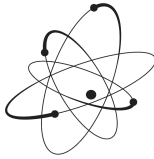



<b>WFIS</b> Fizyka Jądrowa	<b>Imię i nazwisko:</b> Miroslaw Firlej Jakub Moroń		<b>Rok:</b> IV	<b>Zespół:</b> 1	<b>Nr ćwiczenia</b> S1
	<b>Temat ćwiczenia:</b> Badanie jednorodności detektora i wpływu ciśnienia na wzmocnienie gazowe.				
<b>Data wykonania:</b> 23.10.08	<b>Data oddania:</b> 30.10.08	<b>Poprawa:</b>	<b>Data oddania</b>	<b>Data zaliczenia:</b>	<b>Ocena:</b>

## 1 Dane pomiarowe

W celu zbadania jednorodności detektora wykonano za pomocą analizatora wielokanałowego pomiary widm różniczkowych w funkcji położenia źródła  $^{55}\text{Fe}$ . Źródło przemieszczano w osi detektora w zakresie  $2 - 36\text{ cm}$  z krokiem  $2\text{ cm}$ . Z całego widma różniczkowego zapisywano jedynie przybliżony kształt piku głównego, tj. sześć punktów rozmieszczonych odpowiednio w 0,25, 0,5 i 0,75 wysokości piku po obu stronach maksimum oraz położenie samego maksimum. Notowano położenie  $E$  [numer kanału] każdego z punktów oraz odpowiadającą mu ilość zliczeń  $N$  w celu odtworzenia przybliżonego kształtu piku przez dopasowanie rozkładu normalnego. Dla każdego z punktów obliczono niepewność ilości zliczeń  $s(N)$  zgodnie ze wzorem (1). Wyniki pomiarów zawarto w tabeli 1.

$$s(N) = \sqrt{N} \quad (1)$$

W celu wyznaczenia wpływu ciśnienia na wzmocnienie gazowe wykonano analogiczne do poprzednich pomiary zależności kształtu piku głównego od ciśnienia  $p$  gazu przepływającego przez detektor. Ciśnienie zmieniano w zakresie  $1004,5 - 1109\text{ mbar}$  z krokiem  $10\text{ mbar}$ . W trakcie wykonywania pomiarów zauważono wyniki niezgodne z teorią (przewidującą stały spadek wzmocnienia gazowego przy wzroście ciśnienia) dla wartości  $p = 1060\text{ mbar}$  i  $p = 1070\text{ mbar}$ . Wykonano ponowne pomiary kształtu piku dla tych wartości ciśnienia. Obliczono na podstawie (1) niepewność ilości zliczeń i zawarto wyniki wraz z pomiarami w tabeli 2.

d [cm]		0,25	0,5	0,75	max	0,75	0,5	0,25
2	E N s(N)							
4	E N s(N)							
6	E N s(N)							
8	E N s(N)							
10	E N s(N)							
12	E N s(N)							
14	E N s(N)							
16	E N s(N)							
18	E N s(N)							
20	E N s(N)							
22	E N s(N)							
24	E N s(N)							
26	E N s(N)							
28	E N s(N)							
30	E N s(N)							
32	E N s(N)							
34	E N s(N)							
36	E N s(N)							

Tabela 1: Pomiar jednorodności detektora.

d [cm]		0,25	0,5	0,75	max	0,75	0,5	0,25
1004,5	E N s(N)							
1010	E N s(N)							
1020	E N s(N)							
1030	E N s(N)							
1040	E N s(N)							
1050	E N s(N)							
1060	E N s(N)							
1070	E N s(N)							
1080	E N s(N)							
1090	E N s(N)							
1100	E N s(N)							
1109	E N s(N)							
1060 pomiar powtórny	E N s(N)							
1070 pomiar powtórny	E N s(N)							

Tabela 2: Pomiar wpływu ciśnienia na wzmocnienie gazowe.

## 2 Opracowanie wyników

Na podstawie danych z tabel 1 i 2 wykonano wykresy zależności ilości zliczeń od numeru kanału  $N(E)$  dla każdego z położzeń  $d$  źródła (wykresy 5 - 22) i każdego z ciśnień (23-36). Do każdego z wykresów dopasowano rozkład normalny i odczytano położenia maksimum  $E_0$  wraz z niepewnościami. Dla pomiarów jednorodności detektora odczytano odchylenia standardowe  $\sigma$  wraz z ich niepewnościami. Odchylenie standardowe przeliczono na poszukiwaną szerokość połówkową  $FWHM_n$  zgodnie ze wzorem (2).

$$FWHM_n = 2\ln 2 \cdot \sigma \quad s(FWHM_n) = 2\ln 2 \cdot s(\sigma) \quad (2)$$

Ze względu na zbyt małą ilość punktów pomiarowych, do których dopasowywany był rozkład normalny, uzyskano bardzo duży rozrzut wartości  $FWHM_n$ . Dla porównania obliczono szerokość połówkową  $FWHM_p$  jako różnicę położenia punktów znajdujących się w połowie wysokości pików (oznaczonych w tabelach 1 i 2 jako 0,5). Następnie obliczono energetyczną zdolność rozdzielczą  $R$  zgodnie z zależnością (3) dla danych uzyskanych z dopasowania (indeks  $n$ ) i danych pomiarowych (indeks  $p$ ). Odczytane parametry i wyniki obliczeń zawarto w tabelach 3 (dla położzeń) i 4 (dla ciśnień).

$$R_i = \frac{FWHM_i}{E_0} \quad i = n, p \quad (3)$$

d [cm]	$E_0$	$s(E_0)$	$\sigma$	$s(\sigma)$	$FWHM_n$	$s(FWHM_n)$	$R_n$ [%]	$FWHM_p$	$R_p$ [%]
2	549,4	2,5	101,8	11,4	141,12	15,8	25,69	150	27,30
4	627,3	2,9	102,5	10,6	142,1	14,69	22,65	153	24,39
6	643	2	135,5	24,8	187,84	34,38	29,21	167	25,97
8	644,7	2,6	132,1	21,4	183,13	29,67	28,41	167	25,9
10	633,4	2,5	127,8	20,3	177,17	28,14	27,97	152	24,00
12	637,1	2,7	107,7	12	149,3	16,64	23,43	150	23,54
14	632,1	2,3	115,9	11,4	160,67	15,8	25,42	155	24,52
16	635,9	2,4	115,1	13	159,56	18,02	25,09	146	22,96
18	626,1	2,4	101,2	9,1	140,29	12,62	22,41	149	23,80
20	600,4	2,5	109,1	13,6	151,24	18,85	25,19	142	23,65
22	584,3	2,4	108,7	15,3	150,69	21,21	25,79	141	24,13
24	609,3	2,6	88,9	8,4	123,24	11,64	20,23	148	24,29
26	619,4	2,1	118,3	16,1	164	22,32	26,48	153	24,70
28	575,5	2,4	122	22	169,13	30,5	29,39	136	23,63
30	571,2	2,4	90,7	8,15	125,74	11,3	22,01	151	26,44
32	571,1	2,2	112,9	15,2	156,51	21,07	27,41	142	24,86
34	574,9	2,4	100,5	11	139,32	15,25	24,23	143	24,87
36	530,5	2,3	91,5	8,4	126,85	11,64	23,91	147	27,71

Tabela 3: Parametry rozkładów przy pomiarze jednorodności.

W celu oceny jednorodności detektora wykonano wykres 1 zależności położenia maksimum pików głównego  $E_0$  od odległości  $d$  źródła od początku detektora. Położenie pików w danym kanale detektora jest proporcjonalne do amplitudy impulsu z detektora, czyli do jego wzmocnienia gazowego (przy założeniu stałego natężenia promieniowania docierającego do detektora ze źródła). Na podstawie analizy wykresu stwierdzono, że dwa skrajne punkty ( $d = 2 \text{ cm}$  i  $d = 36 \text{ cm}$ ) wyraźnie odbiegają od pozostałych pomiarów, co można wytłumaczyć tzw. efektem końców, czyli zaburzeniem kształtu pola elektrycznego w pobliżu zakończeń elektrod. Spodziewano się uzyskać w części środkowej wykresu linię prostą równoległą do osi OX, co oznaczałoby stabilne wzmocnienie gazowe w tym zakresie. Na otrzymanym z danych pomiarowych wykresie można wyraźnie wyróżnić dwie grupy punktów (4 – 16 cm i 26 – 34 cm) w zakresie których wzmocnienie gazowe zachowuje się w sposób przewidywany. Znaczna różnica między obiema w/w grupami, jak i znaczny rozrzut wyników w zakresie 18 – 24 cm można wytłumaczyć

- skokową zmianą temperatury w pomieszczeniu zbieżną w czasie z momentem wykonywania pomiarów dla wartości  $d \in (18 - 24 \text{ cm})$ ;

d [cm]	$E_0$	$s(E_0)$
1004,5	674	2,3
1010	649,2	2,3
1020	609,3	2,2
1030	567,1	1,8
1040	537,9	1,9
1050	508,1	2,1
1060	495,3	2
1070	528,3	2,2
1080	494,8	2
1090	445,4	2
1100	373,5	1,3
1109	354,4	1,5
1060	476,7	1,6
1070	450,8	1,6

Tabela 4: Parametry rozkładów przy pomiarze zależności wzmocnienia gazowego od ciśnienia.

- zaburzeniem przepływu gazu przez licznik w tym obszarze i wynikającym z niego lokalnym gradientem ciśnienia.

Drugim kryterium oceny jednorodności licznika powinna być zależność energetycznej zdolności rozdzielczej  $R$  od odległości  $d$ . Wykonano dwa wykresy 2 i 3, odpowiednio dla wartości wyznaczonych z dopasowania  $R_n$  i danych pomiarowych  $R_p$ . Oba wykresy wykazują znaczący rozrzut wartości, szczególnie widoczny dla zdolności rozdzielczej  $R_n$  wyznaczonej z dopasowania, czego przyczyną jest zbyt mała ilość punktów pomiarowych na jeden pik. Przyczyną dużego rozrzutu wartości  $R_p$  obliczonej z danych jest najprawdopodobniej niezbyt dokładne wyznaczenie połowy wysokości piku podczas odczytu współrzędnych punktu na widmie różniczkowym. Można jednak zauważyć wyraźny trend zwiększania się wartości  $R$  (a więc pogarszania się energetycznej zdolności rozdzielczej) wraz z oddalaniem się na obie strony od środka detektora.

W celu oceny wpływu ciśnienia na wzmocnienie gazowe wykonano wykres 4 zależności położenia maksimum piku  $E_0$  (proporcjonalnego do wzmocnienia) od ciśnienia gazu  $p$  przepływającego przez licznik. Wyraźnie zauważalne jest odstępstwo trzech punktów pomiarowych od spodziewanej zależności liniowej ( $p = 1070, 1080, 1090 \text{ mbar}$ ). Wartość uzyskana w wyniku powtórnego pomiaru dla ciśnienia  $1070 \text{ mbar}$  jest poprawna i leży na spodziewanej prostej. Niestety nie zauważono podczas pomiaru odstępstwa od teorii kolejnych dwóch punktów pomiarowych i nie wykonano dla nich ponownych pomiarów. Przyczyną znacznej zmiany wzmocnienia gazowego dla tych wartości ciśnienia była prawdopodobnie zmiana temperatury lub efekt "przeplukania" licznika (w trakcie pomiaru dla wartości ciśnienia  $p = 1060 \text{ mbar}$  prowadzący mgr inż. Koperny znacząco zwiększył przepływ gazu przez licznik). Obiegające punkty pomiarowe pominięto i dopasowano do pozostałych prostą postaci

$$E_0 = b \cdot p + a \quad (4)$$

Wartości parametrów dopasowanej prostej wyniosły

$$b = -3,02 \quad (0,11) \quad \left[ \frac{1}{\text{mbar}} \right] \quad (5)$$

$$a = 3685 \quad (115) \quad \text{bezwymiarowe} \quad (6)$$

Obliczono względną zmianę położenia centrum piku (proporcjonalną do względnej zmiany wzmocnienia) jako

$$\Delta E_0 = \frac{E_0(1010 \text{ mbar}) - E_0(1000 \text{ mbar})}{E_0(1000 \text{ mbar})} \quad (7)$$

Obliczono na podstawie dopasowanej prostej (4) punkt odpowiadający ciśnieniu  $p = 1000 \text{ mbar}$ .

$$E_0(1000 \text{ mbar}) = -3,02 \cdot 1000 + 3685 = 665 \quad (8)$$

Po podstawieniu powyższej wartości do wzoru (7) otrzymano

$$\Delta E_0 = \frac{649,2 - 665}{665} = -0,0238 = -2,38\% \quad (9)$$

### 3 Wnioski

Obliczono średnie położenie pików obliczając średnią arytmetyczną z wyznaczonych położenia maksimum pików, z pominięciem punktów  $2 \text{ cm}$  i  $36 \text{ cm}$  (efekty końców). Średnie położenie wyniosło

$$\bar{E}_0 = 611,6 \quad (10,3) \quad (10)$$

Niepewność położenia średniego obliczono na podstawie prawa przenoszenia niepewności jako pierwiastek sumy kwadratów niepewności pojedynczych położenia. Następnie obliczono stosunek największej i najmniejszej wartości położenia pików (pomijając jw. punkty brzegowe). Wyliczone wartości wyniosły

$$\frac{E_{0,max}}{\bar{E}_0} = 5,41 \quad [\%] \quad (11)$$

$$\frac{E_{0,min}}{\bar{E}_0} = 6,62 \quad [\%] \quad (12)$$

Wyznaczono analogiczne stosunki dla punktów brzegowych. Wyniosły one

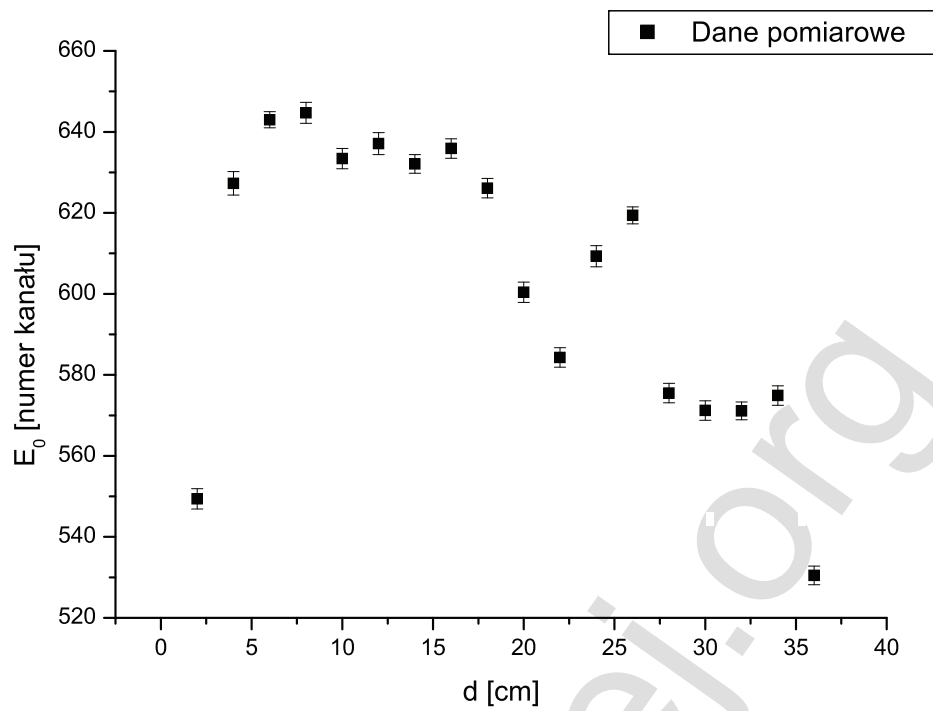
$$\frac{E_{0,2cm}}{\bar{E}_0} = 10,17 \quad [\%] \quad (13)$$

$$\frac{E_{0,36cm}}{\bar{E}_0} = 13,26 \quad [\%] \quad (14)$$

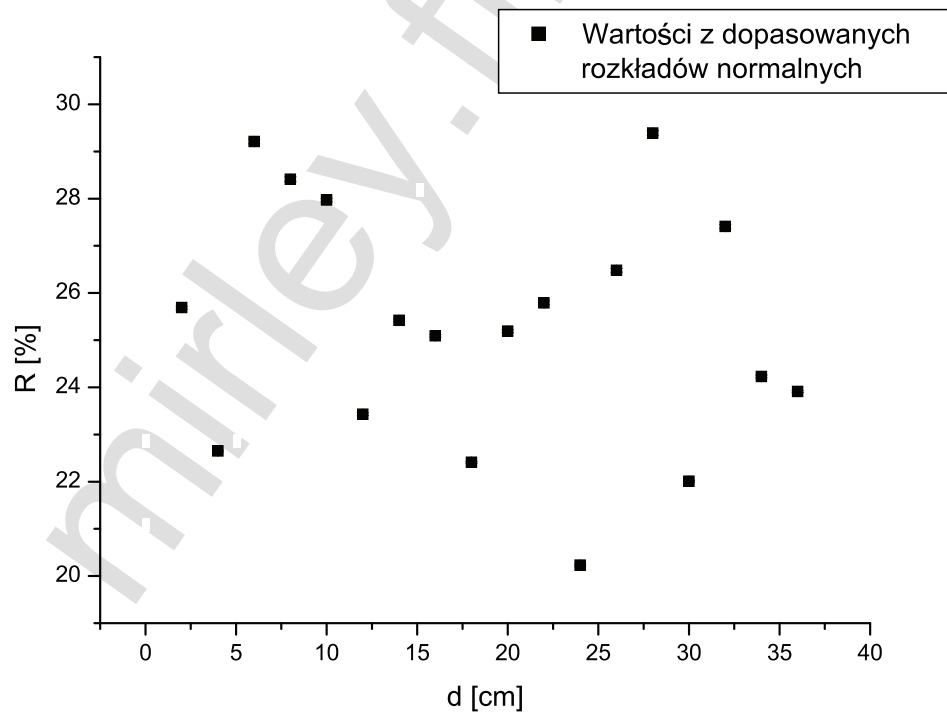
Wartości wykraczają poza początkowo przyjęte arbitralnie kryterium maksymalnej odchyłki nie większej niż 5%. Jednak podstawową przyczyną uznania detektora za zły jest kształt zależności położenia pików  $E_0$  od położenia źródła  $d$ .

Zauważono, pomimo dużego rozrzutu punktów pomiarowych, wyraźną zależność energetycznej zdolności rozdzielczej od współrzędnej przestrzennej. Zakładając arbitralnie graniczną zdolność rozdzielczą  $R_g = 25 \%$  uznano, że detektor spełnia to założenie w przedziale  $d \in (8 - 26) \text{ cm}$ .

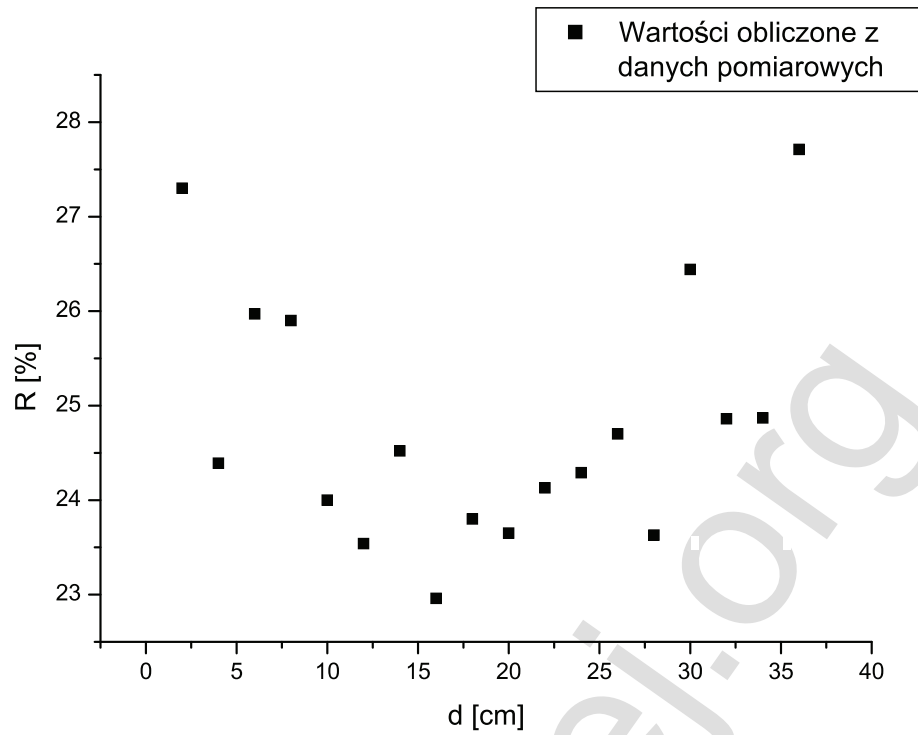
Pomijając trzy punkty pomiarowe zauważono wyraźną zależność wzmocnienia gazowego od ciśnienia gazu płynącego przez detektor. Na podstawie wyznaczonej w (14) wartości wykazano spadek wzmocnienia gazowego o 2,38 [%] na 10 mbar wzrostu ciśnienia.



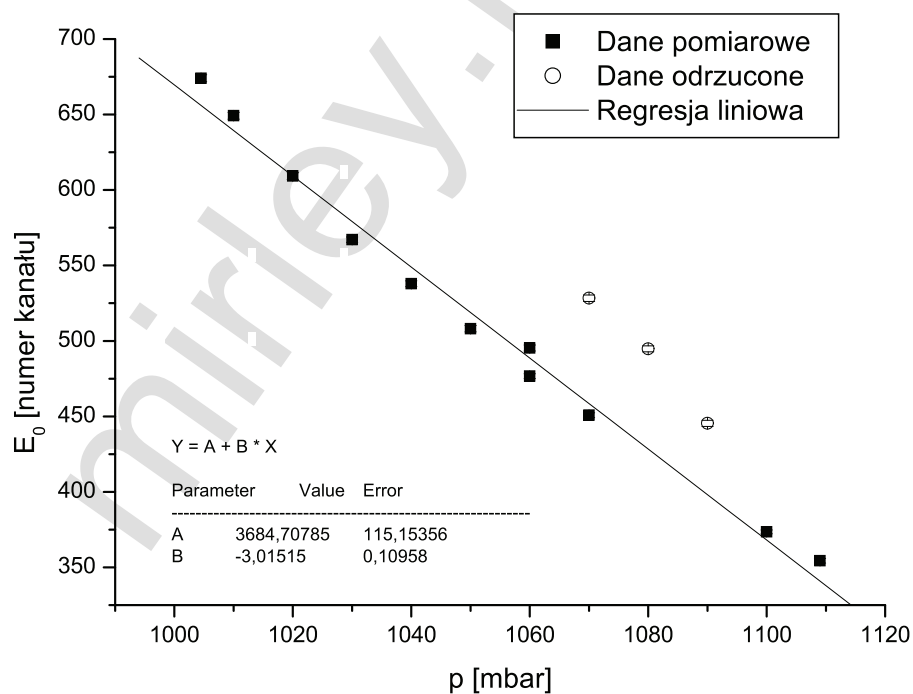
Rysunek 1: Zależność położenia środka pików od położenia źródła.



Rysunek 2: Zależność energetycznej zdolności rozdzielczej od położenia źródła (parametry z rozkładu normalnego).

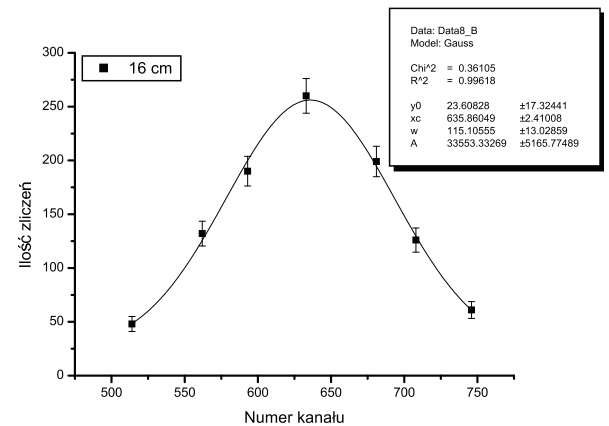
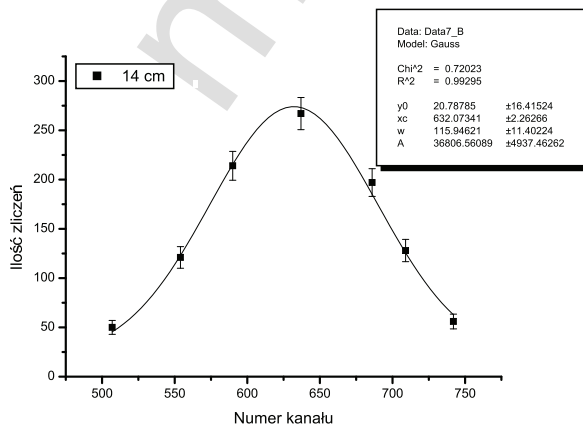
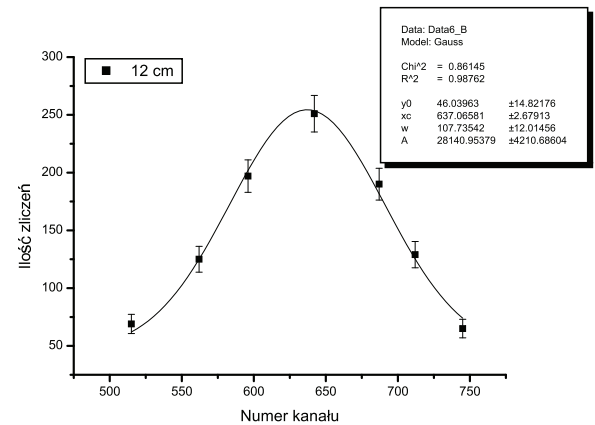
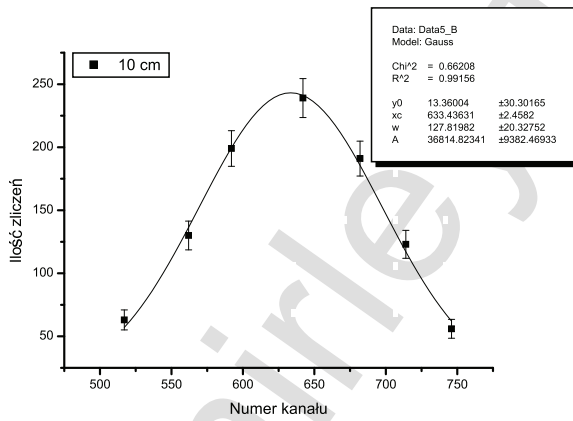
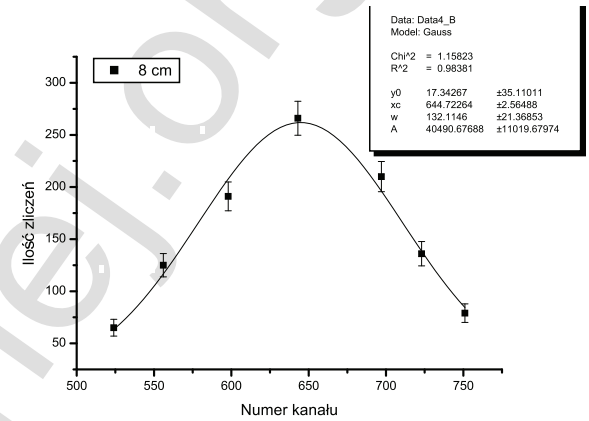
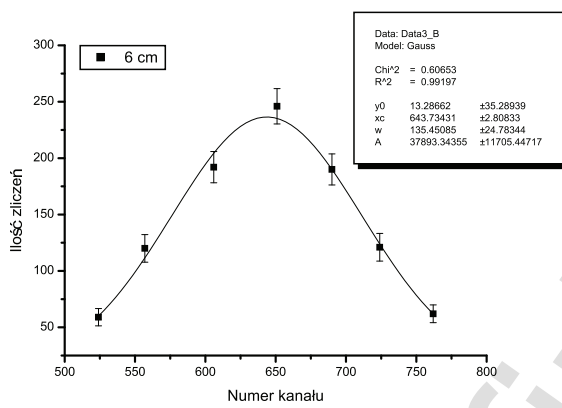
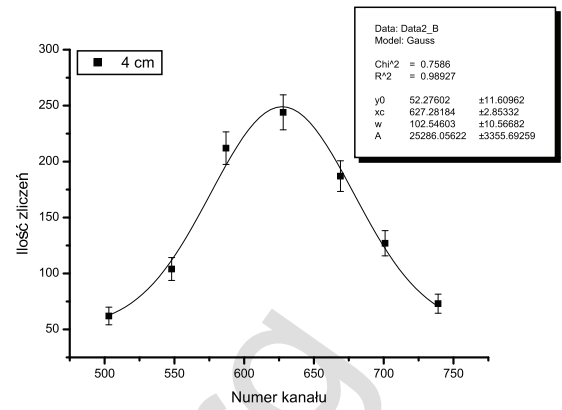
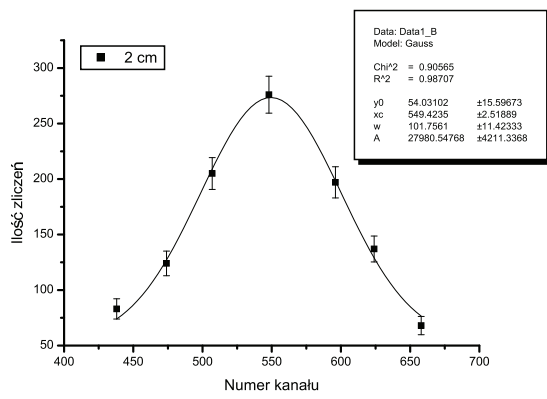


Rysunek 3: Zależność energetycznej zdolności rozdzielczej od położenia źródła (parametry z danych pomiarowych).

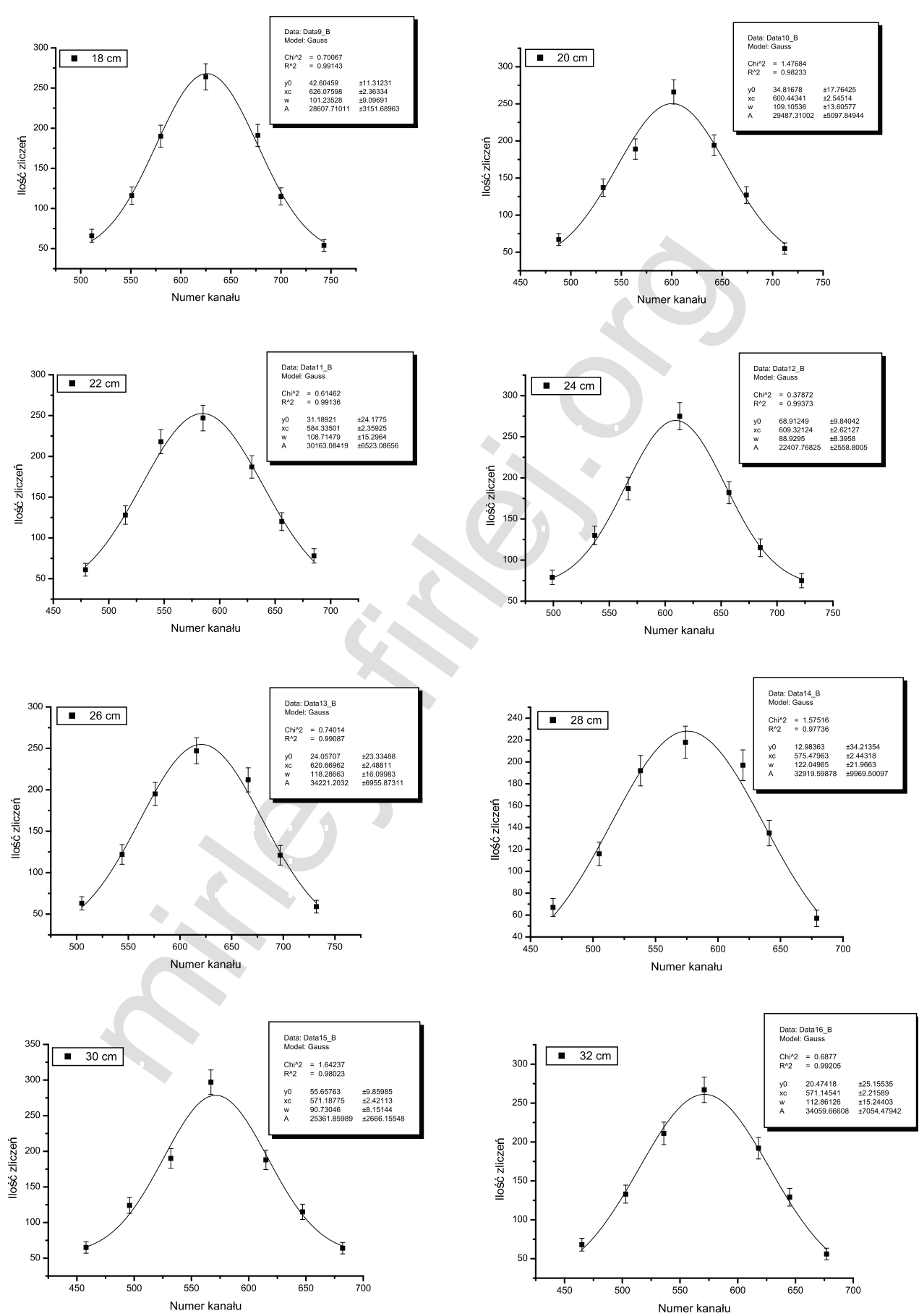


Rysunek 4: Zależność wzmocnienia gazowego od ciśnienia.

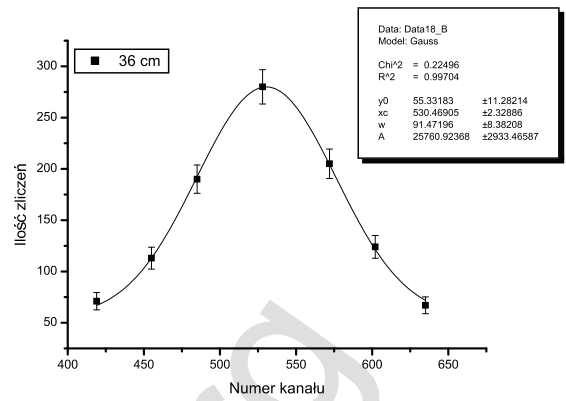
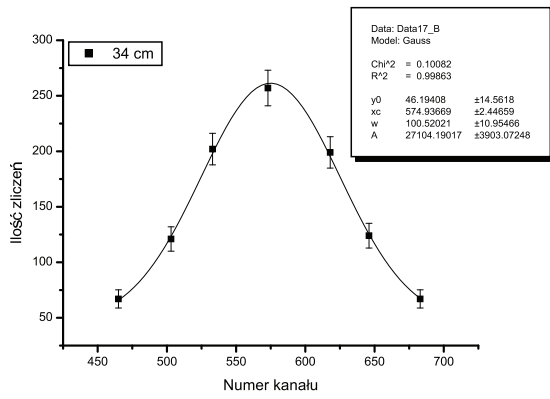




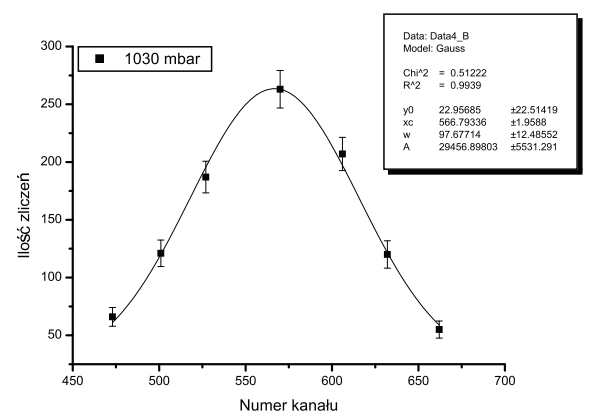
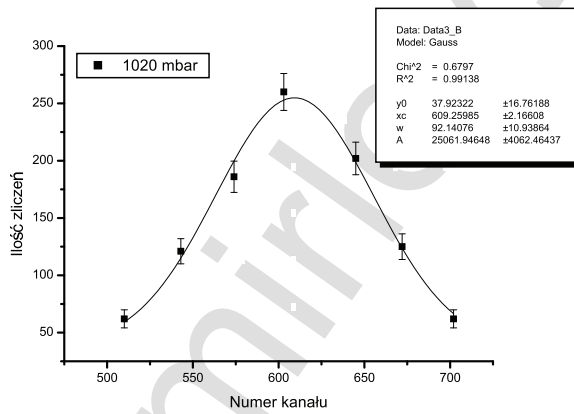
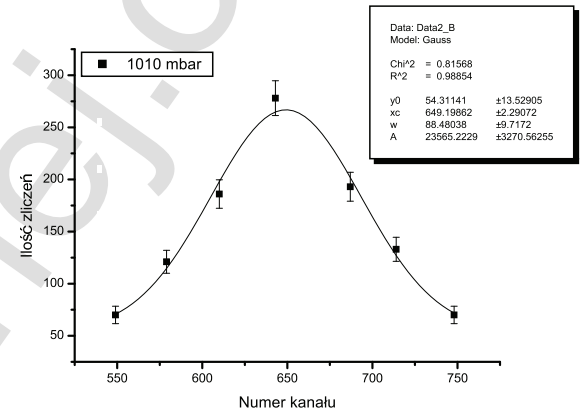
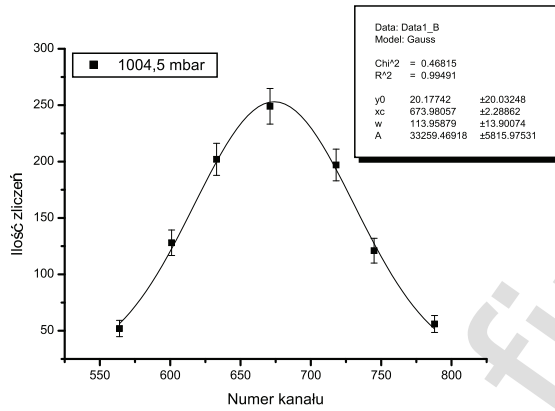
Wykresy 1-8: Pomiary jednorodności detektora.



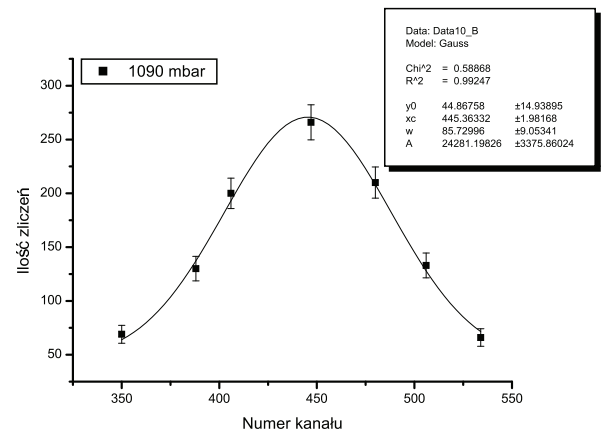
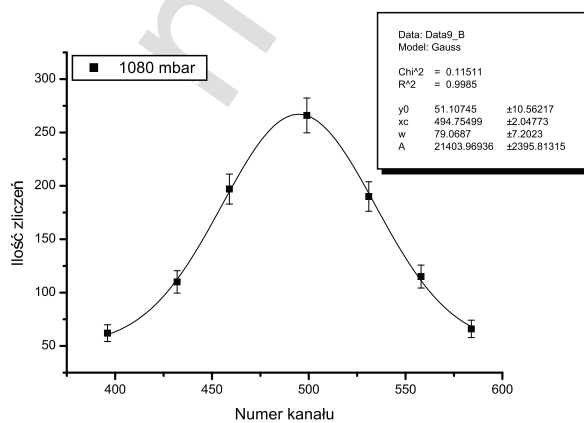
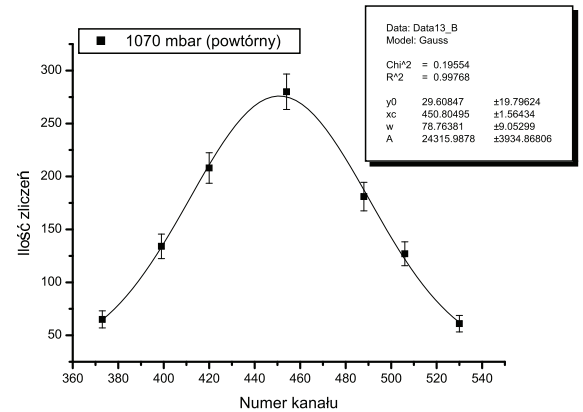
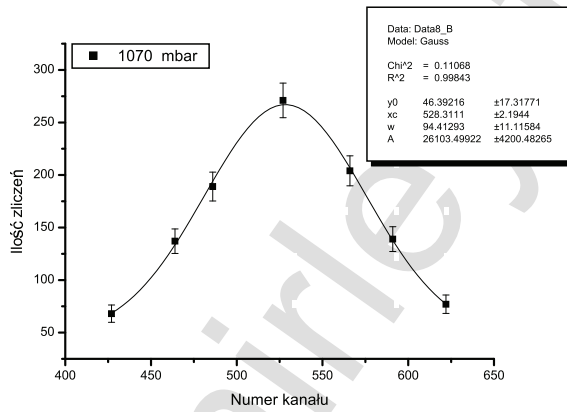
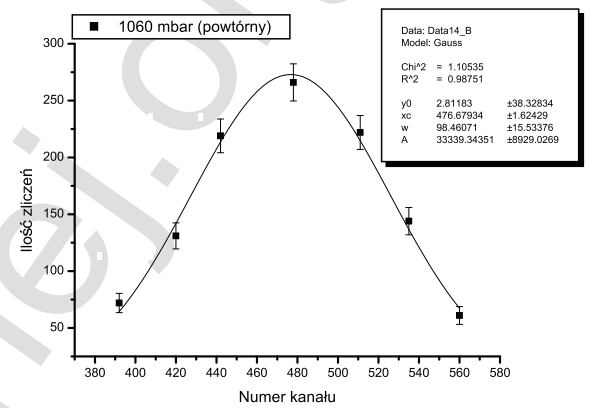
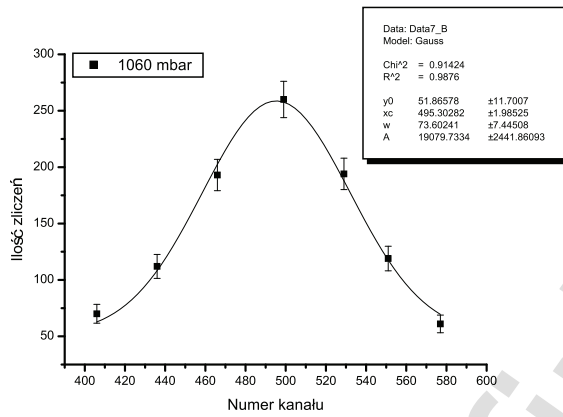
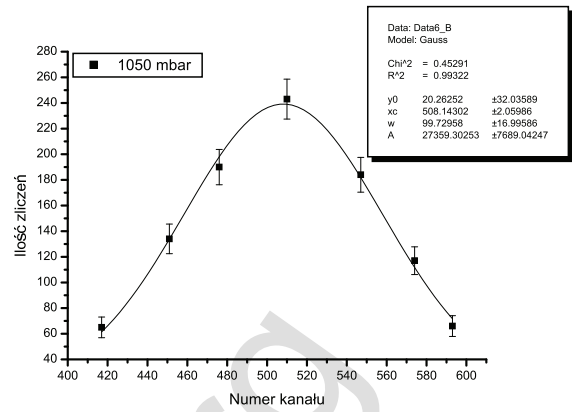
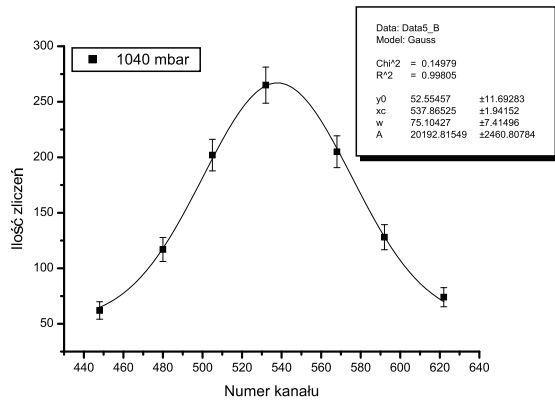
Wykresy 9-16: Pomiary jednorodności detektora.



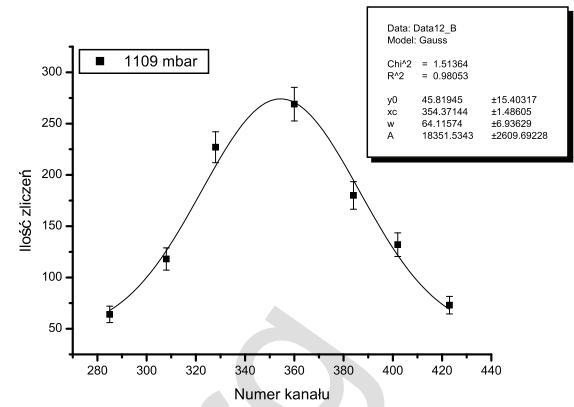
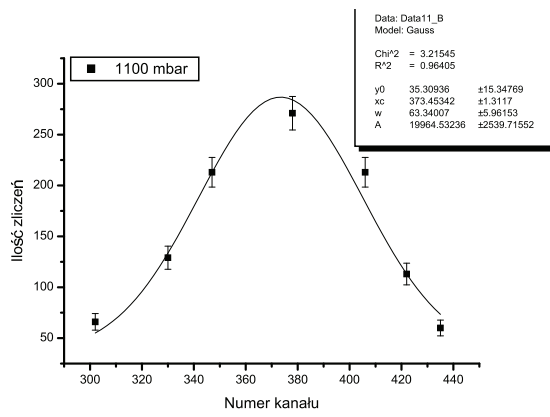
Wykresy 17-18: Pomiary jednorodności detektora.



Wykresy 19-22: Pomiary wpływu ciśnienia.



Wykresy 23-30: Pomiary wpływu ciśnienia.



Wykresy 31-32: Pomiary wpływu ciśnienia.