



UNIwersytet
Warszawski



OBSERWATORIUM
ASTRONOMICZNE
UNIwersytetu
Warszawskiego

Warszawa, 9 czerwca 2025 r.

Prof. dr hab. Szymon Kozłowski
Obserwatorium Astronomiczne
Uniwersytet Warszawski
Al. Ujazdowskie 4
00-478 Warszawa

Ocena osiągnięcia naukowego

**„Ewolucja galaktyk gwiazdotwórczych o dużym przesunięciu ku czerwieni”
oraz dorobku naukowego dr Macieja Koprowskiego**

Dane podstawowe

Dr Maciej Koprowski uzyskał dyplom magistra fizyki na Uniwersytecie w Edynburgu (Wielka Brytania) w 2011 roku. Praca doktorska pt. „*(Sub)millimetre-Selected Galaxies and the Cosmic Star-Formation History*” obroniona została także na Uniwersytecie w Edynburgu (Wielka Brytania) w 2015 roku. Promotorem w przewodzie doktorskim był prof. James Dunlop. W latach 2015-2019 dr Koprowski odbył staż podoktorski (asystent) w Centrum Badań Astrofizycznych na Uniwersytecie Hertfordshire, Hatfield (Wielka Brytania), a następnie kolejny staż podoktorski (asystent) w latach 2019-2021 na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu. Od 2021 roku dr Koprowski zatrudniony jest jako adiunkt na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu. W dniu 10 stycznia 2025 roku dr Koprowski złożył wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie astronomia.

Osiągnięcie naukowe (habilitacyjne)

Osiągnięcie naukowe kandydata to cykl powiązanych ze sobą tematycznie prac o spinającym je tytule „Ewolucja galaktyk gwiazdotwórczych o dużym przesunięciu ku czerwieni”, na które składa się pięć oryginalnych recenzowanych prac po doktoracie. Prace te opublikowane zostały w latach 2016-2024 w renomowanych międzynarodowych czasopismach naukowych i we wszystkich dr Koprowski jest zarówno pierwszym autorem, jak również liderem. Trzy prace opublikowane zostały w MNRAS, jedna w Astrophysical Journal Letters oraz jedna w Astronomy & Astrophysics. Prace te zostały dobrze odebrane przez środowisko astronomiczne – łącznie mają 164 cytowania (wg NASA ADS). Autoreferat napisany jest w bardzo przystępny i przejrzysty sposób. Ukazuje on doskonale zrozumienie tematyki przez dr Koprowskiego. Analiza jego pięciu publikacji, autoreferatu oraz deklaracji wkładu autorów prac nie pozostawia wątpliwości co do jego dominującego wkładu w prezentowane osiągnięcie naukowe.

Osiągnięcie naukowe składa się z pięciu prac dotyczących badań nad ewolucją galaktyk: ilościowej oceny kilku funkcji ewolucji galaktyk, takich jak IRX- β (prace **Hab1-3**), funkcji jasności w podczerwieni (praca **Hab4**), gęstości tempa powstawania gwiazd (praca **Hab4**), czy analiza ciągu głównego (zależność SFR-z) galaktyk gwiazdotwórczych (praca **Hab5**).

W pracy **Hab1** autorzy użyli próbki 4209 galaktyk typu Lyman-break o przesunięciach ku czerwieni $z=3-5$ do zbadania zależności pomiędzy obserwowanym nachyleniem (β) widma ciągłego emisji gwiazd w ultrafiolecie, a termiczną emisją pyłu opisaną za pomocą tzw. „nadmiaru w podczerwieni” (IRX, stosunek światła podczerwonego do ultrafioletu). Autorzy prezentują zależności IRX- β dla galaktyk zgrupowanych w trzech zakresach przesunięcia ku czerwieni $z=3,35$, $3,87$ i $4,79$, pokazując ich uśrednione SED, fizyczne parametry (masy, jasności), a przede wszystkim to, że nie występuje istotna ewolucja relacji IRX- β wraz z przesunięciem ku czerwieni. Autorzy prezentują także zależność IRX-M*, w której to emisja promieniowania podczerwonego gwiazd przetworzona przez pył rośnie prawie liniowo wraz z masą gwiazdową. Praca „*A direct calibration of the IRX- β relation in Lyman-break Galaxies at $z = 3-5$* ”, opublikowana została w czasopiśmie *Monthly Notices of The Royal Astronomical Society* w 2018 roku. Dr Koprowski jest jej pierwszym i głównym autorem; uzyskała ona 42 cytowania.

Praca **Hab2** to analiza obserwacji 10 galaktyk w dalekiej podczerwieni teleskopami ALMA oraz jednej wspólnej z HST, dla której pokazano dwuwymiarowy rozkład nadwyżki podczerwieni (IRX). Mapa ta pokazuje, że IRX może zmieniać się co najmniej trzykrotnie w pojedynczym źródle, co z kolei może oznaczać, że rozrzut w relacji IRX- β można przypisać złożonym rozkładom pyłu i gwiazd w galaktykach gwiazdotwórczych. Oznacza to także to, że centralne części lokalnych galaktyk gwiazdotwórczych są słabymi analogami uśrednionych wartości IRX dla galaktyk na dużym przesunięciu ku czerwieni. Lokalne galaktyki gwiazdotwórcze charakteryzują się zwartymi obszarami formowania gwiazd, w których światło gwiazdowe można dobrze opisać pojedynczą populacją gwiazd. W przypadku galaktyk gwiazdotwórczych na dużych przesunięciach ku czerwieni formowanie gwiazd może być niejednorodne i rozproszone, co związane jest ze zderzeniami galaktyk, a co może prowadzić do złożonej geometrii rozkładu pyłu względem gwiazd. Praca „*A Resolved Map of the Infrared Excess in a Lyman Break Galaxy at $z = 3$* ” opublikowana została w prestiżowym czasopiśmie *the Astrophysical Journal Letters* w 2016 roku. Dr Koprowski jest jej pierwszym i głównym autorem, uzyskała ona 24 cytowania.

W pracy **Hab3** autorzy przeprowadzili badania emisji pyłu w zakresie $870\ \mu\text{m}$ (ALMA) dla 41 galaktyk typu Lyman-break (LBG) przy przesunięciu ku czerwieni $z \sim 3$ oraz 209 galaktyk LBG niewykrytych przez ALMA, w ramach dodatkowych obserwacji w dalekiej podczerwieni z użyciem kamery SCUBA-2 w polu UKIDSS Ultra Deep Survey. Autorzy wykonali dopasowanie modeli do rozkładu energii (SED) dla zakresu od ultrafioletu po daleką podczerwień, aby porównać je z próbkami LBG na dużych przesunięciach ku czerwieni, w szczególności pod względem nadmiaru podczerwieni (IRX), nachylenia widma (β) w zakresie UV oraz masy gwiazdowej. Wynikiem tej analizy jest stwierdzenie, że jasne galaktyki LBG w ALMA znacząco odbiegają od lokalnej zależności IRX- β (za co odpowiedzialne są płytkie krzywe ekstynkcji) oraz to, że galaktyki LBG charakteryzują się stosunkowo wysokimi specyficznymi współczynnikami formowania gwiazd (sSFR). Dr Koprowski jest pierwszym i głównym autorem pracy pt. „*An ALMA survey of the SCUBA-2 cosmology legacy survey UKIDSS/UDS field: Dust attenuation in high-redshift Lyman-break galaxies*” opublikowanej w czasopiśmie *Monthly Notices of The Royal Astronomical Society* w 2020 roku. Praca cytowana była 11 razy.

Praca **Hab4** dotyczy analizy galaktyk obserwowanych w dalekiej podczerwieni z użyciem danych SCUBA-2 oraz ALMA. Zbadana została w niej ewolucja funkcji jasności w dalekiej podczerwieni dla galaktyk do przesunięcia ku czerwieni $z \sim 5$ (konsystentna z funkcją Schechtera dla $\alpha=-0,4$). Ewolucja funkcji jasności wraz ze wzrostem przesunięcia ku czerwieni pokazuje,

że gęstość początkowo rośnie do $z \approx 2$, a następnie maleje przy jednocześnie zwiększającej się liczbie galaktyk bardzo jasnych. Prowadzi to do tego, że jasne źródła w zakresie submilimetrycznym są nadal obserwowane przy $z > 5$, pomimo że ich całkowity wkład do gęstości formowania się gwiazd we wczesnych epokach jest niewielki. Praca pt. „*The evolving far-IR galaxy luminosity function and dust-obscured star formation rate density out to $z \approx 5$* ” opublikowana została w czasopiśmie *Monthly Notices of The Royal Astronomical Society* w 2017 roku. Dr Koprowski jest jej pierwszym i głównym autorem; uzyskała ona 76 cytowań.

Praca **Hab5** dotyczy przede wszystkim przygotowania i analizy ciągu głównego dla galaktyk gwiazdotwórczych (relacja SFR- M^*), a także jasności w podczerwieni oraz tempa formowania gwiazd do przesunięć ku czerwieni $z < 5,7$. Ciąg główny został przygotowany metodą składania danych dla 100 tysięcy galaktyk w podczerwieni z użyciem danych Herschel i James Clerk Maxwell Telescope. Wykazuje on zależność liniową dla mas poniżej $10^{11} M_{\odot}$, która spłaszcza się przy wyższych masach gwiazdowych, a jego normalizacja rośnie wykładniczo wraz z przesunięciem ku czerwieni. Autorzy pokazują także, że temperatura pyłu rośnie liniowo od ~ 20 K przy $z = 0,5$ do ~ 50 K przy $z = 5$. Dr Koprowski jest pierwszym i głównym autorem pracy pt. „*Charting the main sequence of star-forming galaxies out to redshifts $z \approx 5,7$* ” opublikowanej w czasopiśmie *Astronomy & Astrophysics* w 2024 roku. Praca cytowana była 12 razy.

Wszystkie pięć prac *osiągnięcia naukowego* dr. Macieja Koprowskiego tworzy spójny zestaw badań dotyczących analizy podstawowych cech galaktyk i ich ewolucji czasowej we wczesnej historii Wszechświata. Prace te zostały bardzo dobrze odebrane w środowisku naukowym, o czym świadczy ich łączna liczba cytowań – 164.

Dorobek naukowy

W analizie dorobku naukowego dr. Macieja Koprowskiego posłużyłem się załączonymi dokumentami oraz powszechnie używaną przez astronomów bazą NASA ADS. Zgodnie z tą bazą dr Maciej Koprowski jest autorem lub współautorem 34 recenzowanych publikacji o łącznej liczbie cytowań 1371 (8 czerwca 2025 r.). Prace te wskazują na indeks Hirscha równy 16 i opublikowane zostały w podstawowych (tj. bardzo dobrych) periodykach astronomicznych świata, m.in. *MNRAS*, *ApJ*, *ApJS*, czy *A&A*.

Dr Maciej Koprowski jest pierwszym (głównym) autorem siedmiu recenzowanych prac, o łącznej liczbie cytowań 270; indeks Hirscha 7. Pięć z tych prac stanowi *osiągnięcie naukowe*, omówione we wcześniejszej sekcji. Dwie pozostałe pierwszo-autorskie prace autorstwa dr Koprowskiego także dotyczą tematyki podejmowanej w *osiągnięciu naukowym* i są to prace:

- Koprowski i in., pt. „*A reassessment of the redshift distribution and physical properties of luminous (sub-)millimetre galaxies*” opublikowana została w 2014 roku w czasopiśmie *Monthly Notices of The Royal Astronomical Society* i zgromadziła dotychczas 48 cytowań.
- Koprowski i in., pt. „*The SCUBA-2 Cosmology Legacy Survey: galaxies in the deep 850 μ m survey, and the star-forming ‘main sequence’*” opublikowana została w 2014 roku w czasopiśmie *Monthly Notices of The Royal Astronomical Society* i była cytowana 56 razy.

Dr Maciej Koprowski po doktoracie był/jest kierownikiem grantu NCN Sonata 16 (2021-2024) oraz Sonata Bis 13 (2024-2029). W roku 2009 otrzymał Nagrodę im. Emersona przyznaną dla najlepszego studenta studiów magisterskich w dziedzinie astrofizyki na Uniwersytecie

w Edynburgu. W latach 2011-2015 otrzymywał on stypendium doktoranckie na Uniwersytecie w Edynburgu. W 2015 roku otrzymał także nagrodę STEP na Uniwersytecie w Edynburgu na przedłużenie doktoratu.

Dr Maciej Koprowski wygłaszał prelekcje na dziewięciu konferencjach, głównie krajowych, odbył kilka wyjazdów naukowych, a także brał lub bierze udział w kilku projektach naukowych: S2CLS, eS2COSMOS, JINGLE, STUDIES i S2LXS.

Charakterystyka dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

Na osiągnięcia dydaktyczne dr Macieja Koprowskiego składają się zajęcia instruktażowe na Uniwersytecie w Edynburgu i Hertfordshire w Wielkiej Brytanii, w tym m.in. „Termodynamika”, „Mechanika statystyczna”, „Fizyka 1B: Materiał Wszechświata” i „Matematyka inżynierska”. Dodatkowo prowadził on kurs „Astronomiczne podstawy geografii” na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu. Opiekował się on kilkoma studentami (w tym zagranicznymi), a także doktorantami.

Osiągnięcia organizacyjne dr Macieja Koprowskiego to organizacja seminariów Instytutu Astronomii UMK (2024), organizacja zjazdu Polskiego Towarzystwa Astronomicznego (członek LOC; 2023) oraz organizacja seminarium nt. powstawania gwiazd i astrochemii w Instytucie Astronomii UMK (2020).

Konkluzja

Zgodnie z przepisami obowiązującej Ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. (Art. 219) oraz §4 Uchwały nr 37 Senatu Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu z dnia 26 września 2023 r., stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która: (1) posiada stopień doktora, (2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe (...), stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej: (...) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych (...), (3) wykazuje się istotną aktywnością naukową (...) realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej (...), w szczególności zagranicznej oraz (4) osiągnięcie (...) może stanowić część pracy zbiorowej, jeżeli opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego.

Z przyjemnością stwierdzam, że dr Maciej Koprowski spełnia wszystkie cztery powyższe kryteria w ww. Ustawie i/lub ww. uchwale Senatu UMK. Jego dotychczasowa kariera naukowa, w tym *osiągnięcia naukowe*, jego osiągnięcia organizacyjne i dydaktyczne wskazują na jego znaczną aktywność w środowisku astronomicznym. Samo *osiągnięcie naukowe* stanowi w mojej opinii znaczący wkład w rozwój dyscypliny astronomia i oceniam je bardzo wysoko, a tym samym pozytywnie. Uważam, że dr Maciej Koprowski w pełni kwalifikuje się do nadania mu stopnia doktora habilitowanego. Stawiam wniosek o dopuszczenie go do dalszych etapów postępowania.

prof. dr hab. Szymon Kozłowski