



# Wielozakresowa analiza obserwacji radiogalaktyki 3C326 z wykorzystaniem programu AIPS

Kamil Kalinowski

Analiza 3 obserwacji obiektu 3C326 przeprowadzonych w różnych długościach fali doprowadziła do wyznaczenia map konturowych, pomiarów szumu i strumienia oraz wyznaczenia indeksu spektralnego  $\alpha$ .

## I. Informacje o obiekcie

Podstawowe informacje na temat obiektu zawarto w tabeli 1. Morfologia obiektu odpowiada typowi FR II, ponieważ ogniska jasności znajdują się w nim na krańcach płatów.

## II. Dane

Mapa 1 została wykonana przez zespół radioteleskopów Westerbork Synthesis Radio Telescope na częstotliwości  $\nu_1 = 1.401 \text{ GHz}$  20 września 1996 roku.

Mapa 3 została wykonana przez ten sam zespół instrumentów na częstotliwości  $\nu_2 = 609 \text{ MHz}$  9 sierpnia 1988 roku.

Optyczne zdjęcie w filtrze E-band, na które nałożono kontury ze zdjęcia 1, pochodzi z Teleskopu Samuela Oschina i zostało wykonane 18 kwietnia 1950 roku.

Aby wczytać każdą mapę, użyto narzędzia imlod i polecenia datain.

## III. Pomiar natężenia strumienia radiowego

Wykorzystując narzędzie tvstat, w oknie telewizyjnym zaznaczono obszar galaktyki i odczytano wartość natężenia strumienia radiowego  $S$  z otoczonego obszaru dla obu map radiowych.

### I. Częstotliwość 1,4GHz

Szum  $RMS$  zmierzony poza obszarem galaktyki wynosi  $9.104 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Jy}}{\text{Beam}}$ . Odczytana wartość strumienia dla lewego płata wynosi

$$S = (1.813 \pm 0.055) \text{ Jy.}$$

Zajmuje on obszar  $P = 4642 \text{ px}$ . Odczytana wartość strumienia dla prawego płata wynosi

$$S = (1.529 \pm 0.046) \text{ Jy.}$$

Zajmuje on obszar  $P = 8058 \text{ px}$ . Podane niepewności zostały wyznaczone ze wzoru

$$u_s = \sqrt{(0.03 \cdot S)^2 + RMS^2 \cdot \frac{P_1}{P_2}}, \quad (1)$$

gdzie  $P_1$  i  $P_2$  są kolejno polem obszaru, z którego zmierzono strumień i polem wiązki ( $P_2 = 38.67 \text{ px}$ ). Zatem strumień z całej struktury wynosi

$$S_{1.4\text{GHz}} = 3.342 \pm 0.072 \text{ Jy.}$$

Podana niepewność została wyznaczona z prawa propagacji niepewności.

Parametr	Wartość	Źródło
Rektascencja	15 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> 26 <sup>s</sup> .60	[1]
Deklinacja	20°6′0″0	[1]
Redshift	0.089(1)	[4]
Typ morfologiczny	FR II	[3], [5], [2]

Tabela 1: Podstawowe informacje na temat analizowanej galaktyki. Współrzędne podano dla epoki J2000 w standardzie ICRS.

## II. Częstotliwość 609 MHz

Szum *RMS* zmierzony poza obszarem galaktyki wynosi  $1.210 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Jy}}{\text{Beam}}$ . Odczytana wartość strumienia dla lewego płata wynosi

$$S = (3.98 \pm 0.11) \text{ Jy}.$$

Zajmuje on obszar  $P = 726 \text{ px}$ . Odczytana wartość strumienia dla prawego płata wynosi

$$S = (2.897 \pm 0.088) \text{ Jy}.$$

Zajmuje on obszar  $P = 1353 \text{ px}$ . Podane niepewności zostały wyznaczone ze wzoru (1) ( $P_2 = 18.58 \text{ px}$ ). Zatem strumień z całej struktury wynosi

$$S_{608 \text{ MHz}} = 6.88 \pm 0.15 \text{ Jy}.$$

Podana niepewność została wyznaczona z prawa propagacji niepewności.

## IV. Porównanie zdjęć w pasmach radiowych

Używając narzędzia *cntr*, wyświetlono mapę konturową 1 z pierwszą izolinia dla wartości  $3,000 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Jy}}{\text{Beam}}$ . Kolejne izolinie są dla iloczynu wartości pierwszej izolinii z kolejnymi potęgami dwójki (do 128). Zostały one wprowadzone poprzez polecenie *clev* – służy ono do wprowadzenia poziomu pierwszej izolinii oraz polecenie *levs* – służy ono do wpisania wielokrotności pierwszej wartości, dla których program generował izolinie.

Następnie wyświetlono mapę konturową 3 z pierwszą izolinia dla wartości  $3,000 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Jy}}{\text{Beam}}$ . Kolejne izolinie są dla iloczynu pierwszego konturu z kolejnymi potęgami dwójki (do 128).

Mapy zostały wyeksportowane jako grafika wektorowa z wykorzystaniem narzędzia *lwpl*.

W obu pasmach widać dwa rozległe płyty o zbliżonym kształcie, rozmiarach, rozkładzie jasności i położeniu. Przyczyną podobieństwa jest fakt, że promieniowanie na obu częstotliwościach jest emitowane za sprawą tego samego mechanizmu – mechanizmu promieniowania synchrotronowego.

## V. Porównanie ze zdjęciem w paśmie widzialnym

Aby wygenerować obrazek z pasma optycznego, wykorzystano narzędzie *greys*, które służy do generowania mapy szarości oraz polecenie *pixra*, które służy do podania zakresu dynamicznego wyświetlanego obrazu – skrajnych wartości ADU.

Następnie użyto narzędzia *hgeom*, które posłużyło do przetransformowania parametrów jednej mapy tak, aby odpowiadały parametrom drugiej mapy (mapy matrycy).

Użyto narzędzia *kntr*, do generowania obrazka powstałego z nałożenia na siebie kilku map. Wykorzystując polecenie *getn* i *get2n*, wybrano kolejno radiową mapę przetransformowaną i mapę optyczną – matrycę. Izolinie obiektu w paśmie radiowym 1.401 GHz nałożo-

no na zdjęcie w paśmie widzialnym, otrzymując rys. 2. Pierwsza izolinia odpowiada poziomowi  $2,100 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Jy}}{\text{Beam}}$ , kolejne są dla iloczynu wartości odpowiadającej pierwszej izolinii z kolejnymi potęgami dwójki (do 128).

## VI. Wyznaczenie indeksu spektralnego

Indeks spektralny można oszacować wykorzystując wzór

$$\alpha = \frac{\log S_1 - \log S_2}{\log v_1 - \log v_2}. \quad (2)$$

Jego błąd można wyznaczyć za pomocą równania

$$u_\alpha = \frac{1}{\log \frac{v_1}{v_2} \ln 10} \sqrt{\left(\frac{\Delta S_1}{S_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta S_2}{S_2}\right)^2}, \quad (3)$$

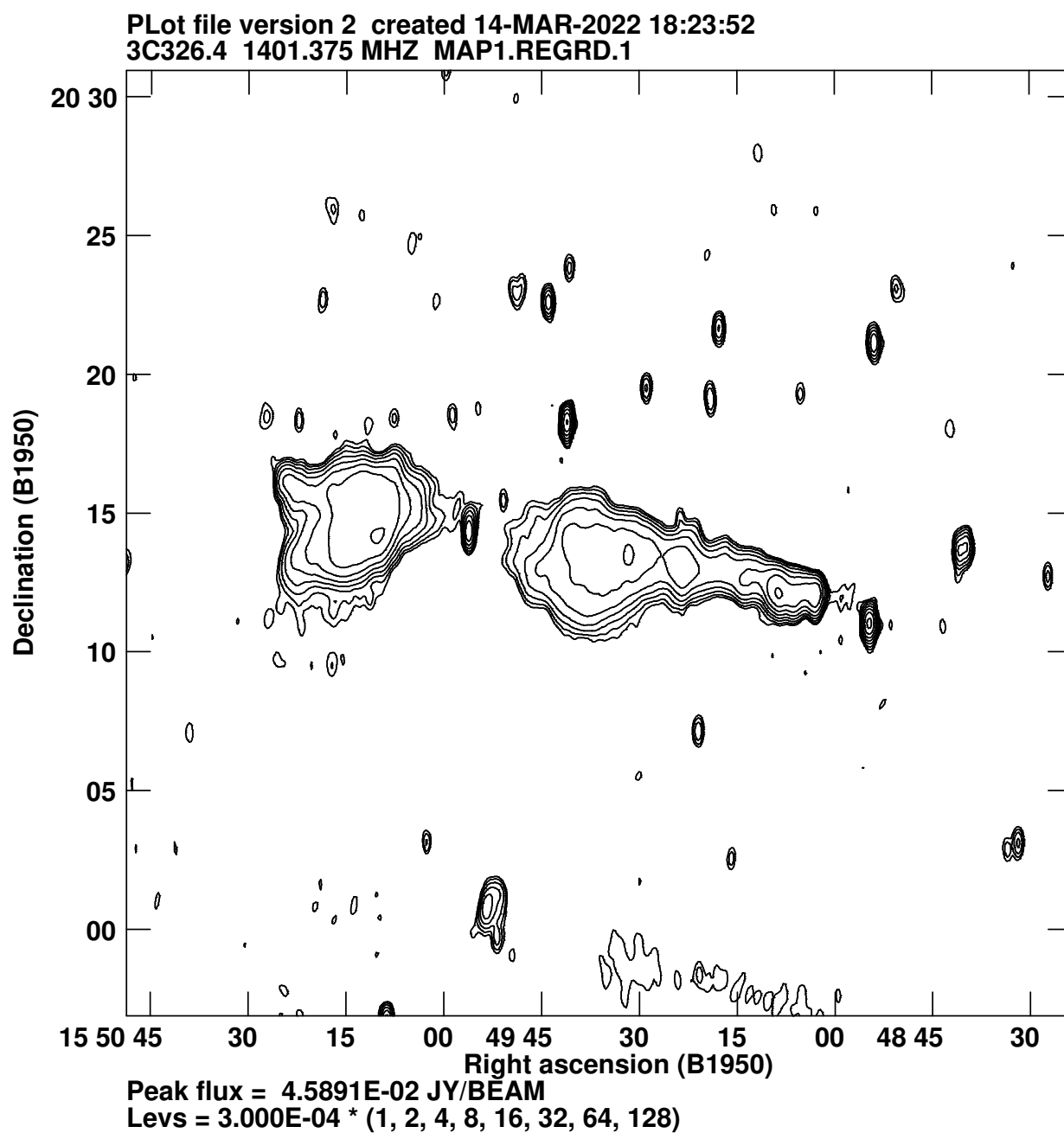
gdzie  $S_1$ ,  $\Delta S_1$  to strumień i jego niepewność odpowiadająca  $v_1$ , a  $S_2$ ,  $\Delta S_2$  to strumień i jego

niepewność odpowiadająca  $v_2$ . Wyznaczony za pomocą powyższych formuł indeks wynosi

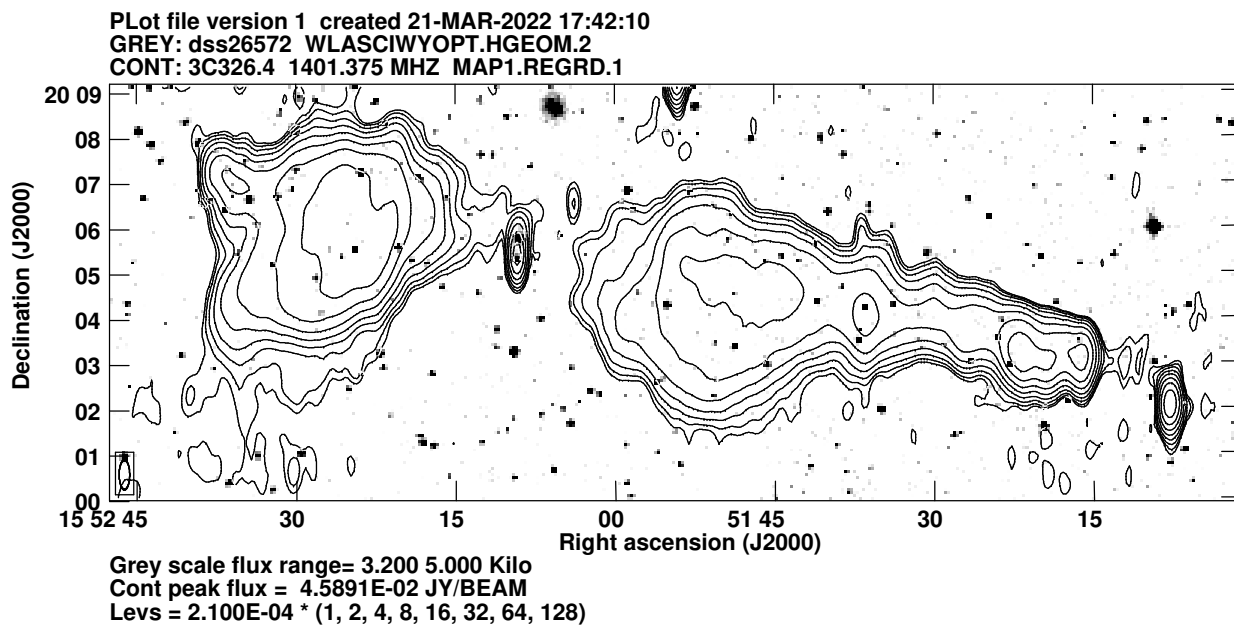
$$\alpha = 0.87 \pm 0.04.$$

## Literatura

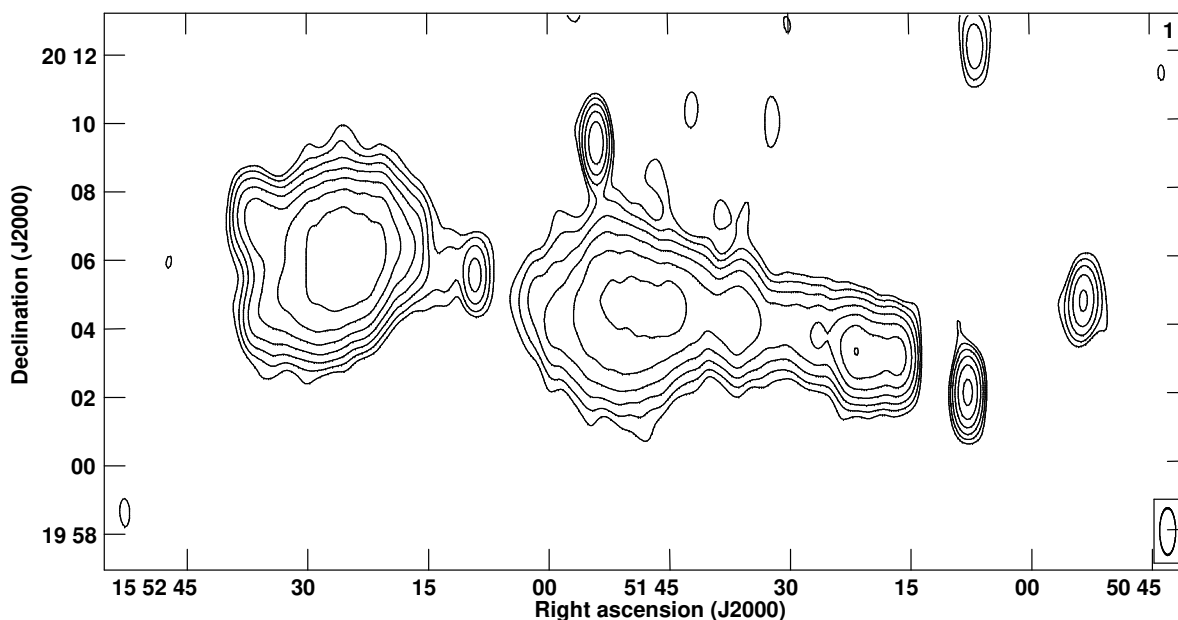
- [1] P. C. Gregory, W. K. Scott, K. Douglas, and J. J. Condon. ApJS, 103:427, Apr. 1996.
- [2] C. H. Ishwara-Chandra and D. J. Saikia. MNRAS, 309(1):100–112, Oct. 1999.
- [3] R. A. Laing, J. M. Riley, and M. S. Longair. MNRAS, 204:151–187, July 1983.
- [4] P. Ogle, R. Antonucci, P. N. Appleton, and D. Whysong. ApJ, 668(2):699–707, Oct. 2007.
- [5] F. N. Owen and R. A. Laing. MNRAS, 238:357–378, May 1989.



Rysunek 1: Mapa konturowa obiektu, 1.401 GHz



Rysunek 2: Mapa konturowa obiektu w paśmie 1.401 GHz nałożona na zdjęcie w filtrze E-band. Elipsa w lewym dolnym rogu ilustruje rozmiar wiązki



Rysunek 3: Mapa konturowa obiektu, 609 MHz. Elipsa w prawym dolnym rogu ilustruje rozmiar wiązki