ZESZYTY NAUKOWE WYŻSZEJ SZKOŁY PEDAGOGICZNEJ W BYDGOSZCZY
Studia Przyrodnicze 1990 z.7

WALTER WEGNER
WSP w Bydgoszczy

# EKSTYNKCJA ATMOSFERYCZNA W BYDGOSZCZY - I

## 1. Wprowadzenie

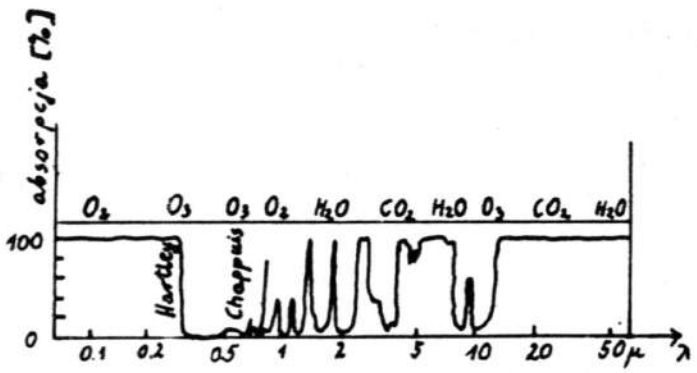
Rozkład przestrzenny i zmiany w czasie promieniowania słonecznego, dochodzącego do powierzchni Ziemi nad obszarami Polski, nie są dotychczas dostatecznie poznane. Interesujące na ten temat opracowania[3] mają charakter fragmentaryczny, dlatego też nie ma dostatecznych podstaw do przeprowadzenia charakterystyki i oceny warunków umożliwiających występowanie określonych procesów fotochemicznych w bydgoskim regionie klimatycznym. Analiza sum promieniowania całkowitego dla niektórych miejscowości w Polsce [4] nie potwierdza spodziewanej prawidłowości rozkładu przestrzennego promieniowania słonecznego, polegającego na jego wzroście w miarę przesuwania się ku południowi. Fakt ten można uzasadnić wpływem czynników ubocznych, wśród których istotną rolę odgrywa zachmurzenie, ale i nie bez znaczenia jest zapewne, zwłaszcza w niektórych rejonach kraju, stan zanieczyszczenia atmosfery.

Do oceny warunków występowania fotechemicznych procesów zanieczyszczeń konieczna byłaby znajomość ilościowego udziału promieniowania w różnych przedziałach widma. Badania takie nie były w Polsce prowadzone. Można jednak stwierdzić, że wobec częstego zachmurzenia, nie ma sprzyjających warunków powstawania/w wyniku procesów fotochemicznych/ konwersji zanieczyszczeń. Obecność zanieczyszczeń w atmosferze powoduje zmiany w usłonecznieniu przyczyniające się do zmian struktury fizycznej i chemicznej powietrza atmosferycznego 7 /badania usłonecznienia w Bydgoszczy będą publikowane w następnych artykułach/.Straty promie-

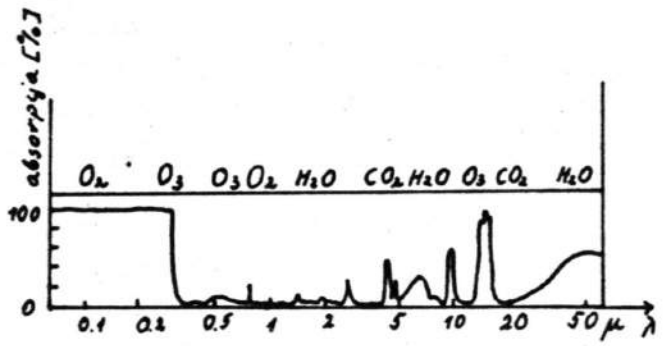
niowania są w dużym przybliżeniu proporcjonalne do stężenia zanieczyszczeń,największe zaś dotyczą promieniowania ultrafioletowego, stanowiącego 1 % całkowitego promieniowania słonecznego. Ze względu na to, że promieniowanie ultrafioletowe wykazuje aktywność biologiczną, straty tego promieniowana są szczególnie dotkliwie odczuwane.

Osłabienie promieniowania i zmniejszenie usłonecznienia spowodowane bywa zapyleniem i zadymieniem powietrza nie tylko pochodzenia lokalnego, ale zanieczyszczeniami przynoszonymi w pewnych sytuacjach metoeorologicznych z bardzo odległych nawet źródeł emisji.

Każde promieniowanie przechodząc przez atmosferę ziemską ulega pochłanianiu selektywnemu lub nieselektywnemu, rozpraszaniu i odbiciu. Zjawisko to nosi nazwę ekstynkcji atmosferycznej. Skrajnie ultrafioletowa część widma zostaje już częściowo absorbowana przez cząsteczki tlenu i azotu w heterosferze. Stratosfera ogrzewana jest głównie promieniowaniem absorbowanym silnie przez ozon w paśmie Hartleya na wysokości 30-50 km. Wreszcie w troposferze para wodna absorbuje szereg pasm w podczerwieni. Na Rys. 1 przedstawiono wykres absoprcji, jakiej ulega promieniowanie po przejściu przez całą atmosferę, a na Rys.2 po przejściu przez zewnętrzne warstwy aż do tropopauzy.




Rys. 1. Absorpcja promieniowania po przejściu całej atmosfery




Rys. 2. Absorpcja promieniowania po przejściu warstw leżących wyżej niż 11 km

Istnieje kilka metod wyznaczania ekstynkcji atmosferycznej. Opierają się one bądź to na pomiarach promieniowania przechodzącego przez atmosferę ziemską w nocy - a więc mierzonym promieniowaniem jest promieniowanie wybranej gwiazdy lub grupy gwiazd, względnie obserwacje prowadzimy w dzień w oparciu o promieniowanie Słońca.

W pierwszym przypadku wyznaczamy w postaci tabel dla danej miejscowości tzw. współczynnik ekstynkcji atmosferycznej k, względnie współczynnik przezroczystości p , w drugim przypadku wyznaczamy również w postaci tabel tzw. współczynnik zmętnienia $\Theta$ . Ogólnie, metody te polegają na naziemnych pomiarach natężenia promieniowania w wybranej długości fali, względnie kilku długościach fal, względnie mierzymy całkowite promieniowanie przy kilku różnych położeniach obserwowanego ciała na niebie. Tablice średniej ekstynkcji atmosferycznej dla danej miejscowości zawierają wartość współczynnika ekstynkcji w funkcji odległości zenitalnej z /częściej w funkcji mas powietrza $F_z$/. Wartość współczynnika ekstynkcji atmosferycznej uzależniona jest między innymi od wysokości miejsca obserwacji nad poziomem morza i od zawartości w dolnych warstwach atmosfery pary wodnej i innych składników zmiennych w czasie.

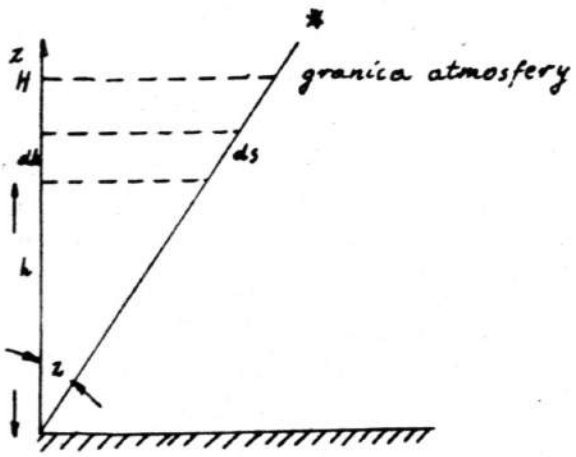
W niniejszej pracy przedstawiono wstępne wyniki wyznaczenia "nocnej" ekstynkcji atmosferycznej w Bydgoszczy w zakresie wizualnym. Mierzonym promieniowaniem było promieniowanie wybranej grupy gwiazd. Stosowano metodę Argelandera wizualnego porównywania jasności gwiazd w funkcji odległości zenitalnych, dokładniej, w funkcji mas powietrza.

Publikowane w niniejszej pracy dane o ekstynkcji atmosferycznej w Bydgoszczy odnoszą się do okresu 1 stycznia - 30 marca 1986. Obserwacje dalsze, tj. od 1 kwietnia do końca roku 1986 wraz ze szczegółową analizą przedstawione będą w II części publikacji.

Wyniki wyznaczenia "dziennej" ekstynkcji atmosferycznej w Bydgoszczy przedstawione będą również w następnych publikacjach.

## 2. Podstawowe równania teorii ekstynkcji

Rozpatrzmy, w jaki sposób ilość przepuszczonego światła $I_\lambda$ w jakiejś długości fali zależy od grubości warstwy h, przez którą przechodzi promieniowanie. Wyodrębnijmy w myśli warstwę o grubości dh - Rys. 3.




Rys. 3. W zależności od odległości zenitalnej obserwowanego ciała zmienia się grubość warstwy atmosfery, przez którą przechodzi promieniowanie

Ubytek natężenia promieniowania w tej warstwie - $dI_\lambda$ jest proporcjonalny do ilości promieniowania padającego $I_\lambda$ zależnością

$$\frac{dI_\lambda}{I_\lambda} = dp_\lambda = -\rho(h)\, k(\lambda)\, dh \sec z \qquad /1/$$

gdzie $p_\lambda$ jest współczynnikiem przezroczystości atmosfery, $\rho$ jest gęstością atmosfery i zależy tylko od wysokości h warstwy nad poziomem morza, $k_\lambda$ jest stałą zależną tylko od długości fali, ds jest różniczką drogi promienia, której rzut na oś z wynosi dh.
Całkując to wyrażenie otrzymujemy całkowitą stratę w stosunku do promieniowania przychodzącego na granicy atmosfery.

$$p_\lambda = \frac{I_\lambda}{I_{o,\lambda}} = e^{-k_\lambda \sec z \int_o^H \rho(h)\, dh} = e^{-\tau_\lambda} \qquad /2/$$

gdzie H jest wysokością atmosfery, $I_{o,\lambda}$ - natężeniem promieniowania na krańcach atmosfery, $I_\lambda$ - natężeniem promieniowania w miejscu obserwacji na powierzchni Ziemi, z oznacza odległość zenitalną ciała obserwowanego, $\tau_\lambda$ nosi nazwę grubości optycznej ośrodka.

W pomiarach astrofizycznych, natężenia I obserwowanych ciał wyrażany w wielkościach gwiazdowych m /magnitudach/.
Jeśli oznaczymy przez I i $I_o$ oświetlenia, jakie otrzymuje obserwator na Ziemi, to m i $m_o$ są jasnościami dwóch gwiazd wyrażone w wielkościach gwiazdowych

$$m - m_o = -2.5 \log \frac{I}{I_o} \qquad /3/$$

Aby przejść więc do wielkości gwiazdowych, zlogarytmujemy obie strony wyrażenia /2/ i po pomnożeniu przez - 2,5 otrzymujemy

$$m - m_o = A(\lambda) \sec z \qquad /4/$$

gdzie m jest obserwowaną jasnością, $m_o$ jasnością, którą obserwowalibyśmy, gdybyśmy usunęli atmosferę, $A(\lambda)$ oznacza stałą,

zależną tylko od długości fali obserwowanego promieniowania.

Wielkość $m - m_o$ nazywamy ekstynkcją atmosferyczną. $A(\lambda)$ jest więc wartością ekstynkcji w zenicie. Wykonując więc co najmniej dwie obserwacje jasności tej samej **gwiazdy** przy dwóch różnych odległościach zenitalnych, mamy dwa związki typu/4/ z których jako dwie niewiadome znajdziemy $m_o$ i A.

Jeśli obserwacji dokonujemy nie w układzie monochromatycznym, lecz obejmującym cały zakres długości fal promieniowania, wówczas $A(\lambda)$ jest nie tylko funkcją układu fotometrycznego, lecz również temperatury /typu widmowego gwiazdy/.

Jeśli obserwacji dokonywać będziemy w większych odległościach zenitalnych niż $60^o$, wówczas w rachunkach należy uwzględnić sferyczność warstw atmosfery. Przy założeniu, że skład atmosfery jest stały i przyjmując sferyczność warstw atmosfery, przy całkowaniu równania /2/ otrzymujemy

$$p_\lambda = e^{-k_\lambda M_z} \qquad /5/$$

gdzie $M_z$ jest masą atmosfery w walcu o podstawie równej jedności i wysokości równej drodze promienia w atmosferze ziemskiej.

Przechodząc do wielości gwiazdowych otrzymujemy wyrażenia analogiczne do /4/

$$m - m_o = A(\lambda, T)\, M_z \qquad /6/$$

oraz dla $z=0^o$

$$m^o - m_o = A(\lambda, T)\, M_o \qquad /7/$$

gdzie $M_o$ jest wielkością stałą i oznacza wartość M dla $z = 0^o$, $m^o$ - ekstynkcję w zenicie.

Odejmując od siebie stronami powyższe dwa równania otrzymujemy

$$m - m^o = A(\lambda, T)\, M_o\left(\frac{M_z}{M_o} - 1\right) = k(\lambda, T)(F_z - 1) \qquad /8/$$

W powyższym wyrażeniu $\frac{M_z}{M_o} = F_z$ nosi nazwę "masy atmosferycznej". Jest to wielkość, której wartość niewiele się różni od wartości sec z dla $z\ 75^o$.

## 3. Materiał obserwacyjny i metoda pracy

We wszystkich metodach fotometrii wizualnej instancją pomiarową jest oko. Znaną właściwością oka jest to, że ocenia ono znacznie dokładniej jednakowe wrażenia, niż wtedy, gdy wrażenia są różne i oko ocenia różnicę wrażeń. Dlatego, też najbardziej rozpowszechnionymi metodami fotometrii wizualnej są te, w których w jakikolwiek sposób zmienia się jasność jednego z obiektów badanych tak, aby otrzymane wrażenie zrównało się z wrażeniem otrzymywanym przy oglądaniu innego obiektu. Przy fotometrii punktowej uzyskujemy dokładność jednej obserwacji rzędu $\pm 0^m.08$. Najprostszą ze wszystkich metod fotometrii jest ocena "na oko". Stosujemy ją wówczas, gdy nie chodzi nam o dokładność wykonywanego pomiaru wyższą niż $\pm 0^m.1$.

Metoda oceny jasności gwiazd "na oko" została wprowadzona przez Argelandera. Metoda ta jest powszechnie stosowania przez obserwatorów gwiazd zmiennych. Modyfikacjami tej metody jest metoda Pickieringa lub metoda Błażki - Nijlanda.

Metoda Argelandera polega na bezpośrednim porównaniu jasności jednej gwiazdy z jasnością innych. Jako jednostki używamy tzw. "stopnia", który jest miarą najmniejszej różnicy jasności, dającej się jednak wykryć przez danego obserwatora. Jeśli stwierdzimy, że dwie gwiazdy różnią się pod względem jasności tak, że fakt ten możemy wykryć, to różnicę tych jasności ocenimy jako jeden stopień i zapisujemy $x_1 1 x_2$ co oznacza, że gwiazda $x_1$ jest o jeden stopień jaśniejsza od gwiazdy $x_2$. Nieco większą różnicę oceniamy jako dwa stopnie $x_1 2 x_2$, jeszcze większą - jako trzy stopnie $x_1 3 x_2$. Znając wartość liczbową "swojego" stopnia w wielkościach gwiazdowych można nawet z pojedynczej obserwacji określić jasność dowolnej gwiazdy. Można nie znać w tej metodzie w ogóle jasności gwiazd porównania, a wynik końcowy wyrazić w swoich "stopniach".

Fotometria "na oko" posiada wiele błędów systematycznych trudnych nieraz do uniknięcia i wyeliminowania. Najważniejsze z nich to:

- różnica barw gwiazd porównania utrudnia dokonywanie obserwacji i wprowadza błędy systematyczne,

- błąd pozycyjny przejawia się w tym, że wynik obserwacji zależy od kąta, jaki tworzy koło deklinacji z kołem wysokości przechodzącym przez dane miejsce na niebie,
- błąd skali przejawia się w tym, że przy dużych różnicach jasności, nasze błędy odbiegają od prawa Webera - Fechnera.

Wymienione powyżej główne błędy systematyczne nie są jedynymi, jednakże w trakcie obserwacji i opracowywania materiału starano się je wyodrębniać i eliminować. Błąd barwy można znacznie zmniejszyć porównując jasności gwiazd o zbliżonej barwie, błąd pozycyjny można zmniejszyć dokonując oceny jasności tych samych gwiazd przeprowadzając obserwację wraz ze wzrostem odległości zenitalnych i odwrotnie. Błąd skali można zmniejszyć wybierając z katalogu jasności gwiazd, gwiazdy o niewielkim interwale jasności, np. $\Delta m_V = 1^m$.

Obserwacji wizualnych jasności gwiazd dokonywano w Bydgoszczy w każdą pogodę noc na stanowisku 1,2 lub na obu. Stanowisko 1 znajdowało się w pobliżu placu przy szpitalu Zakładów Chemicznych. Stanowisko 2 znajdowało się na placu szkolnym Szkoły Podstawowej nr 14 przy ulicy Żmudzkiej. Pewną liczbę obserwacji dokonano na terenie ogrodów działkowych w Prądocinie gmina Nowa Wieś Wielka /20 km od centrum Bydgoszczy w kierunku na Inowrocław - stanowisko 3/.

W celu ujednolicenia materiału obserwacyjnego starano się dokonywać obserwacji o tej samej godzinie czasu uniwersalnego /TU/. Wykaz gwiazd porównania, ich oznaczenie, nazwę, współrzędne równikowe $\alpha_{1950}$, $\delta_{1950}$, jasność wizualną V, typ widmowy Sp, wskaźnik barwy B - V przedstawia Tabela 1. Powyższe dane zaczerpnięto z pracy 1. Mapę identyfikacyjną gwiazd porównania przedstawia Rys. 6.

Łącznie wybrano 76 gwiazd porównania możliwych do obserwacji w ciągu całego roku w interwale jasności od $V = 2^m$ do $V = 3^m$. Część powyższych gwiazd podejrzana jest o zmienność /przy tych gwiazdach w kolumnie jasności wizualna V umieszczono dwukropek/, jednakże wielość ewentualnych zmian jasności leży znacznie poniżej dokładności oceny jasności stosowanej przez autora metody Argelandera.

Wybór jasnych gwiazd został podyktowany tym, że obserwacje wizualne prowadzono w niewielkiej odległości od centrum oświetlonego nocą dużego miasta. Przeważająca liczba obserwacji dokonywana zaraz po zapadnięciu zmroku przeprowadzana była na stanowisku 1 oddalonym od centrum miasta o około 8 km, obserwacje na stanowisku 2 /3 km od centrum miasta/przeprowadzano w pobliżu miejsca zamieszkania autora, gdy światła w okolicznych wieżowcach nie rozjaśniały zbytnio tła nocnego nieba.

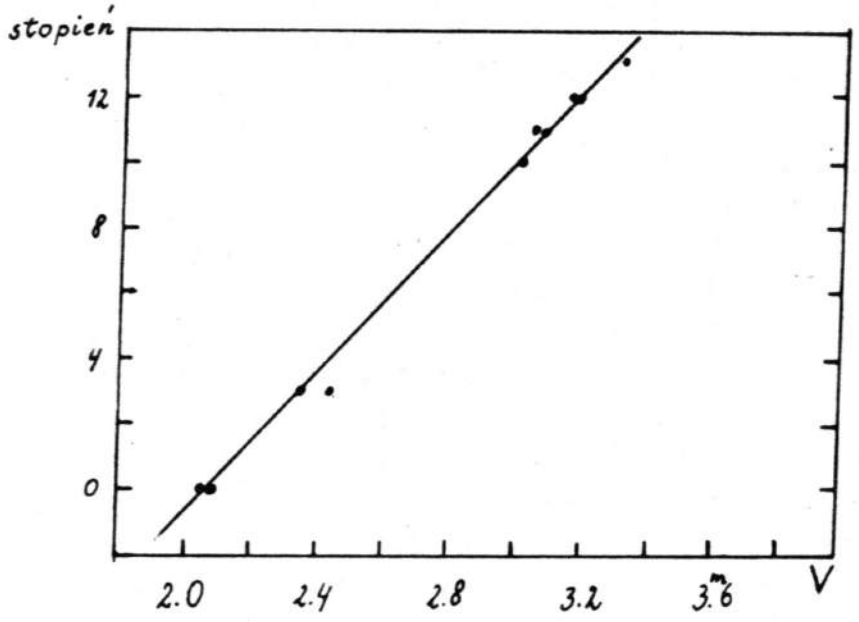
W Tabeli 2 zamieszczono informacje dotyczące miejsca, czasu oraz warunków meteorologicznych. Dane meteorologiczne uzyskano na stacji meteorologicznej [8] IMUZ w Bydgoszczy($\varphi = 53^{\circ}08'$ $\lambda = 18^{\circ}01'$ $h = 46{,}5$ m). W kolumnie "Zachmurzenie" podano informację o stopniu zachmurzenia w 11 stopniowej skali /0 - oznacza brak chmur, 10 - niebo w 100 % zachmurzone/ o godz. $18^{oo}$ czasu uniwersalnego i o godz. $6^{oo}$ dnia następnego. W kolumnie "Kierunek i prędkość wiatru" literą C oznaczono "cisza". Kolumna "Widzialność" zawiera ocenę przezroczystości atmosfery według kryteriów zamieszczonych w Tabeli 3.

W ostatniej kolumnie Tabeli 2 zamieszczono ocenę przezroczystości atmosfery "stopnie pogody" notowaną przez różnych pracowników Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Ocena ta dotyczy miejscowości Piwnice k/Torunia, gdzie zlokalizowane jest Obserwatorium Astronomiczne. $P_0$ oznacza bardzo przezroczystą atmosferę z gwiazdami widocznymi aż po horyzont i czarnym tłem nieba, $P_3$- gwiazdy słabsze /około $5^m$/ są widoczne jedynie na małych odległościach zenitalnych $z > 60^{\circ}$. Wartości średnich współczynników ekstynkcji atmosferycznej w zakresie fotowizualnym i fotograficznym dla Piwnic i dla różnych stopni pogody były wyznaczone przez R.Głębockiego [2]oraz przez autora i są publikowane w pracach[5] , [6] Ich wartości przedstawia Tabela 4.

Każdej nocy, przed przystąpieniem do właściwych ocen jakości gwiazd porównania wyznaczono "skalę stopniową" używając gwiazd zamieszczonych w Tabeli 1 oraz gwiazd nieco słabszych $3^m.00 < V < 3^m.50$ tej samej okolicy nieba, znajdujących się mniej więcej na tej samej odległości zenitalnej np. $z = 30^{\circ} \pm 10^{\circ}$. Przykła-

dowy zapis ocen jasności 10 gwiazd w dniu 1 III 1986 r. o godz. $22^{oo}$ czasu uniwersalnego i przypisanym tym jasnościom "stopniom" przedstawia poniższy ciąg obserwacyjny oraz Rys. 4.

$x_{38}x_{42}{}^{3}x_{27}x_{30}{}^{6}x_{77}{}^{1}x_{78}x_{82}{}^{1}x_{79}x_{80}{}^{1}x_{81}$

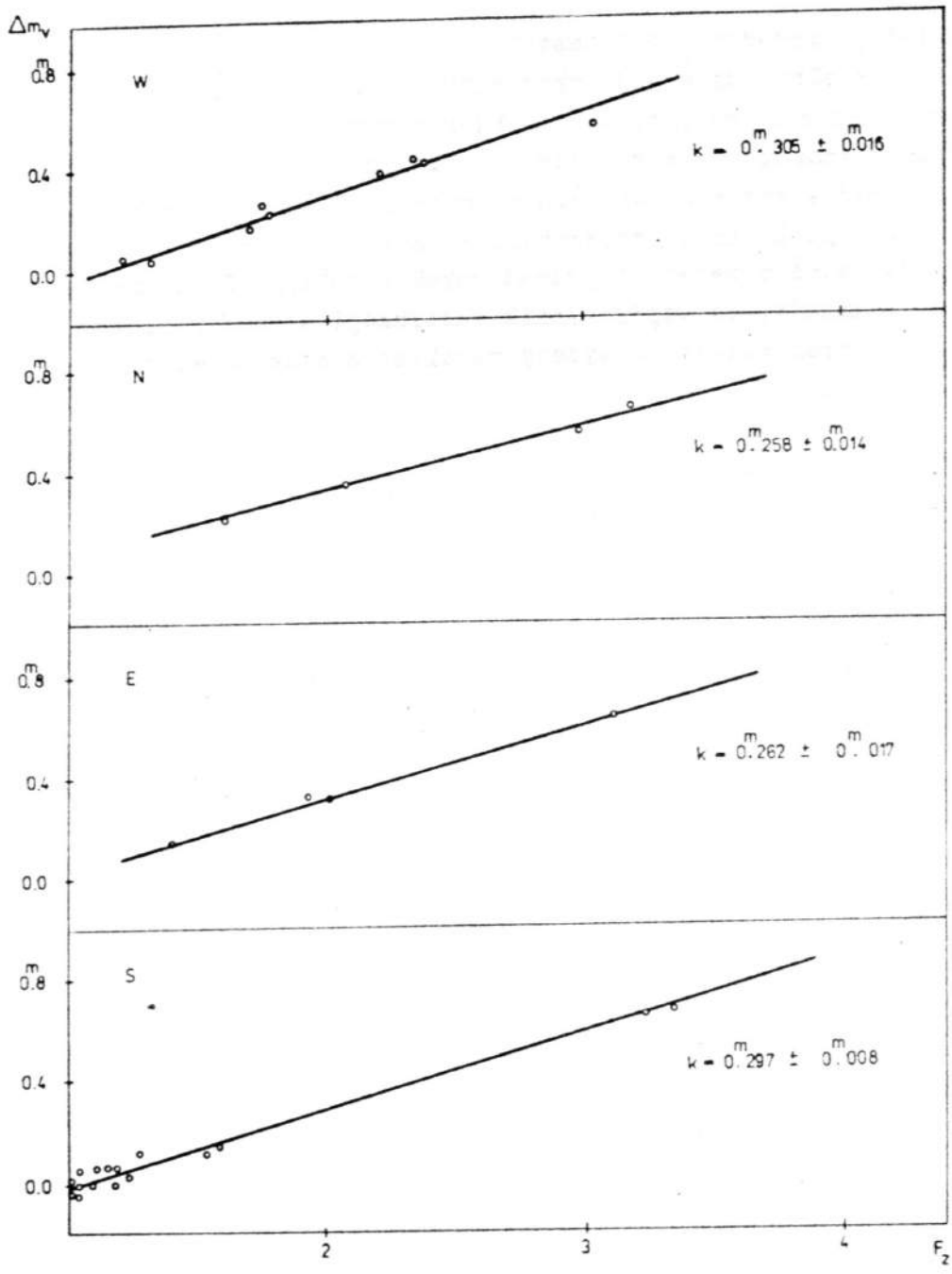



Rys.4. Liniowa zależność między jasnościami gwiazd wyrażonymi w magnitudach a stopniami autora.

Z Rys. 4. wynika, iż jednemu stopniowi autora odpowiada różnica jasności $0^{m}.1$. Prowadzona wielkokrotnie kontrola tej skali potwierdzała ją zawsze. W powyższym zapisie ciągu obserwacyjnego znajdują się gwiazdy oznaczone numerami od 77 do 82. Są to następujące gwiazdy.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $x_{77}$ | $\psi$ UMa | V = $3^{m}.01$ | K 1 III |
| $x_{78}$ | $\mu$ UMa | V = 3.05: | M 0 III |
| $x_{79}$ | $\iota$ UMA | V = 3.14: | A 7 V |
| $x_{80}$ | $\theta$ UMa | V = 3.18 | F 6 IV |
| $x_{81}$ | $\gamma$ UMa | V = 3.31 | A 3 V |
| $x_{82}$ | $\gamma$ UMi | V = 3.05: | A 3 II - III |

W Tabeli 5 przedstawiono następujące dane: datę obserwacji, czas uniwersalny obserwacji oraz stanowisko obserwacji, azymut obserwowanych gwiazd, ciągi obserwacyjne jasności gwiazd wyrażone w stopniach oraz średni współczynnik ekstynkcji atmosferycznej w zakresie wizualnym wraze ze średnim błędem. W II części publikacji przedstawiona będzie szczegółowa analiza wszystkich obserwacji prowadzonych w 1986 r. Pobieżna analiza wskazuje, że współczynnik ekstynkcji atmosferycznej zależy od stron świata. Powyższy rezultat został przedstawiony na Rys. 5.




Rys. 5. Współczynnik ekstynkcji atmosferycznej w zakresie wizualnym wyznaczony w dniu 1 I 1986 r. o godz. 18 czasu uniwersalnego na stanowisku 1 w różnych stronach nieba

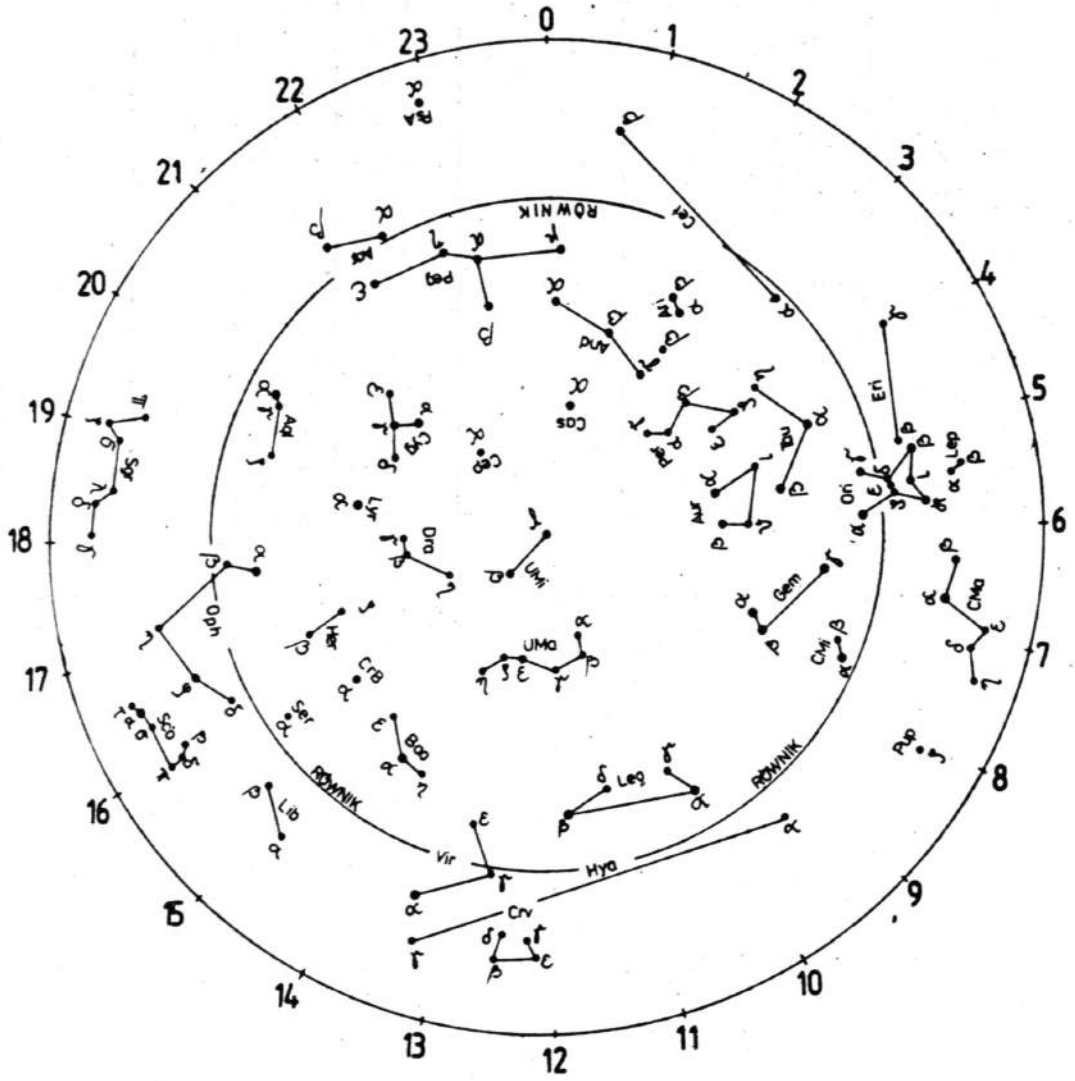
Tabela 1. Wykaz gwiazd porównania

| Gwiazda | Nazwa | 1950 | 1950 | V | Sp | B-V |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | $\alpha$ And | $0^h05^m,8$ | $+28^o49'$ | $2^m,06$ | B8 p III | $-0^m,11$ |
| 2 | $\alpha$ Cas | 37,7 | +56 16 | 2,23: | K0 II-III | 1,17 |
| 3 | $\beta$ Cet | 41,1 | -18 16 | 2,02: | K1 III | 1,01 |
| 4 | $\beta$ And | 1 06,9 | +35 21 | 2,05 | M0 III | 1,57 |
| 5 | $\beta$ Ari | 51,9 | +20 34 | 2,65: | A5 V | 0,13 |
| 6 | $\gamma$ And | 2 00,8 | +42 05 | 2,10 | K3 II+A0 | 1,21 |
| 7 | $\alpha$ Ari | 04,3 | +23 14 | 2,00: | K2 III | 1,15 |
| 8 | $\beta$ Tri | 06,6 | 34 45 | 3,00 | A5 III | 0,14 |
| 9 | $\alpha$ Cet | 59,7 | + 3 54 | 2,53: | M2 III | 1,64 |
| 10 | $\gamma$ Per | 3 01,2 | +53 19 | 2,93 | B8III+A3 | 0,70 |
| 11 | $\eta$ Tau | 44,5 | +23 57 | 2,87 | B7III | -0,09 |
| 12 | $\zeta$ Per | 51,0 | +31 44 | 2,85 | B1 Ib | 0,12 |
| 13 | $\varepsilon$ Per | 54,5 | +39 52 | 2,89: | B0,5V | -0,18 |
| 14 | $\gamma$ Eri | 55,7 | -13 39 | 2,94: | M0 III | 1,60 |
| 15 | $\iota$ Aur | 4 53,7 | +33 05 | 2,69: | K3 II | 1,53 |
| 16 | $\beta$ Eri | 5 05 4 | -5 09 | 2,79: | A3 III | 0,13 |
| 17 | $\beta$ Lep | 26,1 | -20,48 | 2,84: | G5 III | 0,82 |
| 18 | $\alpha$ Lep | 30,5 | -17 51 | 2,57 | F0 Ib | 0,20 |
| 19 | $\iota$ Ori | 33,0 | - 6 56 | 2,77: | O9 III | -0,24 |
| 20 | $\chi$ Ori | 45,4 | -99 41 | 2,05: | B0,5 Ia | -0,18 |
| 21 | $\vartheta$ Aur | 56,3 | +37 13 | 2,65: | B9,5p V | -0,08 |
| 22 | $\mu$ Gem | 6 19,9 | +22 32 | 2,87 | M3 III | 1,64 |
| 23 | $\varepsilon$ Gem | 40,9 | +25 11 | 2,98 | G8 Ib | 1,40 |
| 24 | $\beta$ Cmi | 7 24,4 | +8,24 | 2,89: | B8 Ve | -0,09 |
| 25 | $\rho$ Pup | 8 05,4 | -24 10 | 2,81: | F6 II p | 0,43 |
| 26 | $\varepsilon$ Leo | 9 43,0 | + 24 00 | 2,98 | G8 II | 0,81 |
| 27 | $\beta$ UMa | 10 57,8 | +56 39 | 2,37: | A1 V | -0,02 |
| 28 | $\vartheta$ Leo | 11 11,5 | +20,48 | 2,56: | A4 V | 0,12 |
| 29 | $\beta$ Leo | 46,5 | +14 51 | 2,14: | A3 V | 0,08 |
| 30 | $\gamma$ UMA | 51,2 | +53 58 | 2,44: | A0 V | 0,00 |
| 31 | $\varepsilon$ CrV | 12 07,5 | -22 20 | 2,98: | K2 III | 1,34 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | $\gamma$ CRv | 13,2 | -17 16 | 2,58: | B8 III | -0,11 |
| 33 | $\delta$ Crv | 27,3 | -16 14 | 2,94: | B9 Vn | -0,05 |
| 34 | $\beta$ Crv | 31,8 | -23 07 | 2,64: | G5 III | 0,88 |
| 35 | $\gamma$ Vir | 39,1 | - 1 11 | 2,74: | F0 V + F0V0 | 0,36 |
| 36 | $\varepsilon$ Vir | 59,7 | +11 44 | 2,84: | G9II-III | 0,94 |
| 37 | $\gamma$ Hya | 13 16,2 | -22 54 | 3,00: | G8 III | 0,92 |
| 38 | $\zeta^{a}$ UMa | 21,9 | +55 11 | 2,06: | A2 V+A2 V | 0,02 |
| 39 | $\eta$ Boo | 52,3 | +18 39 | 2,68 | G0 IV | 0,58 |
| 40 | $\varepsilon$ Boo | 14 42,8 | +27 17 | 2,37 | K0 II-III +A2 V | 0,97 |
| 41 | $\alpha^{2}$ Lib | 48,1 | -15 50 | 2,75: | A3 IV | 0,15 |
| 42 | $\beta$ Umi | 50,8 | +74 22 | 2,08: | K4 III | 1,47 |
| 43 | $\beta$ Lib | 15 14,3 | -9 12 | 2,61 | B8 V | -0,11 |
| 44 | $\alpha$ Ser | 41,8 | +6 35 | 2,64 | K2 III | 1,17 |
| 45 | $\pi$ Sco | 55,8 | -25 58 | 2,91: | B1 V. + B2 | -0,20 |
| 46 | $\delta$ Sco | 57,4 | -22,29 | 2,32 | B0 V | -0,12 |
| 47 | $\beta^{1}$ Sco | 16 02,5 | -19 40 | 2,59: | B0,5 V+ +B2V | -0,08 |
| 48 | $\delta$ Oph | 11,7 | - 3 34 | 2,75 | M1 III | 1,59 |
| 49 | $\sigma$ Sco | 18,1 | -25 28 | 2,88 | B1 III | 0,13 |
| 50 | $\eta$ Dra | 23,3 | +61 38 | 2,74: | G8 III | 0,91 |
| 51 | $\beta$ Her | 28,1 | +21 36 | 2,74: | G8 III | 0,91 |
| 52 | $\tau$ Sco | 32,8 | -28 08 | 2,81 | B0 V | -0,25 |
| 53 | $\zeta$ Oph | 34,4 | -10,28 | 2,56: | 09,5 V | 0,02 |
| 54 | $\xi$ Her | 39,4 | +31 42 | 2,81: | G0 IV | 0,65 |
| 55 | $\eta$ Oph | 17 07,5 | -15 40 | 2,42 | A2 V | 0,05 |
| 56 | $\beta$ Dra | 29,3 | +52 20 | 2,78 | G2 II | 1,00 |
| 57 | $\alpha$ Oph | 32,6 | +12 36 | 2,07: | A5 III | 0,15 |
| 58 | $\beta$ Oph | 41,0 | + 4 35 | 2,77 | K2 III | 1,70 |
| 59 | $\gamma$ Dra | 55,4 | + 51 30 | 2,22: | K5 III | 1,52 |
| 60 | $\zeta$ Sgr | 18 02,6 | -30 36 | 2,99: | K0 III | 1,01 |
| 61 | $\delta$ Sgr | 17,8 | -29 51 | 2,70 | K2 III | 1,38 |
| 62 | $\lambda$ Sgr | 24,9 | -25 27 | 2,81 | K2 III | 1,04 |
| 63 | $\sigma$ Sgr | 52,2 | -26 22 | 2,09 | B2 V | -0,20 |
| 64 | $\zeta$ Sgr | 59,4 | -29 57 | 2,59 | A2 III | 0,08 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 65 | $\zeta$ Aql | 19 03,1 | +13 47 | 2,99: | B9,5 Vn | 0,01 |
| 66 | $\tau$ Sgr | 06,8 | -21 06 | 2,88 | F2 II-III | 0,34 |
| 67 | $\delta$ Cyg | 43,4 | +45 00 | 2,87: | B9,5 III | -0,02 |
| 68 | $\gamma$ Aql | 43,9 | +10 29 | 2,72 | K3 II | 1,52 |
| 69 | $\gamma$ Cyg | 20 20,4 | +40 06 | 2,23: | F8 Ib | 0,67 |
| 70 | $\varepsilon$ Cyg | 44,2 | +33 47 | 2,46 | K0 III | 1,03 |
| 71 | $\alpha$ Cep | 21 17,4 | + 62 22 | 2,45 | A7 IV-V | 0,22 |
| 72 | $\beta$ Aqr | 28,9 | -5 48 | 2,87 | G0 Ib | 0,84 |
| 73 | $\varepsilon$ Peg | 41,7 | + 9 39 | 2,39: | K2 Ib | 1,52 |
| 74 | $\alpha$ Aqr | 22 03,2 | -0 34 | 2,93 | G2 Ib | 0,97 |
| 75 | $\eta$ Peg | 40,7 | +29 58 | 2,95: | G8 II-III+ + F0 | 0,86 |
| 76 | $\alpha$ Peg | 23 02,3 | +14 56 | 2,48: | B9 V | -0,04 |

patrz spis literatury poz.[1].




Rys.6. Mapa identyfikacyjna gwiazd porównania wg Tabeli 1

Tabela 2. Dane obserwacyjne i meteorologiczne

| Data | Zachmurzenie $18^h$ | $6^h$ | Kierunek i prędkość wiatru m/s | | Widzialność | Obs.Astr. UMK Piwnice k/Torunia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1986 r. | | | | | | |
| 1 I | 3 | 0 | C | 0 | 3 | |
| 9 I | 4 | 6 | C | 0 | 5 | $P_0$ |
| 17 I | 5 | 4 | C | 0 | 5 | $P_0$ |
| 29 I | 6 | 10 | C | 0 | 5 | $P_{1-2}$ |
| 4 II | 6 | 10 | C | 0 | 5 | |
| 5 II | 5 | 9 | C | 0 | 5 | $P_1$ |
| 16 II | 5 | 10 | C | 0 | 5 | |
| 26 II | 4 | 9 | C | 0 | 5 | $P_1$ |
| 28 II | 4 | 5 | C | 0 | 5 | |
| 1 III | 0 | 0 | E | 1 | 4 | |
| 2 III | 0 | 3 | C | 0 | 3 | |
| 4 III | 1 | 10 | SE | 1 | 3 | |
| 17 III | 3 | 0 | C | 0 | 5 | $P_1$ |
| 18 III | 0 | 0 | E | 1 | 6 | $P_1$ |
| 19 III | 0 | 0 | C | 0 | 6 | $P_2$ |
| 20 III | 0 | 0 | C | 0 | 4 | |
| 21 III | 0 | 8 | C | 0 | 5 | $P_3$ |
| 25 III | 4 | 10 | S | 1 | 6 | $P_3$ |
| 26 III | 6 | 10 | C | 0 | 0 | $P_2$ |

**źródło- patrz spis literatury poz. [8]**

Tabela 3. Skala widzialności

| | | |
|---|---|---|
| 0 | reper na 50 m | niewidoczny |
| 1 | reper na 50 m | jeszcze widoczny, zaś reper na 200 m już niewidoczny |
| 2 | reper na 200 m | jeszcze widoczny, zaś reper na 500 m już niewidoczny |
| 3 | reper na 500 m | jeszcze widoczny, zaś reper na 1 km już niewidoczny |
| 4 | reper na 1 km | jeszcze widoczny, zaś reper na 2 km już niewidoczny |
| 5 | reper na 2 km | jeszcze widoczny, zaś reper na 4 km już niewidoczny |
| 6 | reper na 4 km | jeszcze widoczny, zaś reper na 10 km już niewidoczny |
| 7 | reper na 10 km | jeszcze widoczny, zaś reper na 20 km już niewidoczny |
| 8 | reper na 20 km | jeszcze widoczny, zaś reper na 50 km już niewidoczny |
| 9 | reper na 50 km | jeszcze widoczny |

źródło - patrz spis literatury poz.[8]

Tabela 4. Średnie współczynniki ekstynkcji atmosferycznej k w zakresie fotograficznym i fotowizualnym w Piwnicach k/Torunia

| Stan pgody | Średni współczynnik ekstynkcji atmosferycznej w zakresie | |
|---|---|---|
| | fotograficznym $k_{4320}$ | fotowizualnym $k_{5560}$ |
| $P_o$ | $0^m.361 \pm 0^m.013$ | $0^m.171 \pm 0^m.006$ |
| $P_1$ | $0^m.490 \pm 0^m.011$ | $0^m.283 \pm 0^m.013$ |
| $P_2$ | $0^m.649 \pm 0^m.011$ | $0^m.333 \pm 0^m.013$ |
| $P_3$ | $1^m.280 \pm 0^m.083$ | $0^m.415 \pm 0^m.028$ |

źródło - patrz spis literatury poz. [5] i [6].

Tabela 5. Średni współczynnik ekstynkcji atmosferycznej k w zakresie wizualnym w Bydgoszczy oraz jego średni błąd

| Data | Stanowisko obserwacji TU | Azymut | Obserwacje | K |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1986 r. 1 I | 1 $18^h$ | S | $x_7 x_4^{1} x_2^{4} x_9 x_3^{1} x_{15} x_5^{2} x_{12} x_{10} x_{13} x_{11}^{1} x_8^{7} x_{14}$ | $0^m.29 \pm 0^m.01$ |
| | | E | $x_{27}^{3} x_{21}^{4} x_{22}^{1} x_{23}^{2} x_{16}^{4} x_{19}$ | |
| | | N | $x_{42}^{4} x_{38}^{4} x_{30} x_{50}$ | |
| | | W | $x_{69}^{1} x_{71} x_{59}^{1} x_{70} x_{76}^{1} x_{73}^{3} x_{75}^{1} x_{67} x_{56}^{4} x_{74}$ | |
| | 2 $22^h$ | S | $x_{20}^{2} x_{15} x_{21}^{2} x_{12}\ x_{13} x_{22} x_{10} x_{11} x_{23}^{1} x_{16} x_{19}^{1} x_{24}$ $2x_{18}^{3} x_{14}^{1} x_{17}$ | $0^m.32 \pm 0^m.02$ |
| | | E | $x_{42}^{1} x_{38}^{1} x_{27}^{1} x_{30}^{1} x_{28}^{1} x_{26}^{2} x_{29}$ | |
| | | N | $x_{50} x_{59}^{5} x_{56}$ | |
| | | W | $x_7^{1} x_6^{1} x_4^{1} x_2^{1} x_1^{3} x_{71}^{1} x_5 x_9^{2} x_8^{6} x_{75}$ | |
| | ? $4^h$ | S | $x_{38} x_{42}^{1} x_{29}^{2} x_{27} x_{30}^{1} x_{40}^{1} x_{28}^{2} x_{39}^{2} x_{35} x_{36}^{1} x_{26}$ $^{1}x_{32}^{3} x_{33}$ | |
| | | E | $x_{59}^{4} x_{50}^{1} x_{56}^{1} x_{54}^{1} x_{44} x_{51}^{3} x_{67}$ | $0^m.31 \pm 0^m.02$ |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| | | N | $x_2{}^{x}{}_{71}$ | |
| | | W | $x_{21}{}^{1x}{}_{23}{}^{1x}{}_{10}{}^{x}{}_{15}{}^{1x}{}_{22}{}^{x}{}_{24}{}^{2x}{}_{13}{}^{x}{}_{21}{}^{4x}{}_{15}{}^{x}{}_{23}{}^{1x}{}_{10}{}^{x}{}_{22}{}^{x}{}_{24}{}^{2x}{}_{13}$ | |
| 9 I | 1 | S | $x_7{}^{1x}{}_4{}^{x}{}_1{}^{x}{}_6{}^{1x}{}_2{}^{2x}{}_3{}^{2x}{}_{76}{}^{x}{}_9{}^{1x}{}_5{}^{x}{}_{15}{}^{2x}{}_{10}{}^{x}{}_{11}{}^{x}{}_{12}{}^{x}{}_{13}{}^{1x}{}_8{}^{2x}{}_{14}$ | |
| | | E | $x_{27}{}^{2x}{}_{21}{}^{3x}{}_{22}{}^{x}{}_{16}{}^{1x}{}_{19}{}^{1x}{}_{23}{}^{2x}{}_{24}$ | $0^{m}.15 \pm 0^{m}.01$ |
| | | N | $x_{42}{}^{2x}{}_{38}{}^{3x}{}_{30}{}^{2x}{}_{50}$ | |
| | | W | $x_{69}{}^{1x}{}_{59}{}^{x}{}_{71}{}^{1x}{}_{70}{}^{1x}{}_{73}{}^{3x}{}_{56}{}^{x}{}_{67}{}^{x}{}_{75}$ | |
| | 2 | S | $x_{20}{}^{5x}{}_{15}{}^{x}{}_{21}{}^{2x}{}_{12}{}^{x}{}_{13}{}^{x}{}_{16}{}^{x}{}_{18}{}^{x}{}_{19}{}^{x}{}_{22}{}^{x}{}_{11}{}^{1x}{}_{10}{}^{x}{}_{23}{}^{x}{}_{24}{}^{3x}{}_{14}$ | |
| | $22^{h}$ | E | $x_{38}{}^{x}{}_{42}{}^{2x}{}_{27}{}^{1x}{}_{29}{}^{x}{}_{30}{}^{2x}{}_{28}{}^{3x}{}_{26}$ | $0^{m}.14 \pm 0^{m}.02$ |
| | | N | $x_{50}{}^{3x}{}_{56}$ | |
| | | W | $x_7{}^{1x}{}_6{}^{x}{}_4{}^{1x}{}_2{}^{1x}{}_1{}^{2x}{}_{71}{}^{1x}{}_9{}^{1x}{}_5{}^{3x}{}_8$ | |
| | 2 | S | $x_{38}{}^{x}{}_{42}{}^{1x}{}_{29}{}^{2x}{}_{27}{}^{x}{}_{30}{}^{x}{}_{40}{}^{2x}{}_{28}{}^{1x}{}_{39}{}^{1x}{}_{35}{}^{1x}{}_{32}{}^{x}{}_{36}{}^{1x}{}_{26}{}^{2x}{}_{33}$ | |
| | $4^{h}$ | E | $x_{59}{}^{1x}{}_{57}{}^{2x}{}_{69}{}^{2x}{}_{56}{}^{x}{}_{44}{}^{x}{}_{43}{}^{x}{}_{50}{}^{x}{}_{51}{}^{x}{}_{54}{}^{2x}{}_{48}{}^{x}{}_{67}$ | $0^{m}.14 \pm 0^{m}.01$ |
| | | N | $x_2{}^{1x}{}_{71}$ | |
| | | W | $x_{21}{}^{x}{}_{10}{}^{x}{}_{22}{}^{x}{}_{23}{}^{1x}{}_{24}$ | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 17 I | 1 | S | $x_7^{1}x_1x_4x_6^{1}x_2^{3}x_{20}^{1}x_9^{1}x_5x_{15}x_{21}^{2}x_{10}x_{11}x_{12}x_{13}^{1}x_8x_{16}^{1}x_{19}^{1}x_{14}$ | |
| | $18^h$ | E | $x_{27}^{2}x_{30}x_{22}^{1}x_{23}^{1}x_{24}$ | $0^m.17 \pm 0^m.02$ |
| | | N | $x_{42}^{2}x_{38}^{1}x_{59}^{5}x_{50}^{1}x_{56}$ | |
| | | W | $x_{69}x_{71}^{2}x_{70}x_{76}^{4}x_{67}x_{75}$ | |
| | 2 | S | $x_{20}^{4}x_{15}x_{21}^{2}x_{12}x_{13}x_{22}^{1}x_{10}x_{11}x_{16}x_{18}x_{19}x_{23}x_{24}$ | |
| | $22^h$ | E | $x_{38}x_{42}^{2}x_{27}x_{29}^{1}x_{30}^{2}x_{28}^{3}x_{26}$ | $0^m.17 \pm 0^m.01$ |
| | | N | $x_{59}^{2}x_{50}^{3}x_{56}$ | |
| | | W | $x_4x_6x_7^{1}x_2^{2}x_1^{1}x_{71}^{2}x_9^{1}x_5^{2}x_8$ | |
| | 2 | S | $x_{42}x_{38}^{1}x_{29}^{2}x_{27}x_{30}^{1}x_{40}^{1}x_{28}^{2}x_{39}^{1}x_{35}x_{36}^{1}x_{32}^{1}x_{44}^{2}x_{33}$ | |
| | $4^h$ | E | $x_{59}^{3}x_{71}^{1}x_{50}^{1}x_{56}^{1}x_{54}^{1}x_{51}^{2}x_{67}$ | $0^m.17 \pm 0^m.02$ |
| | | N | $x_2^{6}x_{10}^{1}x_{13}^{1}x_{12}$ | |
| | | W | $x_{21}^{1}x_{15}^{1}x_{22}x_{26}^{1}x_{23}x_{24}$ | |
| 29 I | 1 | S | $x_4x_6x_7^{2}x_2^{2}x_{20}^{2}x_{15}x_5x_9x_{21}^{2}x_{10}x_{11}x_{12}x_{13}^{1}x_8x_{22}^{1}x_{16}^{1}x_{19}$ $^{2}x_{14}$ $x_{18}$ | |
| | $18^h$ | E | $x_{27}^{2}x_{30}^{3}x_{23}^{1}x_{24}^{4}x_{26}$ | $0^m.30 \pm 0^m.01$ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $18^h$ | N | $x_{42}{}^3x_{38}{}^2x_{59}{}^4x_{50}{}^3x_{56}$ | |
| | | W | $x_1{}^4x_{71}{}^2x_{69}{}^1x_{76}{}^2x_{70}{}^1x_{75}{}^2x_{67}$ | $0^m.30 \pm 0^m.01$ |
| | 2 $22^h$ | S | $x_{20}{}^1x_{21}{}^1x_{15}{}^1x_{22}{}^1x_{23}x_{24}{}^1x_{26}{}^1x_{19}{}^1x_{16}$ | |
| | | E | $x_{38}x_{42}{}^2x_{27}x_{29}{}^1x_{30}{}^2x_{28}{}^3x_{50}{}^6x_{36}$ | |
| | | N | $x_{28}{}^1x_{59}{}^5x_{56}$ | $0^m.30 \pm 0^m.02$ |
| | | W | $x_6{}^2x_2x_4x_7{}^5x_{10}x_{12}x_{13}{}^1x_{11}{}^2x_8{}^1x_5$ | |
| 4 II | 1 $18^h$ | S | $x_4x_6x_7{}^5x_{20}{}^1x_{15}x_{21}{}^1x_5x_9{}^1x_{10}x_{11}x_{12}x_{13}{}^1x_{22}{}^1x_8x_{23}{}^1x_{16}x_{19}{}^3x_{14}x_{18}$ | |
| | | N | $x_{42}{}^3x_{38}{}^5x_{59}{}^2x_{50}{}^4x_{56}$ | |
| | | W | $x_1x_2{}^4x_{71}{}^4x_{69}{}^1x_{76}{}^2x_{75}{}^1x_{70}{}^2x_{67}$ | $0^m.38 \pm 0^m.02$ |
| | | E | $x_{27}{}^2x_{30}{}^5x_{24}{}^3x_{26}$ | |
| | 2 $22^h$ | S | $x_{27}{}^3x_{21}{}^1x_{20}{}^2x_{22}x_{23}{}^1x_{24}x_{26}{}^3x_{19}{}^1x_{16}$ | |
| | | E | $x_{38}x_{42}{}^3x_{29}x_{30}{}^2x_{28}{}^4x_{50}{}^2x_{40}{}^3x_{36}x_{39}$ | $0^m.38 \pm 0^m.02$ |
| | | N | $x_{71}{}^1x_{59}{}^5x_{56}$ | |
| | | W | $x_6{}^2x_2{}^2x_4x_{15}{}^1x_7{}^1x_{13}{}^1x_{10}x_{12}{}^1x_{11}{}^3x_8$ | |
| 5 II | 1 $18^h$ | S | $x_4x_6x_7{}^3x_{20}{}^3x_5x_9x_{15}x_{21}{}^2x_{10}x_{11}x_{12}x_{13}x_{22}{}^1x_8x_{16}{}^1x_{19}x_{23}{}^1x_{18}{}^1x_{14}$ | |
| | | E | $x_{27}{}^2x_{30}{}^4x_{24}{}^3x_{26}$ | |
| | | N | $x_{42}{}^2x_{38}{}^4x_{59}{}^3x_{50}{}^3x_{56}$ | $0^m.26 \pm 0^m.01$ |
| | | W | $x_1{}^1x_2{}^3x_{71}{}^2x_{69}{}^2x_{76}{}^2x_{75}{}^2x_{67}$ | |
| | 2 $22^h$ | S | $x_{27}{}^1x_{20}{}^2x_{21}{}^2x_{22}{}^1x_{23}x_{24}x_{26}{}^2x_{19}{}^1x_{16}$ | |
| | | E | $x_{38}x_{42}{}^1x_{29}{}^2x_{30}{}^2x_{28}{}^2x_{50}{}^1x_{40}{}^2x_{39}{}^1x_{36}$ | $0^m.25 \pm 0^m.02$ |
| | | N | $x_{59}x_{71}{}^4x_{56}$ | |
| | | W | $x_6{}^2x_2{}^1x_4x_7{}^2x_{15}{}^2x_{10}x_{12}x_{13}{}^1x_{11}{}^2x_8$ | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 16 II | 1 | S | $x_7{}^1x_6{}^2x_{20}{}^3x_9{}^x15^x21{}^1x_5{}^1x_{10}{}^x11^x12^x13^x22^x23{}^1x_8{}^x16^x19^x24{}^1x_{18}$ | |
| | $18^h$ | | $\mathbf{2x_{14}{}^2x_{17}}$ | |
| | | E | $x_{38}{}^1x_{27}{}^2x_{30}{}^6x_{26}$ | $0^m.29 \pm 0^m.02$ |
| | | N | $x_{42}{}^8x_{59}{}^1x_{50}{}^4x_{56}$ | |
| | | W | $x_4{}^1x_1x_2{}^4x_{71}{}^8x_{75}$ | |
| | 2 | S | $\mathbf{x}27^3x_{21}{}^x28^3x_{20}{}^x22^x26^1x_{23}{}^x24^2x_{56}{}^4x_{19}$ | |
| | $22^h$ | E | $x_{38}{}^x42^1x_{29}{}^2x_{30}{}^4x_{40}{}^1x_{50}{}^2x_{39}{}^1x_{36}\,\mathbf{2x_{35}}$ | $0^m.35 \pm 0^m.02$ |
| | | N | $x_{59}{}^1x_{71}$ | |
| | | W | $x_2{}^x6^3x_{15}{}^2x_{10}{}^x12^x13^2x_{11}{}^4x_8$ | |
| 26 II | 1 | S | $x_{20}{}^3x_{15}{}^x21^1x_9{}^1x_{10}{}^x11^x12^x13^x22^1x_{16}{}^x19^x23^x24^1x_{18}{}^3x_{14}{}^1x_{17}$ | |
| | $18^h$ | E | $x_{38}{}^2x_{27}{}^1x_{30}{}^5x_{28}{}^1x_{26}$ | $0^m.26 \pm 0^m.01$ |
| | | N | $x_{42}{}^9x_{50}{}^4x_{56}$ | |
| | | W | $x_7{}^1x_4x_6{}^1x_1x_2{}^4x_{71}{}^1x_5{}^3x_8{}^5x_{75}$ | |
| | 2 | S | $\mathbf{x}29^1x_{27}{}^1x_{30}{}^1x_{28}{}^4x_{26}{}^1x_{23}{}^x24$ | |
| | $22^h$ | E | $x_{38}{}^1x_{42}{}^5x_{40}{}^x59^2x_{50}{}^1x_{39}{}^1x_{36}{}^x56^1x_{35}{}^4x_{54}$ | $0^m.30 \pm 0^m.03$ |
| | | N | $x_{71}$ | |
| | | W | $x_2{}^x5^1x_{21}{}^2x_{15}{}^1x_{22}{}^1x_{10}{}^x13^1x_{12}{}^2x_{11}{}^3x_8$ | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| | 2<br>$22^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{29}{}^1x_{27}x_{30}{}^2x_{28}{}^5x_{26}{}^3x_{23}x_{32}{}^1x_{24}{}^3x_{33}$<br>$x_{38}x_{42}{}^4x_{40}x_{59}{}^3x_{39}x_{50}{}^2x_{36}x_{56}{}^1x_{35}{}^1x_{45}{}^1x_{51}{}^1x_{44}$<br>$x_{71}{}^8x_{67}$<br>$x_2x_{21}{}^4x_{15}{}^1x_{10}{}^2x_{13}$ | $0^m.42 \pm 0^m.01$ |
| 28 II | 1<br>$18^h$ | S<br><br>E<br>N<br>W | $x_{20}{}^4x_9x_{15}x_{21}{}^2x_{10}x_{11}x_{12}x_{13}x_{22}{}^1x_{16}x_{19}x_{23}x_{24}{}^1x_{18}{}^3x_{14}$<br>$^1x_{17}$<br>$x_{38}{}^2x_{27}{}^1x_{30}{}^2x_{26}$<br>$x_{42}{}^9x_{50}{}^3x_{56}$<br>$x_7{}^{7}{}^1x_4x_6{}^1x_1x_2{}^3x_{71}{}^2x_5{}^3x_8{}^5x_{75}$ | $0^m.24 \pm 0^m.01$ |
| | 2<br>$22^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{29}{}^2x_{27}{}^1x_{30}{}^1x_{28}{}^4x_{24}x_{26}{}^1x_{23}$<br>$x_{38}x_{42}{}^5x_{40}x_{59}{}^3x_{39}x_{50}{}^2x_{35}x_{36}x_{56}{}^3x_{54}$<br>$x_{71}$<br>$x_2x_6{}^2x_{21}{}^1x_{15}{}^2x_{22}{}^1x_{10}x_{12}x_{13}{}^2x_{11}{}^3x_8$ | $0^m.20 \pm 0^m.02$ |
| 1 III | 1<br>$18^h$ | S<br><br>E<br>N<br>W | $x_{20}{}^5x_9x_{15}x_{21}{}^2x_{10}x_{11}x_{12}x_{13}x_{16}x_{18}x_{19}x_{22}{}^1x_{23}$<br>$x_{24}{}^2x_{14}x_{17}$<br>$x_{38}x_{42}{}^2x_{27}{}^1x_{30}{}^3x_{28}{}^3x_{26}$<br>$x_{50}{}^3x_{56}$<br>$x_4x_6x_7{}^1x_1{}^1x_2{}^3x_{71}{}^2x_5{}^2x_8{}^3x_{75}$ | $0^m.13 \pm 0^m.01$ |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| | 2<br>$22^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $X_{29}{}^{2}x_{27}x_{30}{}^{2}x_{28}{}^{4}x_{24}x_{26}x_{35}$<br>$x_{38}x_{42}{}^{3}x_{59}{}^{1}x_{40}{}^{3}x_{39}x_{50}{}^{2}x_{36}x_{56}{}^{2}x_{54}$<br>$x_{2}{}^{2}x_{71}$<br>$x_{6}{}^{3}x_{21}{}^{1}x_{15}{}^{1}x_{22}{}^{1}x_{10}x_{12}x_{13}x_{23}{}^{2}x_{11}{}^{2}x_{8}$ | $0^m.17 \pm 0^m.01$ |
| 2 III | 1<br>$18^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{20}{}^{5}x_{9}x_{15}x_{21}{}^{2}x_{10}x_{11}x_{12}x_{13}x_{16}x_{18}x_{19}x_{22}{}^{1}x_{23}x_{24}{}^{3}x_{14}$<br>$x_{17}$<br>$x_{38}x_{42}{}^{2}x_{27}{}^{1}x_{30}{}^{3}x_{28}{}^{3}x_{26}$<br>$x_{50}{}^{3}x_{56}$<br>$x_{4}x_{6}x_{7}{}^{2}x_{1}x_{2}{}^{3}x_{71}{}^{2}x_{5}{}^{3}x_{8}{}^{3}x_{75}$ | $0^m.16 \pm 0^m.01$ |
| | 2<br>$22^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{29}{}^{2}x_{27}x_{30}{}^{2}x_{28}{}^{4}x_{24}x_{26}x_{35}$<br>$x_{38}x_{42}{}^{3}x_{59}{}^{1}x_{40}{}^{3}x_{39}x_{50}{}^{2}x_{36}x_{56}{}^{2}x_{54}$<br>$x_{2}{}^{3}x_{71}$<br>$x_{6}{}^{3}x_{21}{}^{1}x_{15}{}^{2}x_{10}x_{13}x_{22}{}^{1}x_{12}{}^{1}x_{11}$ | $0^m.17 \pm 0^m.02$ |
| 4 III | 1<br>$18^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{20}{}^{4}x_{9}x_{15}x_{21}{}^{2}x_{10}x_{11}x_{12}x_{13}x_{18}x_{19}x_{22}x_{16}x_{23}x_{24}$<br>$3x_{14}x_{17}$<br>$x_{38}x_{42}{}^{2}x_{27}{}^{1}x_{30}{}^{3}x_{28}{}^{3}x_{26}$<br>$x_{50}{}^{2}x_{56}$<br>$x_{7}{}^{1}x_{4}x_{6}{}^{1}x_{1}x_{2}{}^{3}x_{71}{}^{2}x_{5}{}^{3}x_{8}$ | $0^m.16 \pm 0^m.02$ |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| | 2<br>$22^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{29}{}^1x_{27}{}^1x_{30}{}^1x_{20}{}^4x_{26}{}^1x_{24}x_{35}$<br>$x_{38}x_{42}{}^5x_{40}x_{59}{}^3x_{39}x_{50}{}^2x_{36}x_{56}{}^3x_{54}$<br>$x_2{}^1x_{71}$<br>$x_6{}^1x_{21}{}^1x_{15}{}^1x_{22}{}^1x_{23}{}^1x_{10}x_{13}{}^1x_{12}{}^3x_{11}$ | $0^m.29 \pm 0^m.02$ |
| 17 III | 1<br>$18^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{20}{}^4x_{15}x_{21}{}^2x_{12}x_{13}x_{22}{}^1x_{11}x_{16}x_{18}x_{19}x_{23}x_{24}$<br>$x_{38}x_{42}{}^2x_{27}{}^1x_{29}x_{30}{}^3x_{28}{}^3x_{26}$<br>$x_{71}{}^1x_{59}{}^2x_{50}{}^3x_{56}$<br>$x_4x_6x_7{}^1x_2{}^2x_1{}^3x_9{}^1x_5{}^1x_{10}{}^1x_8$ | $0^m.18 \pm 0^m.01$ |
| | 2<br>$22^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{38}{}^1x_{29}{}^2x_{27}x_{30}{}^2x_{28}{}^3x_{25}x_{36}{}^1x_{26}{}^1x_{32}{}^3x_{33}$<br>$x_{42}{}^3x_{59}{}^1x_{40}{}^3x_{39}x_{50}{}^1x_{56}{}^2x_{51}x_{54}{}^1x_{44}$<br>$x_2{}^1x_{71}{}^7x_{67}$<br>$x_{21}{}^1x_{15}{}^2x_{10}x_{22}x_{23}x_{24}{}^1x_{13}{}^1x_{12}$ | $0^m.19 \pm 0^m.01$ |
| 18 III | 1<br>$18^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{20}{}^5x_{15}x_{21}{}^2x_{11}x_{12}x_{13}x_{18}x_{19}x_{22}x_{24}x_{16}x_{23}$<br>$x_{38}x_{42}{}^3x_{27}x_{29}{}^1x_{30}{}^2x_{28}{}^3x_{26}$<br>$x_{59}x_{71}{}^3x_{50}{}^2x_{56}$<br>$x_7{}^1x_4x_6{}^1x_2{}^1x_1{}^4x_5x_9{}^2x_{10}{}^1x_8$ | $0^m.14 \pm 0^m.01$ |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| | 2<br>$22^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{38}{}^{1}x_{29}{}^{2}x_{27}x_{30}{}^{2}x_{28}{}^{3}x_{32}x_{35}x_{36}{}^{1}x_{26}{}^{3}x_{33}$<br>$x_{42}{}^{2}x_{59}{}^{1}x_{40}{}^{4}x_{39}x_{50}{}^{1}x_{56}{}^{1}x_{44}x_{51}x_{54}$<br>$x_{2}{}^{1}x_{71}{}^{6}x_{67}$<br>$x_{21}{}^{2}x_{15}{}^{1}x_{22}x_{24}{}^{1}x_{10}x_{13}x_{23}{}^{1}x_{12}$ | $0^m.14 \pm 0^m.02$ |
| 19 III | 1<br>$18^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{20}{}^{3}x_{15}x_{21}{}^{2}x_{12}x_{13}x_{22}{}^{1}x_{11}x_{23}x_{24}{}^{1}x_{16}x_{19}{}^{1}x_{18}$<br>$x_{38}x_{42}{}^{2}x_{27}{}^{1}x_{30}{}^{1}x_{29}{}^{2}x_{28}{}^{3}x_{26}$<br>$x_{71}{}^{2}x_{59}{}^{1}x_{50}x_{56}$<br>$x_{6}{}^{1}x_{4}x_{7}{}^{1}x_{2}{}^{3}x_{1}{}^{3}x_{5}x_{9}x_{10}{}^{2}x_{8}$ | $0^m.26 \pm 0^m.01$ |
| | 2<br>$22^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{38}{}^{1}x_{29}{}^{2}x_{27}x_{30}{}^{2}x_{28}{}^{3}x_{35}x_{36}{}^{1}x_{26}x_{32}{}^{3}x_{33}$<br>$x_{42}{}^{3}x_{59}{}^{1}x_{40}{}^{3}x_{39}x_{50}{}^{1}x_{56}{}^{1}x_{51}x_{54}{}^{1}x_{44}$<br>$x_{2}{}^{2}x_{71}{}^{6}x_{67}$<br>$x_{21}{}^{1}x_{15}{}^{1}x_{22}{}^{1}x_{10}x_{23}x_{24}{}^{1}x_{13}{}^{1}x_{12}$ | $0^m.17 \pm 0^m.02$ |
| 2o III | 1<br>$18^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{20}{}^{4}x_{15}x_{21}{}^{2}x_{12}x_{13}x_{22}{}^{1}x_{11}x_{19}x_{23}x_{24}$<br>$^{1}x_{16}x_{18}$<br>$x_{38}x_{42}{}^{2}x_{27}{}^{1}x_{29}x_{30}{}^{3}x_{28}{}^{3}x_{26}$<br>$x_{71}{}^{1}x_{59}{}^{2}x_{50}{}^{3}x_{56}$<br>$x_{6}x_{7}{}^{1}x_{4}{}^{1}x_{2}{}^{3}x_{1}{}^{2}x_{9}{}^{1}x_{5}\,x_{10}{}^{1}x_{8}$ | $0^m.22 \pm 0^m.02$ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2<br>$22^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{38}{}^1x_{29}{}^2x_{27}x_{30}{}^2x_{28}{}^3x_{32}x_{35}x_{36}{}^1x_{26}{}^3x_{33}$<br>$x_{42}{}^3x_{59}{}^1x_{40}{}^3x_{39}x_{50}{}^1x_{56}{}^1x_{44}x_{51}x_{54}$<br>$x_2{}^1x_{71}{}^7x_{67}$<br>$x_{21}{}^1x_{15}{}^1x_{22}{}^1x_{10}x_{13}x_{23}x_{24}{}^2x_{12}$ | $0^m.15 \pm 0^m.01$ |
| 21 III | 1<br>$18^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{20}{}^4x_{15}x_{21}{}^2x_{12}x_{13}x_{22}{}^1x_{11}x_{16}x_{19}x_{23}x_{24}{}^1x_{18}$<br>$x_{38}x_{42}{}^2x_{27}{}^1x_{29}x_{30}{}^2x_{28}{}^3x_{26}$<br>$x_{71}{}^1x_{59}{}^2x_{50}{}^3x_{56}$<br>$x_6x_7{}^1x_2x_4{}^3x_1{}^3x_5x_9{}^1x_{10}{}^1x_8$ | $0^m.21 \pm 0^m.01$ |
| | 2<br>$22^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{38}{}^1x_{29}{}^2x_{27}x_{30}{}^2x_{28}{}^4x_{26}x_{35}x_{36}{}^2x_{32}{}^4x_{33}$<br>$x_{42}{}^4x_{40}x_{59}{}^3x_{39}x_{50}{}^2x_{56}{}^1x_{54}{}^1x_{51}{}^1x_{44}$<br>$x_2{}^1x_{71}{}^7x_{67}$<br>$x_{21}{}^3x_{15}{}^1x_{22}x_{23}x_{24}{}^1x_{10}x_{13}{}^3x_{12}$ | $0^m.27 \pm 0^m.01$ |
| 25 III | 1<br>$18^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{20}{}^1x_{21}{}^1x_{15}{}^1x_{22}{}^1x_{23}x_{24}{}^1x_{26}{}^1x_{19}{}^1x_{16}{}^3x_{18}$<br>$x_{38}x_{42}{}^2x_{27}{}^1x_{30}{}^1x_{29}{}^2x_{28}{}^3x_{50}$<br>$x_{71}{}^2x_{59}{}^5x_{56}$<br>$x_6{}^2x_2x_4x_7{}^5x_{10}x_{12}x_{13}{}^1x_{11}{}^2x_5x_8x_9$ | $0^m.36 \pm 0^m.01$ |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| | 2<br>$22^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{38}{}^{2x}{}_{29}{}^{1x}{}_{27}{}^{x}{}_{30}{}^{2x}{}_{28}{}^{3x}{}_{39}{}^{1x}{}_{36}{}^{1x}{}_{26}{}^{x}{}_{35}{}^{4x}{}_{32}{}^{4x}{}_{33}$<br>$x_{42}{}^{5x}{}_{40}{}^{x}{}_{59}{}^{3x}{}_{50}{}^{2x}{}_{56}{}^{1x}{}_{54}{}^{1x}{}_{51}{}^{1x}{}_{44}{}^{3x}{}_{67}$<br>$x_{71}{}^{1x}{}_{2}$<br>$x_{21}{}^{4x}{}_{15}{}^{x}{}_{22}{}^{x}{}_{23}{}^{1x}{}_{10}{}^{x}{}_{24}{}^{3x}{}_{13}$ | $0^m.45 \pm 0^m.02$ |
| 26 III | 3<br>$18^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{20}{}^{x}{}_{21}{}^{1x}{}_{15}{}^{2x}{}_{22}{}^{x}{}_{23}{}^{1x}{}_{24}{}^{x}{}_{26}{}^{3x}{}_{16}{}^{x}{}_{19}$<br>$x_{38}{}^{x}{}_{42}{}^{1x}{}_{27}{}^{2x}{}_{30}{}^{1x}{}_{29}{}^{2x}{}_{28}{}^{3x}{}_{50}$<br>$x_{71}{}^{4x}{}_{59}{}^{4x}{}_{56}$<br>$x_{6}{}^{1x}{}_{2}{}^{2x}{}_{4}{}^{x}{}_{7}{}^{3x}{}_{12}{}^{x}{}_{13}{}^{1x}{}_{10}{}^{x}{}_{11}{}^{3x}{}_{8}{}^{1x}{}_{5}{}^{1x}{}_{9}$ | $0^m.45 \pm 0^m.02$ |
| | 1<br>$20^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{27}{}^{x}{}_{29}{}^{1x}{}_{30}{}^{2x}{}_{28}{}^{4x}{}_{26}{}^{1x}{}_{23}{}^{x}{}_{24}$<br>$x_{28}{}^{x}{}_{42}{}^{8x}{}_{40}{}^{x}{}_{59}{}^{1x}{}_{50}{}^{2x}{}_{39}{}^{1x}{}_{36}{}^{1x}{}_{56}{}^{1x}{}_{35}{}^{8x}{}_{54}$<br>$x_{71}$<br>$x_{21}{}^{2x}{}_{6}{}^{x}{}_{15}{}^{1x}{}_{22}{}^{2x}{}_{10}{}^{x}{}_{13}{}^{2x}{}_{12}{}^{3x}{}_{11}{}^{5x}{}_{8}$ | $0^m.53 \pm 0^m.02$ |
| | 2<br>$22^h$ | S<br>E<br>N<br>W | $x_{38}{}^{2x}{}_{29}{}^{1x}{}_{27}{}^{x}{}_{30}{}^{3x}{}_{28}{}^{3x}{}_{39}{}^{1x}{}_{26}{}^{x}{}_{36}{}^{2x}{}_{35}{}^{8x}{}_{32}{}^{3x}{}_{33}$<br>$x_{42}{}^{5x}{}_{40}{}^{x}{}_{59}{}^{2x}{}_{50}{}^{3x}{}_{56}{}^{2x}{}_{54}{}^{3x}{}_{51}{}^{2x}{}_{44}{}^{4x}{}_{67}$<br>$x_{71}{}^{3x}{}_{2}$<br>$x_{21}{}^{4x}{}_{23}{}^{2x}{}_{10}{}^{x}{}_{22}{}^{1x}{}_{15}{}^{x}{}_{24}{}^{4x}{}_{13}$ | $0^m.72 \pm 0^m.02$ |

**Źródło - własne obserwacje**

LITERATURA

1 Blanco, V.M., Demers, S., Douglass, G.G., Fitzgerald, M.P., /1968/, Publ. U.S. Naval Obs., Sec.Ser., vol.XXI
2 Głębocki R., Bull. astr. Obs.Toruń 34, /1965/
3 Paszyński J., Wstępne wyniki badania przezroczystości atmosfery w Bydgoszczy, Przegląd Geofizyczny /1959/, zeszyt 2, Rocznik IV XII, Instytut Geografii PAN
4 Podgrocki J., Przebieg roczny promieniowania całkowitego w Polsce, Prace PIHw /1970/
5 Wegner W., The atmospheric Extinction in Photographic and Photovisual Ranges at the Astronomical Observatory in Piwnice - Toruń, Bull, astr, Obs. Toruń /1965/
6 Wegner W., Spectophotometric Investigations of Mean Atmospheric Extinction oat Piwnice, Bull. astr. Obs. Toruń 49 /1972/
7 Wójcicka I., Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego na klimat miast, "Ochrona powietrza", 6 / /1970/
8 Stacja Meteorologiczna IMUZ w Bydgoszczy, informacja prywatna

# DIE ATMOSPHÄRISCHE EXTINKTION IN BYDGOSZCZ - DER ERSTE TEIL

## Zusammenfassung

Die Zusammenfassung. Jäde klare Nacht 1986 in einigen Beobachtungsorten in Bydgoszcz setzt man die Helligkeitemessung der Sterne fort /die Tabelle 1/. Die Beobachtungsangaben als auch die Meteorologieangaben von der Periode Januar - März sind in der Tabelle 2 gegeben worden. Die Helligkeiten der Sterne sind nach der Argelandermethode geschätzt. Diese Abschätze sind in Stufen dargestellt - Abb. 5. Die Beobachtungsangaben der Sternhelligkeiten in verschiedenen Himmelsseiten sind in Tabelle 5 bezeichnet. In dieser Tabelle sind auch die durchschnitlichen Faktoren der Lichtabsorbierung in der Atmosphäre mit ihren Beobachtunsfehlern gegeben. Die nächsten Beobacgtungsangaben und ihre Analyse werden in der Zukunft auch veröffentlicht werden.