowej w postaci par cieczy z powietrzem, tak jak to miało miejsce 17 lipca 1996r.

Lecący z Nowego Jorku do Paryża samolot Boeing 747 linii Trans World Airlines 20 minut po starcie zamienił się w kulę ognia i spadł do oceanu w pobliżu Long Island, zabierając ze sobą **życie 212 pasażerów i 18 członków załogi.**

Podgrzane paliwo lotnicze Jet-A zaczęło **parować** w zbiorniku, tym samym tworząc **atmosferę wybuchową**. Uszkodzona izolacja przewodów elektrycznych lub mechaniczna awaria pompy paliwowej (zdania są podzielone) zainicjowała wybuch.



## Granice wybuchowości – temperaturowe czy stężeniowe? Wiążące dokumenty.



Wyróżniamy granice wybuchowości:

- stężeniowe,
- temperaturowe.

Parametr:	Definicja:	Norma:	Anglojęzyczna nazwa:
<b>Stężeniowe granice wybuchowości (lub potocznie granice palności)</b>	Zakres stężeń, poza którymi zapłon nie nastąpi w żadnych warunkach.	Opisane są Polską Normą PN-EN 1839.	<b>Explosion limits</b>  <b>lub</b> <b>Flammability limits</b>
<b>Temperaturowe granice wybuchowości</b>	Zakres temperatur cieczy palnej, w których stężenia ich par nasyconych w powietrzu znajdują się w granicach wybuchowości.	Opisane są Polską Normą PN-EN 15794.	<b>Explosion points</b>

Obecnie prowadzone badania dotyczą jedynie stężeniowych granic wybuchowości.

Planowane są natomiast badania temperaturowych granic wybuchowości w celach **porównawczych**.



Polska Norma PN-EN 1839 dopuszcza **dwie metody** określania stężeniowych granic wybuchowości gazów i par cieczy:

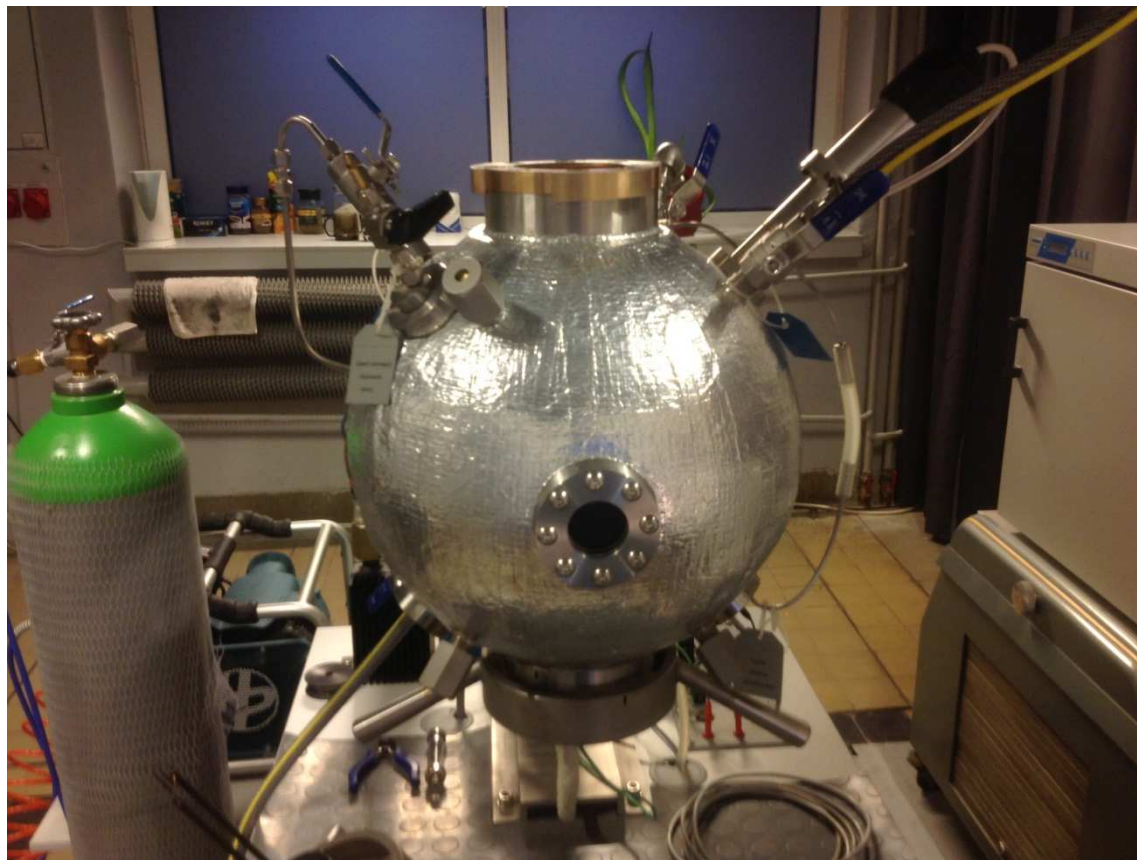
- metodę T (tzw. metodę „rury”)
- metodę B (tzw. metodę „bomby”).

Metoda T pozwala uzyskać szerszy zakres wybuchowości niż metoda B, a różnicę w wartościach mogą sięgać nawet 10%. Nasze badania wykonane były w oparciu o **metodę B**.

Badaliśmy wybuchowość par cieczy **metanolu, etanolu, 1-butanolu i 2-butanolu** w odpowiednio do tego przygotowanym stanowisku badawczym (zdjęcie obok) w temperaturach 40C, 60C, 80C, 100C i 120C.

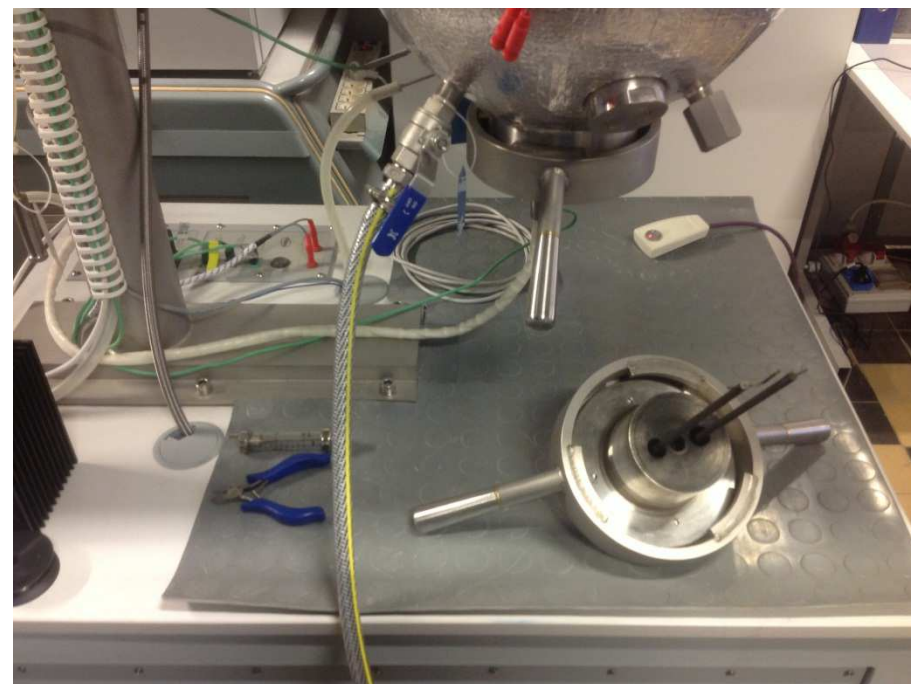
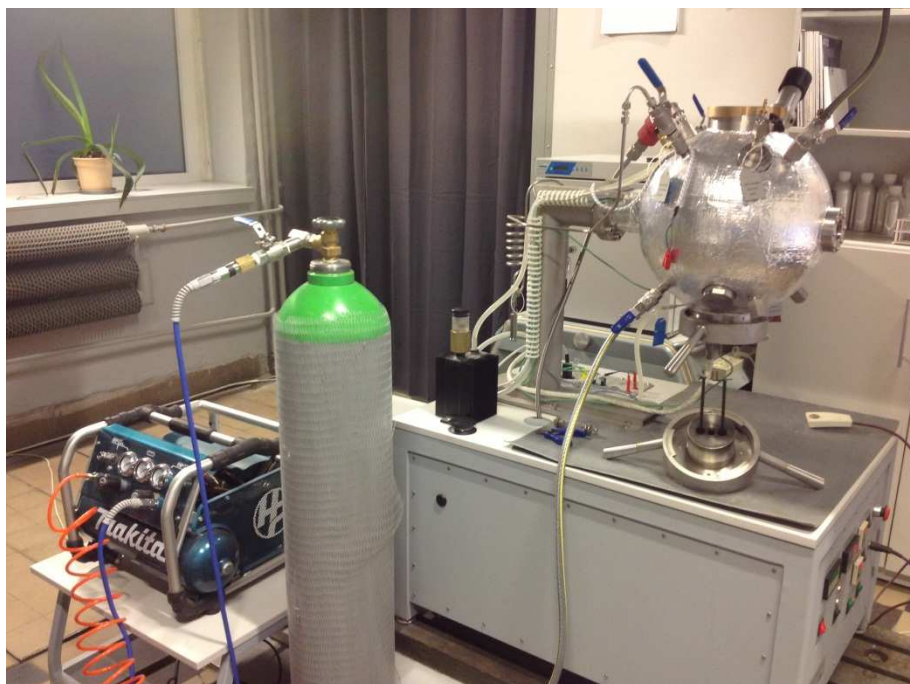


Na stanowisko badawcze zbudowane jest z **20-litrowej komory** wysokociśnieniowej, odpornej na korozję w wyniku oddziaływania produktów spalania, o kształcie **kulistym**.





Stanowisko wyposażono w: system **przygotowania mieszanin**, system **zapłonu** w oparciu o spalanie drutu oporowego, system **pomiaru ciśnienia** dynamicznego i statycznego, system **akwizycji danych** oraz systemy **zabezpieczające**.



## Aparatura badawcza

Komora posiada system ogrzewania, który umożliwi prowadzenie badań wybuchowości par ciecży w **temperaturach podwyższonych**, do 140 C włącznie.

Po każdej próbie spaliny z komory były **wydmuchiwane** przy pomocy kompresora.





## Aparatura badawcza



System akwizycji danych pozwolił na rejestrację danych eksperymentalnych z **częstotliwością 100 kHz** przy czasie próbkowania od **0,7 do 2 s**.

Dodatkowo, system termoelementów umożliwił pomiar **temperatury płomienia** w komorze.

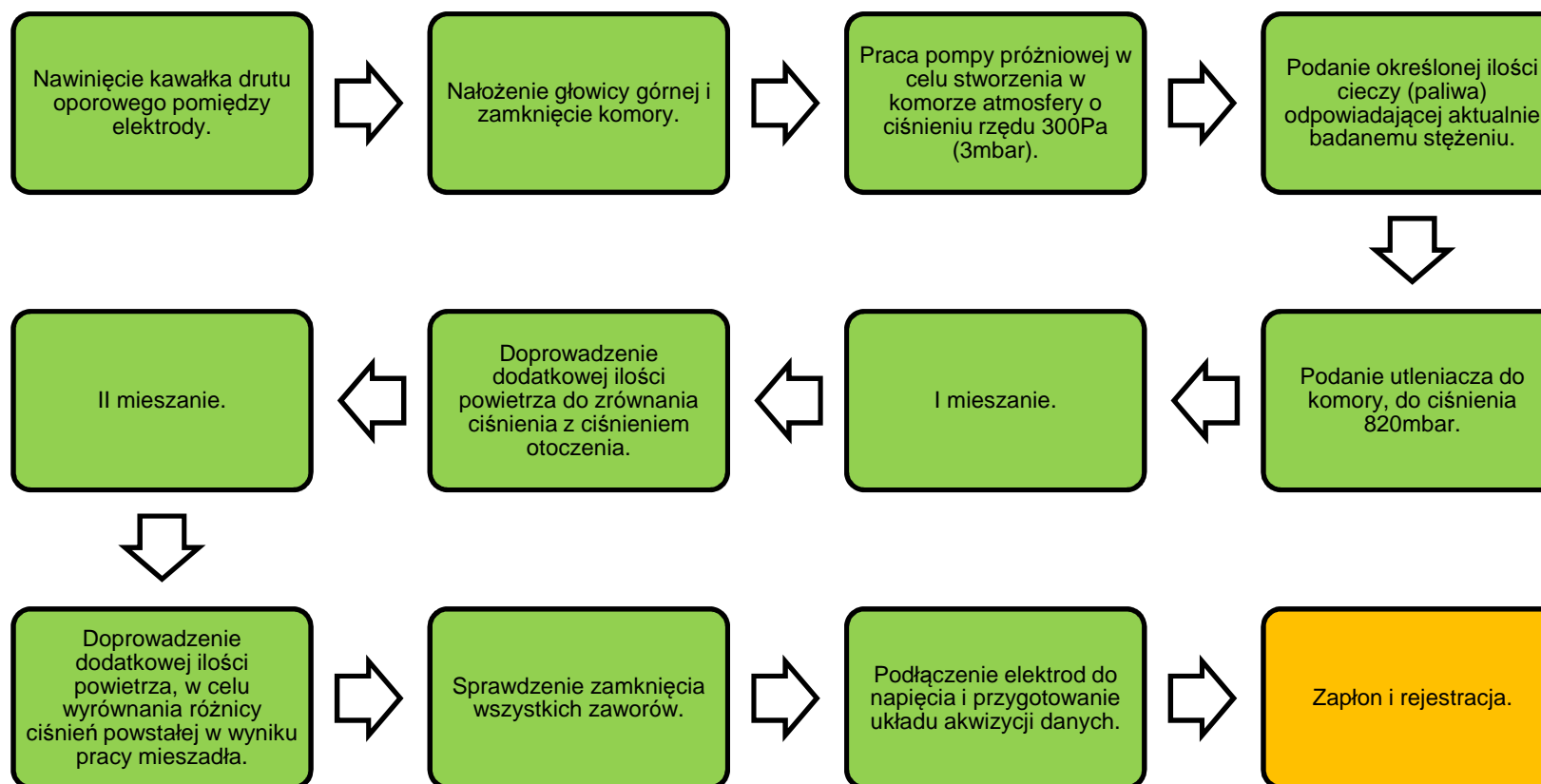
Próbki z kolei były trzymane w **lodówce środowiskowej**.



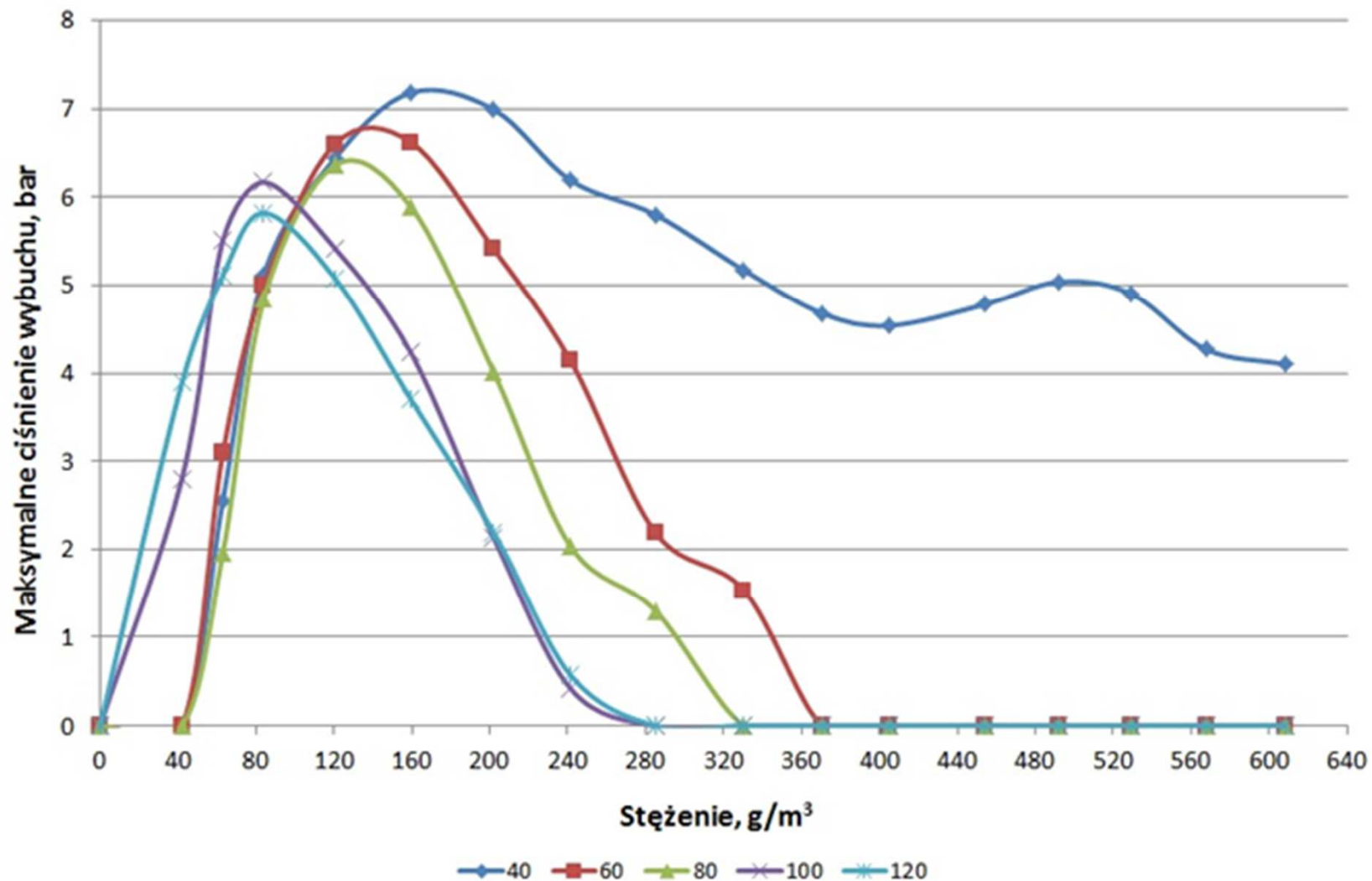
## Procedura



Procedura badawcza została **zoptymalizowana pod kątem** uzyskania mieszaniny wybuchowej o charakterze możliwie najbardziej **jednorodnym**.

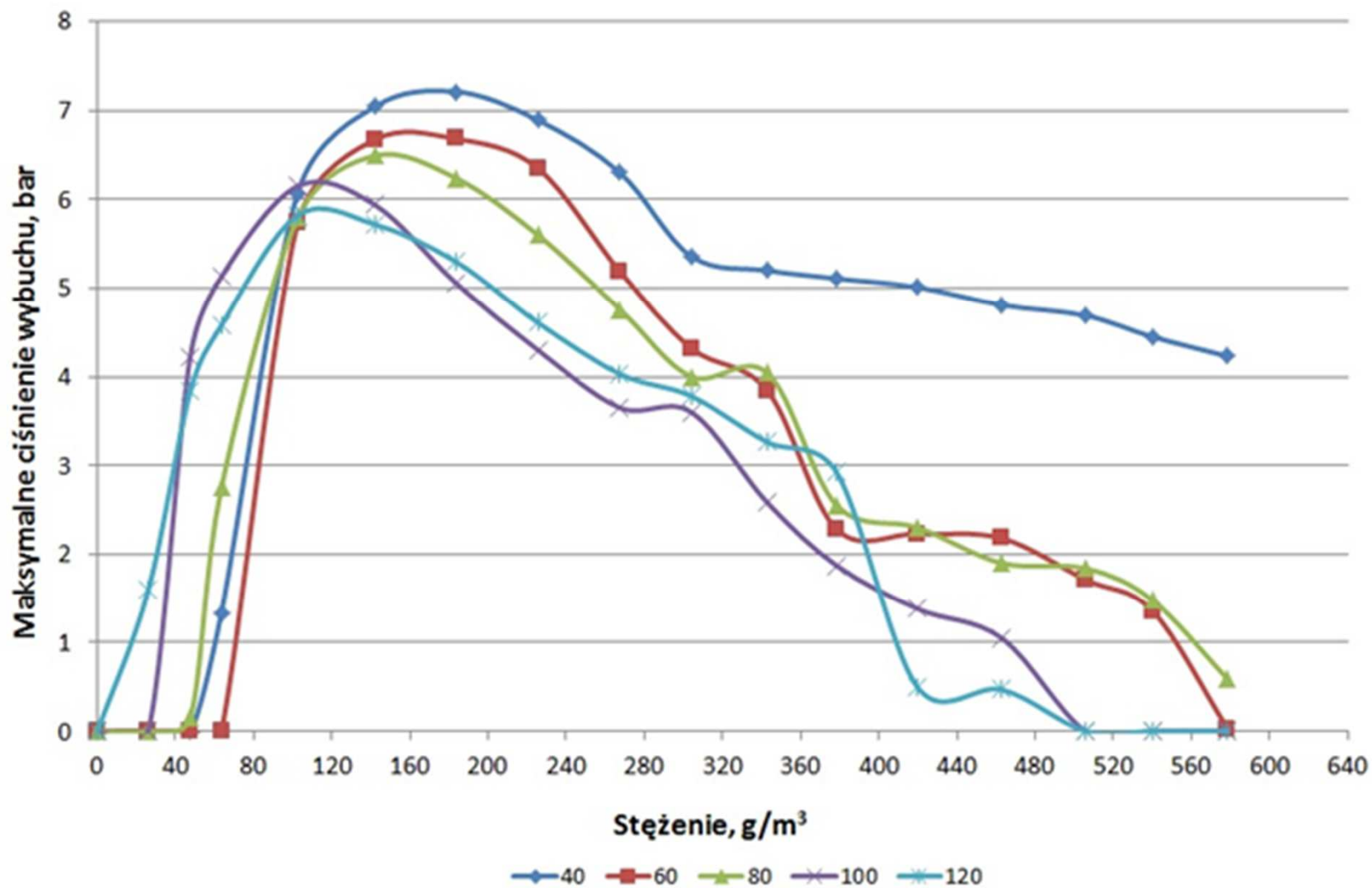


## Wyniki badań – Etanol

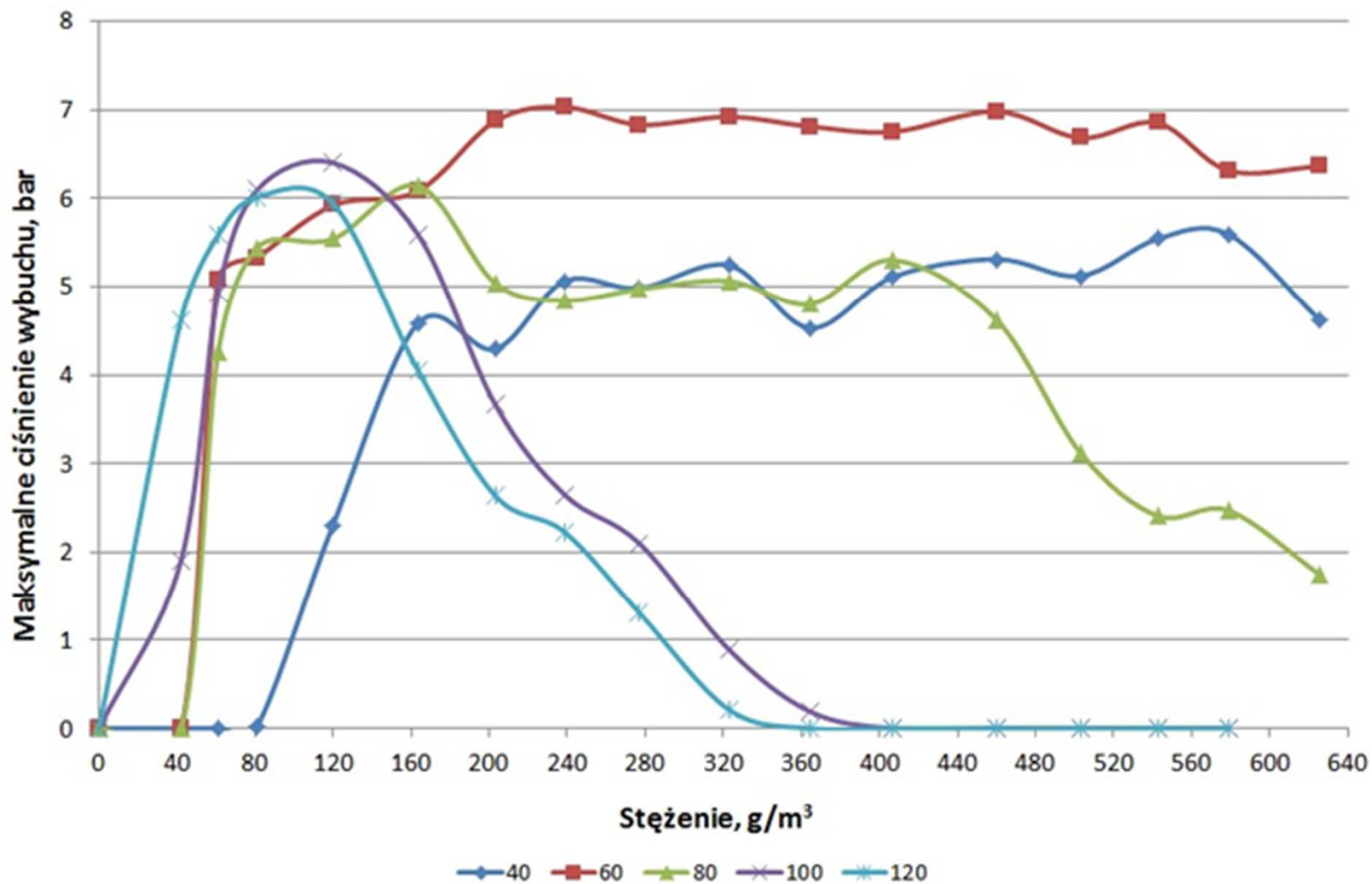


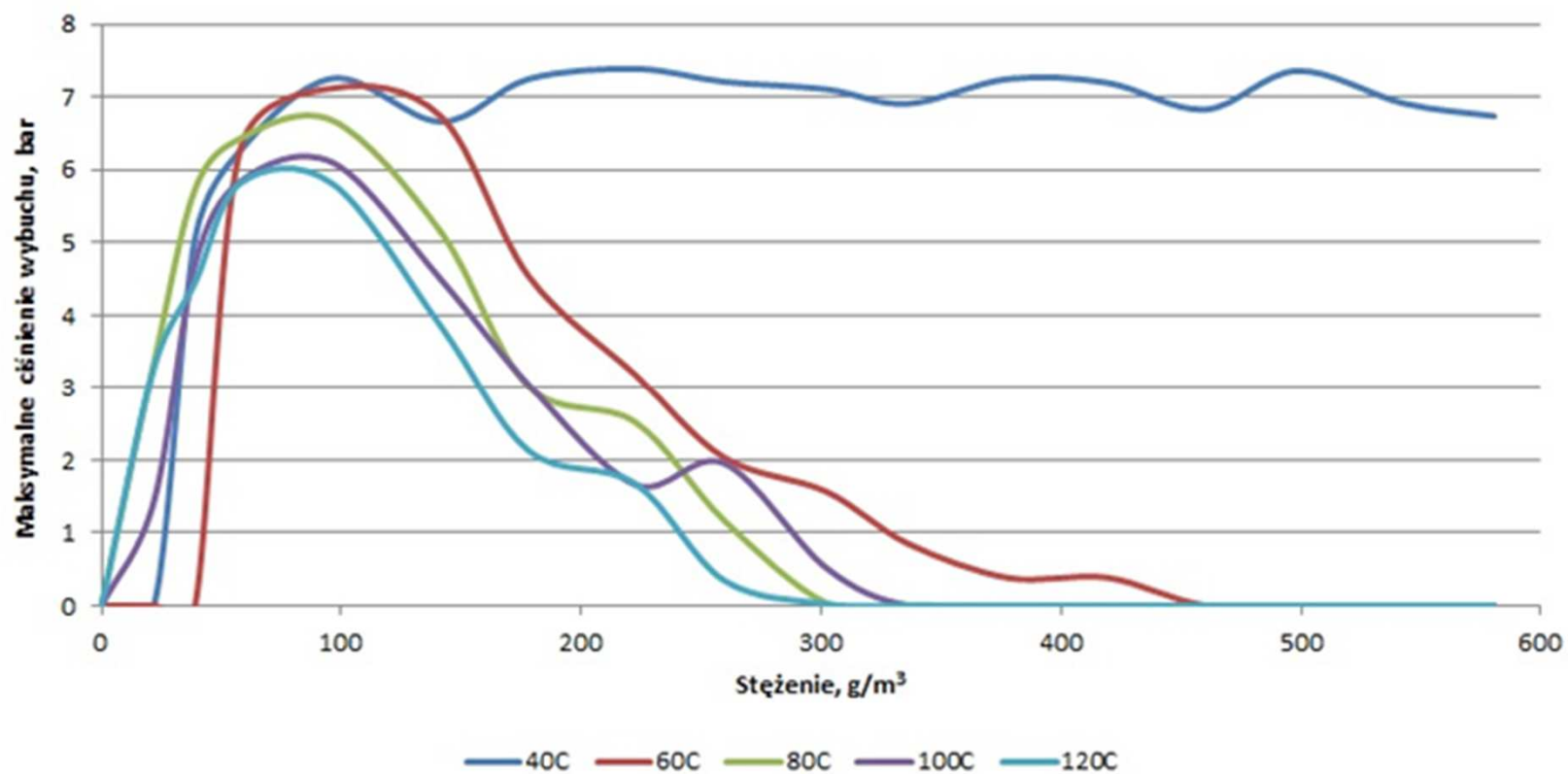


## Wyniki badań – Metanol



## Wyniki badań – 1-butanol









Centrum Naukowo-Badawcze  
Ochrony Przeciwpozarowej  
*im. Józefa Tuliszkowskiego*  
Państwowy Instytut Badawczy



# Badanie granic wybuchowości par cieczy palnych w podwyższonych temperaturach

**dr inż. Rafał POROWSKI**

Zespół Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości  
CNBOP-PIB

