ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1985

Seria: MATEMATYKA-FIZYKA z. 47 Nr kol. 832

Wiesław LUBCZYŃSKI
Mieczysław F. PAZDUR
Adam WALANUS

Instytut Fizyki Politechniki Śląskiej
w Gliwicach

ANALIZA FLUKTUACJI I ŹRÓDEŁ TŁA LICZNIKÓW PROPORCJONALNYCH W LABORATORIUM C-14 W GLIWICACH

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki analizy tła zestawów pomiarowych L1 oraz L3, obejmującej okres od 1978 r. do marca 1983 r. Stwierdzono systematyczny zanik tła zestawu L1 oraz zestawu L3 w okresie do 1981 r. Licznik L3 w nowej konfiguracji zmian tła nie wykazuje. Wyznaczono współczynniki prostej najmniejszych kwadratów B(C) dla zestawów L1 i L3 oraz oszacowano zależność szybkości zliczeń tła zestawu L3 od ciśnienia gazu wypełniającego licznik proporcjonalny. Stwierdzono pośrednio zależności szybkości zliczeń tła obu zestawów od ciśnienia atmosferycznego oraz od temperatury atmosfery. Opierając się na uzyskanych wartościach współczynników ciśnieniowej zależności tła i danych literaturowych dokonano oszacowania źródeł tła zestawu licznikowego L3.

1. WSTĘP

Wartość tła detektora jest jednym z podstawowych parametrów fizycznych każdego zestawu pomiarowego stosowanego w dziedzinie pomiarów niskich radioaktywności. W pomiarach rutynowych, do których zaliczyć można seryjnie wykonywane datowania radiowęglowe, również ważną rolę odgrywa utrzymanie wartości tła na stałym poziomie w przedziałach czasu rzędu kilku miesięcy. Wszelkie niewykryte fluktuacje szybkości zliczeń tła powodują - przy bezkrytycznym stosowaniu rozkładu Poissona do opracowania wyników pomiarów - fikcyjne zawyżenie dokładności uzyskiwanych wyników datowania, które jest szczególnie niebezpieczne przy datowaniu próbek o wieku zbliżonych do granicy metody (40-50 tys. lat). Z drugiej strony stosowanie tzw. "mnożników bezpieczeństwa" o arbitralnie dobranych wartościach do powiększenia błędów wynikających z rozkładu Poissona w celu uwzględnienia ewentualnych pozapoissonowskich fluktuacji i uniknięcia problemu fikcyjnej dokładności jest niedopuszczalne, gdyż prowadzi do otrzymywania zniekształconych wyników, a w konsekwencji do błędnych interpretacji. Uniknięcie obu wymienionych niebezpieczeństw wymaga poddawania wyników pomiarów tła szczególnie troskliwej analizie, przy czym istotne wnioski wyciągać można na pod-

stawie serii danych obejmujących znaczny przedział czasu, rzędu kilku lat. Analizy takie były podejmowane wcześniej w laboratorium gliwickim na przykładzie zestawu pomiarowego L1 (Pazdur et al, 1973, 1979, Pazdur, Walanus, 1979). Obecny artykuł zawiera analizę porównawczą tła zestawów licznikowych L1 i L3 za okres od 1979 do 1983 r. Przedstawiono również analizę źródeł tła zestawu licznikowego L3 oraz oszacowano możliwości dalszej redukcji tła, a tym samym zwiększenie zasięgu i dokładności pomiarów chronometrycznych.

2. DANE WYJŚCIOWE I METODA ANALIZY

Analizie poddano wyniki pomiarów tła wykonanych w okresie od 1978 roku do marca 1983 r. Łącznie w tym czasie na obu zestawach pomiarowych wykonano blisko 150 pomiarów tła, używając w tym celu dwutlenku węgla pochodzącego ze spalenia próbek węgla kamiennego. Zestaw pomiarowy L1 nie podlegał w tym czasie istotnym przeróbkom, wprowadzano jedynie drobne udoskonalenie osłon materiałowych oraz uruchomiono (w październiku 1978 r.) nową strukturę rejestrującą systemu CAMAC (por. Pazdur, Pazdur, 1984), opisaną w oddzielnym artykule (Bluszcz, Walanus, 1984). Zestaw pomiarowy L3 do jesieni 1981 roku używany był przy ciśnieniach CO_2 wynoszących 0,1 MPa i 0,2 MPa na przełomie 1981/82 dokonano całkowitej przeróbki zestawu wprowadzając poziome położenie licznika proporcjonalnego i zmieniając znaczną część osłon materiałowych. Zestaw ten w starej konfiguracji będzie oznaczany symbolem L3', oznaczenie L3 odnosić się będzie w dalszym ciągu artykułu wyłącznie do jego obecnego ustawienia. Licznik L3 używany jest wyłącznie przy ciśnieniu CO_2 wynoszącym 0,1 MPa.

Do opracowania statystycznego wyników pomiarów tła zastosowano metodę regresji liniowej (Brandt, 1971). Obliczenia wykonywane były w pięciu grupach danych, wyszczególnionych w tabeli 1, za pomocą programu na maszynę cyfrową ODRA napisanego w języku FORTRAN 1900 (Lubczyński, 1983). Wyniki pomiarów tła zestawu licznikowego L3 analizowano w trzech wersjach: a) uwzględniając wszystkie wyniki pomiarów tła z rozważonego okresu czasu, b) tylko wyniki pomiarów przy ciśnieniu CO_2 równym 0,2 MPa, c) tylko wyniki pomiarów wykonanych przy ciśnieniu 0,1 MPa.

Obliczenia szczegółowe objęły analizę następujących efektów:

1. Systematyczny spadek szybkości zliczeń tła wraz z upływem czasu.
2. Zależność szybkości zliczeń tła od parametru C określającego wydajność detekcji licznika proporcjonalnego.
3. Wpływ ciśnienia atmosferycznego oraz temperatury atmosfery na szybkość zliczeń tła oraz na szybkości zliczeń koincydencji L i N.

Tabela 1

Liczby analizowanych pomiarów oraz przedziały czasu objęte analizą

Zestaw pomiarowy	Liczba pomiarów	Liczba pomiarów odrzuconych	Przedział czasu
L1	68	10	IV 1979 - XI 1982 r.
L3'	56	23	IX 1978 - IX 1981
L3' (0,1 MPa)	23	10	"
L3' (0,2 MPa)	33	10	"
L3	18	0	III 1982 - III 1983

3. WYNIKI OBLICZEŃ I ICH DYSKUSJA

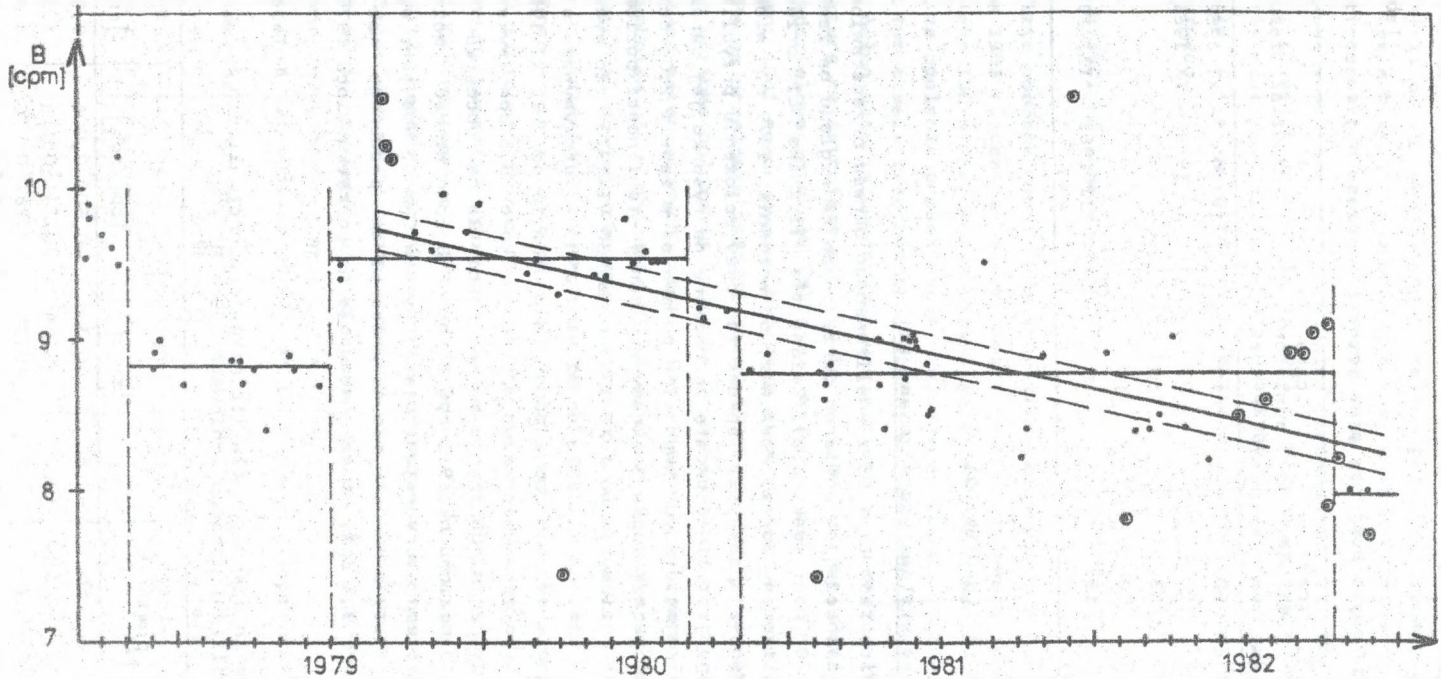
3.1. Długoterminowe systematyczne zmiany tła

Wartości tła liczników L1 i L3 z analizowanego okresu przedstawione są na rys. 1 i 2, z zaznaczeniem pomiarów odrzuconych ze względu na zawyżoną wartość parametru C (por. punkt 3.2). Zmiany tła licznika L1 przedstawiają dosyć skomplikowany obraz. Począwszy od września 1979 r. widoczna jest wyraźna tendencja spadku tła, spadek ten przy założeniu przybliżenia liniowego opisywany jest linią prostą zaznaczoną na rysunku,jej parametry wyznaczone metodą najmniejszych kwadratów podane są w tabeli 2.Oprócz tej tendencji wyróżnić jednak można 3 okresy względnej stabilności poziomu tła, zaznaczone liniami poziomymi: od 1 XI 1978 r. do 30 VI 1979 tło wynosiło w przybliżeniu 8,8 cpm, od VII 1979 do 31 VIII 1980 r. utrzymywało się na podwyższonym poziomie ok. 9,5 cpm i ponownie w okresie od 1. XI 1980 do 30 X 1982 r. wynosiło jak w pierwszym z okresów około 8,8 cpm, wykazując jednak znaczne fluktuacje. Obniżenie się wartości tła na początku października 1978 r. z poziomu ok. 9,5 cpm do ok. 8,8 cpm wiązać można z wprowadzeniem nowej aparatury rejestrującej system CAMAC. Nie jest wyjaśniona natomiast przyczyna wzrostu tła licznika L1 do podobnego jak poprzednio poziomu ok. 9,6 cpm, która nastąpiła na początku lipca 1979 r.

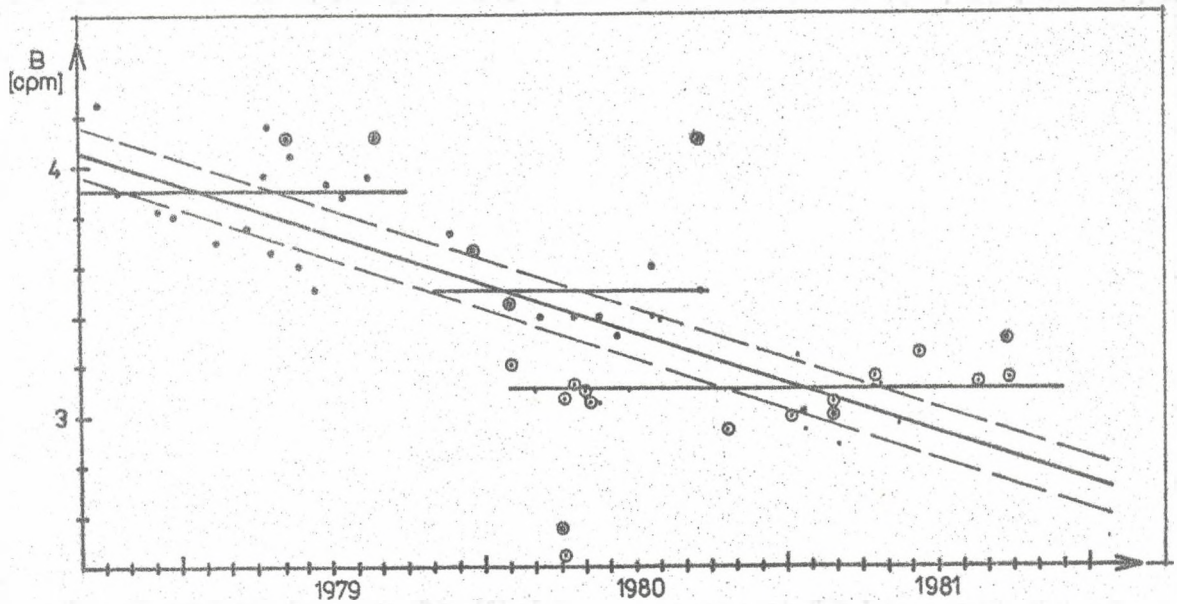
Tabela 2

Parametry zmian czasowych tła liczników proporcjonalnych w przybliżeniu spadku liniowego, $B = B_0 + at$

Zestaw pomiarowy	Liczba pomiarów	r	r_K (α=0,01)	a [cpm/rok]	B_0 [cpm]
L1	56	-0,80	-0,35	-0,600±0,006	9,95
L3' (0,1 MPa)	23	-0,32	-0,54	-0,141±0,112	3,362
L3' (0,2 MPa)	33	-0,63	-0,45	-0,287±0,070	4,005
L3	11	0,02	-0,75	0,006±0,090	1,975

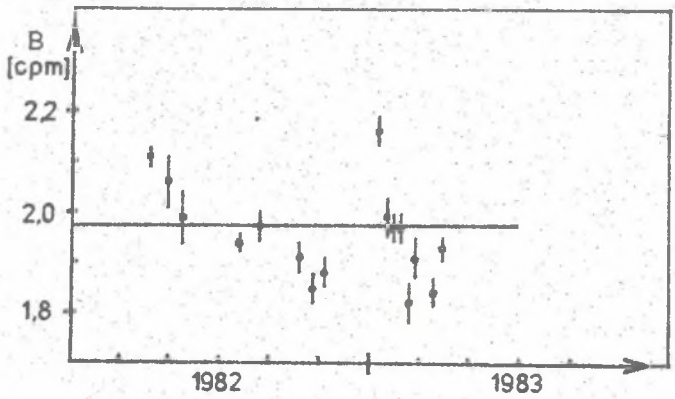


Rys. 1. Zmiany tła zestawu licznika L1 w okresie 1978-1982. Liniami poziomymi zaznaczono okresy stabilności tła, linie przerywane pionowe - skokowe zmiany tła. Linie ukośne: a) linia ciągła - prosta najmniejszych kwadratów opisująca spadek tła w modelu liniowego zaniku, b) linie przerywane - granice podwójnego błędu pojedynczego pomiaru (±2σ)



Rys. 2. Zmiany tła zestawu licznika L3' z zaznaczeniem pomiarów wykonywanych przy ciśnieniach 0,1 i 0,2 MPa (objaśnienia jak dla rys. 1)

Wartości tła licznika L3' przedstawione na rys. 2 wykazują podobny systematyczny spadek, jednak widoczny tylko przy pomiarach wykonywanych przy ciśnieniu CO_2 równym 0,2 MPa. Tło licznika L3' wypełnionego do ciśnienia 0,1 MPa nie wykazuje żadnych zmian czasowych w objętym pomiarami okresie blisko dwóch lat, tj. od początku 1980 do końca 1981 roku. Podobnie nie są zauważalne zmiany czasowe tła licznika L3 w okresie ponad rocznej jego eksploatacji (por. tab. 2, rys. 3).



Rys. 3. Wyniki pomiarów tła zestawu L3

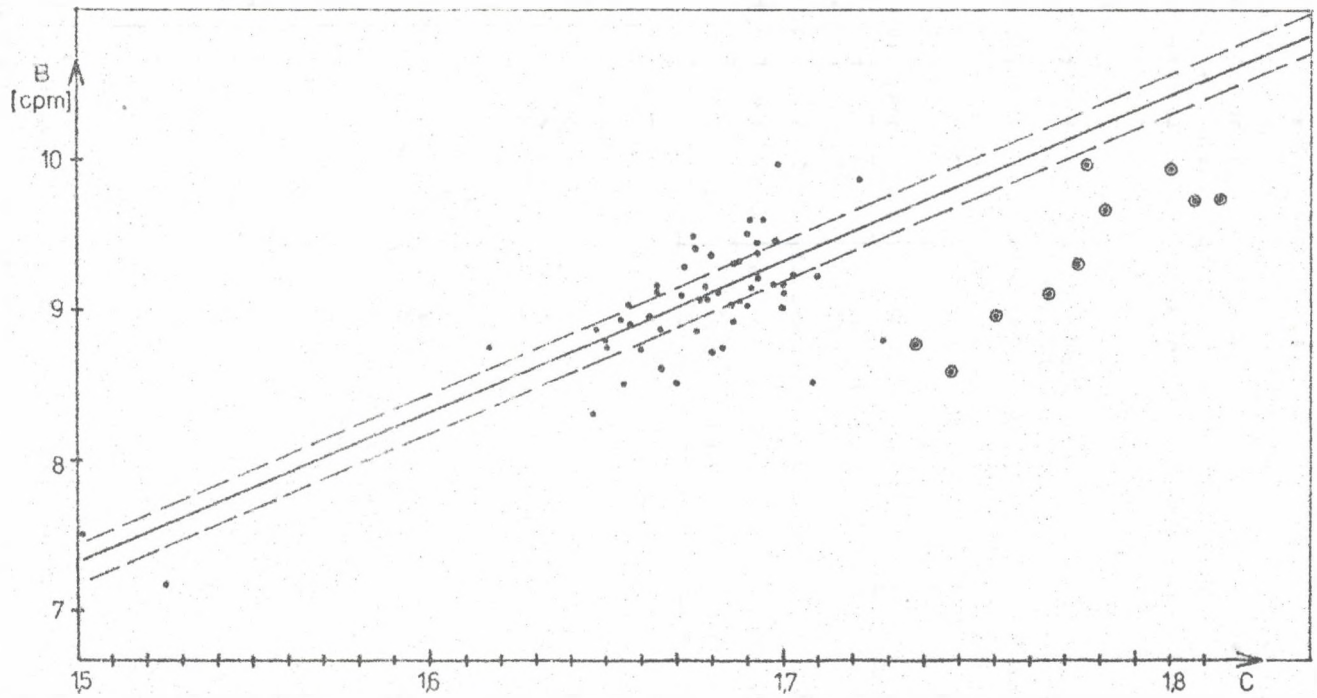
Zmiany czasowe tła o podobnym charakterze jak dla liczników L1 i L3' (przy 0,2 MPa) obserwowane są również w innych laboratoriach Nydal et al, 1977, 1980, El-Daoushy, Olsson, 1977, Grootes, 1977). Spadek szybkości zliczeń tła może być tłumaczony m.in. zanikiem promieniotwórczym zanieczyszczeń samego licznika proporcjonalnego (np. ^{144}Ce, Nydal et al, 1977) jak również osłon materiałowych (głównie ^{210}Pb, będący naturalną domieszką ołowiu stosowanego we wszystkich osłonach materiałowych).

3.2. Zależność szybkości zliczeń tła od parametru C

W laboratorium C-14 w Gliwicach jako miarę wydajności detekcji licznika proporcjonalnego wprowadza się parametr C, zdefiniowany wzorem (Pazdur et al, 1978):

$$C = \frac{L}{N}, \qquad (1)$$

gdzie L - szybkość zliczeń koincydencji między licznikiem proporcjonalnym a licznikami GM osłony, N - szybkość zliczeń koincydencji między dwiema częściami licznikowej osłony antykoincydencyjnej. Ponieważ parametr C wykorzystywany jest do korygowania wyników pomiarów wykonanych w warunkach odbiegających od standardowych, istotne jest zbadanie zależności B(C) w serii pomiarów z dostatecznie długiego przedziału czasu.



Rys. 4. Wartości tła zestawu L1 w funkcji parametru C. Linia ciągła oznacza prostą najmniejszych kwadratów, linie przerywane - granice podwojonego błędu pojedynczego pomiaru

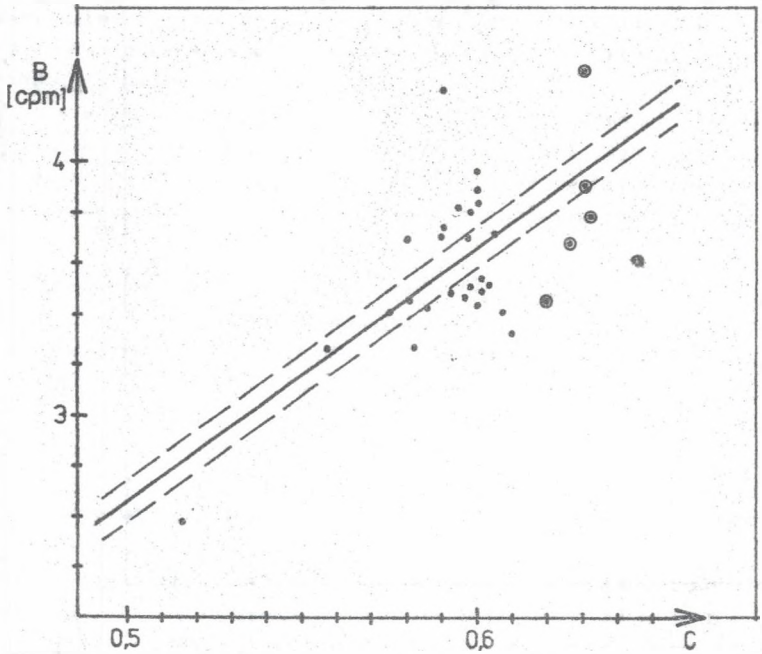
Do analizy wykorzystano wyniki pomiarów tła, zestawione w tabeli 1, skorygowane ze względu na zmiany czasowe przy użyciu prostych regresji o parametrach podanych w tabeli 2. Z analizy wykluczono pomiary o wyraźnie zawyżonych wartościach C, stosując kryterium B_2. Wyniki obliczeń wykonanych metodą najmniejszych kwadratów są zamieszczone w tabeli 3. Widoczna jest wyraźna korelacja między wartościami B i C dla zestawów licznikowych L1 i L3', zwłaszcza przy pomiarach wykonywanych przy ciśnieniu 1 atm. Za-

Tabela 3

Wyniki analizy zależności między szybkością zliczeń tła a parametrem C przy założeniu modelu liniowego $B = a + bC$

(σ_B i σ_r oznaczają odpowiednio dysperesje liczone względem wartości średniej $\bar{B}$ i względem prostej regresji)

Zestaw pomiarowy	Licz. próby	r	r_K (α=0,01)	b [cpm]	a [cpm]	$\bar{B}$ [cpm]	σ_B [cpm]	σ_r [cpm]
L1	58	0,73	0,32	10,42±1,29	-8,38	9,06	0,53	0,36
L3' (0,1 MPa)	13	0,90	0,68	11,32±1,53	-3,26	3,13	0,25	0,11
L3' (0,2 MPa)	26	0,59	0,49	9,65±2,61	-2,13	3,57	0,31	0,25
L3	13	0,41	0,68	11,15±6,93	-0,84	1,95	0,09	0,08



Rys. 5. Wartości tła zestawu L3' (0,1 MPa) w funkcji parametru C
Objaśnienie jak na rys. 4

leżności B od C dla licznika L1 i licznika L3' (0,1 MPa) przedstawiono na rys. 4 i 5. Na obu wykresach wyraźnie widoczne są też grupy punktów odrzuconych, można zauważyć, że punkty te wykazują podobną zależność B i C. Wyliczone wartości nachylenia $a = \Delta B/\Delta C$ dla prostych najmniejszych kwadratów poprowadzonych przez te grupy punktów są bardzo bliskie wartościom z grupy zasadniczej. Fakty te świadczą, że w przypadku omawianej grupy punktów odrzuconych nastąpiło zawyżenie wartości C, spowodowane zaniżeniem liczby N koincydencji między dwiema częściami osłony antykoincydencyjnej, co nie spowodowało równoczesnego zawyżenia wartości B. Interpretację tę potwierdza analiza rysunków 1 i 2, gdzie zaznaczone pomiary odrzucone ze względu na zawyżenie wartości C w większości przypadków nie odbiegają znacząco od średnicy wartości tła w danym przedziale czasu. Na uwagę zasługuje również wyraźna różnica współczynników korelacji między B i C dla zestawu L3' (0,1 MPa) i L3 przy praktycznie identycznych wartościach współczynnika kątowego zależności B(C). Słaba zależność B od parametru C dla zestawu L3 może być powodowana różnicą kształtu widmo amplitudowych impulsów tła i impulsów wywoływanych mionami, która stała się szczególnie istotna przy poziomym ustawieniu licznika proporcjonalnego. Podobne zjawisko obserwowano wcześniej przy próbach zaadoptowania metody parametru C do zestawów pomiarowych z licznikiem proporcjonalnym w ułożeniu poziomym (M.A. Geyh, 1981, inf. prywatna).
Z danych zawartych w tabeli 3 wyznaczyć można współczynnik określający zależność szybkości zliczeń tła od ciśnienia gazu wypełniającego licznik. Dla zestawu L3 wynosi on

$$\alpha_{PL} = \frac{1}{B}\frac{\Delta B}{\Delta_{PL}} = 13\% \text{ (1000 hPa)} \qquad (2)$$

i pokrywa się praktycznie z wartością cytowaną przez Grootesa (1977), wynoszącą 12,2% (1000 hPa). Wartość α_{PL} oszacowano dla zestawu L1 na podstawie pomiarów z lat 1971-75 wynosi 18,3% (1000 hPa) (Pazdur, Walanus 1979).

3.3. Zależność wartości tła od ciśnienia atmosferycznego

Ponieważ składowa mionowa stanowi istotny składnik tła zestawów pomiarowych, zatem wpływ ciśnienia atmosferycznego na natężenie strumienia mionów na powierzchni ziemi powoduje dodatkowe pozestatystyczne fluktuacje tła i odbija się w postaci systematycznej zależności wartości B od ciśnienia atmosferycznego. Zjawisko ciśnieniowej zależności tła obserwowane jest w wielu laboratoriach radiowęglowych (Tans, Mook, 1979, Hakenason, 1980, Nydal et al 1977, Grootes, 1977). W poprzednich analizach tła licznika L1 zależności ciśnieniowej tła nie stwierdzono (Pazdur, et al, 1973, Pazdur, Walanus, 1979), jednak oparte one były na mniejszej ilości danych a ponadto wartości tła użyte do obliczeń nie były korygowane na wydajność detekcji określaną parametrem C.

W celu dokładnego stwierdzenia tej zależności dla zestawu L1 i L3 wartości tła unormowano zgodnie ze stwierdzonymi wcześniej zależnościami B(C) do wartości nominalnej C_o (za którą przyjęto wartość średnią C z każdej serii pomiarów), eliminując w ten sposób rozrzut powodowany zmianami wydajności detekcji. Skorygowane wartości tła użyto do wyznaczenia współczynników korelacji z ciśnieniem atmosferycznym. Do obliczeń wykorzystano wartości ciśnienia dostarczane przez oddział IMGW w Katowicach (wartości oznaczone symbolem P_K), unormowane do temperatury 273 K oraz nienormowane wartości mierzone barometrem znajdującym się w laboratorium (oznaczone symbolem p_G). Ponadto badano zależności tła liczników proporcjonalnych bezpośrednio od szybkości zliczeń koincydencji N oraz zależność N od p_K i p_G.

Do wyznaczenia zależności N od p_G i p_K wykorzystano wyniki wszystkich pomiarów radiowęglowych, wykonanych w okresie X-XII 1982. Stwierdzono, że zależności te są istotne (przy poziomie istotności 0,01), przy czym wyższe wartości współczynnika korelacji otrzymano dla zależności N od p_G. Wynosiły one: dla zestawu L1 - $r(N, p_G) = -0{,}85$, dla zestawu L3 - $r(N, p_G) = -0{,}79$, a odpowiednie wartości parametru $\beta = \Delta N/\Delta p$ wynoszą $\beta_N(L1) = 0{,}28 \pm 0{,}03$ cpm/hPa, $\beta_N(L3) = -0{,}91 \pm 1{,}26$ cpm/hPa.

Nie stwierdzono istotnej korelacji między wartościami tła i ciśnienia atmosferycznego dla zestawu L1, otrzymano natomiast dla obu liczników (L1 i L3) istotne wartości współczynnika korelacji zmiennych B i N. Wynik ten tłumaczyć można faktem istnienia nieskompensowanych nadmiernych fluktuacji wartości B, maskujących zależność B od p i małym przedziałem zmian ciśnienia atmosferycznego. Korzystając jednak z podanych wyżej wartości współczynników $\beta = \Delta N/\Delta p$ oraz wyznaczonej zależności B(N) wyliczono zmiany tła wywoływane zmianami ciśnienia atmosferycznego na podstawie związku:

$$\beta_B = \frac{\Delta B}{\Delta p_K} = \frac{\Delta B}{\Delta N} \cdot \frac{\Delta N}{\Delta p_K} = \beta_N \cdot \frac{\Delta N}{\Delta p_K} \tag{3}$$

Odpowiednie wartości wynoszą: $\beta_B(L1) = -0{,}010$ cpm/hPa, $\beta_B(L3) = -3{,}64 \cdot 10^{-3}$ cpm/hPa. Wprowadzając analogiczny do (2) współczynnik zmian względnych

$$\alpha_{Pa} = \frac{1}{B} \frac{\Delta B}{\Delta p_{atm}} \quad 100\% \tag{4}$$

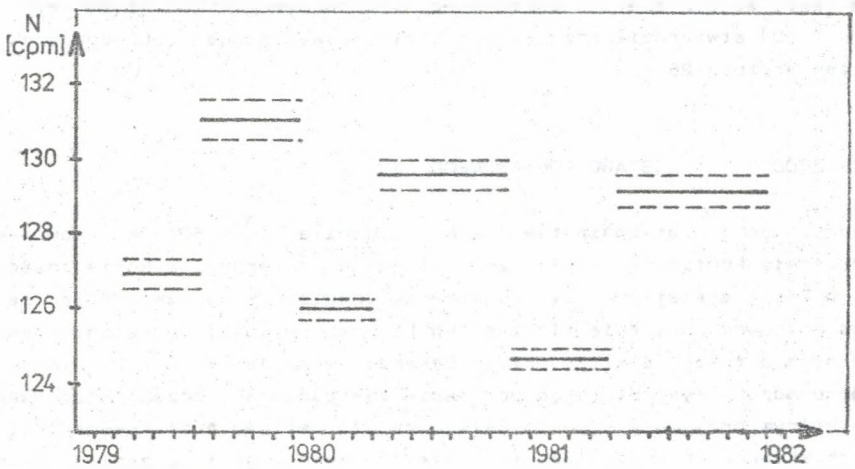
otrzymuje się:

dla zestawu L1 $\alpha_{pa} = -0{,}114$ %/hPa,
dla zestawu L3 $\alpha_{pa} = -0{,}165$ %/hPa.

Wartość uzyskana dla zestawu L3 jest prawie identyczna z wartościami wyznaczonymi dla zestawów pomiarowych stosowanych w laboratoriach radiowęglowych w Groningen (Tans, Mook, 1979), Lund (Hakansson, 1980) i Trondheim (Nydal et al, 1977).

3.4. Wpływ temperatury atmosfery na szybkość zliczeń koincydencji N i wartość tła B

Intensywność promieniowania kosmicznego docierającego do powierzchni ziemi zależy od temperatury atmosfery, a współczynnik temperaturowy tych zmian dla składowej mionowej szacowany jest na ~0,12%/K (wg Encyclopedia of Physics, vol. XLVI/1, Springer Verlag, Berlin, 1961, s. 313) Wobec stwierdzonej istotnej zależności tła B od szybkości zliczeń koincydencji N wynika stąd pośrednia zależność wartości tła od temperatury atmosfery. Ponieważ nie dysponowano zestawieniami temperatur dobowych dla objętego analizę przedziału czasu (1978-1982), podzielono cały ten okres na sześć podprzedziałów odpowiadających w przybliżeniu kolejnym cyklom lato-zima. Stwierdzono, że wartości N z miesięcy zimowych są wyższe niż z miesięcy letnich, wahania N dla zestawu L1 wynoszą ok. 3,6% wartości średniej N obliczonej z całego wieloletniego przedziału (rys. 6). Współczynniki korelacji $r(N,p_K)$ dla każdego z tych sześciu przedziałów są wysokie, zawierają się w granicach od -0,6 do -0,9 (Lubczyński, 1983, Tab. 7.6), podczas gdy wartość obliczona dla całej populacji obejmującej okres od 1 XI 1979 r. do 1 VI 1982 r. wynosi tylko -0,27. Oznacza to, że stosowanie współczynnika ciśnieniowego α_{pa} do korygowania zmierzonych wartości tła powinno być ograniczone do przedziałów czasu rzędu kilku miesięcy; stosowanie tak zdefiniowanej poprawki w większych przedziałach czasu jest niewystarczające dla skompensowania wpływu zmian strumienia mionów.



Rys. 6. Sezonowe wahania szybkości zliczeń koincydencji N dla zestawu licznika L1

Przyjmując podobnie jak w poprzednim rozdziale

$$\frac{\Delta B}{\Delta T} = \frac{\Delta B}{\Delta N} \cdot \frac{\Delta N}{\Delta T} \tag{5}$$

można oszacować przybliżoną wartość współczynnika temperaturowej zależności tła

$$\alpha_T = \frac{1}{B} \cdot \frac{\Delta B}{\Delta T} \cdot 100\%. \tag{6}$$

Zakładając, że ΔN równe jest średniej różnicy między poszczególnymi okresami zaznaczonymi na rys. 6, $\Delta N = 4{,}23$ cpm oraz że okresy te odpowiadają różnicy temperatur wynoszącej $\Delta T = 20$ K, otrzymuje się dla zestawu L3 wartości:

$$\frac{\Delta B}{\Delta T} = -8{,}46 \cdot 10^{-4} \text{ cpm/K},$$

$$\alpha_T = -0{,}043 \ \%/\text{K}.$$

Podane wartości odpowiadają zmianom tła licznika L3 wynoszącym $B = 0{,}017$ cpm przy zmianach temperatury atmosfery o $\Delta T = 20$ K. Wartości te są porównywalne z błędem poissonowskim pomiaru tła, wynoszącym $S_B = 0{,}028$ cpm (przy typowym czasie trwania pomiaru równym 2500 minut). Na podkreślenie zasługuje fakt, że dla zestawu pomiarowego o podobnym tle ($B = 1{,}80$ cpm) Hakansson (1980) stwierdził różnice wartości tła wynoszące 0,02 cpm przy zmianach temperatury 25 K.

4. ANALIZA ŹRÓDEŁ TŁA ZESTAWU POMIAROWEGO L3

Fakt znacznego zmniejszenia tła zestawu licznika L3 (o 50% w porównaniu z poprzednią konfiguracją L3) zwrócił uwagę autorów na konieczność dokonania dokładniejszej analizy pochodzenia impulsów tła, zwłaszcza ze względu na pożądane obniżenie tła zestawu L1 oraz wykorzystanie informacji uzyskanych z takiej analizy przy uruchamianiu zestawów L2 i L4. Analizę przeprowadzono wykorzystując podejście zastosowane przez Grootesa (1977), w którym przyjmuje się, że całkowite tło zestawu pomiarowego jest sumą trzech składowych: a) składowej stałej S, pochodzącej od zanieczyszczeń radioaktywnych samego licznika proporcjonalnego, liczników osłon GM oraz osłon materiałowych, b) składowej mionowej M, c) składowej nukleonowej N. Składowe M i N są zależne od ciśnienia atmosferycznego. Związki między składowymi S, M i N oraz tłem B licznika proporcjonalnego są określone dwoma prostymi równaniami:

$$S + M + N = B, \tag{7}$$

$$\alpha_{pM} M + \alpha_{pN} N = \alpha_p B, \tag{8}$$

gdzie α_{pM} i α_{pN} oznaczają współczynniki ciśnieniowej zależności strumienia mionów i nukleonów docierających do licznika, zaś α_p jest współczynnikiem ciśnieniowej zależności tła (wzór (4)). Trzeci związek, pozwalający na wyliczenie wartości S, M i N, można otrzymać wykonując pomiar tła po umieszczeniu dodatkowej osłony materiałowej, powodującej X-krotny spadek składowej mionowej i Y-krotny spadek składowej nukleonowej. Oznaczając przez B wartość tła zmierzoną przy dodatkowej osłonie otrzymuje się:

$$M/X + N/Y = B - B'. \tag{9}$$

W tabeli 4 zestawiono wartości S, M i N wyliczone, przy założeniu że składowa stała S wynosi 25%, 50% i 75% obecnej wartości B oraz odpowiadające tym założeniom wydajności osłon antykoincydencyjnych. W ostatniej kolumnie tabeli 4 podano przewidywane w tych trzech przypadkach wartości spadku tła po powiększeniu osłony materiałowej o dodatkową warstwę żelaza o grubości 30 cm.

Tabela 4

Składowe tła zestawu licznikowego L3

W - wydajność osłon antykoincydencyjnych; ΔB - przewidywany spadek tła

S	M [cpm]	N [cpm]	W [%]	ΔB [cpm]
25% B = 0,49 cpm	1,25	0,21	98,9	0,23
50% B = 0,97 cpm	0,66	0,32	99,4	0,29
75% B = 1,46 cpm	0,05	0,44	99,96	0,34

LITERATURA

Bluszcz A., Walanus A., 1984, Rejestracja pomiaru w Laboratorium C-14 w Gliwicach; Zesz. Nauk. Pol. Śl., Seria Mat.-Fiz., Geochronometria, Nr 1, w druku.

Brandt S., 1971, Metody statystyczne i obliczeniowe analizy danych; PWN, Warszawa.

El-Daoushy M.F.A.F., Olsson I.U., 1977, An improved proportional counter for low-level counting with high efficiency; [w:] P. Povinec, S. Usacev (eds.), Low - Radioactivity Measurements and Applications; Slov. Pedagog. Naklad., Bratislava, 85-89.

Grootes P.M., 1977, Thermal diffusion isotopic enrichment and radiocarbon dating beyond 50,000 years B.P.: Ph. D. Thesis, Groningen Univ., Groningen.

Hakenason S., 1980, Temperature dependent seasonal variation of the background in counters used for radiocarbon dating; Radiocarbon, 22, 448--454.

Lubczyński W., 1983, Analiza statystyczna długookresowej stabilności i reprodukowalności warunków pracy liczników proporcjonalnych, praca dyplomowa magisterska; Pol. Śląska Gliwice.

Nydal R., Gullikson S., Lovseth K., 1977, Proportional counters and shielding for low level gas counting; [w:] P. Povinec, S. Usacev, (eds.), Low - Radioactivity Measurements and applications; Slov. Pedagog. Naklad., Bratislava, 77-84.

Nydal R., Gullikson S., Lovseth K., 1980, An analysis of shielding efficiency for ^{14}C counters; Radiocarbon, 22, 470-478.

Pazdur A., Pazdur M.F., 1984, Aparatura pomiarowa Laboratorium ^{14}C w Gliwicach. Doświadczenia konstrukcyjne i eksploatacyjne; Zesz. Nauk. Pol. Śl., Seria Mat.-Fiz., Geochronometria, Nr 1, w druku.

Pazdur M., Kostkiewicz E., Mościcki W., Pazdur A., Pomykała W., Zastawny A., 1973, Analiza statystyczna wyników pomiarów tła i standardu oraz analiza korelacji pomiędzy parametrami fizycznymi wpływającymi na punkt pracy licznika pomiarowego; Zesz. Nauk. Pol. Śl., Seria Mat.-Fiz., z. 23, 51-69.

Pazdur M.F., Mościcki W., Pazdur A., Zastawny A., 1979, Pomiary kalibracyjne szybkości zliczeń tła licznika proporcjonalnego i standardu aktywności C-14 współczesnej biosfery; Zesz. Nauk. Pol. Śl., Seria Mat.-Fiz., Z. 32, 81-90.

Pazdur M.F., Walanus A., 1979, Analiza długookresowej stabilności warunków pracy aparatury pomiarowej w Laboratorium C-14; Zesz. Nauk. Pol. Śl., Seria Mat.-Fiz., Z. 32, 111-120.

Pazdur M.F., Walanus A., Mościcki W., 1978, A method of continuous examination of counting efficiency during measurements of natural radiocarbon by a CO_2 - filled proportional counter; Nuclear Instr. Methods, 151- 541-547.

Tans P.P., Mook W.G., 1979, Design, construction and calibration of a high accuracy carbon - 14 counting set-up, Radiocarbon; 21, 22-40.

АНАЛИЗ ФЛУКТУАЦИИ И КОМПОНЕНТОВ ФОНА ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ СЧЁТЧИКОВ В ГЛИВИЦКОЙ РАДИОУГЛЕРОДНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Р е з ю м е

В статье анализируют результаты измерений фона пропорциональных счётчиков L1 и L3, выполненных с 1978 г. до марта 1983 г. Обнаружено систематическое снижение уровня фона пропорциональных счётчиков L1 и L3. В новой установке счётчика L3 снижения фона не наблюдается. Определено методом наименьших квадратов коэффициенты зависимости B(C) для счётчиков L1 и L3 и зависимость фона счётчика L3 от давления CO_2 выполняющего счётчик. Обнаружено зависимость фона от атмосферного давления и температуры атмосферы. Опираясь на литературных данных и вычисленных значениях коэффициентов зависимости фона от атмосферного давления произведено оценку компонентов фона установки счётчика L3.

AN ANALYSIS OF FLUCTUATIONS AND COMPONENTS OF THE BACKGROUND OF PROPORTIONAL COUNTERS USED IN GLIWICE RADIOCARBON LABORATORY

S u m m a r y

The article presents an analysis of the results of measurements of bakcground counting rate of proportional counters L1 and L3 made from 1978 until March 1983. Systematical decrease of the background of the counter L1 during this period has been found and similar decrease for counter L3 in the period 1978-1981. No significant changes of background counting rate of the L3 counter have been noted in its new configuration. The coefficients of the least-squares line B(C) are calculated for both L1 and L3 counters and the dependence of background counting rate on pressure of the filling gas is estimated for counter L3. The effect of atmospheric pressure and temperature on background counting rate has been found. Basing on literature data and estimated value of the coefficient of the dependence of background counting rate on atmospheric pressure the components of the background of L3 counter have been estimated.