

# Streszczenie

(Abstract in Polish)

---

Głównym celem rozprawy jest zbadanie efektywności produkcji dżetów w Aktywnych Jądrami Galaktyk (AGN-ach) przy rozróżnieniu AGN-ów na radiowo-ciche (RQ) i radiowo-głośne (RL). Bazując na obserwacjach radiowych, notowany jest nie tylko znaczny rozrzut tychże efektywności (4-5 rzędów wielkości), ale też niezwykle duże moce dżetów ( $P_j$ ) wśród obiektów RL, niekiedy przewyższające moce akrecyjne ( $P_{\text{accr}} = \dot{M}c^2 = L_{\text{bol}}/\epsilon_d$ , gdzie  $L_{\text{bol}}$  to jasność bolometryczna oraz  $\epsilon_d$  to efektywność promienista) tychże AGN-ów. To z kolei prowadzi do pytań: (1) co dokładnie powoduje tak duży zakres efektywności produkcji dżetów ( $\eta_j \equiv P_j/P_{\text{accr}}$ ); (2) czy za produkcję obserwowanych przez nas dżetów (wśród obiektów RQ i RL) odpowiada tylko jeden i ten sam mechanizm, czy mamy kilka różnych procesów; (3) czy produkcja silnych dżetów obserwowanych w obiektach RL wiąże się ze spełnieniem jakiegoś warunku/ów granicznego/ych (tj. *threshold*); (4) w jaki sposób otrzymujemy najpotężniejsze z obserwowanych dżetów?

Odpowiedzi na powyższe pytania poszukiwane były w ciągu ostatnich pięciu lat studiów (2016-2021) poprzez staranne analizy różnorodnych zbiorów AGN-ów, przedstawione w trzech recenzowanych pracach. Mimo, iż pozornie badania te, gdy porównane między sobą, mogą wydawać się niekonsystentne (opisane poniżej), to jednak wszystkie zebrane rezultaty oraz ich teoretyczne rozważania wyłaniają spójny obraz i prowadzą do tego samego wniosku – mianowicie nie wszystkie AGN-y są w stanie wytworzyć bardzo silne dżety, gdzie niezwykle istotnym czynnikiem jest odpowiednie nagromadzenie pola magnetycznego w centrum, jako iż jedynym modelem tłumaczącym istnienie dżetów o największych mocach jest model magnetycznie blokowanej akrecji (MAD). W modelu tym dżety produkowane są w mechanizmie Blandforda-Znajka w którym to są one zasilane energią rotacyjną czarnej dziury zaś duży strumień pola magnetycznego podtrzymywanego na czarnej dziurze przez ciśnienie naporowe akrejującej na czarną dziurę (BH) materii zapewnia wysoką efektywność ich produkcji.

W Pracy I analizowane były efektywności produkcji dżetów dla czterech różnorodnych zbiorów AGN-ów, których cechą wspólną była obecność pary płatów radiowych typu FR II, a tym samym możliwość obliczenia ich mocy dżetów z jasności radiowych stosując kalorymetrię tychże płatów. Zestawienie tych obiektów pokazało wyraźny spadek efektywności produkcji dżetów na wyższych tempach akrecji ( $\lambda_{\text{Edd}} \equiv L_{\text{bol}}/L_{\text{Edd}}$ ). Taki spadek, choć mógłby być tłumaczony przejściem między promieniście nieefektywnym, cienkim optycznie, ale grubym geometrycznie, dyskiem akrecyjnym do dysku standardowego, optycznie grubego i geometrycznie cienkiego, to ze względu na obiekty

o średnich tempach akrecji ( $\lambda_{\text{Edd}} \sim 0.01$ ), w których  $P_j > L_{\text{bol}}$  sugeruje obecność MAD-u w tych obiektach, ale przy założeniu grubszych, niż standardowa teoria przewiduje, dysków akrecyjnych.

W Pracy II skupiliśmy się na zbadaniu bimodalności radiowej (tj. rozkładu głośności radiowej,  $R = L_{\text{radio}}/L_{\text{optical}}$ , obrazującej  $\sim P_j/L_{\text{bol}}$ ) w jednym, starannie wyselekcjonowanym i niezwykle jednorodnym zbiorze AGN-ów. Nasze badania potwierdziły bimodalny rozkład głośności radiowej oraz ujawniły deficyt dżetów o średnich efektywnościach produkcji dżetów (liczonych analogicznie jak w Pracy I jednak z ograniczoną liczbą obiektów z podwójnymi płatami radiowymi) implikując istnienie pewnych warunków granicznych (tj. *threshold*) umożliwiających powstawanie najsilniejszych dżetów. Pracę zakończyliśmy omówieniem różnych możliwych scenariuszy odpowiedzialnych za powstawanie mechanizmu MAD-u.

W Pracy III przeanalizowaliśmy jak zmienia się frakcja RL (RLF) kwazarów (QSOs) z czasem kosmicznym. W tym celu w pierwszym kroku, podobnie jak w Pracy II uważnie wybraliśmy badane obiekty tworząc trzy podzbiory, dla których znaleźliśmy spadek RLF wraz ze wzrostem redshiftu. Dalej, usuwając bias implikowany przez zależność RLF od redshiftu poprzez ustalenie jego wąskiego zakresu, mogliśmy dokładnie zbadać zależność RLF od masy czarnej dziury oraz tempa akrecji znajdując wzrost RLF ze wzrostem  $M_{\text{BH}}$  oraz brak zależności między RLF a  $\lambda_{\text{Edd}}$ . Zestawiając razem wszystkie otrzymane w tej pracy rezultaty otrzymujemy jeszcze bardziej stromy spadek RLF z redshiftem. Na koniec podjęliśmy próbę powiązania tych wyników z możliwymi scenariuszami powstawania MAD, ze szczególnym uwzględnieniem typów zderzeń galaktyk, które mogą być odpowiedzialne za wyzwolenie aktywności AGN.