

# Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Roberto Caroli przygotowana dla Uniwersytetu Szczecińskiego

B. F. Roukema  
Institute of Astronomy  
Faculty of Physics, Astronomy & Informatics  
Nicolaus Copernicus University  
Grudziadzka 5  
87-100 Toruń

13 września 2022

## I Ogólna ocena

Kandydat przedstawia swoje badania nad rozszerzeniem relatywistycznych modeli płynów we Wszechświecie, proponując w Rozdziale 4 pięć wariantów modeli „Kosmologii Ricciego” i prezentując ograniczenia obserwacyjne dla najprostszego z tych pięciu modeli w Rozdziale 7. Część teoretyczna jest dobrze przedstawiona i wydaje się być poprawna. Z kolei analiza obserwacyjna nie jest łatwo powtarzalna w najnowocześniejszym sensie opisanym przez Akhlaghi et al. (2021), chociaż powtarzalność jest nadal wyłaniającym się standardem nauki, który jest obecnie tylko *zalecany*, a nie wymagany; kilka tygodni pracy prawdopodobnie wystarczy, aby dowolny kosmolog odtworzył wyniki podobne do wyników doktoranta (więcej na ten temat w §II.G).

Ogólnie rzecz biorąc, jest to dobra praca doktorska prezentująca pokazny zbiór oryginalnych badań kosmologicznych.

Istnieje wielu drobnych uwag, które należy wziąć pod uwagę, jeśli korekta tekstu pracy jest jeszcze możliwa, co przedstawię poniżej.

## II Uwagi

### II.A Odniesienie się do własnej publikacji

Nie udało mi się znaleźć, gdzie kandydat opisuje związek między swoim tekstem pracy doktorskiej a Jego publikacją Caroli et al. (2021), z wyjątkiem krótkiego komentarza “Following (Caroli . . . 2021)” między Eqs (4.9) and (4.10).

Najlepszy byłby akapit we wstępie opisujący, które rozdziały lub sekcje rozdziałów nakładają się i mniej więcej w jakim stopniu nakładają się teksty, np. „są w dużej mierze przedłużeniem z” lub podobnym. Odpowiednie wprowadzenia do rozdziału, prawdopodobnie głównie do Rozdziałów 4 i 7, powinny mieć przynajmniej jedno zdanie komentujące to krótko, aby czytelnik znalazł te informacje tam, gdzie on/ona tego oczekuje.

## II.B Chapter 2. Standard Cosmological Model

1. Opis Eq. (2.5) jest niepoprawny w tym sensie, że wartość  $ds^2$  jest niezdefiniowana w płaszczyźnie równikowej w przypadku sferycznym, tj. gdy  $1 = Kr^2$ , ponieważ dzielenie przez zero jest nieokreślone. Kandydat powinien przeddefiniować ten termin, np. jako granica  $r' \rightarrow r$ , gdzie  $r'$  jest pomocniczą zmienną do wykorzystania w przejściu granicznym, w celu usunięcia błędu.
2. Równania takie jak (2.6), (4.28)–(4.31), (4.63), (4.87)–(4.88), mają sens tylko wtedy, gdy  $a(t)$  jest bezwymiarowe. Jest to niezgodne z  $K$  w równaniu (2.5) jest wielkości bezwymiarowej. Kandydat powinien poprawić niespójne stwierdzenie, że „ $K = +1, 0, -1$ ”, ponieważ czytelnik nie powinien odgadywać, które formuły wymagają przeskalowania, a które nie.

## II.C Chapter 3. Relativistic Fluid Dynamics

1. To, co wydaje się być brakującym odniesieniem „(??)” występuje w równaniu (3.20), chociaż to jest dziwne, że zawiera odniesienie do równania wewnątrz samego równania.
2. Przejście z (3.10) do (3.11) jest kluczem do zdefiniowania „izotropowego” modelu kosmologicznego Ricciego; to wyjaśniłby czytelnikowi rozumowanie, gdyby zostało to przywołane w sekcji 4.1.
3. Brak odniesienia „(??)” w wierszu tuż pod równaniem (3.21).
4. W równaniu (3.20), wymieniono tylko pięć terminów, a nie sześć; jest to prawdopodobnie związane z błędem „(??)” w tym równaniu.
5. Sekcja 3.2 — Zdanie zaraz po równaniu (3.23): należałoby wymienić współczynniki wspomniane w tekście „współczynniki mnożące każdy termin”, aby ułatwić czytelnikowi dostrzeżenie, że jest to miejsce w pracy, w którym są one wprowadzane.

## II.D Chapter 4. Ricci Cosmologies

1. Część wprowadzająca do tego rozdziału powinna zawierać krótki przegląd pięciu modeli, wyjaśniający czym one są i dlaczego są istotne.
2. Sekcja 4.1 — Fakt, że równanie (4.1) jest blisko związane z równaniem (3.24) należy podać i krótko skomentować przy prezentacji równania (4.1) — np. że wybrane wartości stałych są przyjmowane jako założenie upraszczające.
3. W równaniach (4.6), (4.9),  $t_0$  jest używane w znaczeniu innym niż zwykła konwencja, gdy jest to aktualny czas kosmiczny; należy to podkreślić dla czytelnika, zwłaszcza że Eq. (6.15) używa indeksu  $0$  w zwykłym znaczeniu.
4. W równaniu (4.136) — przywołanie bardziej współczesnego terminu “rapidity” dla „hiperbolicznego kąta nachylenia” byłoby adekwatne.
5. Rysunek 4.1 — wydaje się, że jest to naruszenie praw autorskich do ryc. 1 autorstwa Kinga i Ellisa (1973), ponieważ nie ma dokumentacji zezwolenia firmy Springer-Verlag na jego reprodukcję w oryginalnej postaci. Kandydatowi nie powinno sprawiać trudności narysowanie

ulepszonej wersji figury, pół wieku po narysowaniu oryginału patrząc na ten oryginał. Alternatywnie kandydat powinien uzyskać zgodę właściciela praw autorskich i następnie wyrazić to jasno.

## II.E Chapter 5. Bayesian Inference and Monte Carlo methods

1. 5.1, str. 43, “have been using” powinno być “have been used”

## II.F Chapter 6. Cosmological Probes of Dark Energy

1. Równ. (6.1) — to, co kandydat nazwał  $l$ , nie jest jasnością; jej fizyczne wymiary różnią się od tych dla jasności  $L$ ;  $l$  jest zwykle nazywany “flux”, bez przymiotnika “apparent”. Wszystkie przypadki, gdzie użyto terminu “apparent luminisoty” powinny zostać poprawione.
2. W tym samym równaniu: ponieważ  $L$  jest związane z wielkością bezwzględną, to stosowanie przymiotnika “absolute” do „jasności” nie ma sensu. Z drugiej strony przymiotnik „bolometryczny” jest konieczny, aby równanie było poprawne.
3. 6.7, str. 62, “put constraints” – uzupełnić litere: “put constraints”
4. Rysunek 6.1 — kandydat nie spełnił warunku licencji CC BY dla ponownego wykorzystania rysunku; można to łatwo na prawić, w stawiając tekst, taki jak „(C) CC BY” z linkiem do <https://creativecommons.org/licenses/by/2.0> Licencja CC BY jest tak napisana, aby była łatwa do zrozumienia, bez konieczności rozumienia szczegółowej terminologii prawniczej.

### II.F.a 6.7 CMB

Twierdzenie, że CMB „został przypadkowo odkryty przez amerykańskich astronomów Arno Penziasa i Roberta Wilsona w 1965” wprowadza w błąd. Chociaż prawdą jest, że Penzias i Wilson zostali nagrodzeni Nagrodą Nobla za jego (CMB) ponowne odkrycie znacznie poprawił się dostęp do literatury dotyczącej badań astronomicznych od 1965, ale twierdzenie, że było to pierwsze wykrycie CMB, jest niezgodne z łatwo weryfikowalnym zapisem historycznym. CMB zostało wykryte z szacunkową wartością 2,3 K przez McKellar (1941)<sup>a</sup>, na podstawie obserwacji Adams (1941)<sup>a</sup>. Potwierdza to Peebles (2014), który opisuje odkrycie Adamsa/McKellara z 1941 roku jako „pierwszy pomiar CMB pozostawionego po gorącym Wielkim Wybuchu”. Fakt, że CMB zostało wykryte w 1941 roku nie jest kontrowersyjny i powinien być wyraźnie stwierdzony. Ponowne odkrycie w 1965 r. powinno zostać zachowane, ponieważ przykuło większą uwagę społeczności niż oryginalne odkrycie, ale powinno być adekwatnie wspomniane.

## II.G Chapter 7. Ricci Cosmology tested against astronomical data

Przedstawiona w tym rozdziale analiza obserwacyjna wydaje się być poprawna i daje interesujące ograniczenia.

Analiza jednak nie spełnia najnowocześniejszych kryteriów powtarzalności badań (Akhlaghi et al., 2021) i otwartej metody ilościowej<sup>1</sup>. Na przykład czytelnik nie jest informowany o sumie kontrolnej-zidentyfikowanych adresach URL (lub bardziej ogólnie, identyfikatorach URI), plikach

---

<sup>1</sup><https://sorbonnedatadeclaration.eu>

danych wejściowych oraz dokładnych wersjach analizy kodu źródłowego oprogramowania, bibliotek oprogramowania, szczegółowych metod kompilacji i skryptów wykonanych analiz — to nie jest znane czytelnikowi. W praktyce inny kosmolog niż kandydat potrzebowałby tygodni lub dłużej na odtworzenie w przybliżeniu zgodnych wyników, a może miesięcy jeśli robiłby to za dziesięć lat, podczas gdy powtarzalny projekt badawczy powinien zazwyczaj wymagać kilka godzin lub dzień na pełną, szczegółową weryfikację numeryczną przez niezależnego kosmologa. Pełna dokumentacja danych i rodowód oprogramowania oraz ich archiwizacja są silnie rekomendowane przez organizacje finansujące badania w Polsce i znacznej części Europy.

Kandydat powinien rozważyć wykonanie kolejnych projektów zgodnie z najnowszymi kryteriami. Ponadto wnioski o granty będą wymagały od kandydata opisanie planów badawczych i ich odtwarzalności.

## II.H Appendix A

1. tytuł: “Priors derivation”, używający “priors” jako przymiotnika, jest niejasne; lepszym tytułem byłby “Priors for the isotropic Ricci Cosmology parameters”

## II.I Inne drobne uwagi

1. Indeksy dolne i górne, które reprezentują etykiety tekstowe, a nie zmienne, powinny być w odmianie pisma *italic*, np.

(a)  $^{\text{eff}}$ , a nie  $eff \equiv e \times f \times f$ ;

(b)  $^{\text{vac}}$ , a nie  $vac \equiv v \times a \times c$ .

2. Kandydat powinien wybrać:

(a) używać ściśle języka niemieckiego i zawsze pisać „Ansatz” z dużej litery w liczbie pojedynczej i „Ansätze” dla liczby mnogiej; lub

(b) konsekwentnie używać angielskiego bez akcentu, z „ansatz” w liczbie pojedynczej i „ansatzes” lub „ansätze” w liczbie mnogiej; lub

(c) konsekwentnie używać akcentowanego angielskiego, z „ansätze” w liczbie pojedynczej i „ansätzes” w liczbie mnogiej.

3. Kandydat powinien usunąć z pracy sarkastyczny (w nowoczesnym angielsku) termin “so-called”. (Alternatywnie, używaniu tego przymiotnika powinno przynajmniej towarzyszyć uzasadnienie, dlaczego kandydat uważa, że fragment terminologii jest wątpliwy.)

4. W języku angielskim jest wiele drobnych błędów, ale generalnie nie przeszkadzają one w zrozumieniu pracy.

### III Rekomendacja

Niniejsza praca doktorska spełnia oczekiwane standardy badań naukowych we współczesnej kosmologii wymagane dla pracy doktorskiej. Rekomenduję dopuszczenie kandydata do obrony pracy doktorskiej i uzyskania stopnia doktora na Uniwersytecie Szczecińskim pod warunkiem uzyskania zadowalającego wyniku z obrony. Byłoby dobrze, jeśli procedura doktorska na to pozwalała, aby sam tekst pracy został poprawiony biorąc pod uwagę moje sugestie. (W celu zmniejszenia ryzyka kradzieży tożsamości kandydata, zalecam usunięcie numeru PESEL z doktoratu.)



prof. dr hab. Boudewijn F. Roukema  
13 września 2022, Toruń

### Literatura

Adams W. S., 1941, *Astrophys.J.*, 93, 11

Akhlaghi M., Infante-Sainz R., Roukema B. F., Valls-Gabaud D., Baena-Gallé R., 2021, *Comp. in Sci. Eng.*, 23, 82 (arXiv:2006.03018)

Caroli R., Dabrowski M. P., Salzano V., 2021, *European Physical Journal C*, 81, 881 (arXiv:2105.10933)

McKellar A., 1941, *Publications of the Dominion Astrophysical Observatory Victoria*, 7, 251

Peebles P. J. E., 2014, *European Physical Journal H*, 39, 205 (arXiv:1310.2146)

