



Politechnika Świętokrzyska

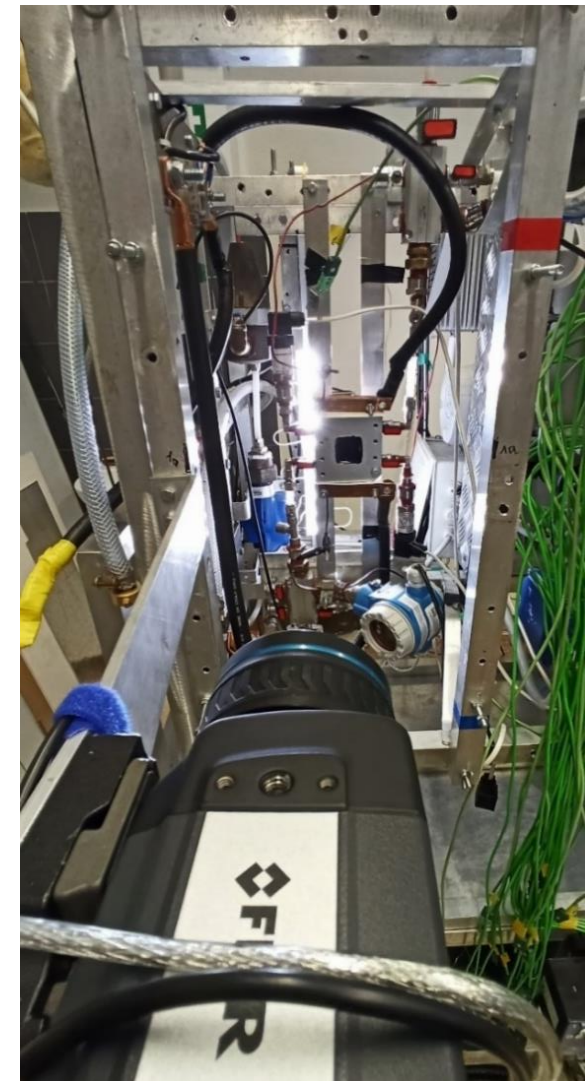
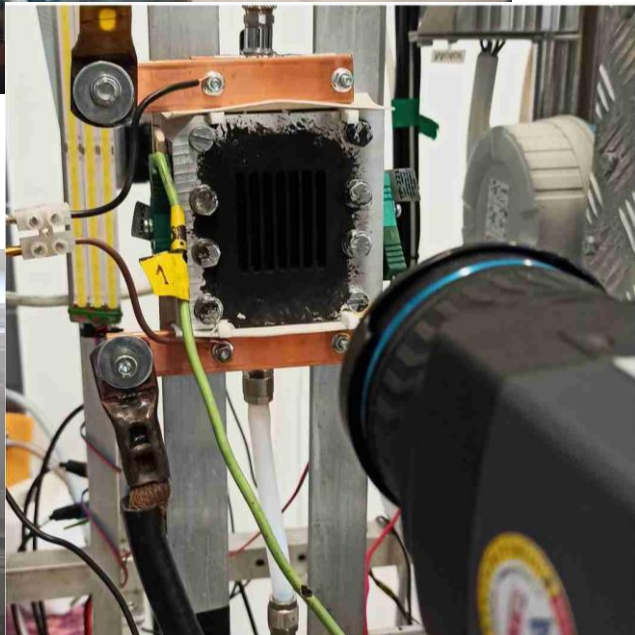
Kielce University of Technology

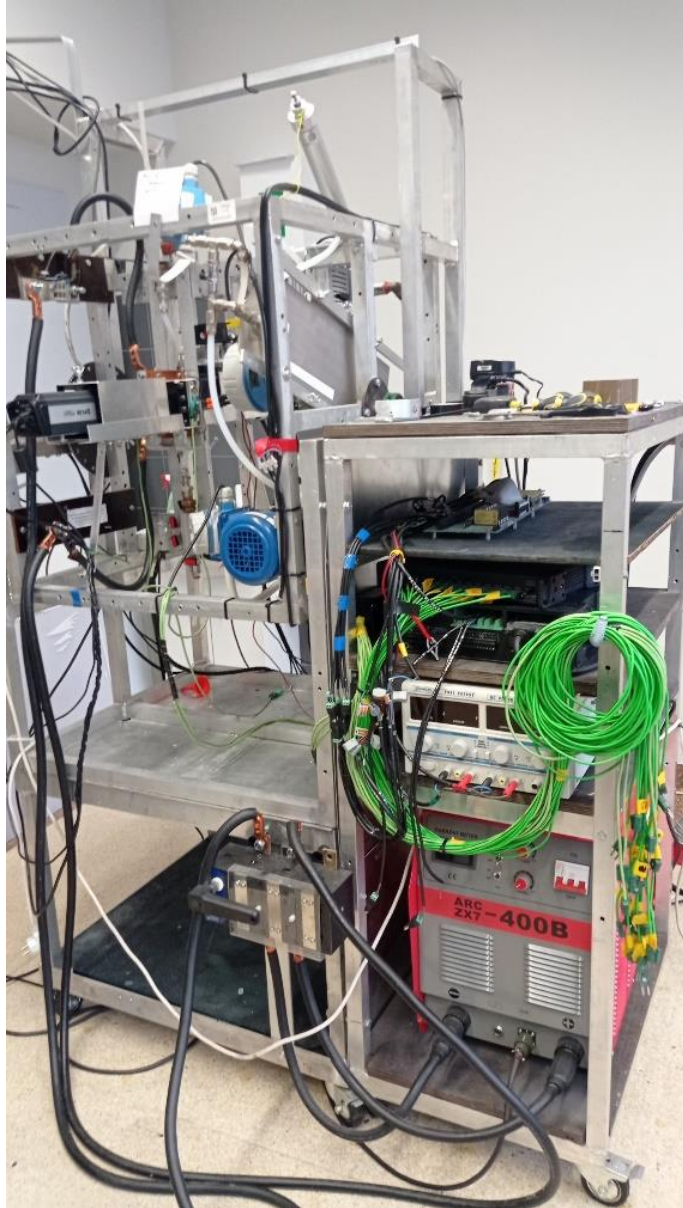


www.tu.kielce.pl



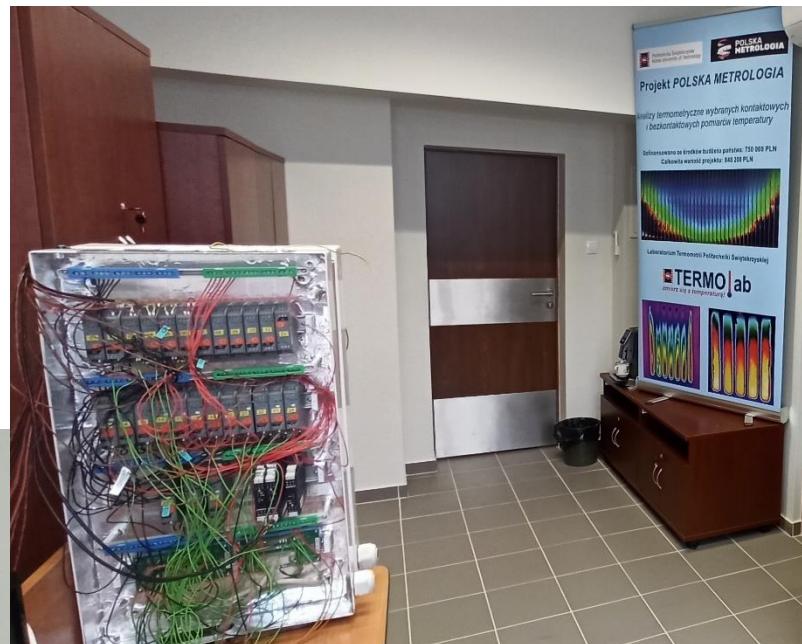
Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn/ Katedra Mechaniki i Procesów Ciepłych







Termopary typu						Czujniki oporowe typu			
T	K	J	N14	L	E	Pt 100	Pt 500	Pt 1000	Ni 100



Projekt badawczy:

Analizy termometryczne wybranych kontaktowych i bezkontaktowych pomiarów temperatury

realizowany w ramach projektu pn.

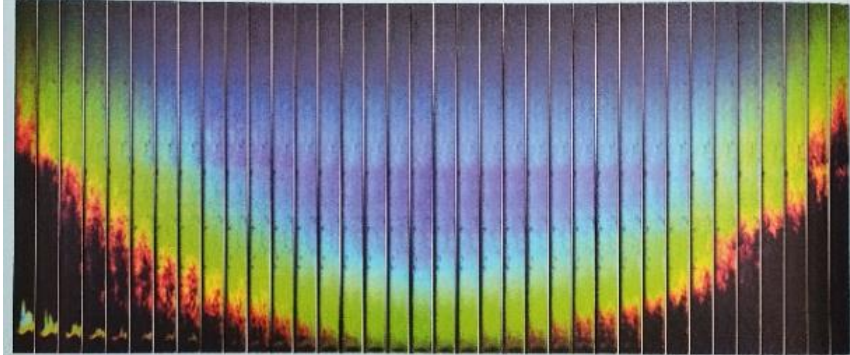


Kierownik projektu:

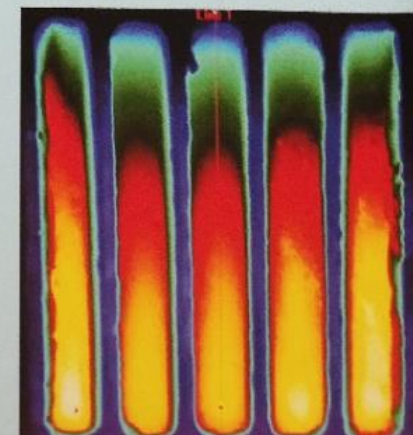
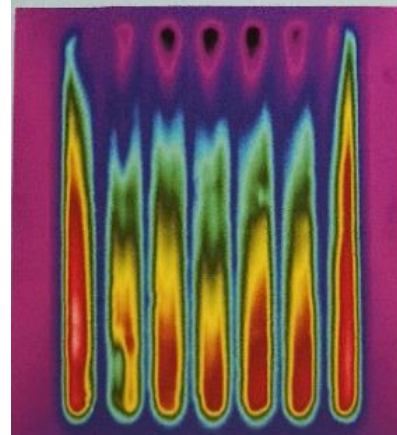
prof. dr hab. inż. Magdalena Piasecka

e-mail: tspmj@tu.kielce.pl

Dofinansowano ze środków budżetu państwa: 750 000 PLN
Całkowita wartość projektu: 848 200 PLN



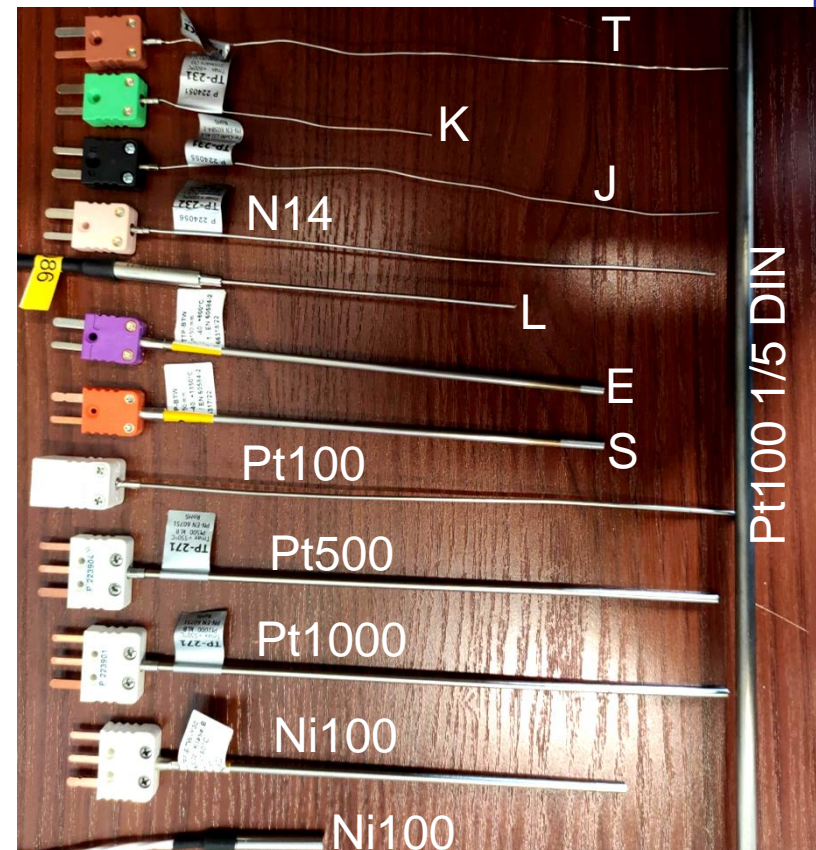
Laboratorium Termometrii Politechniki Świętokrzyskiej



Przedmiot projektu - wspieranie prowadzenia badań naukowych w obszarze termometrii, oparte na:

- metodach **kontaktowego (stykowego) pomiaru** temperatury w punktach, przy wykorzystaniu czujników termoparowych oraz rezystancyjnych czujników temperatury (różnych typów),
- metodach **bezkontaktowego (bezstykowego) pomiaru** pól temperatury metodą termografii ciekłokrystalicznej oraz metodą termowizyjną.

Aspekt aplikacyjny projektu: zastosowanie wycechowanych czujników do realizacji badań wymiany ciepła i o charakterze diagnostycznym oraz **praktyczne cechowanie czujników** temperatury w rzeczywistych układach klimatyzacyjnych, grzejnych i wentylacyjnych.



Rodzaj	Liczba sztuk	Dokładność pomiarowa	Zakres pomiarowy
Termopary		Według odpowiednich norm	
T	23	0,5 lub $0,004 \cdot t $	$-40\text{ °C} - 300\text{ °C}$
K	40	1,5 lub $0,004 \cdot t $	$-40\text{ °C} - 1000\text{ °C}$
J	2	1,5 lub $0,004 \cdot t $	$-40\text{ °C} - 400\text{ °C}$
N14	2	1,5 lub $0,004 \cdot t $	$-40\text{ °C} - 1000\text{ °C}$
L	3	$\pm(0,75\text{ °C} + 0,0025 t)$ $\pm(1,5\text{ °C} + 0,005 t)$	$-200\text{ °C} + 900\text{ °C}$
E	1	1,5 lub $0,004 \cdot t $	$-40\text{ °C} - 800\text{ °C}$
S	1	1 dla $t < 1100\text{ °C}$	$0\text{ °C} - 1150\text{ °C}$
Czujniki oporowe			
Pt 100	6	$\pm (0,15 + 0,002 \cdot t)$ kl. A $\pm (0,3 + 0,005 \cdot t)$ kl. B	$-100 - 450\text{ °C}$ $-196 - 600\text{ °C}$
Pt 500	4	$\pm (0,15 + 0,002 \cdot t)$ kl. A $\pm (0,3 + 0,005 \cdot t)$ kl. B	$-100 - 450\text{ °C}$ $-196 - 600\text{ °C}$
Pt 1000	4	$\pm (0,15 + 0,002 \cdot t)$ kl. A $\pm (0,3 + 0,005 \cdot t)$ kl. B	$-100 - 450\text{ °C}$ $-196 - 600\text{ °C}$
Ni 100	2	$\pm (0,15 + 0,002 \cdot t)$ kl. A $\pm (0,3 + 0,005 \cdot t)$ kl. B	$-50\text{ °C} + 250\text{ °C}$

Piecyk do kalibracji kamer termowizyjnych T-30NIR

Parametr	Wartości
Zakres pomiarowy	-30 – 150 °C
Dokładność z odniesieniem wewnętrznym	$\pm 0,4$ °C
Dokładność z zewnętrznym termometrem	$\pm 0,1$ °C
Rozdzielczość	0,1 °C
Stabilność piecyka	< 0,1 °C
Czas nagrzewania	15 min (z 25 °C do 150 °C)
Czas chłodzenia	25 min (z 25 °C do -30 °C)
Średnica otworu pomiarowego	80 mm
Emisyjność powierzchni	0,95
Wymiary	215 x 390 x 310 mm



Możliwy bezpośredni pomiar następujących czujników

Typy termopar: J, K, T, E, N, L

Typy czujników oporowych: Pt-100, PT-1000, Cu-10, Ni-100

Piecyk do kalibracji czujników temperatury TA-650P

Parametr	Wartości
Zakres pomiarowy	23 – 650 °C
Dokładność wyświetlania	$\pm(0,1 \text{ °C} + 0,1 \text{ \% odczytu})$
Rozdzielczość	0,01 °C
Promieniowa jednorodność rozkładu temperatury	$\pm 0,05 \text{ °C}$ w 50 °C $\pm 0,10 \text{ °C}$ w 300 °C $\pm 0,20 \text{ °C}$ w 650 °C
Osiowa jednorodność rozkładu temperatury	$\pm 0,10 \text{ °C}$ w 50 °C $\pm 0,20 \text{ °C}$ w 300 °C $\pm 0,40 \text{ °C}$ w 650 °C
Czas nagrzewania	18 min (z 50 °C do 650 °C)
Czas chłodzenia	22 min (z 50 °C do 650 °C)
Wymiary otworu pomiarowego (średnica x głębokość)	$\phi 32 \text{ mm} \times 124 \text{ mm}$
Wymiary	260 x 200 x 305 mm



Możliwy bezpośredni pomiar następujących czujników

Typy termopar: J, K, T, B, R, S, E, N, U, L, C

Typy czujników oporowych: Pt-100 (IEC), PT-100 (JIS), PT-1000, Cu-10, Ni-100

Piecyk do kalibracji czujników temperatury WIKA CTD9100-ZERO

Parametr	Wartości
Zakres pomiarowy	-10 – 100 °C
Dokładność	0,05 K w 0 °C 0,1 K w innych temperaturach
Rozdzielczość	0,1 °C
Stabilność piecyka	< 0,05 K
Osiowa jednorodność rozkładu temperatury	< 0,05 K
Czas nagrzewania	15 min (z -10 °C do 100 °C)
Czas chłodzenia	5 min (z 23 °C do 0 °C) 10 min (z 100 °C do 0 °C)
Wymiary otworów pomiarowych (ilość x średnica x głębokość)	7 x ϕ 6,5 mm x 150 mm
Wymiary	160 x 230 x 320 + 50 mm



Zaawansowany termometr cyfrowy z funkcjami multimetru i stacji akwizycji danych
STA-510-DT + Pt 100 1/5 DIN



Pt 100 1/5 DIN

Parametr	Wartości
Rezystancja	100 Ω
Temperaturowy współczynnik rezystancji	0,00385 Ω
Zakres pomiarowy	-200 do 420 °C
Dokładność wg. 1/5 DIN	±0,02 °C w - 38,0 °C ±0,06 °C w 0,0 °C ±0,29 °C w 232,0 °C ±0,48 °C w 420,0 °C

Pomiar	Zakresy pomiarowe	Rozdzielczość	Dokładność	Uwagi
mV	0 do 70 mV	0,0001 mV	±0,002 % zakresu	R _{imput} > 10 MΩ
rezystancja	0 do 100 Ω 100 do 500 Ω	0,0001 Ω 0,001 Ω	±0,001 Ω ±0,004 Ω	Prąd pobudzenia 0,1 mA
Pt-100	-200 do 850 °C	0,001 °C	±0,01 °C	Prąd pobudzenia 0,1 mA
TC-J	-210 do 1200 °C	0,01 °C	±0,03 °C w 0 °C ±0,03 °C w 600°C	IEC-60584
TC-K	-270 do 1370 °C	0,01 °C	±0,04 °C w 0 °C ±0,03 °C w 600°C	IEC-60584
TC-T	-260 do 400 °C	0,01 °C	±0,04 °C w 0 °C ±0,03 °C w 300°C	IEC-60584
TC-B	50 do 1820 °C	0,01 °C	±0,2 °C w 800 °C ±0,15 °C w 1200°C	IEC-60584
TC-R	-50 do 1760 °C	0,01 °C	±0,13 °C w 800 °C ±0,11 °C w 1200°C	IEC-60584
TC-S	-50 do 1760 °C	0,01 °C	±0,14 °C w 800 °C ±0,13 °C w 1200°C	IEC-60584
TC-E	-270 do 1000 °C	0,01 °C	±0,03 °C w 0 °C ±0,02 °C w 600°C	IEC-60584
TC-N	-200 do 900 °C	0,01 °C	±0,04 °C w 600 °C ±0,04 °C w 1000°C	IEC-60584
TC-L	-200 do 900 °C	0,01 °C	±0,03 °C w 0 °C ±0,03 °C w 600°C	IEC-60584
TC-C	0 do 2320 °C	0,01 °C	±0,08 °C w 800 °C ±0,09 °C w 1200°C	W5Re/W26Re
TC-Au/Pt	0 do 1000 °C	0,01 °C	±0,09 °C w 500 °C ±0,06 °C w 1000°C	ASTM E1751

Termometr cyfrowy EMT 55 (współpracujący z czujnikami RTD)



Termometr cyfrowy AX-5003 (współpracujący z termoparami)



Parametr	Wartości
Zakres pomiarowy	-100 – 800 °C
Dokładność (dla temperatury otoczenia 23°C ± 5°C)	± 0,15 % zakresu wskazań ± 1 cyfra
Rozdzielczość dla zakresu od – 50 °C do – 199,9 °C od – 100 °C do 800 °C	0,1 °C 1 °C
Temperatura pracy	+5 – 40 °C
Możliwy bezpośredni pomiar czujnikiem	
Typy czujników oporowych: Pt-100	

Parametr	Wartości
Zakres pomiarowy	-200 – 1300 °C
Dokładność	± (0,15 % + 0,7°C)
Rozdzielczość	0,1 °C
Temperatura pracy	+5 – 40 °C
Możliwy bezpośredni pomiar następującymi czujnikami	
Typy termopar: J, K	



TERMOGRAFIA CIEKŁOKRYSTALICZNA



TERMOGRAFIA CIEKŁOKRYSTALICZNA

- własności ciekłych kryształów, sygnalizowane poprzez zmianę barwy i/lub jej intensywności, wykorzystywane są do obserwacji bardzo małych zmian temperatury;
- warstwa ciekłych kryształów substancji, pokrywająca powierzchnię ciała stałego, dokładnie odwzorowuje rozkład temperatury tej powierzchni, w postaci barwnej mapy;
- przed każdym pomiarem przy użyciu ciekłych kryształów, należy przeprowadzić ich kalibrację, celem ustalenia związku pomiędzy demonstrowaną barwą na powierzchni a odpowiadającą jej temperaturą.



R G B

R - kolor czerwony (*Red*)

G - kolor zielony (*Green*)

B - kolor niebieski (*Blue*)

H S I

H - barwa (*Hue*)

S - nasycenie (*Saturation*)

I - intensywność (*Intensity*)

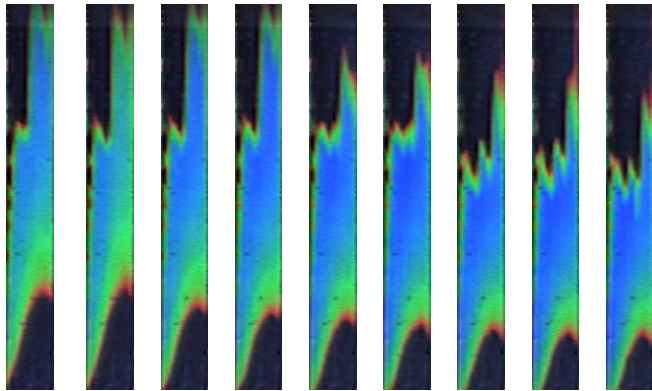
R G B → **H**

$$hue = \arctan(\sqrt{3}(G - B)(2R - G - B)^{-1})$$

R - zawartość składnika barwy czerwonej

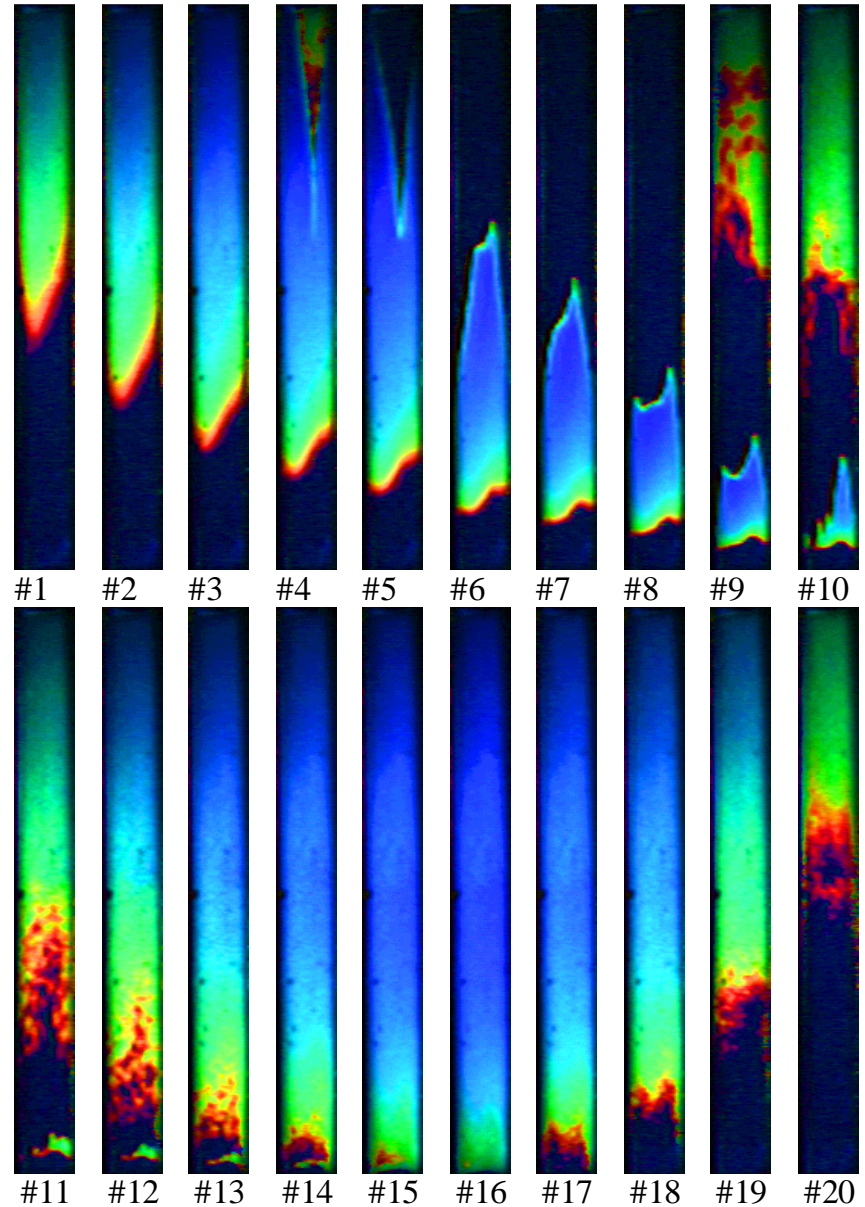
G - zawartość składnika barwy zielonej

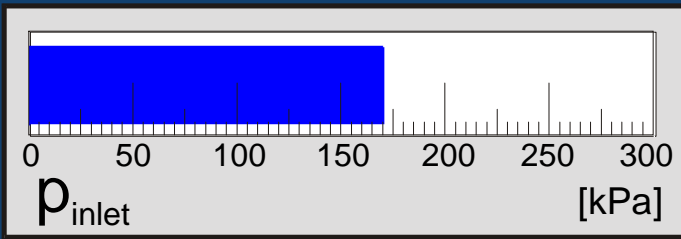
B - zawartość składnika barwy niebieskiej



Termografia ciekłokrystaliczna

wyniki →
barwne pole
temperatury
(pełny
eksperyment)

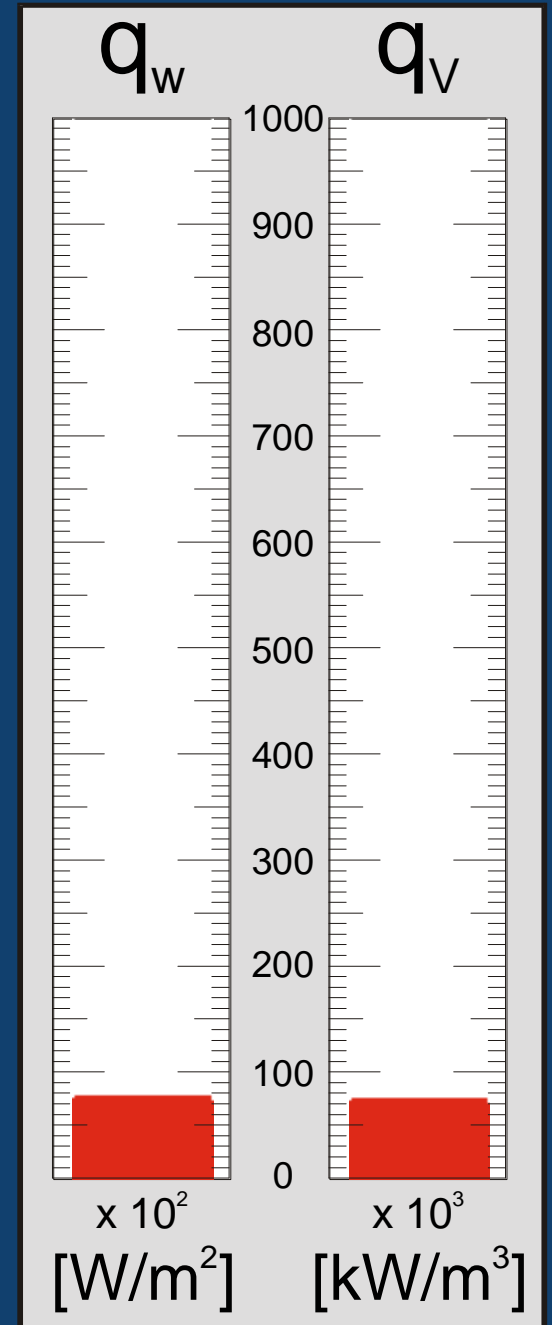
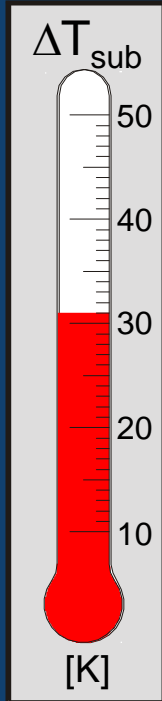
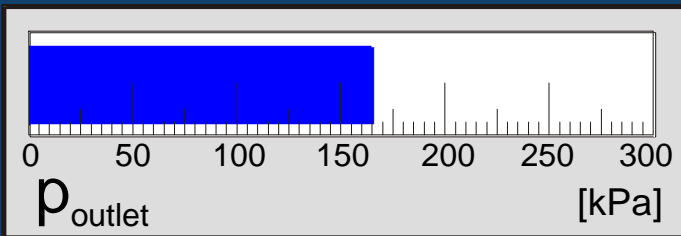


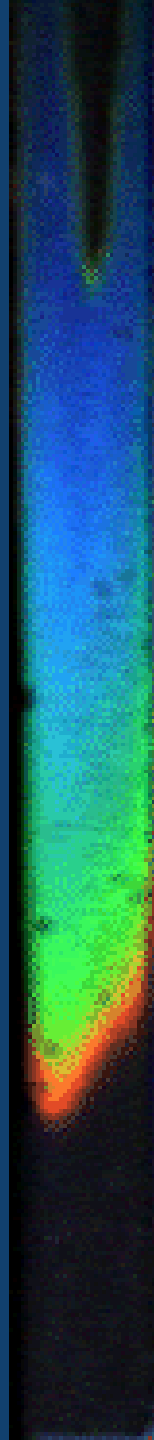
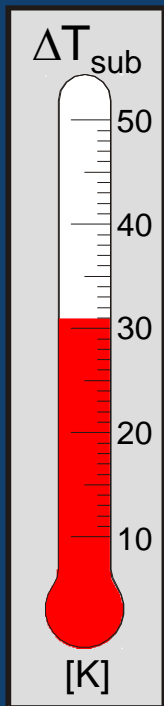
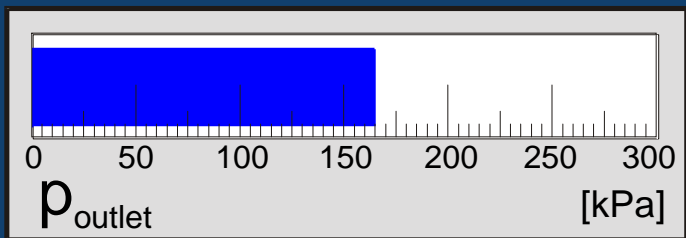
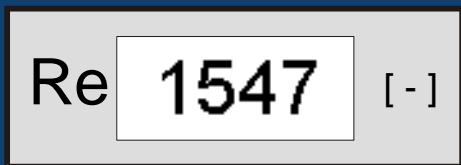
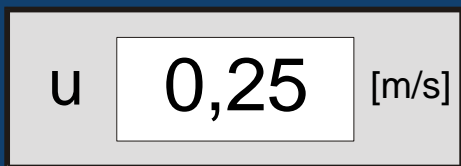
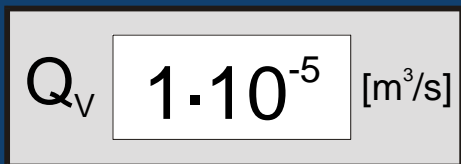
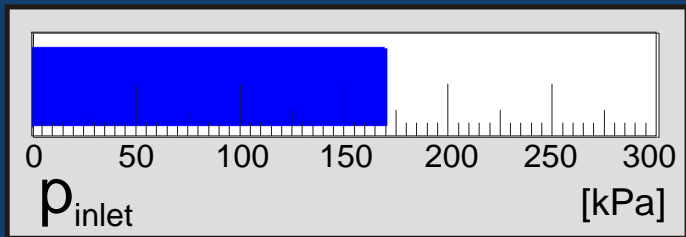


Q_v $1 \cdot 10^{-5}$ [m³/s]

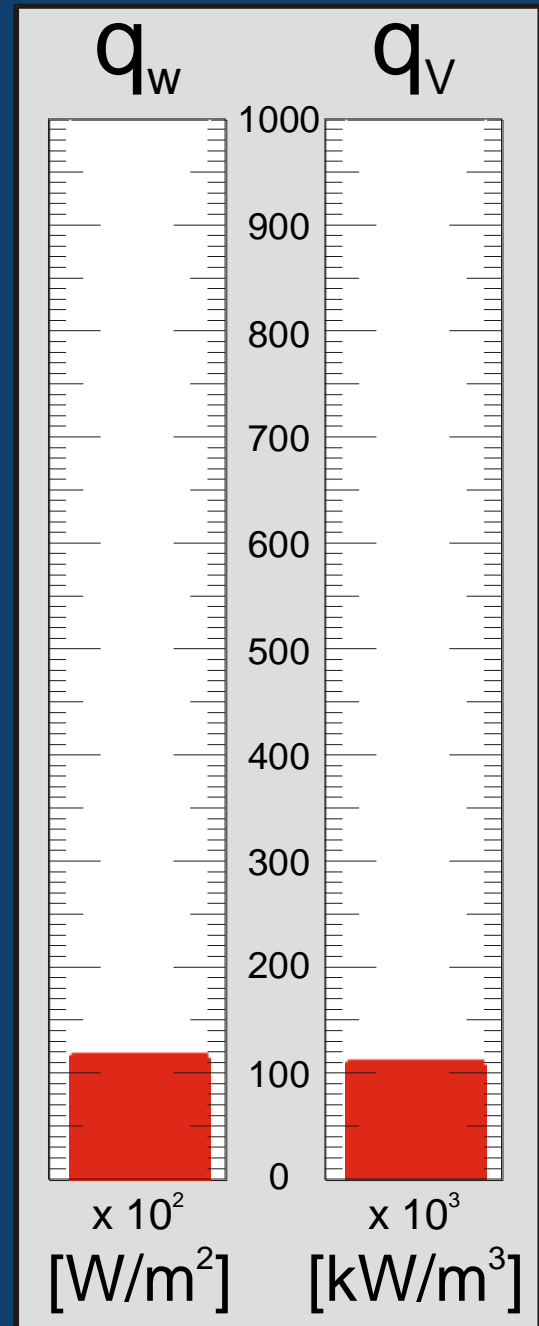
u 0,25 [m/s]

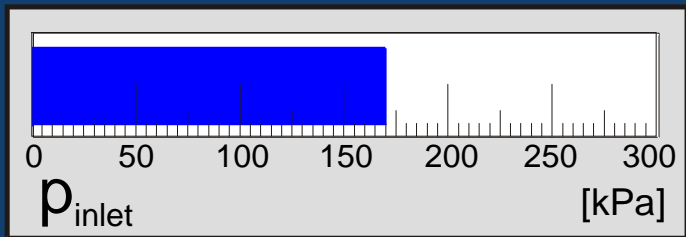
Re 1518 [-]





BI ←

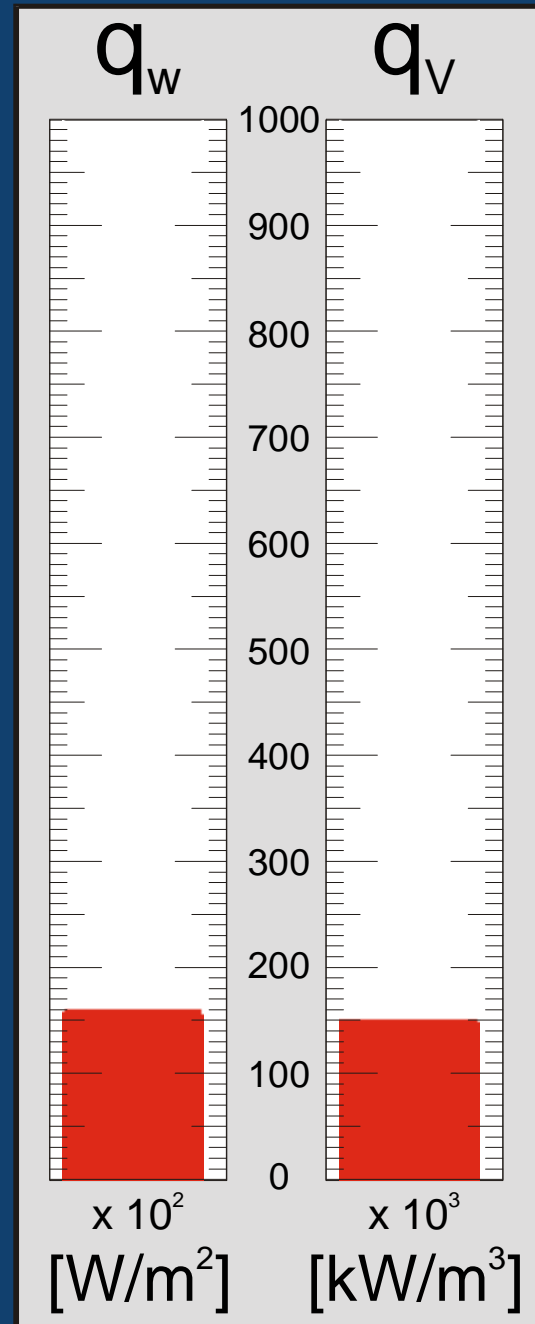
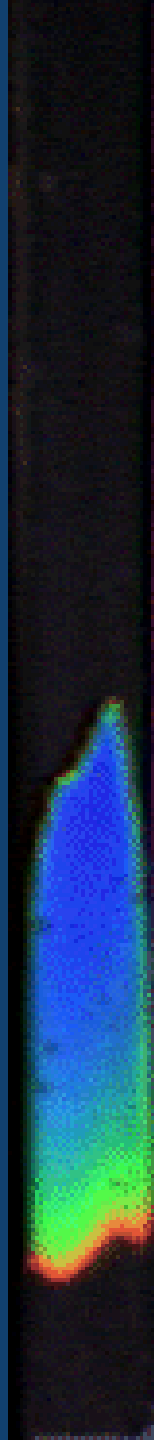
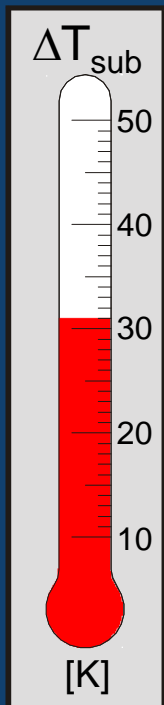
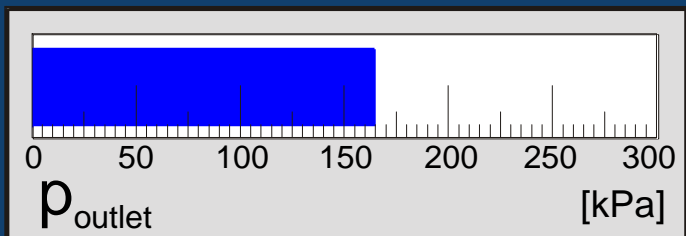


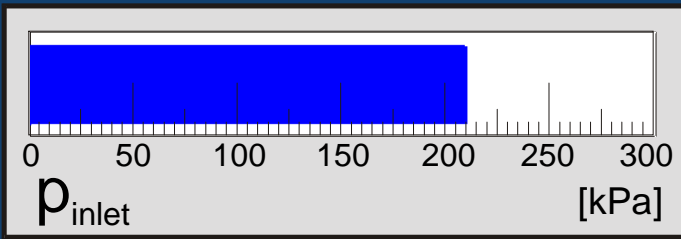


Q_v $1 \cdot 10^{-5}$ [m³/s]

u 0,25 [m/s]

Re 1567 [-]

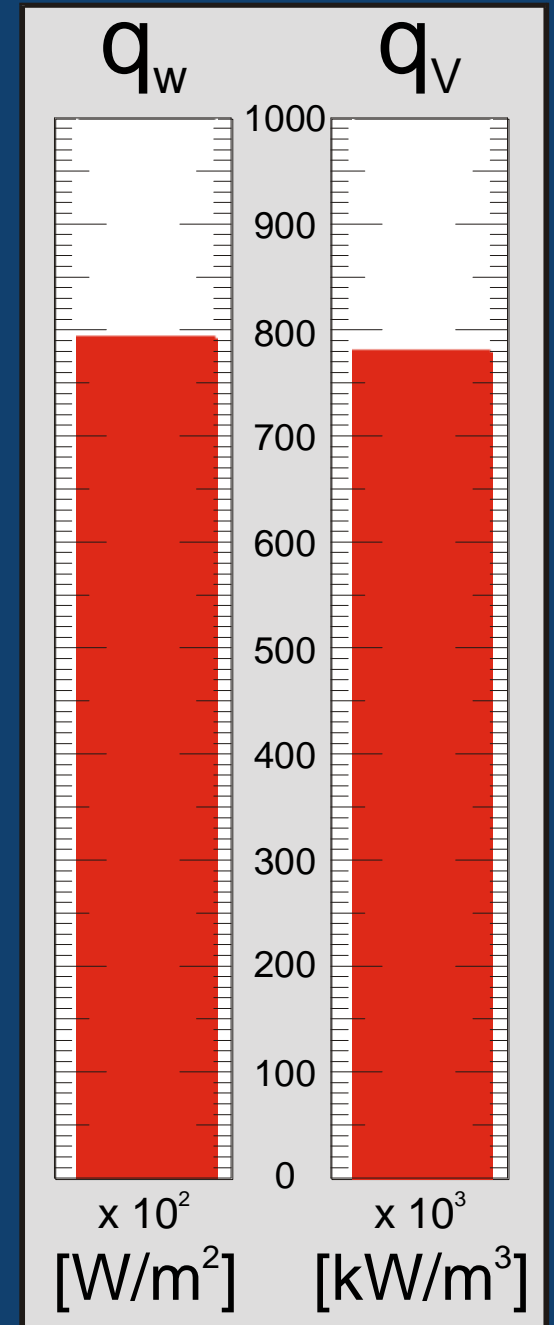
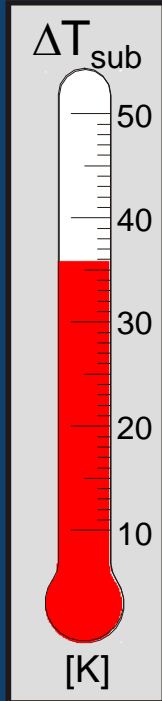
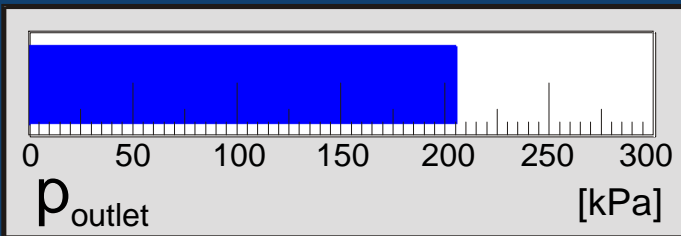


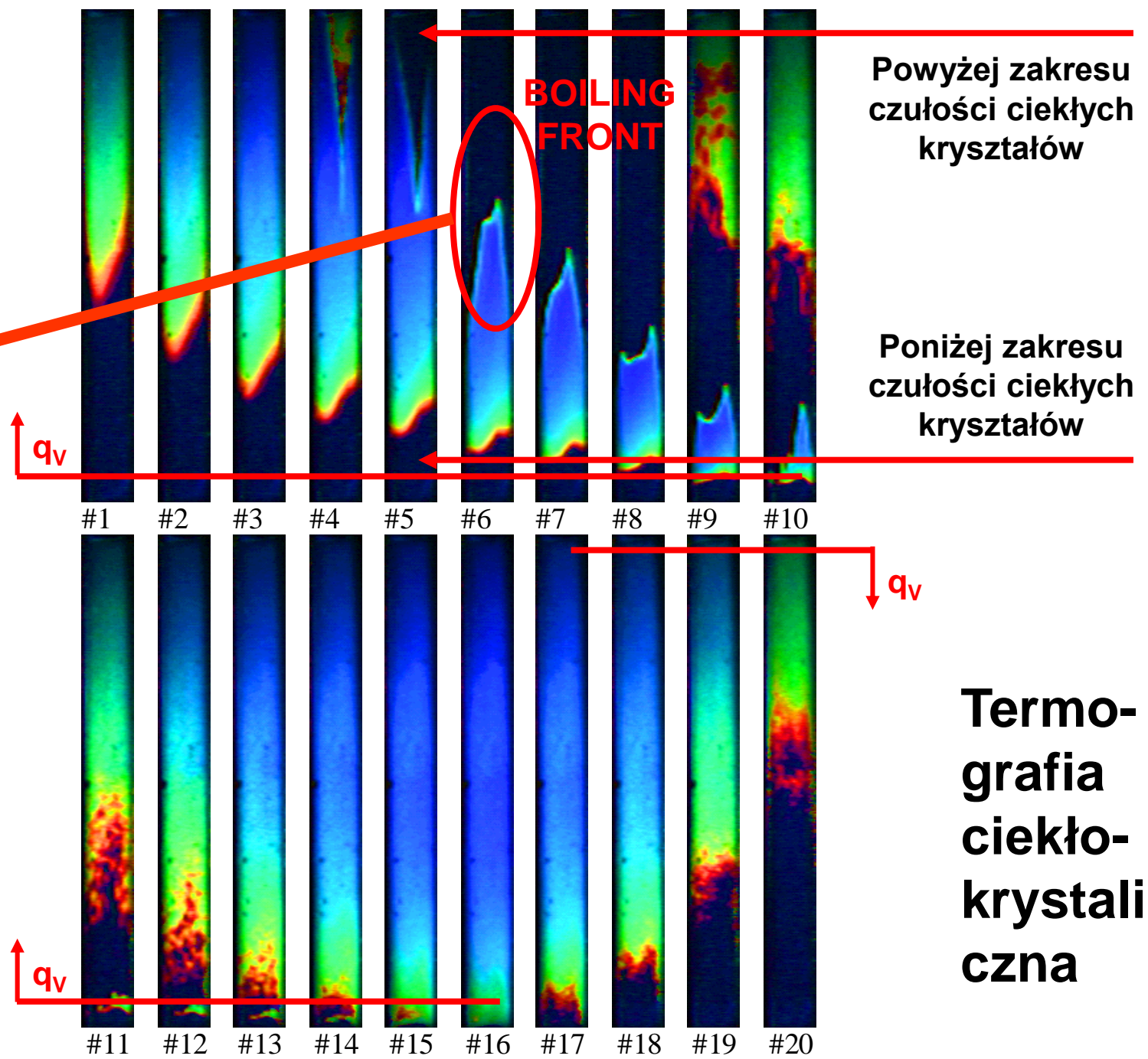
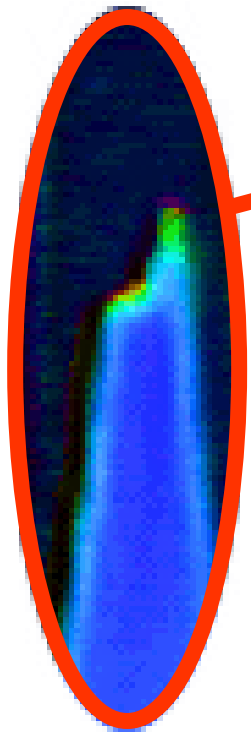


Q_v $1 \cdot 10^{-5}$ [m³/s]

u 0,25 [m/s]

Re 1765 [-]









TERMOWIZJA

Kamera termowizyjna FLIR E60



Parametr	Wartości
Rozdzielczość	320 x 240 pixeli
Czułość termiczna	< 0,05 °C w + 30 °C
Minimalna odległość	0,4 m
Zakres temperaturowy mierzonego obiektu	-20°C do + 120°C 0°C do + 650 °C
Dokładność pomiarowa	±1,5 °C lub 2 % wartości mierzonej
Zakres temperatury pracy	-15 °C do 50 °C
Maksymalna wartość wilgotności podczas pracy	IEC 60068 – 2 - 30 / 24 h 95% w RH 25°C do 40°C
Waga	0,88 kg
Wymiary	246 x 97 x 184 mm

Kamera termowizyjna FLIR A655sc



Parametr	Wartości
Rozdzielczość	640 x 480 pixeli
Czułość termiczna	< 30 mK
Minimalna odległość	0,25 m
Zakres temperaturowy mierzonego obiektu	-40°C do + 150°C 100°C do + 650 °C
Dokładność pomiarowa	±2 °C lub 2 % wartości mierzonej
Zakres temperatury pracy	-15 °C do 50 °C
Maksymalna wartość wilgotności podczas pracy	IEC 60068 – 2 30 / 24 h 95% RH w 25°C do 40°C
Waga	0,9 kg
Wymiary	216 x 73 x 75 mm

Kamera termowizyjna FLIR E96

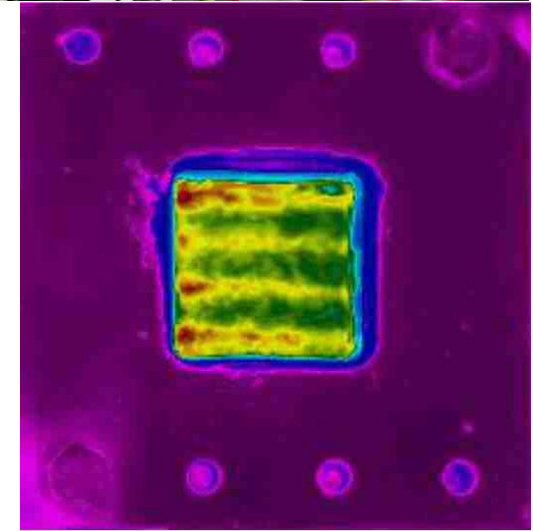
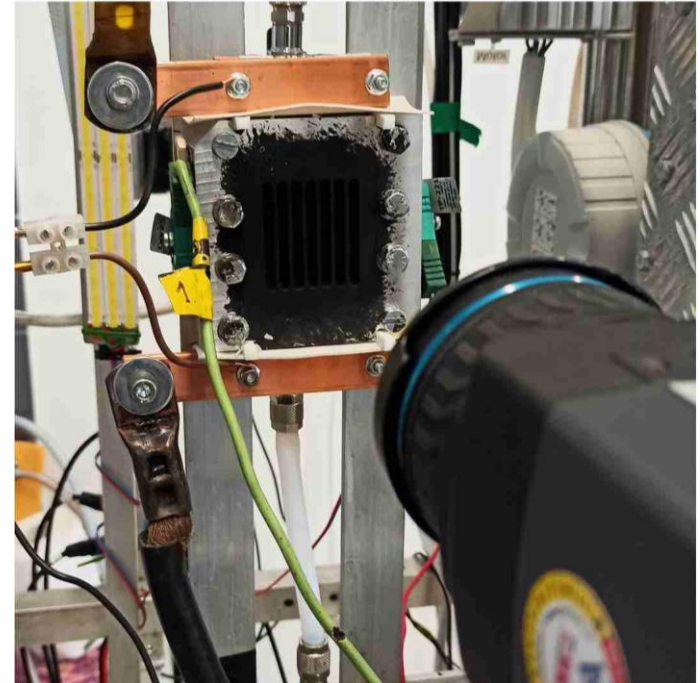
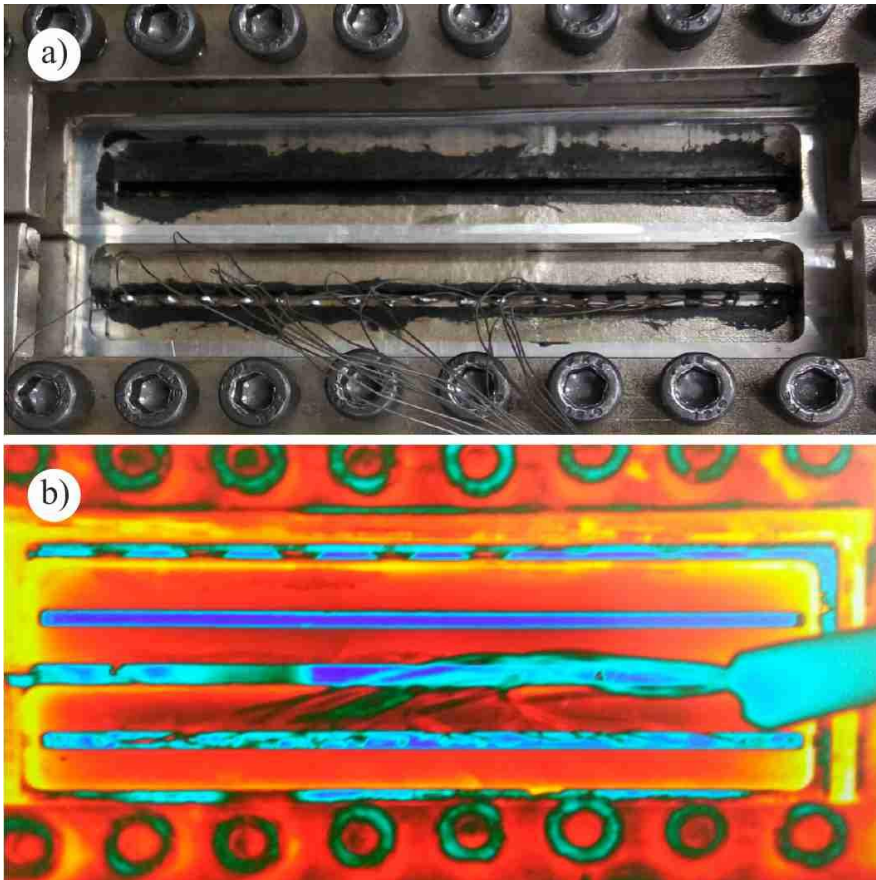


Parametr	Wartości
Rozdzielczość	640 x 480 pixeli
Czułość termiczna	< 40 mK w 30 °C
Minimalna odległość	0,15 m
Zakres temperaturowy mierzonego obiektu	-20°C do + 120°C 0°C do + 650 °C 300°C do + 1500 °C
Dokładność pomiarowa	±2 °C lub 2 % wartości mierzonej
Zakres temperatury pracy	-15 °C do 50 °C
Maksymalna wartość wilgotności podczas pracy	IEC / EN 60950 – 1 IEC / EN 62368 – 1
Wymiary	278,4 x 116,1 x 113,1 mm

Kamera termowizyjna FLIR SC640



Parametr	Wartości
Rozdzielczość	640 x 480 pixeli
Czułość termiczna	30 mK w 30 °C
Minimalna odległość	0,3 m
Zakres temperaturowy mierzonego obiektu	-40°C do + 1500°C
Dokładność pomiarowa	±2 °C lub 2 % wartości mierzonej
Zakres temperatury pracy	-15 °C do 50 °C
Maksymalna wartość wilgotności podczas pracy	IEC 68 – 2 30 / 24 h 95% RH w 25°C do 40°C
Wymiary	282 x 144 x 147 mm



- Element modułów testowych z minikanalami:
- a) zdjęcie (aparatus fotograficzny),
 - b) termogram (kamera termowizyjna)



Termogramy z kamery termowizyjnej przy niskich temperaturach otoczenia (warunki zimowe):
a) wejście do budynku C Politechniki Świętokrzyskiej, b) przejście łączące budynki PŚk,
c) sylwetka człowieka i drzwi zewnętrzne budynku, d) rozkład temperatury powierzchni podczas pracy ogrzewania podłogowego w budynku



Termogramy a) piecyk kalibracyjny WIKA CTD9100-ZERO, b) termoelement RTD PT-100, c) wnętrze komputera, d) wnętrze skrzynki elektrycznej z kondycjonerami.





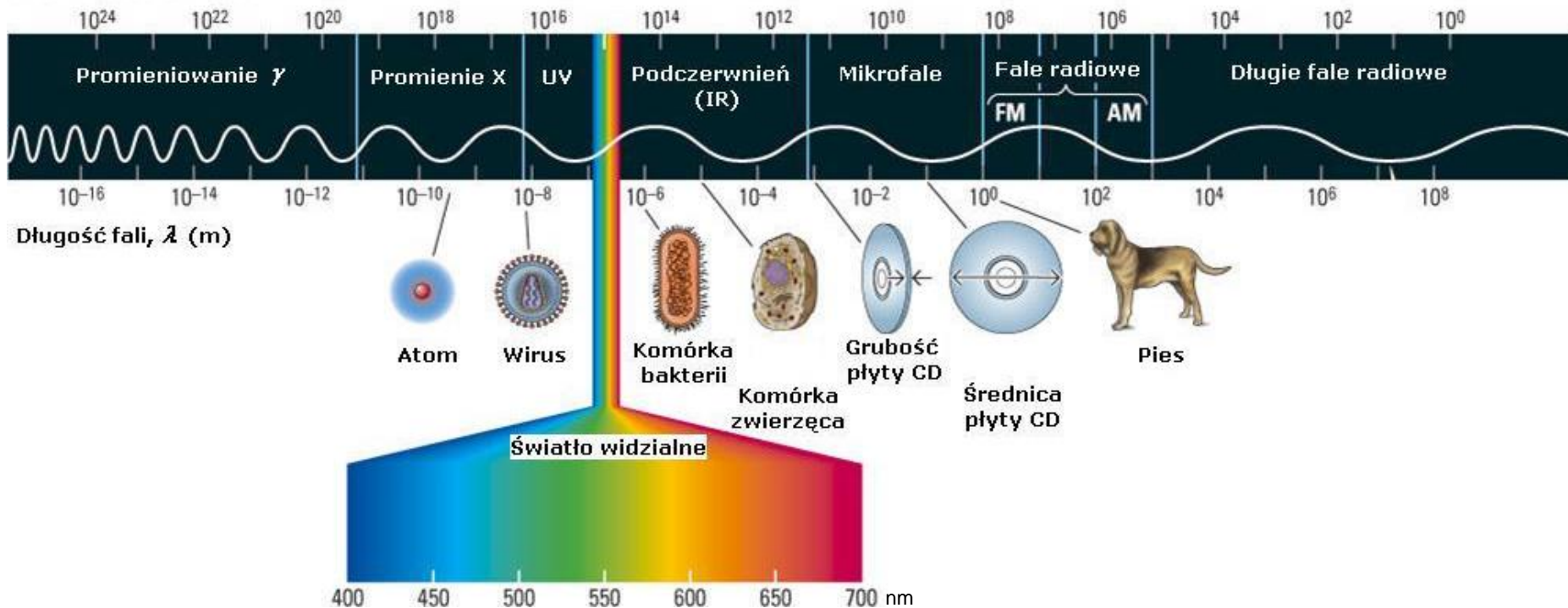
Politechnika Świętokrzyska

Kielce University of Technology

Promieniowanie ciepłe:

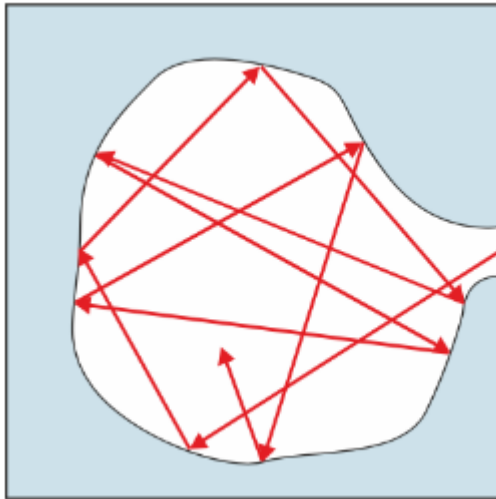
- Emituje każde ciało o temperaturze wyższej od zera bezwzględnego, jest to promieniowanie elektromagnetyczne o długości fali większej od długości fali światła widzialnego, które jest powodowane przez ruch atomów w ciałach;
- Widmo promieniowania ciepłego jest ciągłe i obejmuje zakres promieniowania elektromagnetycznego od fal rentgenowskich, aż do mikrofal;
- Polega takim samym prawom jak fale elektromagnetyczne, czyli odbicie, załamanie i dyfrakcja.

Częstotliwość, ν (Hz)





Ciało doskonale czarne pochłania całkowicie promieniowanie elektromagnetyczne niezależnie od parametrów takich jak: temperatura, kąt padania i widma promieniowania.



Przybliżonym modelem jest duża wnęka w bryle pokryta czarną substancją z niewielkim otworem. Emisja promieniowania wychodzącego przez otwór zależy wyłącznie od temperatury wewnątrz wnęki. Spowodowane jest to tym, że promieniowanie wpadające do wnęki odbijane jest wielokrotnie od jej ścianek i całkowicie pochłaniane.

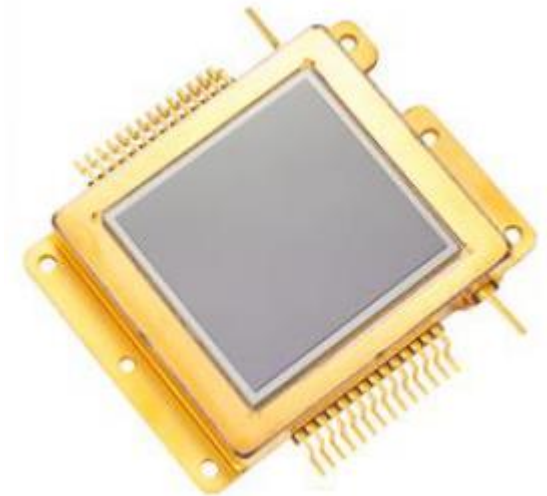


Politechnika Świętokrzyska

Kielce University of Technology

Do odczytu temperatury kamera termowizyjna używa określonych detektorów, które pozwalają zamienić energię promieniowania na sygnał elektryczny.

W aparacie ThermoCAM SC640 używany jest detektor bolometryczny, jest to rezystor o bardzo małej pojemności cieplej i dużym, ujemnym współczynniku temperaturowym zmian rezystancji, który pod wpływem mierzonego promieniowania zmienia swoją rezystancję. Detektory bolometryczne przeznaczone do pracy w temperaturze pokojowej wykonywane są z cienkich folii lub naporowywanych warstw metalicznych z niklu, bizmutu lub antymonu. Kamera o rozdzielczości 640x480 pikseli posiada 307 200 takich detektorów, z czego każdy odpowiada temperaturze zmierzonej na poszczególnym pikselu.

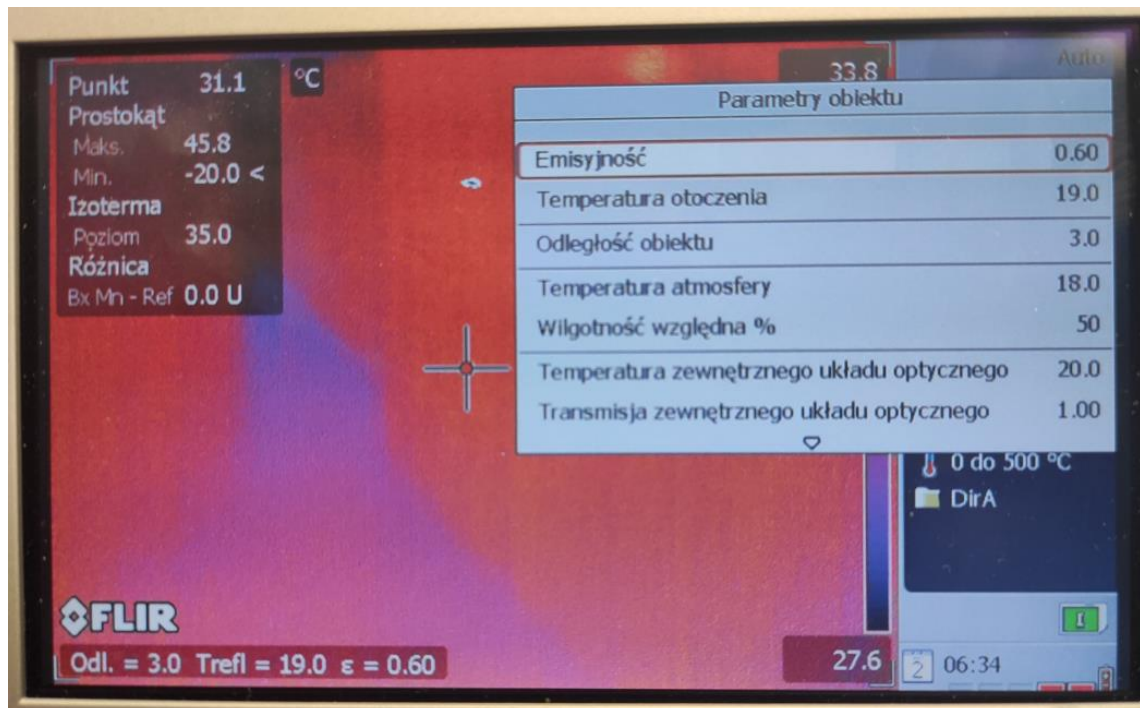


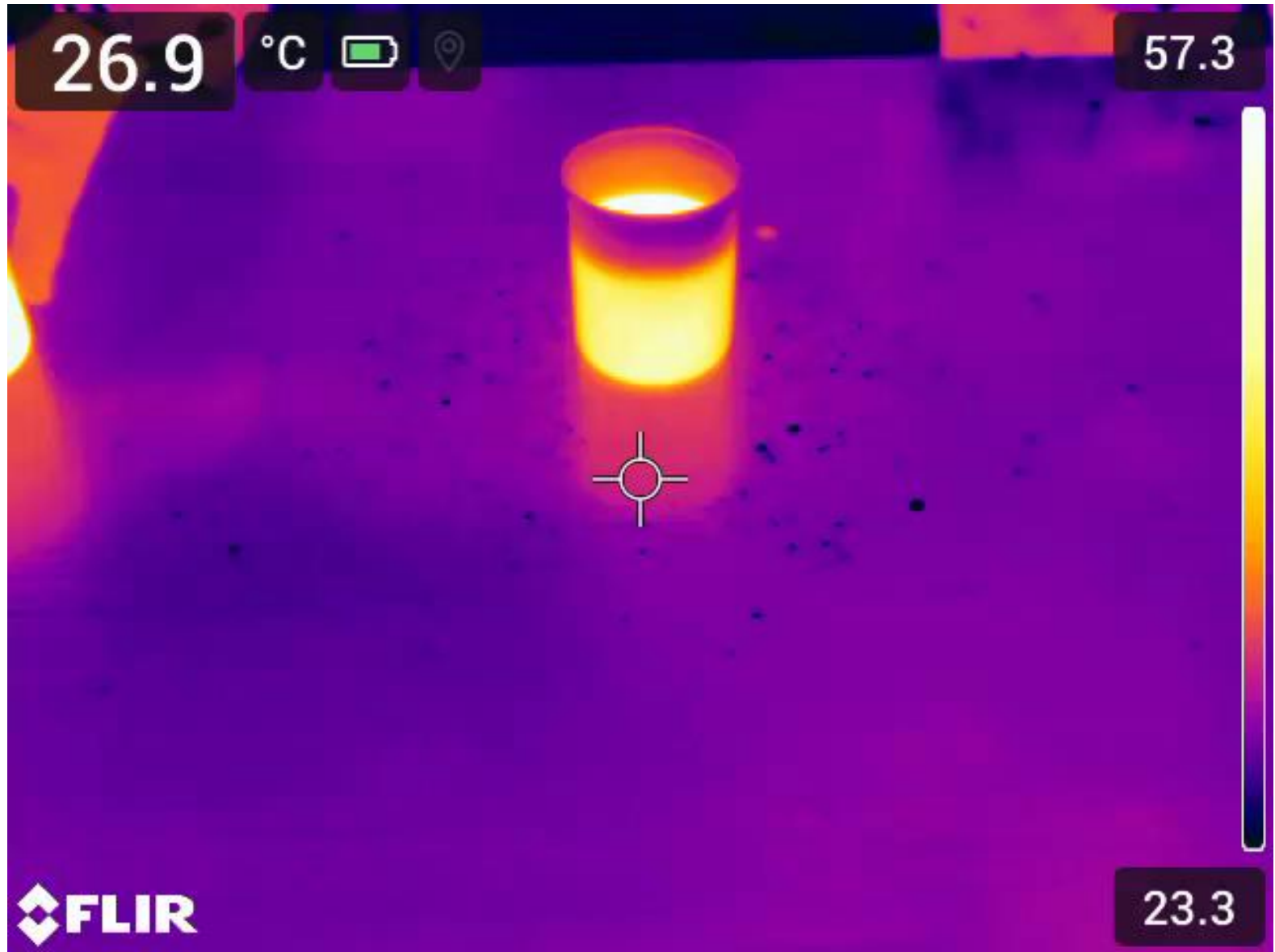


Politechnika Świętokrzyska

Kielce University of Technology

Do poprawnego określenia temperatury przez kamerę termowizyjną należy wprowadzić odpowiednie parametry, w przeciwnym razie odczyt nie będzie odpowiadał temperaturze faktycznej obiektu.







**Przemysł
paliwowo-
energetyczny**

**Przemysł
elektro-
maszynowy**

Przemysł przetwórczy

Medycyna

**Przemysł
motoryzacyjny**

**Ochrona
środowiska**

Źródła ciepła i chłodu

Przemysł spożywczy

Diagnostyka maszyn

**Budownictwo,
instalacje**

Wentylacja,
klimatyzacja

**Przemysł
chemiczny**

**Przemysł
metalurgiczny**

**Przemysł
drzewno-
papierniczy**

Monitorowanie temperatury podczas procesów produkcyjnych:

- *pozwała na poprawę jakości wyrobów i/lub optymalizację procesu produkcyjnego*
- *umożliwia zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa pracowników, maszyn i infrastruktury*



Budownictwo (wymagania energetyczne)

Określenie źródeł strat ciepła

- wykrywanie miejsc niedostatecznie zaizolowanych w budynku - mostki cieplne ścian, naroży, stopów, stropodachów, poddaszy i połączeń dachowych, określenie stanu stolarki okiennej i drzwiowej oraz bram garażowych
- ocena stanu izolacji cieplnej, wskazanie konieczności ocieplenia budynku lub weryfikacji prac termomodernizacyjnych

Każdy problem z izolacją cieplną może generować problemy z ogrzewaniem i zwiększać koszty ogrzewania oraz wpływać na określenie klasy energetycznej budynku



Budownictwo (usterki, OŹE)

- Określenie lokalizacji stref zawilgoconych oraz awarii instalacji wodno-kanalizacyjnej oraz grzewczej
(możliwa jest detekcja lokalizacji przewodów grzewczych w murach i posadzkach oraz wykrywanie wad i określenie przebiegu instalacji w systemach ogrzewania podłogowego)
- Określenie wad instalacji elektrycznej
(kontrola stanu instalacji elektrycznej, połączeń rozdzielni i automatyki podczas pracy pod obciążeniem)
- badanie pracy i usterek paneli słonecznych i inne



Ochrona środowiska

Pomiary temperatury są niezbędne m. in. w:

- Badaniu i ocenie ilości odprowadzonych przez jednostkę produkcyjną ścieków, odpadów stałych oraz emitowanych zanieczyszczeń pyłowo-gazowych do atmosfery
- Ocenie skuteczności działania urządzeń odpylających lub instalacji redukujących zanieczyszczenia
- Kontroli i korekcji zainstalowanych systemów ciągłego pomiaru zanieczyszczeń



Przemysł elektro-maszynowy

- Nadzór nad temperaturą płomienia w wypalarkach plazmowych pozwala na utrzymanie odpowiedniej jakości i wydajności procesu cięcia lub spawania (temperatury płomienia w zakresie od 3 000 do 20 000 °C)
- Spawanie - zbyt wysoka temperatura może prowadzić do zniekształceń i zmniejszenia wytrzymałości spoin
- Wtrysk tworzyw sztucznych - kontrola temperatury jest istotna dla jakości i wydajności produkcji; zalecane temperatury zależą od rodzaju materiału i typu wtryskiwacza (temperatury w zakresie od 200 do 300 °C)



Przemysł metalurgiczny

- Kontrola temperatury pozwala na wysoką jakość procesu i materiału wytwarzanego podczas walcowania na gorąco, hartowania indukcyjnego czy kucia matrycowego
- Podczas hartowania i odpuszczania ważne jest, aby zachować odpowiedni zakres temperatury, ponieważ zbyt niskie temperatury lub zbyt wolne chłodzenie mogą prowadzić do niepożądanych właściwości mechanicznych, zmniejszenia twardości i wytrzymałości stali



Przemysł motoryzacyjny

Proces dopalania spalin, którego celem jest spalenie cząstek stałych, które nie zostały usunięte przez proces filtracji w filtrach cząstek stałych FDP (odbywa się w temperaturze powyżej 600°C)

- W przypadku nieprawidłowego działania systemu kontroli, może dojść do niedostatecznego dopalania spalin, które prowadzi ono do niskiej wydajności filtra FDP i wzrostu emisji zanieczyszczeń
- Zbyt wysoka temperatura dopalania może prowadzić do uszkodzenia filtra FDP i innych elementów układu wydechowego



Przemysł paliwowo - energetyczny

- Istotne są odpowiednie temperatury podczas uzyskiwania materiałów ropopochodnych
- Stosowanie odpowiednich temperatur spalania paliw pozwala na zwiększenie wydajności procesów
- Zrównoważenie otrzymywania paliw (zrównoważenie energii)
- Monitoring temperatury wpływa na poprawę wydajności procesu wytwarzania energii i paliw oraz na zmniejszenie emisji szkodliwych gazów do atmosfery



Przemysł chemiczny

Destylacja ropy naftowej w kolumnach destylacyjnych, przebiega w ściśle określonych temperaturach:

- Temperatury poszczególnych frakcji w kolumnach destylacyjnych ropy naftowej zależą od wielu czynników, w tym od ciśnienia i składu ropy, w przypadku benzyny 95-oktanowej, temperatura jej destylacji mieści się w przedziale od około 35°C do 210°C
- Synteza związków chemicznych, na przykład synteza kwasu siarkowego, która wymaga temperatury około 450°C



Przemysł obronny

- Wytwarzanie materiałów wybuchowych opiera się na zastosowaniu odpowiednich zakresów temperatury. Używanie w czasie takich procesów termometrów z odpowiednią dokładnością pozwala na otrzymanie materiałów wybuchowych o większej czystości, z większą wydajnością zapewniając również bezpieczeństwo pracowników
- Zastosowanie urządzeń wykorzystujących termowizję znacznie zwiększa efektywność i koordynację działań wojskowych prowadzonych nocą



Medycyna

Diagnostyka termiczna - używane do obrazowania ciała pacjenta i wykrywania nieprawidłowości w funkcjonowaniu narządów:

- Wykrywanie podwyższonej temperatury ciała
- Badanie krążenia krwi, w tym do:
 - Monitorowania krążenia krwiobiegu pacjenta poprzez obrazowanie zmian temperatury na powierzchni skóry
 - Diagnostyki chorób naczyń – wykrywanie chorób naczyniowych, w tym chorób, w których dochodzi do skurczów naczyń krwionośnych
 - Wykrywania stanów zapalnych zębów i dziąseł



Medycyna

- Wykrywanie nowotworów piersi - pozwala na wczesne wykrycie zmian w tkance piersi i różnicowanie między zmianami łagodnymi a złośliwymi, może być stosowana jako uzupełnienie mammografii
- Diagnostyka chorób reumatycznych - w celu oceny aktywności zapalnej w chorobach reumatycznych, takich jak RZS
- Diagnostyka chorób neurologicznych - do oceny zaburzeń neurologicznych, takich jak choroba Parkinsona
- Wykrywanie infekcji - może pomóc w wykryciu infekcji oraz do lokalizacji guzów lub zmian patologicznych w tkankach
- Ocena reakcji na leczenie



Medycyna

➤ Dermatologia

- Wykrywanie zmian patologicznych, różnych chorób skórnych
- Ocena gojenia się ran i zakażeń skóry - stanów zapalnych
- Wykrywanie zakażeń grzybiczych

➤ Chirurgia

- Naczyniowa - do wizualizacji zmian temperatury tkanek i naczyń krwionośnych
- Onkologiczna - w diagnozowaniu nowotworów
- Plastyczna - do określenia obszarów skóry o określonej temperaturze
- Kontrola przepływu krwi, wykrywanie niedokrwienia jelit i inne



Przemysł spożywczy

➤ Technologia napojów

- Woda mineralna – zintegrowany pomiar temperatury umożliwia precyzyjną i szybką kompensację temperatury, co jest szczególnie ważne przy pomiarach przewodności; proces musi być przeprowadzony np. w ramach kontroli towarów przychodzących po przetransportowaniu wody ze studni do zakładu produkcyjnego
- Soki owocowe i warzywne - podczas produkcji mierzy się i kontroluje temperaturę w różnych procesach, w przypadku produkcji koncentratu najważniejszym jest pomiar temperatury podczas odparowywania lub ekstrakcji aromatów



Przemysł spożywczy

- Mleko i produkty mleczne – szczególne wymagania dotyczące monitorowania, analizowania i rejestrowania procesów produkcyjnych; różne zasady i przepisy określają parametry przetwarzania, w tym temperatury; obróbka mleka surowego wymaga procesu pasteryzacji
- Piwo – na proces warzenia piwa składają się: zacieranie, oczyszczanie, gotowanie/chłodzenie brzeczki, fermentacja i filtracja; podczas procesów niezbędne jest monitorowanie temperatury, ciśnienia i przewodności
- Wino – poszczególne etapy fermentacji zachodzą w kontrolowanej temperaturze



Przemysł drzewno-papierniczy

- W procesie suszenia drewna kluczowe znaczenie ma kontrolowanie temperatury powietrza oraz wilgotności, aby zapewnić równomierne jego wysuszenie
- Podczas obróbki drewna mogą wystąpić deformacje lub uszkodzenia, aby zapobiec takim zjawiskom stosuje się chłodzenie wodą oraz monitoruje się temperaturę narzędzi i drewna
- Zbyt wysoka temperatura podczas produkcji pelletu może prowadzić do przypalania i uszkodzenia drewna, a także do większego zużycia urządzeń produkcyjnych



Wentylacja i klimatyzacja

- Pomiar temperatury powietrza jest jednym z najczęstszych zastosowań szerokiego spektrum pomiaru temperatury; pomiar temperatury powietrza realizuje się w budynkach mieszkalnych i biurowych, pomieszczeniach do magazynowania towarów wrażliwych na temperaturę
- Systemy rejestracji temperatury i wilgotności w pomieszczeniach, w których obowiązuje ścisły nadzór i kontrola warunków środowiskowych
- Ważny aspekt: zapewnienie komfortu cieplnego w pomieszczeniach



Odcinek nr 5 z cyklu "Świat Pomiarów" (TVP3)

Temperatura

<https://kielce.tvp.pl/69199802/odc5>



Politechnika Świętokrzyska

Kielce University of Technology



www.tu.kielce.pl