

2. Summary in Polish

Niniejszy dokument jest rozprawą doktorską realizowaną w tak zwanym nowym trybie, gdzie forma klasycznej tezy została zastąpiona opublikowanymi pracami recenzowanymi, uzupełnionymi streszczeniami w języku angielskim i polskim oraz obszernym opisem w języku angielskim. W skład rozprawy wchodzi trzy załączniki, które są recenzowanymi pracami opublikowanymi w czasopismach z listy JCR: *Acta Astronomica* i *Astrophysical Journal*. Jest jedynym autorem tych trzech publikacji. Wszystkie moje obserwacje analizowane w tych pracach uzyskano za pomocą teleskopu Caltech Submillimeter Observatory.

Appendix A zawiera artykuł *Observations of HDO in the High-Mass Star Forming Regions*, który został opublikowany w 2016 roku w *Acta Astronomica*. W tej pracy analizuję moje obserwacje najniższego przejścia rotacyjnego HDO na 464.925 GHz w kierunku regionów formowania się gwiazd masywnych: Sgr B2(N), Sgr B2 (M), W33A, W31C i DR 21 (C). Przejścia te są modelowane razem z przejściami HDO z poziomów o wyższej energii oraz kontinuum pyłu znalezionymi w literaturze. Do oszacowania rozkładu przestrzennego obfitości HDO w tych źródłach został wykorzystany sferycznie symetryczny model Zmuidzinasa. Modelowane obszary zostały podzielone na wewnętrzny obszar gorącego rdzenia z temperaturami kinetycznymi wyższymi niż 100 K i zimną otoczkę zewnętrzną. Ta graniczna temperatura jest związana z temperaturą odparowania lodu wodnego. Otrzymana obfitość HDO w stosunku do H₂ wynosi odpowiednio $(0.6-3.5) \times 10^{-8}$ i $(0.1-25.0) \times 10^{-11}$ w gorącym obszarze wewnętrznym i zimnej zewnętrznej otoczce. Wyraźnie widać, że parowanie HDO z cząstek pyłu znacznie zwiększa obfitość w gorącym obszarze wewnętrznym. Moja analiza wykazała, że przejście HDO na 464.925 GHz jest bardzo użytecznym narzędziem do badania struktury i warunków w zewnętrznej otoczce.

Appendix B zawiera artykuł *Analysis of Low Excitation Transition toward the 1.5 M_☉ Star-forming Regions G34.26+0.15, W51e₁/e₂ and W49N*, który został opublikowany w 2017 roku w *Astrophysical Journal*. W tej pracy analizuję dwa najniższe przejścia rotacyjne HDO: $1_{0,1}-0_{0,0}$ na 464.925 GHz i $1_{1,0}-1_{0,1}$ na 509.292 GHz w kierunku trzech regionów gwiazdotwórczych o dużej masie: G34.26+0.15, W51e₁/e₂ i W49N. Do celów tej pracy wykonano po raz pierwszy zaobserwowane z Ziemi przejście HDO na 509.292 GHz. Podobnie jak w pierwszej pracy, widma były modelowane wraz z obserwacjami przejść HDO z poziomów o wyższej energii oraz sub-milimetroowymi obserwacjami kontinuum pyłu znalezionymi w literaturze. Wykorzystując model transferu promieniowania Zmuidzinasa uzyskałam przestrzenny rozkład obfitości HDO w badanych źródłach. Podobnie jak w pierwszym artykule, modelowane obszary zostały podzielone na wewnętrzny obszar gorącego rdzenia z temperaturami kinetycznymi wyższymi niż 100 K i zimną otoczkę zewnętrzną.

niymi wyższymi niż 100 K i zimną otoczką zewnętrzną o niższych temperaturach kinetycznych. Uzyskana obfitość HDO w porównaniu z H_2 wynosi $(0.3-3.7) \times 10^{-8}$ w gorącym obszarze wewnętrznym i $(7.0-10.0) \times 10^{-11}$ w zimnej zewnętrznej otoczce. W pracy wykorzystałam również dwa podstawowe przejścia $H_2^{18}O$, aby wyznaczyć obfitość H_2O w zewnętrznych obszarach. Stosunki HDO/ H_2O w tych zimnych otoczkach wynoszą $(1.8-3.1) \times 10^{-3}$ i są znacząco wyższe niż w gorących wewnętrznych obszarach tych źródeł, a także znacznie większe niż kosmiczny stosunek D/H, który wynosi około 10^{-5} .

Appendix C zawiera artykuł *Deuterated Molecule in Star-Forming Regions*, który został opublikowany w 2018 roku w *Acta Astronomica*. W tym artykule analizuję rozkład przestrzenny zdeuteryzowanych molekuł w kilku pobliskich obszarach tworzących gwiazdy o małych masach, w oparciu o emisję DCO^+ (3-2). Otrzymane obrazy pokazują, że zdeuteryzowany materiał jest często przemieszczony w stosunku do obszarów o najwyższych gęstościach kolumnowych śledzonych przez sub-milimetrową emisję pyłu, a ponadto wydaje się, że niekiedy koreluje z przepływami widocznymi w linii CO (2-1). Proces deuteracji zachodzi w gęstych i chłodnych przedgwiazdowych jądrach zarówno w fazie gazowej jak i na powierzchni ziaren. Jednak w pracy argumentuję, że możliwy jest alternatywny mechanizm wyjaśniający wysoki poziom deuteryzacji. W sąsiedztwie młodych gwiazd, będących źródłem przepływów molekularnych, towarzyszące im turbulencje typu C mogą istotnie zwiększyć gęstość gazu i skrócić czas wymrażania się molekuł w fazie gazowej lub przyczynić się do odparowania molekuł z deuterem z powierzchni ziaren pyłu.