

WALTER WEGNER

WSP w Bydgoszczy

DER FAKTOR R IN DEM SAGITTA FELD

1. Einführung - die interstellare Absorption

Die Strahlung der Intensität I die durch den Abschnitt dr der interstellaren Materie durchgeht, wird um die Größe dI geschwächt. Der Verlust der Strahlung ist proportional zu der Länge des Abschnitts, zu der Intensität der Strahlung I und zu der Dichte der Materie $D(r)$:

$$dI = -k D(r) I dr \quad (1)$$

wo k eine Konstante bedeutet, die von der Wellenlänge abhängig ist. Nach der Integration der Gleichung (1) bekommen wir

$$\ln I = -k \int_0^r D(r) dr + C \quad (2)$$

Um die Konstante C zu erhalten, legen wir $D(r) = 0$.

Es folgt daraus, daß $C = \ln I_0$, wo I_0 die Intensität der Strahlung in dem leeren Raum bezeichnet.

Daraus ergibt sich

$$\ln I - \ln I_0 = -k \int_0^r D(r) dr \quad (3)$$

Wenn wir die naturalen Logarithmen auf die Dezimallogarithmen wechseln und durch -2.5 multiplizieren, erhalten wir

$$m - m_0 = A = 1.085 k \int_0^r D(r) dr \quad (4)$$

Der Wert A nennen wir die interstellare Absorption, m bezeichnet die beobachtene Helligkeit, m_0 - die Helligkeit des Sternes in dem leeren Raum.

Die interstellare Absorption A bezeichnen wir auch, wenn wir die absolute Helligkeit M des Sternes kennen, d.h. solche

Helligkeit, die jeder Stern hätte, wenn er sich in der Entfernung 10 pc befunden hätte :

$$m - M = 5 \log r - 5 + A \quad (5)$$

r ist die Entfernung von dem Stern.

Weil die Sternstrahlung in verschiedenen Gebieten des Spectrums verschieden ist, darum die Gleichung (5) nur für die monochromatische Strahlung richtig ist.

Der Unterschied

$$C_0 = M(\lambda_1) - M(\lambda_2) = f(T) = f(Sp) \quad (6)$$

den man als Farbenindex nennt, ist von der Temperatur, die es auf der Sternfläche gibt abhängig. Die Temperatur hängt doch von dem Spectrum ab.

Wenn wir den Stern mit dem Farbenindex C_0 so bemerken, daß seine Strahlung die interstellare Materie durchläuft, dabei bezeichnen wir seine Helligkeit in zwei Wellenlänge λ_1 , λ_2 , und wir bekommen zwei Werte m_1 und m_2 , die gemäß der Gleichung (5) die Abhängigkeit erfüllen

$$C = m_1 - m_2 = M(\lambda_1) - M(\lambda_2) + A(\lambda_1) - A(\lambda_2) \quad (7)$$

Wenn wir Gleichungen (7), (6), (4) vergleichen, haben wir einen Ausdruck, der den Farbenexcess CE definiert

$$CE = C - C_0 = 1.085 \left[k(\lambda_1) - k(\lambda_2) \int_0^r D(r) dr \right] \quad (8)$$

Den Farbenexcess CE bezeichnen wir unmittelbar, den Stern beobachtend in zwei Wellenlängen und man kennt Farbenindex C_0 .

Wenn man irgendwelche Wellenlänge λ_0 wählt, so erhält man

$$\frac{CE(\lambda_1, \lambda_2)}{A(\lambda_0)} = \frac{k(\lambda_1) - k(\lambda_2)}{k(\lambda_0)} = f(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_0) = \frac{1}{R}$$

also

$$A(\lambda_0) = R CE(\lambda_1, \lambda_2) \quad (9)$$

was bedeutet, daß die interstellare Absorption proportional zum Farbenexcess ist. Die Größe R nennt man Absorptionfaktor. Am öftesten bemerken wir den Farbenexcess in den Gebieten, die den effektiven Wellenlängen der photographischen

($\lambda_1 \approx 4260 \text{ \AA}$) und photovisuellen Bereich ($\lambda_2 \approx 5430 \text{ \AA}$) entsprechen.

Den Absorptionwert berechnen wir für λ_1 .

Nach den Versuchen wurde die Abhängigkeit $k(\lambda)$ von λ festgestellt (siehe Abb. 1).

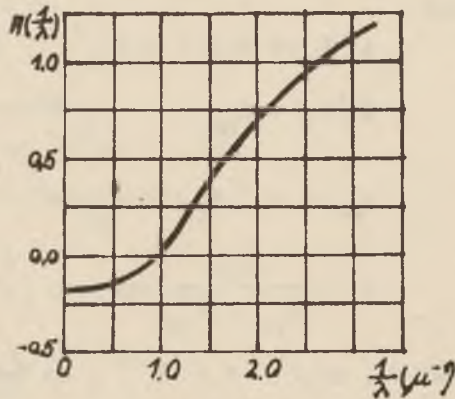


Abb. 1. Die Abhängigkeit der interstellaren Absorption $A(1/\lambda)$ von λ^{-1} . Die Absorption für $1/\lambda = 0.97 \mu^{-1}$ nimmt man als gleich Null an

Aus dem Abb. 1, ergibt sich, daß im Gebiet der sichtbaren Strahlung (von 4000 bis 8000 \AA) diese Abhängigkeit sich der geraden Linie nähert, also in der ersten Näherung

$$k(\lambda) \sim \frac{1}{\lambda} \quad (10)$$

was bedeutet, daß die Erscheinung der interstellaren Absorption durch die Substanz im Staubstand und nicht durch Gas hervorgerufen wird, weil wir in solchen Fall hätten.

$$k(\lambda) \sim \lambda^{-4} \quad (11)$$

Der Faktor R (Gleichung 9) bezeichnete man für die Daten

$$\lambda_0 = \lambda \stackrel{\text{eff}}{\text{pv}} = 5560 \text{ \AA}$$

$$\lambda_1 = \lambda_0 \quad (12)$$

$$\lambda_2 = \lambda \frac{\text{eff}}{\text{pg}} = 4320 \text{ \AA}$$

Die effektiven Wellenlängen wurden für die photographischen und photovisuellen Bereich aus der Arbeit [4] genommen.

Wir bezeichnen

$$A(\lambda_0) = A(\lambda_1) = A_{\text{pv}}$$

$$A(\lambda_2) = A_{\text{pg}}$$

darum

$$A_{\text{pv}} = R [A_{\text{pg}} - A_{\text{pv}}]$$

und

$$R = \frac{A_{\text{pv}}}{A_{\text{pg}} - A_{\text{pv}}} \quad (13)$$

Wenn wir annehmen, da $\beta = A - \lambda^{-1}$, da haben wir

$$R = \frac{1}{\frac{1}{\beta_{\text{pv}}}} = \frac{1}{\frac{1}{\lambda_{\text{pg}}} - \frac{1}{\lambda_{\text{pv}}}}$$

Wenn wir den Zähler und den Nenner durch λ_{pv} multiplizieren, erhalten wir

$$R = \frac{1}{\frac{\lambda_{\text{pv}}}{\lambda_{\text{pg}}} - 1}$$

Legend $\frac{\lambda_{\text{pv}}}{\lambda_{\text{pg}}} = \frac{1}{a}$ (siehe Gleichung 16)

wir haben

$$R = \frac{a}{1 - a} \quad (14)$$

Wenn wir in der Gleichung /13/ die Daten /12/ zugeben, bekommen wir $R = 3.5$. Andere Werte für λ_0 , λ_1 und λ_2 annehmend, erhalten wir andere Werte R , z , B . für den photoelektrischen Bereich

$$\begin{aligned}\lambda_{pv} &= \lambda_V = 5550 \text{ \AA} \\ \lambda_{pg} &= \lambda_B = 4350 \text{ \AA} \\ R &= 3.6\end{aligned}$$

In der Literatur [3] zitiert man

$$3 < R < 6$$

Wenn man bezeichnet

$$\chi = \frac{A_{pg}}{A_{pg} - A_{pv}} \quad (15)$$

bekommen wir für die Daten (12)

$$\chi = 4.5$$

und der Literatur [3] zitiert man

$$4 < \chi < 11$$

2. Die Arbeitsmethode

Der Faktor R wurde in der vorliegenden Arbeit nach solcher Methode bestimmt, welche W.A. Sherwood in der Arbeit [5] benutzt hat.

Das untersuchte Gebiet $4^\circ \times 4^\circ$ wurde in kleinere Felder $20' \times 20'$ geteilt - die Tabelle 1. In jedem Feld setzte man die durchschnittliche Sternhelligkeiten im photographischen \bar{m}_{pg} und photovisuellen \bar{m}_{pv} Bereich fest. Es wurde angenommen, daß die Unterschiede der durchschnittlichen Sternhelligkeiten in einzelnen Feldern eine Funktion nur für die interstellare Absorption bilden. Die Rechnungen wurden in einem beliebig gewählten Standartfeld durchgeführt, das die größte Sternezahl charakterisiert.

Wenn wir bezeichnen

$$\begin{aligned}x &= \Delta A_{pg} = \bar{m}_{pg}(\text{Feld}) - \bar{m}_{pg}(\text{Standartfeld}) \\ y &= \Delta A_{pv} = \bar{m}_{pv}(\text{Feld}) - \bar{m}_{pv}(\text{Standartfeld})\end{aligned}$$

erhalten wir, daß β der Inklinationfaktor der Gerade

$$Y = a X + b \quad (16)$$

mit Hilfe des Absorptionfaktors R folgend gezeigt wird:

$$a = \frac{R}{1 - R} \quad (17)$$

3. Bemerkungsmaterial

Das bearbeitete Feld $4^\circ \times 4^\circ$ gehört einem Teil des Sternbildes Sagitta und besitzt folgende "äquatoriale Koordinaten $\alpha_{1950} \approx 19^{\text{h}}28^{\text{m}} \div 19^{\text{h}}40^{\text{m}}$, $\delta_{1950} \approx +16^\circ \div +20^\circ$,

die galaktischen Koordinaten des Feldmittels sind folgende $l^{\text{II}} = 20^\circ$, $b^{\text{II}} = -4^\circ$.

Für dieses Feld nahm man die Sternhelligkeiten im photographischen m_{pg} und photovisuellen m_{pv} Bereich aus der Arbeit [2] und [1].

Das untersuchte Feld, das 1048 Sterne zählte, wurde in 120 kleine Felder mit dem Gebiet $20' \times 20'$ - geteilt.

Alle Sterne wurden in dem untersuchten Gebiet bis 13^{m} photometrisch bearbeitet. Der durchschnittliche Fehler der Bezeichnung der Helligkeiten m_{pg} und m_{pv} betrug entsprechend $+0.1^{\text{m}}$ und ± 0.05 . C. Iwaniszewska [2], die interstellare Extinktion in diesem Feld untersuchte, hatte 7 Regione ($\alpha - \xi$) genannt, die verschiedene Mitteldichte der Sterne im Quadratgrad des Gebiets charakterisiert. Diese Gebiete wurden auf Abb.2 gezeigt.

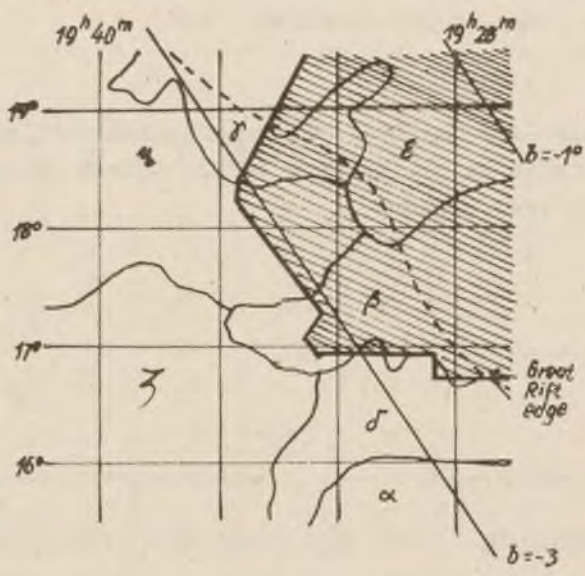


Abb.2. Die Teilung des Feldes Sagitta in sieben Regione - siehe [2]. In dem ausgezeichneten Gebiet findet man $R = 7.4 \pm 0.8$

In jedem Feld bezeichnete man die Mittelhelligkeit \bar{m}_{pg} und \bar{m}_{pv} und zunährt nahm man das Feld 57 als Standortfeld an (die meisten Sterne im Feld). Dann bestimmte man Unterschiedshelligkeit X und Y.

Zum Beispiel, die einzelnen Zahlen in genauen Daten für die Sterne im Feld Sagitta - Tabelle 1 - bedeuten.

Nummer des Feldes \rightarrow 48, $\overset{\uparrow}{X}$ 327, $\overset{\uparrow}{Y}$ 313, $\overset{\uparrow}{\text{Sternzahl}}$ 17
Gewicht

$$X = \bar{m}_{pg}(48) - \bar{m}_{pg}(57)$$

$$X = 11^m 90 - 11^m 63 = + 0^m 27 + \text{Konstant} (+ 3^m 00) = 3^m 27$$

$$Y = \bar{m}_{pv}(48) - \bar{m}_{pv}(57)$$

$$Y = 11^m 17 - 11^m 04 = + 0^m 13 + \text{Konstant} (+ 3^m 00) = 3^m 13$$

Die dargestellten Daten (Abb. 3.) zeigen den Verlauf der Veränderungen Δp_g in der Funktion Δp_r .

Tabelle 1. Das Feld Sagitta. Die Unterschiedshelligkeiten der Sterne in den Feldern 1-120. Andere Daten wurden im Text erklärt

 $19^{\text{h}} 41^{\text{m}} 20^{\text{s}}$
 $19^{\text{h}} 37^{\text{m}} 20^{\text{s}}$

	120, 312, 289, 9,	119, 262, 264, 14,	118, 355, 363, 8,
19°	110, 300, 308, 12,	109, 295, 300, 5,	108, 267, 261, 11,
	100, 196, 127, 10,	99, 381, 311, 5,	98, 260, 274, 9,
	90, 211, 243, 5,	89, 255, 278, 6,	88, 266, 282, 9,
18°	80, 240, 257, 8,	79, 270, 267, 8,	78, 239, 226, 8,
	70, 257, 257, 10,	69, 264, 276, 13,	68, 293, 290, 10,
	60, 282, 314, 7,	59, 263, 242, 11,	58, 276, 263, 9,
17°	50, 277, 281, 15,	49, 306, 295, 13,	48, 327, 313, 17,
	40, 249, 326, 4,	39, 319, 289, 6,	38, 348, 332, 12,
	30, 256, 259, 8,	29, 304, 293, 9,	28, 327, 324, 9,
	20, 272, 293, 4,	19, 232, 211, 7,	18, 321, 300, 8,
16°	10, 352, 332, 13,	9, 328, 309, 4,	8, 341, 331, 12,

19^h 37^m 20^s

	117, 222, 247, 3,	116, 246, 257, 3,
19°	107, 345, 362, 7,	106, 343, 346, 9,
	97, 292, 325, 6,	96, 320, 308, 5,
	87, 334, 332, 6,	86, 264, 234, 7,
18°	77, 255, 251, 7,	76, 272, 284, 11,
	67, 320, 308, 10,	66, 291, 276, 16,
	57, 300, 300, 19,	56, 331, 329, 13,
17°	47, 289, 294, 10,	46, 266, 264, 11,
	37, 260, 299, 11,	36, 285, 262, 14,
	27, 324, 323, 9,	26, 324, 313, 14,
16°	17, 302, 252, 8,	16, 363, 301, 10,
	7, 319, 300, 14,	6, 290, 283, 13,

19^h 32^m

115, 292, 279, 4,	114, 294, 239, 11,
105, 318, 270, 5,	104, 171, 128, 5,
95, 336, 309, 5,	94, 297, 248, 11,
85, 314, 290, 9,	84, 325, 322, 9,
75, 352, 313, 11,	74, 327, 296, 10,
65, 355, 341, 9,	64, 385, 226, 20,
55, 327, 293, 7,	54, 358, 317, 7,
45, 247, 245, 12,	44, 396, 376, 4,
35, 305, 282, 9,	34, 289, 270, 8,
25, 286, 302, 7,	24, 292, 268, 12,
15, 310, 297, 12,	14, 300, 303, 12,
5, 337, 259, 6,	4, 282, 284, 3,

Tabelle 1 - Fortsetzung

Tabelle 1 - Fortsetzung

	113, 243, 231, 7,	112, 295, 244, 6,	111, 310, 238, 3,
19°	103, 353, 295, 11,	102, 276, 252, 5,	101, 297, 244, 9,
	93, 328, 306, 17,	92, 286, 267, 8,	91, 301, 249, 5,
	83, 289, 264, 10,	82, 289, 264, 10,	81, 299, 290, 4,
18°	73, 319, 315, 9,	72, 284, 271, 10,	71, 299, 258, 4,
	63, 327, 299, 11,	62, 276, 214, 5,	61, 291, 257, 11,
	53, 325, 308, 2,	52, 241, 215, 7,	51, 415, 341, 8,
17°	43, 373, 342, 7,	42, 367, 253, 4,	41, 263, 234, 4,
	33, 290, 280, 11,	32, 384, 355, 11,	31, 304, 287, 8,
	23, 322, 313, 5,	22, 261, 256, 12,	21, 243, 239, 8,
16°	13, 316, 262, 9,	12, 277, 266, 12,	11, 288, 286, 10,
	3, 230, 236, 8,	2, 264, 336, 3,	1, 276, 291, 2,

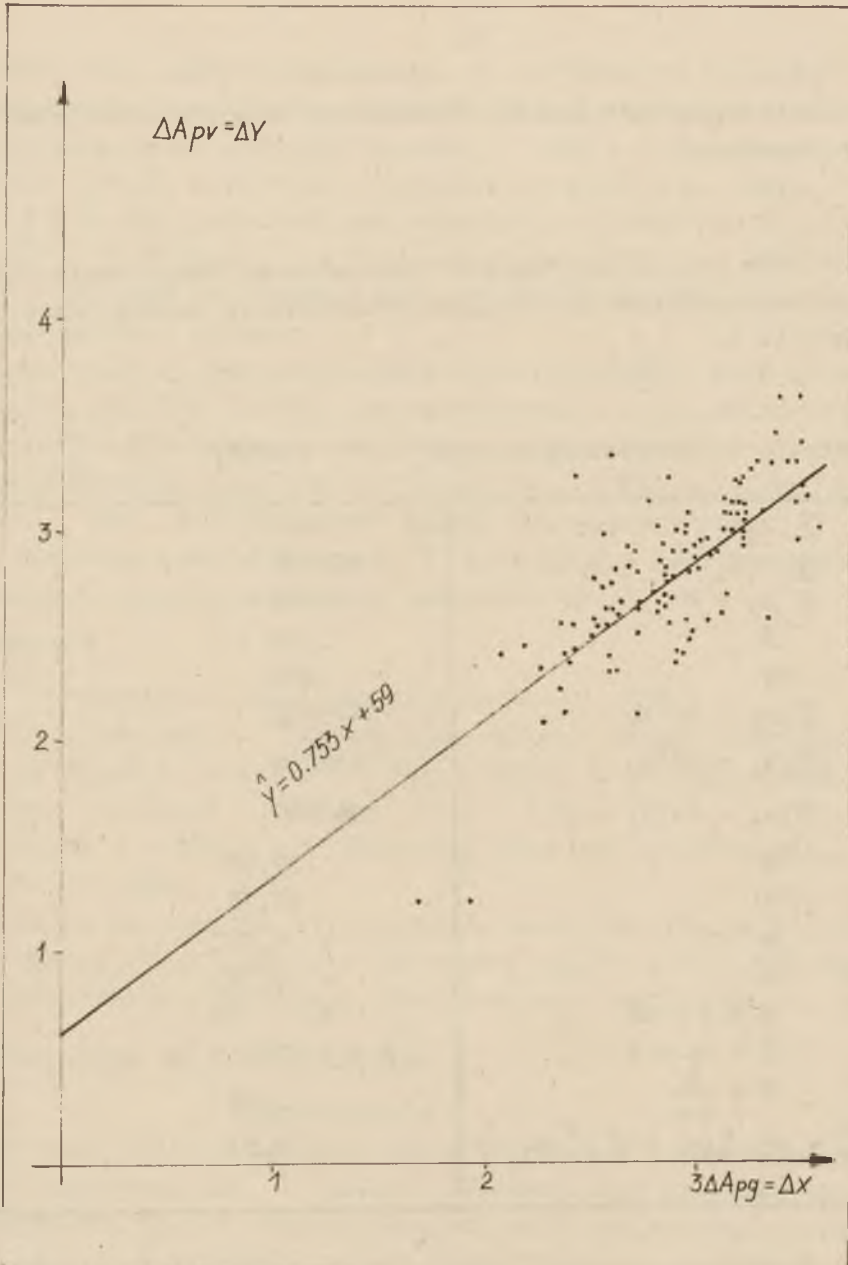


Abb.3. Die Abhängigkeit unter der Unterschiedsabsorption im photographischen und photovisuellen Bereich.

Die Inklination $a = \frac{R}{R + 1}$

4. Die Ergebnisse und die Diskussion über die erhaltenen Resultate

Für die in der Tabelle 1 enthaltenen Daten wurde die Regressionanalyse mit folgenden Resultaten durchgeführt - Tabelle 2.

Tabelle 2. Rechnenergebnisse /hier bedeutet $\sum = \sum_{i=1}^N$

$\sum x_1 n_1$	314693
$\sum y_1 n_1$	298732
$\sum n_1 = N$	1048
\bar{x}	300
\bar{y}	285
$\sum (x_1 - \bar{x})^2 n_1$	1675872
$\sum (y_1 - \bar{y})^2 n_1$	1494004
$\sum (x_1 - \bar{x})(y_1 - \bar{y})$	1260929
σ_x	39,99
σ_y	37,76
r	+ 0,797
a	+ 0,753
$b = \bar{y} - a\bar{x}$	+ 59
$\hat{y} = ax + b$	$\hat{y} = 0.753x + 59$
$R = \frac{a}{r}$	3,05
$\sigma_r^2 = \frac{1}{N-2} \sum (y_1 - \hat{y})^2 n_1$	22,54

Der erhaltene Absorptionfaktor $R = 3.05$ (oder $\chi = 4.0$ - siehe Gleichung 15) abweichen von dem angenommenen Wert in der

Arbeit [2]. Auch die Messungen R in jeden 7 Regionen bezeichneten bestätigen solche Teilung nicht. Teilweise Übereinstimmung erhält man für Regione β und ξ . Für das ausgezeichnete Gebiet (374 Sterne befindet sich dort) es wurde $R = 7.4 \pm 0.8$ gefunden. Das bedeutet, daß statt der Gleichung $k \sim \lambda^{-1}$, Gleichung $k \sim \lambda^{-0.6}$ angewandt sei soll. Das erhaltene $k \neq 1$ gäbe uns ein Zeugnis über die Absorptionsnatur des interstellaren Mittels.

Es soll hoch in der darliegende Arbeit geschätzt werden, daß sie gezeigt hat, daß man den Absorptionfaktor R mit Hilfe der Statistischen Methoden bezeichnen kann. Man kann ihm also in diesen Gebieten bezeichnen, für welche die Helligkeiten m_{pg} und m_{pv} für einige hundert Sterne festgesetzt wurde. Das Kennenlernen des Faktors R erlaubt die Bestimmung der interstellaren Absorption zu werifikieren.

LITERATUR

- [1] Grudzińska S., Bull. astr. Obs. 15, 1, 1956
- [2] Iwaniszewska C., Interstellar Extinction and Distribution of stars in the Sagitta Field, Bull. astr. Obs. Toruń, Vol III, No 2, 1960
- [3] Landolt - Börnstein, Numerical Data and Relationships Vol.I 1965, p.363
- [4] Maron N., and Strobel A., Bull. astr. Obs. Toruń 41, 1967
- [5] Sherwood W.A., Galactic Structure at $l^{\text{II}} = 40^{\circ}$, The Royal Observatory, Edinburgh, Publications - Vol.9, No. 3, 1974

WSPÓŁCZYNNIK R W POLU SAGITTA

Streszczenie

Wszystkie pomiary absorpcji międzygwiazdowej wymagają znajomości współczynnika R (wzór 9). Wartość tego współczynnika przyjmowana była w dotychczasowych badaniach absorpcji międzygwiazdowej (w wybranych polach Drogi Mlecznej, względnie polach gwiazd osobliwych) bez jego wyznaczenia. W niniejszej pracy przedstawiono statystyczną metodę wyznaczenia współczynnika R (wzór 14). W tym celu pole o obszarze $4^{\circ} \times 4^{\circ}$

(gwiazdosbiór Sagitta) zawierające 1048 gwiazd, zostało podzielone na 120 małych pól o obszarze $20' \times 20'$. Dla tych pól wyznaczono względem wybranego pola przyjętego jako pole standardowe różnicową absorpcję ΔA_{pg} i ΔA_{pv} (Rys. 3). Korzystając następnie ze wzoru (14) i przy założeniu, że $k(\lambda) \sim \lambda^{-1}$, otrzymujemy $R = 3,05 \pm 0,2$.

Na rys. 2 wyróżniono obszar, dla którego znaleziono $R = 7,4 \pm 0,8$. Oznacza to, że zamiast zależności $k(\lambda) \sim \lambda^{-1}$ należy przyjąć zależność $k(\lambda) \sim \lambda^{-\alpha}$, gdzie $\alpha \approx 0,5$. W dalszych pracach przedstawiona zostanie dyskusja otrzymanego wyniku a dotyczącego fizycznej natury absorbującego środowiska.