

Na standardowy obraz aktywnych jąder galaktyk (active galactic nuclei, AGN) składają się galaktyki z ekstremalnie jasnymi jądrami przewyższającymi swoim blaskiem światło pochodzące z innych części galaktyki, takich jak ramiona czy wypukłość centralna. Za przyczynę intensywnej mocy AGN-ów (promieniowania emitowanego z przeszło miliona Słońc) uważa się akrecję materii z otoczenia supermasywnej czarnej dziury, znajdującej się w centrum galaktyki, która następuje za pośrednictwem dysku akrecyjnego. Czasami systemy te wyrzucają silne wąskie wiązki naładowanych cząsteczek o dużych prędkościach. Jeśli uda się zaobserwować taki system wzdłuż linii widzenia tych wyrzutów, zwanych dalej dżetami, wtedy dany obiekt nazywamy blazarem. Naładowane cząstki (tu elektrony) zwiększają swoją energię o czynnik  $\sim 1,000,000$  na drodze wysoce wydajnych procesów przyspieszania mających miejsce w dziecie. Elektrony przyspieszone do energii rzędu TeV w obecności pola magnetycznego produkują promieniowanie w wyniku nietermicznych procesów (promieniowania synchrotronowego i odwrotnego rozpraszania Comptonowskiego) obserwowane w całym zakresie spektrum elektromagnetycznego – od częstotliwości radiowych do  $\gamma$ . Co więcej, dżety te poruszają się z prędkościami bliskimi prędkości światła, a z powodu niewielkich kątów między osią dżetu na nami, emitowane promieniowanie jest dodatkowo modyfikowane przez efekty relatywistyczne. Promieniowanie emitowane przez takie systemy jest nie tylko silne ale również zmienne we wszystkich skalach czasowych we wszystkich długościach fali. Zmienność kontinuum jest podstawowym narzędziem ograniczania modeli emisyjnych, gdyż daje informację o rozmiarze ( $R$ ) regionu emisyjnego przez tak zwane *argumenty przyczynowości*, czyli rozmiar rejonu emisyjnego nie może być mniejszy niż czas ( $\Delta t$ ) niezbędny do przebycia go przez światło ( $R \geq c \times \Delta t$ , gdzie  $c$  jest prędkością światła w próżni). Podstawowym celem fizyki blazarów jest zrozumienie procesów dyssypacji energii w dżetach tych obiektów oraz zbadanie, w jaki sposób na te procesy oddziałuje system składający się z supermasywnej czarnej dziury – dysku akrecyjnego, który produkuje dżety. Ponadto pierwszorzędne znaczenie ma ustalenie czy istnieje pojedynczy proces będący w stanie skutecznie przyspieszać elektrony i generować promieniowanie na skalę przestrzenną obejmującą zakres od 100 milionów km do 100 miliardów km. Planowane badania mają na celu systematyczne zgłębianie fizyki blazarów poprzez udzielenie odpowiedzi na kilka z tych pytań, poprzez dobrze zdefiniowane próbki blazarów oraz wykorzystanie dobrej jakości, długookresowych krzywych zmian blasku dla różnych długości fali.

Do przeprowadzenia zaproponowanych badań zostaną wykorzystane metody statystyczne dla analizy krzywych zmian blasku w przestrzeni Fouriera, poprzez dyskretną transformatę Fouriera, oraz w przestrzeni czasowej, poprzez modelowanie krzywych zmian blasku jako procesów czasowo ciągłej autoregresji średniej ruchomej (CARMA). Przykładowo, krzywa zmian blasku może być rozłożona na współczynniki Fouriera z amplitudą i fazą przez transformatę Fouriera bez utraty żadnych informacji. Kwadraty amplitud Fouriera wykreślone w funkcji częstości Fouriera w przestrzeni logarytmicznej przedstawiają rozkład potęgowy. Taki rozkład jest znany jako gęstość widmowa mocy (power spectral density, PSD) krzywej zmian blasku, która może być zapisana w postaci matematycznej jako:  $P(\nu_k) = A\nu_k^{-\beta}$ , gdzie  $\nu_k$  jest częstotliwością chwilową (odnoszącą się do skali czasowej  $1/\nu_k$ ),  $A$  jest znormalizowaną stałą i  $\beta$  jest współczynnikiem nachylenia. Zostaną przez nas wykorzystane dane z kilku satelitów, obserwujących w zakresach energii promieniowania  $\gamma$  (GeV) oraz promieniowania rentgenowskiego (keV), orbitujących wokół Ziemi, gdyż promieniowanie na takich częstotliwościach jest pochłaniane w ziemskiej atmosferze. Dane  $\gamma$  z zakresu TeV, optyczne i radiowe w paśmie GHz zbierane są z kilku obserwatoriów naziemnych a także z publicznie dostępnych archiwów.

Zmienność strumienia niesie w sobie bogatą informację, która dostarcza istotnych wskazówek dotyczących procesów rozpraszania energii, takich jak fale uderzeniowe (szoki), turbulencje oraz zdarzenia związane z rekonekcją magnetyczną, działających w różnych skalach przestrzennych. Takie informacje w połączeniu z danymi spektralnymi dostarczają wskazówek pozwalających na rozróżnienie obecnie akceptowanych modeli emisji blazarów. Jak dotąd modelowanie czasowe emisji blazarów spowodowało ograniczenia położenia, rozmiaru, siły pola magnetycznego w miejscu emisji oraz składu dżetów, aczkolwiek nadal brakuje jednolitego scenariusza. Dzięki naszej nowatorskiej analizie krzywych zmian blasku za pomocą PSD, które łączy w sobie komponenty ze zbioru długookresowych fluktuacji jak również gwałtownych błysków i migotania, ograniczymy warunki rozpraszania energii, na które nie mają wpływu przypadkowe zbieżności emisji w różnych zakresach częstotliwości. Naszym głównym wkładem będzie zweryfikowanie i ewentualna zmiana podstawowego paradygmatu fizyki blazarów, która obejmuje wewnętrzne szoki i emisję zdominowaną przez pojedyncze rejonu emisyjne.