

Celem projektu jest rozwiązanie szeregu fundamentalnych problemów współczesnej astrofizyki dotyczących czarnych dziur. Czarne dziury występują we wszechświecie mogą być pozostałościami po wybuchach masywnych gwiazd, kościelnych ich powstaniu, i wtedy ich masa jest rzędu kilku lub kilkunastu mas słonecznych. Drugi rodzaj to czarne dziury o bardzo dużych masach, od milionów do miliardów mas słonecznych, znajdujące się w centrach galaktyk. Te czarne dziury powstały zapewne razem z galaktykami we wczesnym wszechświecie, a potem zwiększały swoją masę przez wpadanie do nich otaczającej je materii galaktycznej w wyniku działania ich grawitacji. Taki proces spadku materii nazywany jest akrecją. Przy akrecji może być wyzwolana energia potencjalna spadającej materii, co powoduje jej nagrzewanie i emisję promieniowania. Proces akrecji zachodzi też dla gwiazdowych czarnych dziur, jeżeli znajdują się w układach podwójnych, a druga gwiazda jest na tyle duża, że grawitacja czarnej dziury powoduje przepływ materii z gwiazdy na czarną dziurę.

Proces akrecji na czarne dziury jest nadal nie do końca zrozumiany, mimo kilkudziesięciu lat badań. Aby otaczająca materia mogła wpaść do czarnej dziury, musi utracić swój moment pędu, co dopiero niedawno zostało powiązane z pewną niestabilnością magnetyczną. Moment pędu powoduje, że spadek najczęściej nie jest sferyczny, lecz zachodzi poprzez tzw. dysk akrecyjny. Dyski takie są często obserwowane w kosmicznych źródłach z czarnymi dziurami, i ich promieniowanie jest już względnie dobrze zrozumiane. Natomiast obserwuje się też często silną emisję w zakresie twardego promieniowania rentgenowskiego, która nie może pochodzić z dysku. Pochodzenie tego promieniowania i geometria jego źródła są nadal przedmiotem kontrowersji. Duża grupa badaczy twierdzi, że dysk akrecyjny prawie zawsze dochodzi do najbardziej wewnętrznej stabilnej orbity wokół czarnej dziury, a źródło twardego promieniowania rentgenowskiego znajduje się ponad czarną dziurę. Druga grupa twierdzi, że dysk akrecyjny urywa się na promieniu znacznie większym niż wewnętrzna orbita stabilna i zostaje zastąpiony gorącym przepływem zawierającym relatywistyczne elektrony. Pierwszy cel obecnego projektu to rozwiązanie tej kontrowersji. Będziemy przeprowadzać intensywne badania używając najlepszych dostępnych danych i modeli, będziemy też tworzyć własne modele. Drugim celem jest zmierzenie prędkości rotacji gwiazdowych czarnych dziur poprzez modelowanie promieniowania dysków akrecyjnych. Jest to też przedmiotem kontrowersji, bo otrzymano dla szeregu czarnych dziur maksymalną prędkość rotacji, która jest trudna do wytłumaczenia w procesach powstawania tych obiektów i ich ewolucji. Zamierzamy przeprowadzić nowe obliczenia emisji dysków, uwzględniając zaniedbany do tej pory efekt dyssypacji energii w pobliżu ich powierzchni. Okazuje się też, że w procesie akrecji część materii nie wpada do czarnej dziury, ale tworzy bipolarne wypływy, tzw. dżety, poruszające się z prędkościami bliskimi prędkości światła. Procesy fizyczne, w których te dżety powstają, pozostają słabo zbadane. Dominującym modelem w ostatnich latach jest powstawanie dżetów wzdłuż osi szybko rotujących czarnych dziur otoczonych dyskiem akrecyjnym z bardzo silnym polem magnetycznym, tak silnym, że jego ciśnienie równoważy ciśnienie spadającej materii. Model ten przewiduje duże moce dżetów. W naszym projekcie będziemy porównywać wyniki pomiaru mocy dżetów przy użyciu szeregu metod, przez co wyniki będą bardziej godne zaufania. Dotychczas ustaliliśmy, że różne metody dają do siebie różne wyniki, co wymaga wyjaśnienia. Drugim głównym zagadnieniem, które będziemy badać, to czy dżety w aktywnych jądrach galaktyk mogą emitować promieniowanie kosmiczne i neutrino o najwyższych zmierzonych energiach.