

**Ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą postępowania
habilitacyjnego oraz dorobku naukowego, dydaktycznego,
organizacyjnego i popularyzatorskiego Pana Dr. Marcina Wesołowskiego**

Ogólna charakterystyka sylwetki naukowej Habilitanta

Pan Dr Marcin Wesołowski ukończył studia pierwszego stopnia na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Uniwersytetu Rzeszowskiego w 2006 roku, uzyskując tytuł licencjata fizyki w zakresie nauczania fizyki i informatyki. W roku 2008, kończąc drugi stopień studiów na tym samym wydziale, otrzymał tytuł magistra fizyki w zakresie nauczania fizyki i edukacji informatycznej.

Pod datą 2011 rok Habilitant podaje „studia podyplomowe z matematyki” prowadzone na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym UR. Jednak nie bardzo wiadomo, czy data ta oznacza ich zakończenie z wynikiem pozytywnym.

Stopień doktora nauk fizycznych w zakresie fizyki uzyskał on na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Uniwersytetu Rzeszowskiego w roku 2017 na podstawie rozprawy „Wybrane aspekty fizycznej ewolucji komet w świetle współczesnych badań astrofizycznych”, której promotorem był Dr hab. Piotr Gronkowski, Prof. Uniwersytetu Rzeszowskiego.

W latach 2011-2014 Dr Marcin Wesołowski zatrudniony był na swoim macierzystym wydziale jako pracownik inżynierjno-techniczny, gdzie w roku 2014 zatrudniono go na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego, a w roku 2018 adiunkta naukowo-dydaktycznego. Od 2019 roku do chwili obecnej Habilitant pracuje na tym samym stanowisku, ale już nie na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym, a w Instytucie Nauk Fizycznych Uniwersytetu Rzeszowskiego.

Jeśli chodzi o odbyte staże w instytucjach naukowych, zwłaszcza zagranicznych, Habilitant nie wykazał się zbyt dużą aktywnością, co tłumaczy on ogólnościową sytuacją pandemiczną. Wymienia tu uczestniczenie w formie zdalnej w seminariach naukowych fizyki litosfery i planetologii Instytutu Geofizyki Uniwersytetu Warszawskiego oraz trochę enigmatycznie opisaną współpracę naukową mającą związek z badaniami nad aktywnością komety 9P/Tempel 1. Trzeba tu przypomnieć, że kariera naukowa Habilitanta rozpoczęła się na długo przed pandemią oraz że nawet w trakcie jej trwania, wielu osobom, mimo sporych trudności, udaje się uczestniczyć w stażach w instytucjach naukowych, nawet zagranicznych, zarówno w formie zdalnej, jak i stacjonarnej.

Z przedstawionego przez Habilitanta autoreferatu, jak i z wykazu osiągnięć i spisu publikacji jasno wynika, że od początku swojej kariery naukowej zajmuje się on badaniami, głównie teoretycznymi, procesów zachodzących na powierzchni i w warstwach przypowierzchniowych jąder komet, ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk związanych ze stacjonarną oraz wybuchową emisją materii kometarnej, a

także z transportem i redystrybucją tej materii po powierzchni jądra. Wstępne wyniki tych analiz Dr Marcin Wesołowski zawarł w swojej rozprawie doktorskiej. Podsumowaniem kolejnych lat badań nad podobnymi zagadnieniami jest szereg publikacji, które ukazały się w renomowanych czasopismach naukowych, w tym cykl ośmiu prac stanowiących osiągnięcie będące podstawą postępowania habilitacyjnego.

Ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą postępowania habilitacyjnego.

Osiągnięcie naukowe zaprezentowane przez Habilitanta „**Termodynamiczna emisja materii kometarnej, a migracja cząstek lodowo-pyłowych po powierzchni jądra komety**” to prawie monotematyczny cykl 8 publikacji, które ukazały się w recenzowanych, renomowanych czasopismach naukowych, najczęściej o profilu poświęconym badaniom obiektów Układu Słonecznego. Kolejne prace cyklu to:

A.1 Wesołowski M., Gronkowski P., Tralle I., 2019, *On migration of dust and ice grains on the surface of the rotating comet nucleus*, MNRAS 484, 2309

A.2 Wesołowski M., Gronkowski P., Tralle I., 2020, *Selected mechanisms of matter ejection out of the cometary nuclei*, Icarus 338, 113546

A.3 Wesołowski M., Gronkowski P., Tralle I., 2020, *Outbursts of comets at large heliocentric distances: Concise review and numerical simulations of brightness jumps*, Planetary and Space Science 184, 104867

A.4 Wesołowski M., 2020, *Cryovolcanism as a cause of changes in the brightness of comet 174P/Echeclus*, Icarus 351, 113950

A.5 Wesołowski M., Gronkowski P., Tralle I., 2020, *Cometary avalanches as the cause of their violent outbursts—A new model of the phenomenon*, Icarus 352, 114005

A.6 Wesołowski M., 2020, *Change in the brightness of interstellar comet 2I/Borisov*, Planetary and Space Science 194, 105117

A.7 Wesołowski M., 2021, *Two methods for determining the brightness change of a comet during its outburst*, Icarus 357, 114116

A.8 Wesołowski M., 2021, *The influence of the size of ice–dust particles on the amplitude of the change in the brightness of a comet caused by an outburst*, MNRAS 505, 3525

Podziw musi budzić fakt, że aż 7 spośród tych publikacji ukazało się na przestrzeni około półtora roku przed wszczęciem postępowania habilitacyjnego. W przypadku 4 publikacji Habilitant jest jedynym ich autorem, w przypadku pozostałych jest pierwszym autorem w grupie jedynie 3, i to tych samych współautorów. Lektura oświadczeń współautorów przekonuje, że w przypadku tych 4 pozostałych prac wkład Dr. Marcina Wesołowskiego był dominujący. Pozwolę sobie jednak zwrócić uwagę na pewne aspekty tych oświadczeń. O ile oświadczenia jednego ze współautorów są bardzo konkretne. Mówią o wyprowadzeniu konkretnych wzorów, wykonaniu konkretnych obliczeń czy pracy nad manuskrypcem, o tyle oświadczenia drugiego z nich są bardziej enigmatyczne. Mówią np. o „kolektywnym opracowaniu koncepcji” czyli o czymś, czego można się domyślać z liczby współautorów. W tej sytuacji nie

bardzo wiadomo, jak dużą część tego „kolektywnego opracowania koncepcji” wykonał oświadczający, a jak dużą Habilitant. Zdaje sobie sprawę, że wymienianie konkretnych procentowych udziałów poszczególnych współautorów jest obecnie szeroko krytykowane, choć jeszcze nie tak dawno należało to czynić, nie tylko w przypadku publikacji będących podstawą postępowania habilitacyjnego, ale również dla pozostałego dorobku publikacyjnego. Problem należy chyba do gatunku nierozstrzygalnych. Jednak trudno zaprzeczyć, że konkretne wartości liczbowe były informacją, która była falsyfikowalna. W przypadku gdyby okazało się, że łączny wkład współautorów jest większy niż 100%, to albo mielibyśmy do czynienia z „przodownictwem pracy”, albo coś byłoby nie tak z prawdziwością oświadczeń. Tak czy inaczej nasza wiedza o wkładzie współautorów opiera się jedynie na ich oświadczeniach.

Indeksy cytowań czasopism, w których pomieszczono artykuły, wynoszą według Habilitanta od 1.782 dla publikacji A.3 i A.6, poprzez 3.565 dla prac A.2, A.4, A.5 i A.7 aż do 5.194 dla A.1 oraz 5.356 dla publikacji A.8. Ogólnie są całkiem wysokie, świadczące o światowej renomie czasopism naukowych, w których publikuje Dr Marcin Wesołowski. Jeśli chodzi o ministerialne liczby punktów sprawa jest bardziej skomplikowana, gdyż ciągle zmiany dokonywane w punktacji poszczególnych czasopism (nie koniecznie tych) utrudniają interpretację dorobku punkowego. Jednak łączny wynik dla publikacji stanowiących osiągnięcie będące podstawą postępowania habilitacyjnego, wynoszący 1040 punktów, stanowi całkiem dobry rezultat. Nieco inaczej ma się sprawa z rozpoznawalnością osoby Habilitanta i docenieniem jego dorobku przez społeczność naukową. W informacji dotyczącej liczby cytowań całości dorobku publikacyjnego z uwzględnieniem autocytowań znajdujemy liczbę 130 cytowań, w tym 124 autocytowań (na dzień 22.06.2021 według WoS). Faktem jest, że gros artykułów stanowiących osiągnięcie będące podstawą postępowania habilitacyjnego ukazało się tuż przed tą datą. Jednak jest to liczba cytowań całości dorobku z okresu kilkunastu lat. By sprawdzić, jak się ma sprawa cytowań prac „habilitacyjnych” po upływie nieco dłuższego czasu, na początku stycznia b.r. sięgnąłem po WoS i znalazłem takie oto dane. Podaję tu pełną liczbę cytowań oraz w nawiasie liczbę autocytowań. I tak dla publikacji A.1 mamy 12(12), dla A.2 10(9), A.3 9(8), A.4 7(7), A.5 5(5), A.6 2(2), A.7 4(4) i ostatecznie dla A.8 0(0).

Osiągnięcie naukowe, będące podstawą postępowania habilitacyjnego, wiąże się ściśle z głównym nurtem badań prowadzonych przez niewielką, acz bardzo prężną grupę naukowców z Uniwersytetu Rzeszowskiego, badań dotyczących aktywności komet, a zwłaszcza dość nagłych, trudnych do przewidzenia, choć nie do końca zupełnie losowych wybuchów ich jasności. W swoich publikacjach, jak i w autoreferacie, Habilitant zauważa, że pomimo wielu istniejących teorii i modeli zjawiska, zwłaszcza takich, które starają się wyjaśnić jego powód, nie ma powszechnej zgody co do dominującego efektu i że najprawdopodobniej mamy tu do czynienia z łańcuchem różnych mechanizmów. Ogólnie, przyczyny wybuchów jasności komet można podzielić na zewnętrzne, takie jak np. zderzenia z innymi małymi ciałami Układu Słonecznego lub fragmentami rojów meteorów, wpływ rozbłysków słonecznych, oddziaływań pływowych itp. Do przyczyn wewnętrznych, związanych z samym jądrem kometarnym, można zaliczyć przemiany fazowe, takie jak np. lodu wodnego z postaci amorficznej do krystalicznej, w którym to przejściu fazowym przez

długie lata upatrywano głównej przyczyny wybuchów, a którą ostatnio uznaje się za mniej prawdopodobną. Inne mechanizmy z tej grupy to: reakcje chemiczne, przemiany radiogeniczne, polimeryzacje związków, wydzielanie się gazów rozpuszczonych w płynnych związkach, kriowulkanizm, procesy lawinowe, rotacyjne wyrzucenie większych ilości materii itp.

W publikacjach stanowiących osiągnięcie będące podstawą postępowania habilitacyjnego Dr Marcin Wesołowski zajmuje się procesem emisji materii z jądra komety w fazie przed oraz podczas wybuchu jasności, próbując określić, jaka ilość materii musiała dodatkowo znaleźć się w komie, by jej jasność wzrosła w sposób bliski temu, co się obserwuje, a przez to określić, który z mechanizmów mógł być odpowiedzialny za wywołanie wybuchu. Dodatkowo bada on też procesy i efekty przemieszczania się materii kometarnej po powierzchni jądra z miejsc jej uwolnienia się do miejsc, gdzie materia ta może być deponowana, czyli na mechanizmach redystrybucji materii po powierzchni jądra.

Pierwsza z grupy tych prac (A.1) zajmuje się drugim z wymienionych zagadnień i jest nieco luźniej związana tematycznie z pozostałymi. Analizowana jest w niej migracja drobin pyłu i ziaren lodu (w tym całkiem sporych bryłek o rozmiarach cm) po idealnej powierzchni jądra komety mającego kształt sferyczny oraz spłaszczonej i wydłużonej sferoidy. Te dwa elipsoidalne kształty to nowość w porównaniu do publikacji Houpis i Mendis (1981), która była inspiracją dla Autorów. W pracy wykazano, podobnie jak w artykule Houpis i Mendis (1981), istnienie trzech stref (dwóch „czap” polarnych i pasa równikowego), w których drobinę mogą pozostawać nieruchome oraz dwóch pasów umiarkowanej szerokości kometograficznej, skąd drobinę unoszone są ku pasowi równikowemu przez składową siłę odśrodkową równoległą do powierzchni. Prócz wprowadzenia dwóch elipsoidalnych kształtów dodatkowe novum stanowi bezpośrednie liczenie strumienia i prędkości sublimowanej pary wodnej. Houpis i Mendis korzystali z wcześniejszych oszacowań tych wielkości. Autor wykazuje, że znaczący udział w umożliwieniu pokonania przez siłę odśrodkową siły tarcia ma sublimacja lodu wodnego oraz wskazuje, że przemieszczające się po powierzchni jądra fragmenty materii mogą być przyczyną występowania lawin kometarnych, a tym samym nagłych wzrostów jasności komet.

W swojej pracy Autorzy nie ustrzegli się pewnych niedociągnięć, głównie redakcyjnych. W abstrakcie znajduje się sformułowanie „trzy siły styczne do powierzchni jądra” i dalej wymienione są „grawitacja, siła tarcia i siła odśrodkowa”. Brzmi to co najmniej niefortunnie, gdyż jest to prawdą ogólnie jedynie dla siły tarcia z zastrzeżeniem idealnej powierzchni jądra. Pozostałe siły mogą być (siła odśrodkowa) lub mieć składowe styczne do powierzchni jądra. W abstrakcie nie ma też ani słowa o unoszeniu drobin przez sublimujący gaz przeciwdziałający sile grawitacji, mimo że jest to rozważane w pracy. Dalej występuje pojęcie „geographic latitude”, które jest oczywistym analogiem w odniesieniu do jąder komet. Dlaczego nie użyto pojęć „kometograficzna” (cometographic) albo „kometocentryczna” (cometocentric)? W pracy pojawia się dziwne określenie „comet-centric”, które można zastąpić przez „cometocentric”. Sporym kłopotem dla czytelnika jest złe zacytowanie pracy, która była punktem wyjścia dla Autorów, czyli Houpis i Mendis 1981, jako ApJ, 243, 1088. Ta dotyczy oscylacji w jonosferze komety. Zaś ta, której tematem jest migracja spowodowana rotacją, to Houpis i Mendis 1981, ApJ, 251, 409. Wzór (2) na str. 2310

zawiera duże litery jako oznaczenia parametrów, a w tekście użyte są małe. Warunek migracji (str. 2313), gdzie funkcja f jest porównywana z zerem, powinien być zastąpiony porównywaniem z μ . Wartość zero jest osiągana przez tę funkcję jedynie na biegunie i równiku. Ostatni akapit na str. 2313 mówi o migracji w kierunku czap biegunowych. Taka migracja nie może mieć miejsca. Nie wspomina się, czy w równaniach ruchu (9) i (10) na str. 2314 zakładano ten sam współczynnik tarcia, co dla warunku wystąpienia migracji. W pierwszym przypadku należałoby skorzystać ze współczynnika tarcia kinetycznego, zaś w drugim - statycznego. W przypadku komety różnica między nimi może być ogromna (statyczny może być większy od 1 dzięki spiekaniu czy sklejanu). W przypadku drobin obłych możliwe jest toczenie albo toczenie i poślizg. W tym przypadku trzeba by wziąć pod uwagę współczynnik tarcia tocznego i moment bezwładności drobiny, co wprowadza dodatkową zależność sytuacji od rozmiaru drobiny. Poza tym Autorzy świadomie rezygnują z analizy przyspieszenia Coriolisa. Nie tylko wpływa ono na kształt trajektorii drobin, ale powoduje pojawianie się składowej równoległej do kierunku wirowania (wektorowo prostopadłej do wektora prędkości kątowej), która efektywnie zmniejsza przyspieszenie odśrodkowe (efekt Eötvösa). Wspominają o tym już Houpis i Mendis. Szkoda, że Autorzy nie wgłębili się w te zagadnienia w swoich rozważaniach.

W pracy pojawiają się nadmiarowe, niewiele wnoszące rysunki 9 i 10. Jeśli chodzi o rysunki 1 i 2, cztery zależności można pokazać na jednym wykresie. Na pierwszy rzut oka nie widać różnicy między panelami i dopiero indywidualne skalowanie wykresów ujawnia różnicę sytuacji. Cztery przebiegi pokazane na jednym wykresie ułatwiłyby interpretację. W drugim przypadku wykresy różnią się jedynie poziomem linii pokazującym wartość parametru μ . Podobna sytuacja jest dla rys. 4, 5 i 6. Niejasna jest sprawa zależności tempa emisji gazu od szerokości kometocentrycznej, gdyż to tempo jest zależne od odległości zenitalnej Słońca. Czy obliczenia prowadzono dla punktu podslonecznego, co byłoby niezgodne z analizą różnych szerokości kometocentrycznych, czy brano pod uwagę sytuację średnią wzdłuż równoleżnika od terminatora do terminatora, czy założono szybko rotujące jądro izotermiczne? Na str. 2313 wprowadzono przypadki (a) i (b), gdzie (a) jest niefortunnie rozbite ponownie na (a) i (b). Niekonsekwentnie potraktowano problem potencjału elipsoid na ich powierzchni. Dlaczego w przypadku spłaszczonej elipsoidy nie skorzystano z uproszczenia, jakie daje symetria osiowa? Odpowiednie wzory są w pracy Chandrasekhara (1969), cytowanej w pracy Florides i Spyriou (2000), z której to Autorzy wzięli wzory na potencjał dla elipsoidy wydłużonej. Rozpatrywanie wydłużonej elipsoidy rotującej wzdłuż osi minimalnego momentu bezwładności mało realistyczne. Ciekawsze i bardziej realistyczne byłoby rozpatrywanie elipsoidy osiowo symetrycznej lub trójosiowej rotującej względem osi maksymalnego momentu bezwładności, a do tego uwzględnienie różnych ustawień osi rotacji w przestrzeni, co mogłoby dać bardzo ciekawe efekty asymetrycznych stref gromadzenia się drobin pyłu oraz generować zmiany sezonowe.

Publikacja A.2 poświęcona jest analizie unoszenia drobin mineralnych i lodowych przez gaz sublimujący z powierzchni jądra komety w dwu procesach: ciągłej emisji gazu oraz jego wyrzutów z gejzerów zasilanych przez komory zawierające lód, a znajdujące się pod powierzchnią jądra i połączone z nią wąskim kanałem. Rozważane drobinę wyrzucanej z gejzerów materii mineralnej i lodowej mają postać zwartych,

jednolitych, kulek, jak i agregatów zbudowanych ze sferycznych monomerów mających fraktalną strukturę. To ostatnie jest znacznie bliższe rzeczywistości. Podstawowy wniosek, do jakiego dochodzi Autor, to stwierdzenie, że w przypadku wyrzutu z gejzeru maksymalny promień drobin i efektywny promień aglomeratu pyłowego, które mogą być uniesione są większe niż w przypadku spokojnej sublimacji. Widać to szczególnie w sytuacji, gdy przestrzeń nad komorą nie sublimuje i gdy wnętrze komory jest wypełnione gazowym dwutlenkiem węgla. Maksymalne rozmiary unoszonych drobin mogą być kilkukrotnie (2-3 krotnie) większe. Analizowano też czasy opróżniania komory gejzeru dla dwu przypadków (długi, jak i krótki kanał łączący komorę z powierzchnią w porównaniu do rozmiaru komory). Znalezione eksponencjalne zależności spadku ciśnienia gazu w komorze od czasu. Efektywne czasy opróżniania komory okazały się być rzędu 10 do 100 sekund. Szkoda, że Autorzy nie porównali tego wyniku z czasami życia obserwowanych dżetów kometarnych, które, jak twierdzą, mogą być przejawem aktywności gejzerów.

Z poważniejszych niedociągnięć, podobnie jak w przypadku pracy A.1, głównie redakcyjnych, wymienilibym nieporządną zapis równań bilansu energetycznego (2) i (3) na str. 2. Nie wskazano, że dwa pojawiające się tam gradienty temperatury odnoszą się do dwu różnych poziomów względem powierzchni jądra. Wartość gradientu przybliżono, wykorzystując podejście z pracy Gronkowski i Wesołowski (2015), które jest słuszne i dobrze oddaje przebieg temperatury z głębokością dla jednolitej materii kometarnej. Tu mamy do czynienia z pyłową, pozbawioną lodu, warstwą przypowierzchniową, a poniżej, z warstwą materii lodowo-pyłowej. Występują tu dwa gradienty, na dwu granicach. Nie ma komentarza na temat tego, jak sprawdzone w innych warunkach podejście sprawdza się tutaj. Nie do końca jasna jest sprawa przyjętej do obliczeń odległości zenitalnej Słońca we wzorze bilansu energetycznego na powierzchni jądra (2). Jaką wartość przyjęto? Czy liczono dla punktu podslonecznego, czy brano pod uwagę sytuację średnią wzdłuż równoleżnika, czy założono szybko rotujące jądro izotermiczne?

Dla spokojnej sublimacji rozpatrywano przypadek z pyłową warstwą powierzchniową. Podobny przypadek (b) rozpatrywano dla emisji z gejzera. Przypadek (a) to sytuacja, w której warstwy pomiędzy komorą gejzera a powierzchnią sublimują gaz. Ten przypadek należałoby raczej porównać ze spokojną sublimacją bezpośrednio z powierzchni jądra (baz warstwy pyłowej). Zastanawia wartość parametru Δx (głębokość występowania komór gejzerów) równa 10 m jako wartość zaczerpnięta z pracy Meech et al. (2009). Wydaje się, że nie chodzi o tę publikację. Dotyczy ona aktywności komet w dużych (rzędu 10 AU) odległościach od Słońca wywołanej wyżarzaniem wodnego lodu amorficznego w temperaturach poniżej progu krystalizacji. Tezę o takiej przyczynie aktywności poparto eksperymentami laboratoryjnymi, w których używano warstw amorficznego lodu wodnego o grubości mikrometrów. Skąd ta wartość 10 m? Poza tym modelowa kometa rozważana w pracy A.2 znajduje się w odległości heliocentrycznej 1.0 AU i na lód amorficzny w warstwach przypowierzchniowych raczej trudno liczyć.

Na str. 4 pierwszy fragment ważnego wzoru (14) niefortunnie występuje na jednej, a drugi fragment na drugiej stronie. Zastanawia równanie bilansu energetycznego dla przypadku (b) (wzór 15 na str. 5). Wydaje się, że obowiązuje na głębokości komory gejzeru, a zawiera człon z nasłonecznieniem słuszny dla powierzchni. To ciepło trzeba jeszcze przetransportować w głąb do komory.

Autorzy nie próbowali oszacować, jak zauważony kilkukrotny wzrost maksymalnego rozmiaru drobin czy aglomeratu pyłowego wyrzucanego z powierzchni jądra przez aktywność gejzerów przekłada się na wzrost jasności komety. Należy pamiętać, że wyraźnie wykładnicze rozkłady rozmiarów drobin powodują, że największe drobin nie muszą dawać największego wkładu do efektywnej powierzchni rozproszenia światła słonecznego, chyba że nastąpi ich destrukcja i/lub emisja materii z ich powierzchni. Pozostaje jeszcze kwestia głębokości optycznej w dziecie wyrzuconej materii. Jeśli ta głębokość optyczna nie jest zanedbywalnie mała, zależność jasności od efektywnej powierzchni rozpraszającej może być nieliniowa. Postać równania ruchu (7) na str. 3 sugeruje, że można go użyć poza powierzchnią jądra, a nie jest to prawda, bo przyspieszenie odśrodkowe nie jest już związane z rotacją jądra. Taka postać może być jedynie warunkiem unoszenia dla drobin na powierzchni rotującego jądra. Na str. 8 zamiast $d\Omega$ występuje $d\theta$. W tabeli 1 na str. 3 i na wykresach pojawia się współczynnik Hertza, a we wzorach i w tekście pracy on nie występuje. Jako współczynnik przewodnictwa cieplnego przyjęto wartość bardzo dużą, charakterystyczną dla litego materiału mineralnych ziaren pyłu i według wzoru (2), ta duża wartość wchodzi do równania równowagi termicznej na powierzchni jądra. Po co więc pisać o współczynniku Hertza? Chyba że się go jednak używa, co podejrzewam.

W pracy A.3 analizowano mechanizmy rozbłysków jasności komet w dużych odległościach heliocentrycznych. Zamiast poszukiwania zupełnie nowych mechanizmów skupiono się na analizie już wcześniej proponowanych, uściślając obliczenia i sprawdzając, jak wyniki mają się do rzeczywistości. Wstęp do tej publikacji jest tylko nieco zmienionym (zmiany dotyczą pojedynczych wyrazów i fraz) wstępem do pracy A.2. Opisano w nim trzy grupy mechanizmów mogących powodować rozbłyski. Jako oczywiste przyjęto, że rozbłysk wiąże się z jednej strony z wyrzutem masy będącej fragmentem skorupy jądra, z drugiej zaś strony z ekspozycją „świeżej” powierzchni lodowo-pyłowej, z której następuje wzmożona sublimacja i emisja drobin lodowo-pyłowych. Chodzi tu o sublimację lodu CO, bo mamy do czynienia z dużymi odległościami heliocentrycznymi. Rozważano drobinę w postaci zwartych cząstek, jak i aglomeratów (agregatów) zbudowanych z monomerów o rozmiarach rzędu 0.1 mikrometra. By obliczyć efektywność rozpraszania światła słonecznego na drobinach, wykorzystano odpowiednio dla drobin zwartych wyniki podejścia Mie, zaś dla aglomeratów wyniki DDA z pracy Zubko (2013). Jako wynik pokazane są zmiany jasności komety podczas wybuchu wyrażone w wielkościach gwiazdowych zależne od ilości wyrzuconej materii, gęstości agregatów pyłowych, procentowego udziału składowej mineralnej i lodowej oraz procentowego udziału aktywnej powierzchni jądra, czyli powierzchni, z której następuje sublimacja CO. Stwierdzono ogólnie dobrą zgodność z tym, co obserwuje się u wybuchających komet, a w szczególności u komety 29P/Schwassmann-Wachmann 1.

Podczas przygotowania i redagowania publikacji Autorzy nie ustrzegli się pewnych potknięć. Na str. 2 prezentują oni wykaz trzech rodzajów dżetów według publikacji Vincent et al. (2016). Faktycznie zawiera ona trójelementową klasyfikację dżetów, ale zaczerpniętą z pracy Beltona (2010) i z wyraźnie innymi opisami klas, niż podaje publikacja A.3. Licząc wzrost jasności komety spowodowany odrzuceniem warstwy pyłowej, zanedbano udział światła odbitego od powierzchni jądra za

Tancredi (2000) (cytowanie powinno być *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, a nie *Astron. Astrophys.*). Dla komet znajdujących się w dużych odległościach heliocentrycznych rozważanych w tej publikacji może to być trochę ryzykowane, zwłaszcza dla rozpatrywanych odległości 10 i 15 AU. Indykatrysa rozpraszania (w pracy A.3 przyjęto jej jednoparametrową postać za Henyeyem i Greensteinem (1941)) zależna jest od parametru $x=2\pi/\lambda$, a w tabeli I (str. 5) podano konkretne wartości parametrów asymetrii, mimo że rozważa się spory zakres rozmiarów drobin. Sprawa wyjaśnia się dla agregatów. Przyjęto tu efektywność rozpraszania i parametr asymetrii rozkładu funkcji fazowej H-G dla średniego rozmiaru drobin oraz efektywnej długości fali dla obserwacji, którą przyjęto z prawa Wiena dla temperatury Słońca. Szkoda, że nie podano jakiej temperatury, czy efektywnej, czy fotosfery. Stąd otrzymano bardzo dużą wartość parametru x i Q_{sca} przyjęto równe 1. Lepszym podejściem byłoby raczej obliczenie średniej wartości Q_{sca} dla rozkładu rozmiarów drobin, i to najlepiej z wagą powierzchni przekroju drobin, by wziąć pod uwagę efekt, jaki to wnosi w obserwowaną jasność pełnej liczby agregatów w komie.

Z tym prawem Wiena wyszło trochę słabo, bo widmo Słońca ma rozkład daleki od rozkładu Plancka, a poza tym obserwuje się w pasmach systemów albo w pełnym zakresie widma przepuszczanym przez atmosferę, teleskop i odbieranym przez detektor (dotyczy to głównie obserwacji amatorskich). Można by wybrać pewne pasmo lub pasma i obliczyć efekt dla krzywej przepuszczalności w paśmie. Wzory (28) i (29) na str. 6 zapisane nieporządnie. Są tu dwie różne temperatury i dwa różne gradienty (dla powierzchni jądra i na pewnej głębokości na granicy pokrywy pyłowej i wnętrza lodowo-pyłowego). Należało to rozróżnić, wprowadzając odpowiednie oznaczenia. Brak cosinusa odległości zenitalnej Słońca we wzorze (28). Nic nie powiedziano na temat rotacji jądra. Czyżby założono jądro nie rotujące lub izotermiczne, szybko rotujące? Problem tych gradientów jest tu dużo poważniejszy niż w publikacji A.2, gdyż tym razem nie zacytowano w tym miejscu pracy Gronkowski i Wesołowski (2015), w której odpowiedni gradient wyznacza się z dobrym przybliżeniem bez potrzeby rozwiązywania równania transportu ciepła. Czyżby tu takie równanie rozwiązywano? Nie ma jednak o tym mowy. W mechanizmie (b) (str. 4), w którym brak odrzucenia pokrywy pyłowej, niejasna jest przyczyna zwiększenia efektywnej powierzchni sublimacji. Być może różnica wyników dla rozkładu Gaussa i wykładniczych rozkładów rozmiarów drobin opisana na str. 7 jest niewielka, ale rozkład Gaussa jest tu raczej nieadekwatny. Mała zależność wyników od przyjętego rozkładu spowodowana jest największym udziałem w rozpraszaniu drobin najbardziej efektywnych z punktu widzenia rozkładu wykładniczego i mechanizmu rozpraszania, a to dwie funkcje parametru x o przeciwnych monotonicznościach. W efekcie rozkład efektywności rozproszenia można uznać za dzwonowy. Występuje też poważny problem z liczeniem funkcji fazowej rozpraszania. Dla dużych odległości heliocentrycznych, a z takimi mamy do czynienia w tej pracy, mamy małe kąty fazy, a duże kąty rozpraszania (bliskie 180° , o czym sam Autor pisze w aneksie (Appendix), zresztą zupełnie niepotrzebnie, bo jest to wiedza elementarna). W podpisach rysunków widać małe wartości kąta θ , nazwanego tu kątem fazy. Można to uznać za przejęzyczenie, ale pokazane w pracy duże wartości funkcji fazowej dla przyjętych parametrów asymetrii świadczą, że faktycznie mamy do czynienia z małym kątem rozpraszania (rzędu 10°), niespotykanym dla rozważanych, dużych odległości heliocentrycznych. Może wzięło się to stąd, że funkcja H-G jest nazywana funkcją

fazową. Dla dużych kątów rozproszenia (bliskich 180°) najbardziej efektywnym jest mechanizm backscatteringu, opisywany przez dwuparametrową funkcję H-G.

Niestety nigdzie w pracy nie zauważyłem wyników dla opcji (b), czyli zwiększenia jasności bez odrzucenia pokrywy pyłowej, a jedynie kosztem zwiększonej emisji CO. Może tym przypadkiem Autor się nie zajmuje, ale nie jest to wyraźnie powiedziane. W pracy pojawia się ważne spostrzeżenie (str. 9), że jeśli własności pyłu, a w szczególności rozkład rozmiarów drobin są te same przed rozbłyskiem i w trakcie, wtedy znika zależność zmiany wielkości gwiazdowej od funkcji fazowej, co znacznie ułatwia obliczenia. Niestety podczas wybuchu rozkład może się zmienić (większy udział większych drobin, bo zwiększona emisja z miejsc pozbawionych pokrywy pyłowej może wyrzucać większe drobin). We wzorze (18) na str. 5 w mianowniku jest iloczyn funkcji fazowej dla drobin lodowych i powierzchni czynnej na rozpraszanie dla drobin mineralnych. Pojawia się tu też sprawa wskaźnika *i* wskazującego stan spokojny lub wybuchowy. Co prawda, sprawa jest wyjaśniona w dalszej części tekstu, ale czy nie można było wprowadzić konkretnych wartości wskaźnika do wzoru (18). Świadczy o tym postać podobnego wzoru zapisana w pracy A.4 (wzór (4), str. 4). W pracy A.3 występuje, podobny do tego z publikacji A.2, problem ze współczynnikiem przewodnictwa cieplnego warstwy pyłowej i współczynnikiem Hertza. Szkoda, że aneks (Appendix) nie zawiera informacji o odchyleniu standardowym dla średniego rozmiaru agregatu, a do dyspozycji jest aż 45 pomiarów.

Praca A.4 dotyczy kriowulkanizmu pojmowanego jako przyczyna nagłych zmian jasności komet. Rozważania mają służyć wyjaśnieniu zachowania się komety/centaura 174P/Echeclus. Rozbudowany, może nieco zbyt rozbudowany, wstęp poświęcony został głównie misji Rosetta i komecie 67P/Churyumov–Gerasimenko. Niewiele on wnosi do całości artykułu, gdyż model opisujący rosnące w jamie/kieszeni ciśnienie, które odrzuca pokrywę pyłową, co prowadzi do dodatkowej emisji materii, opracowany został na podstawie rezultatów misji Deep Impact. Wyrzucana materia ma postać drobin lodowych lub mineralnych będących agregatami monomerów. Dla fazy spokojnej emisji materii rozważane jest równanie bilansu cieplnego na powierzchni lodowo pyłowego jądra. Rozpatrywana jest sublimacja lodu CO, jako uwolnionego w procesie krystalizacji amorficznego lodu, co oczywiście jest słuszne dla tak dużych odległości heliocentrycznych. Wynikiem są obliczone zależności zmian jasności komety podczas wybuchu, wyrażone w wielkościach gwiazdowych, od masy wyrzuconej podczas wybuchu materii lodowo-pyłowej. Dla konkretnego wzrostu jasności obserwowanego u 174P, wynoszącego -4 mag, pokazano zależności ilości wyrzuconej materii od procentowego udziału powierzchni jądra, który jest sublimacyjnie aktywny podczas fazy poprzedzającej wybuch. Autor robi to dla dwu różnych wzajemnych udziałów drobin lodowych i pyłowych w wyrzucanej materii. Raz w stosunku 0.1 do 0.9 na korzyść pyłu mineralnego, drugi raz w podobnym stosunku na korzyść drobin lodowych. Ostatecznie w podsumowaniu (str. 6) Autor prezentuje stwierdzenie, że otrzymane wartości ilości wyrzuconej masy są zgodne z wartościami otrzymywanymi z obserwacji, jednak żadnych szczegółów, w tym odpowiednich odwołań do literatury, nie podaje. Trudno się zatem zorientować, który przypadek (zależny od procentu aktywnej powierzchni przed rozbłyskiem oraz od

względego udziału drobin lodowych i pyłowych w wyrzuconej materii) jest preferowany przez dane obserwacyjne.

Niestety i w tej publikacji pojawiają się różnego kalibru niedociągnięcia. Wzór (4) na str. 4, który jest analogiem wzoru (18) na str. 5 w pracy A.3, wydaje się być tu poprawniej zapisany (w mianowniku jest właściwy iloczyn funkcji fazowej dla lodu i przekroju czynnego na rozpraszanie dla drobin lodowych), ale nie do końca. W opisie wielkości występujących we wzorze pojawia się wskaźnik przy kącie rozpraszania i słusznie, bo kąt rozproszenia może być różny dla czasu przed wybuchem (wskaźnik „1”) i podczas (wskaźnik „2”). We wzorze jednak tego nie uwzględniono. Podobnie jak w dwu poprzednich pracach znowu występują kłopoty z kątem fazy i kątem rozpraszania. Przyjęto kąt fazy równy kątowi rozpraszania. Dodatkowo we wzorze H-G na funkcję fazową pojawia się parametr f (niestety funkcja rozkładu rozmiarów drobin ma to samo oznaczenie). Czyżby było to albedo pojedynczej drobin? Jednak Autor liczy efektywności rozpraszania Q_{sca} dla rozważanych drobin lodowych i pyłowych. Z tego względu nie ma większego sensu wprowadzanie dodatkowego parametru. Kilka spośród parametrów znajdujących się w tabeli 1, na str. 4 nie pojawia się w prezentowanych wzorach. W publikacji pierwszy raz w serii ośmiu publikacji pokazana jest zależność temperatury powierzchni jądra od szerokości kometocentrycznej (Rys. 1). Jednak we wzorze (1) występuje odległość zenitalna Słońca, która zmienia się wzdłuż równoleżników. Czy przyjęto tu model izotermicznych równoleżników? Poza tym, czy te temperatury nie są za niskie? Są niższe niż przyjęta do obliczeń temperatura początkowa (chyba chodzi tu o temperaturę wnętrza jądra) równa 50 K. Z pracy Meech et al. (2009) wynika, że temperatura powierzchni jądra dla tej odległości heliocentrycznej (7.4 AU) powinna być bliższa 100 K (zależnie, czy jądro nie rotuje, czy jest izotermiczne). Może na wykresie na osi Y brakuje jedynki przed kolejnymi wartościami temperatury. Rodzi się pytanie, w jaki sposób można z jednego równania (1) obliczyć dwie temperatury, na powierzchni T i we wnętrzu jamy T_c (obie temperatury tworzą według Autora iloraz różnicowy w tym wzorze). Chyba że T_c przyjęto, ale nic o tym nie napisano.

Rysunek 3 na str. 6, podobnie jak rys. 5 na str. 7, mało pogładowy. Na 4 panelach ten sam przebieg krzywej, a jedynie opis osi X zdradza różnice. Można by wprowadzić skalę logarytmiczną na osi X, dla masy wyrzuconej materii (zgodne z logarytmiczną skalą osi Y) i z czterech paneli zrobić jeden. Rysunek byłby znacznie bardziej pogładowy, a przebieg zależności bardziej liniowy (czego należy się spodziewać). Trochę rozczarowuje brak przedstawienia dokładniejszego modelu przebiegu zjawiska kriowulkanizmu i parametrów jamy, a zwłaszcza warunków odrzucenia pokrywy pyłowej nad jamą. Byłaby to próba rozszerzenia czy uściślenia podejścia zaproponowanego w pracy A.2. Ostatecznie w podsumowaniu na str. 6 Autor prezentuje stwierdzenie, że otrzymane ilości wyrzuconej masy są zgodne z wartościami otrzymywanymi z obserwacji, jednak żadnych szczegółów, w tym odpowiednich cytowań, nie podaje. Trudno się zatem zorientować, który przypadek (zależny od procentu aktywnej powierzchni przed rozbłyskiem oraz od względnego udziału drobin lodowych i pyłowych w wyrzuconej materii) jest preferowany przez dane obserwacyjne. W końcowym fragmencie aż trzy razy powtarza się tłumaczenie, że praca powinna być odbierana jako prosta i szybka metoda wyznaczenia masy traconej przez kometę podczas rozbłysku jasności. Oczywiście jest to prawda, ale prawda powtarzana zbyt często i uporczywie może wydać się nieco podejrzana.

Publikacja **A.5** poświęcona jest badaniu procesów lawin i osunięć klifów jako mechanizmów generujących rozbłyski jasności komet. Misja Rosetta do komety 67P pokazała istnienie zapadających się klifów i osuwisk, mogących doprowadzić do ekspozycji warstw podpowierzchniowych, bogatych w materię ulegającą sublimacji. Powodem tego zapadania może być osłabienie struktury materii w procesie sublimacji albo migracja grudek materii po powierzchni rotującego jądra. Rozdział 2 (str. 2) poświęcony jest dyskusji wybranych mechanizmów rozbłysków jasności komet. Na stronach 2-3 opisano mechanizm topienia metanu i wody. W przypadku wody dyskusja Autora jest nieco niejasna. Ciśnienie dla punktu potrójnego wody jest ściśle określone (612 Pa) i temperatura 50K wnętrza komety nie ma tu nic do rzeczy. Przy wytrzymałości dla warstwy pyłowej na rozciąganie rzędu 10 Pa do 10kPa (otrzymywane z pomiarów wartości różnią się znacznie) stwarza to pewną możliwość występowania wody w stanie ciekłym. Problemem jest temperatura związana z procesami transferu ciepła. Wnętrze komet raczej wykluczają występowanie ciekłej wody, chyba że dzięki procesom radiogenicznym. Obie sytuacje były wielokrotnie rozważane przez badaczy. Publikacje **A.4** i **A.5** merytorycznie są dość podobne do siebie. Głównym wynikiem jest pokazana zależność zmiany jasności podczas wybuchu (w wielkościach gwiazdowych) od ilości wyrzuconej materii dla różnych procentowych zawartości lodu i minerałów oraz różnej procentowej wielkości powierzchni jądra aktywnej sublimacyjnie w fazie spokojnej. Co prawda, w publikacji **A.5** rozpatruje się sublimację zarówno lodu wodnego, jak i CO_2 i CO , ale tytuły obu prac obiecują wyjście rozważań od konkretnego zjawiska będącego „wyzwalaczem” wybuchu. Raz jest to kriowulkanizm, drugim razem lawiny (choć autorzy związani z misją Rosetta używają raczej określenia oberwanie/osunięcie klifu). Jednak w obu pracach brakuje nieco teoretyczno-modelowej podbudowy rozpatrywanych zjawisk. Marzeniem czytelnika byłoby zobaczyć jak - wychodząc od konkretnego zjawiska wyzwalającego wybuch - można dojść do wartości zmian jasności obiektu zbieżnych z tymi, które obserwuje się w konkretnych przypadkach.

Pojawia się problem zaniedbania udziału lodu amorficznego i procesu jego krystalizacji. Dla szerokiego zakresu odległości heliocentrycznych rozpatrywanych w pracach może się zdarzyć, że front krystalizacji znajdzie się blisko warstw przypowierzchniowych i będzie wpływał co najmniej na transfer ciepła w głąb jądra, zarówno poprzez bardzo niskie przewodnictwo cieplne, zupełnie inną jego zależność od temperatury, jak i przez ciepło wydzielone podczas egzotermicznego procesu.

W pracy **A.5** pojawiają się też niedociągnięcia redakcyjne. Zapis równań (1) i (2) na str. 4 znowu jest nieporządkny. Brakuje rozróżnienia dwóch gradientów i dwóch temperatur dla dwóch różnych poziomów w jądrze (powierzchnia zewnętrzna warstwy pyłowej i granica pomiędzy tą warstwą, a wnętrzem lodowo-pyłowym). Trochę ryzykowne jest wyznaczanie masy wyrzuconej z powierzchni jądra za pomocą stosunku promienia komy i prędkości wypływu, czyli czasu emisji materii (wzór 6, na str.4). Można powiedzieć, że ilość ta jest zależna od przyjętego promienia komy, co oczywiście przy porównywaniu ilości materii wyrzuconej w wybuchu do materii rezydującej w komie w wyniku spokojnej emisji nie musi być istotne poza przypadkiem gdy oba promienie są wyraźnie różne, a z tym mamy tu do czynienia. Czytelnikowi trudno ustalić, skąd Autorzy biorą te różne wartości promieni. Z wymienionych w tabeli 1 na str. 5 dwu prac, obie zawierają te wartości, tyle że

dziesięciokrotnie mniejsze niż w pracy A.5. Do tego jedna z tych publikacji nie czyni rozróżnienia rozmiarów komy przed i w trakcie „wybuchu”. Pozostaje jeszcze sprawa stałości prędkości przepływu materii w zależności od czasu i odległości od jądra. Można się też spodziewać zmian prędkości w zależności od typu emisji. Dodatkowa ilość pyłu w strefie zderzeniowej może spowolnić strumień gazu (efekt mass loadingu). Gwoli ścisłości trzeba stwierdzić, że to, co obserwuje się jako komę o określonym promieniu to nie kula o tym promieniu, ale walec o formalnie nieskończonej długości i tym promieniu „wycinający” z komy o formalnie nieskończonych rozmiarach (spadek przestrzenny ogólnie $\sim r^{-2}$ bez ciśnienia promieniowania i przy nieskończonej długim czasie życia materii) obserwowany fragment. Tabela 1 (str. 5) nie zawiera wartości przewodnictwa cieplnego dla warstwy pyłowej, podawanego we wcześniejszych publikacjach, czyli bardzo ważnego parametru w prowadzonych obliczeniach. Trochę niepokoi przyjęta wartość średniej głębokości depresji (5 m), gdyż nie podano źródła ani żadnych argumentów. Po raz kolejny pojawia się problem z liczeniem wartości funkcji fazy z zależności H-G. Jako kąt rozproszenia przyjęto kąt fazy i wyszły spore wartości $p(\theta)$, mimo że dla przyjętego kąta fazy są one rzędu 0.001. Dużą rolę zaczyna tu odgrywać backscattering opisywany dwuparametrową funkcją H-G. Rodzi się też pytanie, czy obliczenia są wykonywane dla obserwatora naziemnego, czy misji Rosetta. Chodzi tu zarówno o kąt fazy, jak i o rozmiar komy, gdyż wątpliwe jest, by misja Rosetta widziała komę o tak ogromnym rozmiarze, jaki łatwo widzieć z Ziemi. Publikacja Vincent et al. (2016) zawiera co prawda klasyfikację dżetów rozróżniającą trzy ich typy, ale zaczerpnięta jest ona z pracy Beltona (2010) i ma wyraźnie inne opisy klas niż podaje publikacja A.5. Wzór (12) na str. 6 nie zgadza się z poprzedzającym go tekstem, gdzie twierdzi się, że w fazie spokojnej do komy komety są wyrzucane wyłącznie drobiny lodowe, gdy tymczasem w mianowniku wzoru (12) wyraźnie znajdują się parametry opisujące drobiny krzemianowe. Wzór (27) na str. 7 opisywany jako formuła B jest nieco podejrzany w porównaniu do formuły A (18). Gdzieś podziały się ważne parametry związane z emisją drobin mineralnych (np. X). Wygląda na to, że licznik i mianownik formuły B można podzielić przez Y . Dlaczego Y pozostawiono? Podobnie podejrzana jest formuła C. Nigdzie w pracy nie ma odniesienia do trzech przypadków prezentowanych przez punkty (i), (ii) i (iii) w tabelach 2,3,4 dla zastosowanej formuły A. Raczej do trzech klas dżetów opisanych podobnymi punktami na początku publikacji się to nie odnosi. W każdym razie opisu nie ma.

W publikacji A.6 Habilitant poddaje analizie przypadek rozbłysku jasności pierwszej międzygwiazdnej komety 2I/Borisov. Stwierdza, że odpowiada za niego wyrzut dodatkowej materii w postaci drobin lodowych, pyłowych mineralnych oraz lodowo-pyłowych. Założono przy tym, że drobiny krzemianowe są aglomeratami (agregatami) submikronowych monomerów. Dla konkretnego, obserwowanego wzrostu jasności równego -0.7 mag podczas rozbłysku, który miał miejsce w marcu 2020 roku, wyznaczono wzajemny udział drobin lodowych i mineralnych w zależności od tego, czy sublimacji podlega lód wodny, czy CO. Wyniki okazały się wyraźnie zależne od wartości parametru $\eta(t_1)$, czyli procentu powierzchni jądra aktywnej sublimacyjnie przed rozbłyskiem. Szkoda, że w abstrakcie nie napisano, co to za parametr. Wykazano, że udział drobin pyłowych w wyrzuconej dodatkowo materii jest

znacznie większy niż drobin lodowych. Stosunek masy tych pierwszych do drugich wynosi od 3 do ponad 9 razy w zależności od tego, czy sublimuje lód wodny, czy CO. Dla odległości heliocentrycznej 2.8 AU, dla której zaobserwowano wzrost jasności, sublimować może zarówno H_2O , jak i CO.

Niestety do tekstu pracy wkradły się różne niedociągnięcia. Nie opisany w abstrakcie parametr η pojawia we wzorach (6) i (7) na str. 3, podczas gdy w ich opisie nie ma o nim ani słowa. Tajemnica wyjaśnia się tuż przed omówieniem wyników. W poprzednich pracach Habilitanta (np. w pracy A.4) za rozbłyski uważane są dość nagle zmiany jasności większe niż -1 mag. Mniejsze są uważane za losową zmienność jasności. Co prawda, w tytule pracy A.6 pojawia się pojęcie „zmiana jasności”, ale w dalszej części pracy okazuje się, że jest to jednak rozbłysk/wybuch, gdyż wielokrotnie jest tak nazywany. We wstępie Autor zastanawia się, czy fakt, że tak blisko w czasie odkryto w naszym Układzie dwa ciała międzygwiazdne, jest kosmicznym zbiegiem okoliczności, czy ciał tych jest więcej. Nie jest to szczególnie oryginalne, zważywszy, że istnieje bardzo bogata literatura dotycząca zagadnienia możliwości wykrywania podobnych obiektów i gęstości ich występowania w naszej Galaktyce, jak choćby klasyczna już pozycja Siekaniny (1976) oraz szereg prac zainspirowanych najnowszymi odkryciami. W abstrakcie wspomina się o rozwinięciu modelu numerycznego używanego w rozważaniach, gdy tymczasem w tekście pisze się o wykorzystaniu zależności C z publikacji A.5 oraz przedstawia używane w poprzednich pracach równanie bilansu energetycznego dla powierzchni sublimującego jądra (równanie (1), str.2). Tym razem zaniedbuje się człon związany z przewodnictwem ciepła w głąb jądra oraz istnienie pokrywy pyłowej na powierzchni jądra, która z jednej strony izoluje głębsze warstwy od zbytniego nagrzania, z drugiej zaś utrudnia przepływ sublimowanych gazów i materii pyłowej. Autor tłumaczy to egzotyczną naturą obiektu. Jednak nie przeszkadza mu ona w czynieniu innych założeń, upodabniających ten obiekt do komet Układu Słonecznego. Podobnie jak w dwu poprzednich pracach wymienione są trzy rodzaje dżetów za Vincentem et al. (2016). Cytowana publikacja zawiera klasyfikację dżetów rozróżniającą trzy ich rodzaje, ale zaczerpnięta jest ona z pracy Beltona (2010) i ma wyraźnie inny opis typów niż podaje publikacja A.6. W tabeli 1 na str. 4 pojawia się parametr „średnia głębokość depresji” oznaczony niefortunnie przez h , identycznie jak funkcja rozkładu rozmiarów drobin dla agregatów. Ma on przyjętą wartość 10 m. Niestety nie pojawia się on nigdzie indziej w tej pracy ani we wzorach, ani w tekście, ani w opisach rysunków, ani na samych rysunkach.

W pracy A.6 cytowana jest publikacja Jewitt, D., Kim, Y., Mutchler, M., et al., 2020, *Outburst and splitting of interstellar comet 2I/Borisov*. *Astrophys. J. Lett.* 896, L39 (co prawda ze złą datą 2019), z której zaczerpnięto ważne informacje i wartości parametrów. Praca ta również szacuje ilość masy wyrzuconej podczas tego wzrostu jasności I2. Autorzy znajdują tu wartość rzędu 10^7 kg, znacznie przewyższającą to, co prezentuje Habilitant. Szkoda, że w jego publikacji nie ma odniesienia się do wyniku Jewitta et al. (2020).

Publikacja A.7 omawia dwa różne mechanizmy powodujące zwiększenie jasności komet podczas „wybuchów”. Oba mechanizmy zakładają wyrzucenie do komy w krótkim czasie większej ilości materii, powodujące wzrost efektywnej powierzchni rozpraszającej. Drugi z nich dodatkowo związany jest ze wzrostem powierzchni jądra,

z której następuje sublimacja lodu i unoszenie drobin. Pod uwagę wzięto, po raz pierwszy w grupie omawianych prac, kwestię ograniczonego czasu życia drobin lodowych, wynikającego z ich sublimowania. Wyznaczone czasy życia, zależne od rozmiaru drobin i mające rząd dziesiątków godzin, zgadzają się ogólnie z czasami trwania fazy wzrostu jasności. Rozważania prowadzone są dla hipotetycznej komety mającej parametry orbity podobne do komet rodziny Jowisza (JFC). Wyznaczono zależności wzrostu jasności podczas rozbłysku od wyrzuconej masy w funkcji udziału drobin lodowych i pyłowych oraz procentu powierzchni jądra aktywnej sublimacyjnie. Dla drobin lodowych uzyskano wzrost jasności średnio o 1.5 mag większy niż w przypadku pyłu. Trochę szkoda, że efektu zaniku drobin lodowych w wyniku sublimacji nie „wprzęgnięto” w stworzone modele, by spróbować odtworzyć krzywą blasku podczas „wybuchu” i po nim.

Podczas redagowania pracy nie uniknięto pewnych niedociągnięć. Po raz kolejny, podobnie jak w trzech poprzednio omawianych pracach, wymienione są trzy rodzaje dżetów za Vincentem et al. (2016) i, podobnie jak poprzednio, ich opisy podane w publikacji A.7 nie zgadzają się z opisami w cytowanej pracy. Wzór (3) na str. 3 nasuwa pewne wątpliwości. Tempo utraty masy sferycznej drobin zależy od aktualnej, a nie początkowej powierzchni drobin. Po rozwiązaniu prostego równania różniczkowego okazuje się, że wzór (3) jest prawie słuszny (błędny jest czynnik $1/3$). Prawidłowe wyprowadzenie można znaleźć w cytowanej przez Autora pracy Lamy (1974). Zakłada się tu izotermiczność drobin, co jest słuszne ze względu na jej rozmiary, ale należało się do tego odnieść. Trochę dziwi fakt, że we wzorze (4) na str. 3 nie zastosowano podobnego, jak wyżej we wzorze (2), podejścia do liczenia ilości lodu sublimowanego z jednostki powierzchni w jednostce czasu, wprowadzając przy tym dodatkowy parametr w postaci współczynnika akomodacji, który na szczęście dla lodu wodnego w niskich temperaturach jest bliki 1. A może to raczej we wzorze (2) powinien znaleźć się ten parametr. We wzorze (6) na str. 3 występuje niepotrzebne mnożenie przez czynnik X związany z efektywnością rozpraszania dla przyjętego rozkładu rozmiarów drobin. Wzory (10) i (11) pokazują, że odpowiednie wielkości C_1 i C_2 zawierają już to mnożenie. Przy okazji wyjaśnia się sprawa tajemniczej „średniej głębokości depresji” równej tutaj (tabela 1, str. 5) 5 m i nazwanej „grubością odrzuconej pokrywy”. Przyjęcie tego parametru o wartości wziętej nie bardzo wiadomo skąd, umożliwia Autorowi przeliczenie masy dodatkowo wyrzuconej podczas rozbłysku na wielkość powierzchni jądra, która uaktywniła się sublimacyjnie dzięki odrzuceniu tej masy. Ale zastanawia fakt, że wielkość ta pojawia się zarówno w modelu (A), jak i w modelu (B). Za pierwszym razem jest mnożona przez gęstość materiału drobin pyłowych lub lodowych (nie wskazano konkretnie). Drugim razem przez gęstość materii jądra. Pierwszy z tych modeli nie uwzględnia wzrostu powierzchni sublimacji w związku z wyrzutem dodatkowej masy. Coś tu się nie zgadza. Najpewniej wzór (11) dotyczący mechanizmu (A). Wzór (18) na str. 4 pozwala obliczyć $\eta(t_2)$, czyli procent powierzchni aktywnej sublimacyjnie w fazie „wybuchu” w związku z wyrzuceniem dodatkowej masy i podobno pojawia się on we wzorze (14) na str. 3, ale nic takiego nie ma miejsca. W opisie wzorów promień komety oznaczono jako R_h , natomiast we wzorach i tabeli 1 jest to R_c . Wzór (14) na str. 3 zawiera albedo dla pyłu, co trochę dziwi, bo przecież Autor liczy tu parametr efektywności rozpraszania. We wzorach (15) i (16) ze str. 4, słusznych dla pyłu,

występuje funkcja rozkładu rozmiarów drobin f stosowana dla drobin lodowych według wzorów ze str.3.

W ostatniej publikacji cyklu, pracy A.8, Habilitant w abstrakcie obiecuje prezentację nowego podejścia do analizy zmian jasności komet rodziny Jowisza (JFC). W szczególności Autora interesuje zależność amplitudy zmian jasności od rozmiaru wyrzuconych do komy drobin. Bierze on pod uwagę drobiny lodowe, węgliste i krzemianowe o rozmiarach od mikrometrów do centymetrów. Najmniejsze z nich mają rozmiary porównywalne z efektywną długością fali promieniowania słonecznego, co powoduje, że ich własności rozproszeniowe są silnie zależne do rozmiaru. Autor rozróżnia trzy typy morfologiczne drobin pyłu: 1) zwarte, obłe i o dużej gęstości, 2) puszyste, będące aglomeratami o fraktalnej czy dendrycznej strukturze, 3) porowate, będące aglomeratami lub klasterami aglomeratów o strukturze hierarchicznej. Dla czterech wykładniczych rozkładów rozmiarów drobin, rozkładów różniących się wartością wykładnika, Autor wyznacza średni rozmiar drobin, licząc średnią dla zakresu rozmiarów od 10^{-7} do 10^{-2} m. Dla tych średnich wartości rozmiarów przyjmuje współczynniki efektywności rozproszenia i kształt jej indykatory. Autor rozpatruje dwa przypadki stanu emisji materii przed „wybuchem”. Pierwszy zakłada sublimację lodu wodnego, drugi lodu CO_2 . Trochę to dziwne, zważywszy, że CO jest w kometach powszechniejsze. Na wykresach pokazano, jak przyrost jasności w „wybuchu” mierzony w wielkościach gwiazdowych zależy od masy wyrzuconej podczas tego zjawiska i widocznej w komie. Przebiegi różnią się wyraźnie w zależności od przyjętego średniego rozmiaru drobin (mniejszy średni rozmiar wiąże się z większym przyrostem jasności, co jest zrozumiałe). Zależą też od założonego procentowego udziału drobin różnego rodzaju (lodowych, węglistych, krzemianowych) w wyrzuconej materii oraz od procentu powierzchni jądra aktywnego sublimacyjnie przed „wybuchem”.

Również w tej ostatniej publikacji cyklu Habilitant nie ustrzegł się pewnych usterek, głównie redakcyjnych. Równania (1) i (2) na str. 3527 „mają” ten sam kłopot z rozróżnieniem dwóch różnych temperatur i gradientów, podobnie jak w kilku wcześniejszych pracach. Brak konkretnej postaci przepuszczalności warstwy pyłowej dla gazów $\psi(R_{\text{agg}}, L)$ oraz brak odpowiedniego cytowania, jeśli skądś ją wzięto. Tabela 1 na str. 3529 ma dwukrotnie wymienione albedo powierzchni jądra, Na szczęście, za każdym razem jest to ta sama wartość, raz jako przyjęta, drugi raz jako wzięta z konkretnej publikacji. Kąt fazy raz oznaczany jako θ (str. 3528), raz jako φ (tabela 1 na str. 3529). Nie podano, skąd wzięto funkcję fazową dla aglomeratów $p(\alpha)$ w równaniu (9) na str. 3527. Pojawiają się tam odpowiednio oznaczone funkcje fazowe dla drobin lodowych, węglistych i krzemianowych, liczone według wzorów (20) i (21) na str. 3528, zgodnie z teorią Mie, która raczej nie jest słuszna dla aglomeratów. We wzorach (17) i (18) na str. 3528 wskaźnik i powinien być zastąpiony przez „1”. Na stronie 3528 pojawia się inne niż w poprzednich pracach podejście do rozmiaru komy zawierającej materiał wyrzucony podczas „wybuchu”. We wcześniejszych publikacjach rozmiar komy w wybuchu przyjmowano jako znacznie większy niż przed. Teraz Autor stwierdza, że jest to ten sam rozmiar zadawany przez aperturę używaną podczas obserwacji (fotometrii) i chyba słusznie mając na uwadze powszechność obserwacji CCD, które mają inną specyfikę niż wizualne. Autor pisze, że w przypadku drobin lodowych uwzględniono ograniczony czas ich życia,

powodowany sublimacją. Powołuje się przy tym na swoją wcześniejszą publikację. Jednak szczegóły dalej pozostają niejasne, bo ani ta, ani poprzednia publikacja nie zajmują się modelowaniem czasowych przebiegów zjawiska „wybuchu”, rozróżniając jedynie stan „przed” i „podczas”. Uwzględnienie czasu życia drobin lodowych byłoby konieczne w przypadku modelowania krzywej zmian blasku podczas wybuchu. Na str. 3530 w podsumowaniu i konkluzjach wyraz „ray” chyba niepotrzebnie użyty. Miał być tam chyba inny wyraz. Domniemywam, że „radius” albo „diameter”.

Mam też ogólną uwagę dotyczącą powyższego cyklu prac. Publikacja „modelowa” Enziana (1997) pokazuje, że bardzo duże znaczenie w przypadku wybuchów jasności w kometach, w tym w 29P/S-W1, może odgrywać krystalizacja wodnego lodu amorficznego z uwolnieniem CO oraz ukierunkowanie osi rotacji w przestrzeni, a tych aspektów Habilitant zdaje się nie brać pod uwagę. Co prawda jego modele zakładają rotujące jądro, ale jak przyjęte ukierunkowanie osi ma się do, pojawiającej się w równaniu równowagi cieplnej dla powierzchni jądra, odległości zenitalnej Słońca dla danego punktu i danego momentu czasu, nie bardzo wiadomo. Należy jeszcze dodać, że za stosunkowo sporą liczbę zauważonych w powyższym cyklu niedociągnięć i błędów redakcyjnych oraz tych, które nie zostały zauważone, winy nie ponosi jedynie Habilitant i nie chodzi mi tu o współautorów jego prac. Mam tu na myśli recenzentów i redaktorów czasopism, w końcu tak renomowanych i znanych z poważnego podejścia do sprawy recenzowania publikacji, że nie ukrywam pewnego rozczarowania.

Reasumując należy stwierdzić, że Habilitant w pracach stanowiących dorobek będący podstawą wszczęcia postępowania habilitacyjnego zajął się bardzo trudnym zagadnieniem rozbłysków jasności komet i centaurów, zagadnieniem, które do tej pory spędza sen z powiek całym zastępom badaczy małych ciał Układu Słonecznego. W dalszym ciągu nie istnieje jedno spójne i zadawalające wszystkich wyjaśnienie tego fenomenu, zwłaszcza w przypadku obiektów wykazujących te rozbłyski w dużych odległościach od Słońca, oraz takich, które wybuchają stosunkowo regularnie albo z rekordową intensywnością. Autor analizuje różne mechanizmy, które mogą stać za tym zachowaniem i wykazuje, które z nich mogą dawać efekty zbieżne z tymi, charakteryzującymi realne obiekty. Można powiedzieć, że Autor wyszedł z tych zmaganiń obronną ręką. Cały cykl stanowi ważny wkład w lepsze poznanie natury rozbłysków jasności komet oraz powiązanych z tym zagadnień emisji materii z jądra kometarnego oraz jej redystrybucji po powierzchni tego jądra. Co prawda dorobek ten nie znalazł jeszcze należytego uznania wśród międzynarodowej społeczności naukowej, jak wskazuje niezbyt wielka liczba „obcych” cytowań, co może wynikać z nieodległego czasu pojawienia się prac. Podejrzewam jednak, że kolejne lata przyniosą pod tym względem znaczącą poprawę. Samą liczbę tych publikacji oraz ich parametry scjentometryczne można uznać za całkiem dobre. W mojej ocenie przedstawiony przez Dr Marcina Wesołowskiego monotematyczny cykl publikacji w zupełności spełnia ustawowe i zwyczajowe wymogi stawiane osiągnięciom habilitacyjnym.

Charakterystyka pozostałego dorobku naukowego Habilitanta

Publikacyjny dorobek Dr. Marcina Wesołowskiego, inny niż stanowiący podstawę postępowania habilitacyjnego, obejmuje 14 pozycji recenzowanych, które ukazały się

w latach 2012-2021 w takich czasopismach jak: *Astronomische Nachrichten*, *Earth, Moon and Planets*, *New Astronomy*, *Journal of Astrophysics and Astronomy*, *Research in Astronomy and Astrophysics* i *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. Spośród tych publikacji 4 ukazały się przed uzyskaniem przez niego stopnia doktora. Główną tematyką prac, zwłaszcza tych, które ukazały się po tym czasie, jest szeroko rozumiana analiza procesów zachodzących na powierzchni jąder kometarnych i centaurów, oczywiście w powiązaniu z tym, co dzieje się w warstwach bezpośrednio pod tą powierzchnią się znajdujących. Chodzi tu głównie o emisję materii z ich powierzchni. Autor analizuje w swoich publikacjach zarówno procesy zachodzące w stanie „spokojnym”, stacjonarnym, jak i wzmożonej aktywności podczas rozbłysków. Bada on, jak aktywność ta zależy od kształtu jądra, struktur topograficznych na jego powierzchni oraz udziału różnych składowych emitowanej materii. Zajmował się on też w swoich pracach najciekawszym spośród obiektów „wybuchających”, kometą 29P/Schwassmann-Wachmann 1, próbując wyjaśnić mechanizm jej prawie okresowego uaktywniania się oraz najbardziej jaskrawym przypadkiem „wybuchu” komety, czyli rozbłyskiem 17P/Holmes mającym miejsce w 2007 roku, gdy jej blask zwiększył się o 14 magintudo. Były to prawdziwe wyzwania dla badacza wybuchowej aktywności komet i centaurów.

Ma on też na swoim koncie pracę dotyczącą problemów związanych z obserwacjami astronomicznymi, a dokładniej, analizującą, jak „zanieczyszczenie” nocnego nieba światłem w okolicy ośrodka miejskiego wpływa na możliwości obserwacji obiektów astronomicznych. Podobną tematyką, ale w odniesieniu do obserwacji rozbłysków jasności komet, zajmuje się artykuł, którego pierwszym autorem jest Habilitant, a który został pomieszczony w monografii pokonferencyjnej. Należy podkreślić, że w przypadku 6 spośród 14 prac, zwłaszcza tych późniejszych, Dr Marcin Wesołowski jest jedynym autorem, a w przypadku pozostałych jest jednym z dwóch lub trzech autorów, przy czym w dwóch z nich jest pierwszym autorem. Opis tego dorobku można śmiało podsumować stwierdzeniem, że jest on zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym bardzo dobry, zważywszy stosunkowo krótki okres czasu, w jakim powstał.

W dziale „Pozostałe artykuły” Habilitant umieścił 8 pozycji, spośród których 5 ukazało się po uzyskaniu przez niego stopnia doktora. W 5 z nich jest on drugim, a w 3 pierwszym spośród 2 autorów. Wśród nich dwie pozycje to publikacje zamieszczone w monografiach wydanych po konferencjach, które odbyły się w Poznaniu i Warszawie. Pozostałe ukazały się w czasopiśmie *Foton* wydawanym przez Instytut Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie oraz w biuletynie *Komeciarz* wydawanym przez Naukową Sekcję Obserwatorów Komet Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Główną tematyką artykułów jest aktywność sublimacyjna i emisyjna komet, zwłaszcza podczas rozbłysków oraz aspekty związane z widocznością i możliwościami obserwacyjnymi tej aktywności w rejonach „zanieczyszczonych” światłem.

Jeśli chodzi o branie udziału w konferencjach i organizowanie ich, Habilitant wykazał się przyzwoitą aktywnością. Łącznie uczestniczył on w 8 konferencjach, ale jedynie krajowych, w tym w 4 po uzyskaniu stopnia doktora. Podejrzewam, że nie wszystkie spośród 8 konferencji miały ogólnopolski charakter. Dwie z nich z kolei to X i XI Konferencja Sekcji Obserwatorów Komet Polskiego Towarzystwa Miłośników

Astronomii. Może właśnie w uczestniczeniu jedynie w konferencjach krajowych kryje się powód niezbyt imponującej liczby cytowań bez autocytowań, jaką mają publikacje Habilitanta.

Co się tyczy referatów wygłoszonych przez niego poza konferencjami, wymienia 5 w okresie po uzyskaniu stopnia doktora. Jak się można domyślić z ich tytułów, dotyczyły one zagadnień, którymi od lat zajmuje się Habilitant, czyli aktywnością komet, ich rozbłyskami, redystrybucją materii kometarnej po powierzchni jądra oraz warunkami obserwacyjnymi komet, zwłaszcza podczas „wybuchów”. Widać, że były wygłaszane raczej w krajowych ośrodkach naukowych, ale szczegółów Autor nie podaje.

Dr Marcin Wesołowski realizował samodzielnie lub w małych grupach liczne projekty naukowe związane ze zdobywaniem funduszy w postaci grantów. Łącznie były to 4 projekty przed i 3 po uzyskaniu stopnia doktora, w tym 5 realizowanych samodzielnie. Niby bardzo dobrze, ale nie ma pośród nich ani jednego, który byłby przyznawany przez instytucje zagraniczne, czy ogólnopolskie, takie jak np. NCN. Wszystkie były grantami Dziekana Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego. Oczywiście ich uzyskanie na pewno wymagało starań. Przyznawane są na pewno wyróżniającym się pracownikom Wydziału. Na pewno warto się o nie starać. Ale to jednak nie ten kaliber. W roku 2020 Habilitant był recenzentem projektu naukowego realizowanego pod auspicjami NASA.

Teraz skupię się na parametrach bibliograficznych Dr. Marcina Wesołowskiego. W momencie składania przez niego wniosku habilitacyjnego (22.06.2021 rok) łączny Impact Factor jego dorobku wynosił 47.989, zaś liczba cytowań za Web of Science 130 przy dużym, niestety, udziale autocytowań wynoszącym 124. Dr Marcin Wesołowski mógł się poszczycić zupełnie przyzwoitym Indekssem Hirscha wynoszącym 8 oraz całkiem sporą sumą punktów MNiSW dla całości dorobku równą 1451.667. Reasumując można stwierdzić, że zacytowane wartości parametrów, choć nie olśniewają, są jednak całkiem dobre, zwłaszcza biorąc pod uwagę okres 13 lat, jakie upłynęły od chwili uzyskania przez Habilitanta tytułu zawodowego magistra.

Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego Habilitanta

Pan Dr Marcin Wesołowski jawi się jako bardzo doświadczony pracownik dydaktyczny, który w swojej karierze prowadził bardzo wiele różnych zajęć z zakresu fizyki, astronomii, informatyki i programowania. Prowadził 4 wykłady kursowe, w tym: Elementy fizyki, Wybrane zagadnienia informatyki współczesnej, Bezpieczeństwo systemów komputerowych i Podstawy Astronomii z elementami astrofizyki. Ten ostatni wraz z ćwiczeniami w ramach Szkoły Doktorskiej Uniwersytetu Rzeszowskiego. Prowadził również laboratoria i ćwiczenia, między innymi z Termodynamiki technicznej i z różnych specjalności informatycznych. Pełnił on funkcję promotora aż 12 prac inżynierskich i 2 prac magisterskich. Różnorodność prowadzonych przez niego zajęć może świadczyć o jego ogromnej wiedzy z zakresu różnych dziedzin oraz wielkiej pracowitości, gdyż przygotowanie i prowadzenie tak

dużej liczby różnorodnych kursów wymaga ogromnego nakładu pracy. Wyraźnie widać bardzo szerokie horyzonty poznawcze i dążność do stałego doskonalenia swoich umiejętności dydaktycznych.

O dokonaniach organizacyjnych Habilitanta niewiele można powiedzieć na podstawie jego autoreferatu, chyba że zaliczyć tu umiejętność organizowania finansowania nauki w postaci uzyskanych grantów Dziekana Wydziału, ale o tym już pisałem, omawiając pozostały dorobek naukowy Dr. Marcina Wesołowskiego.

Habilitant prowadzi za to bardzo aktywną i wielotorową działalność popularyzatorką, na którą składają się wykłady, zajęcia teoretyczne oraz obserwacje organizowane dla dorosłych i młodzieży przez Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Rzeszowskiego. Jest on współautorem ogromnej liczby, bo aż 37, artykułów popularyzujących naukę, głównie fizykę i astronomię, które ukazały się w periodykach *Urania-Postępy Astronomii* i *Fizyka w Szkole z Astronomią*. Ich tematyka jest bardzo szeroka, poczynając od bliskich sercu Habilitanta komet poprzez astronomię sferyczną, badania Słońca i Księżyca, a kończąc na kalendarium aktualnych wydarzeń na nocnym niebie. Opis całości jego działań popularyzatorskich dopełniają liczne wywiady telewizyjne i radiowe.

Na koniec pozwolę sobie skreślić kilka zdań dotyczących treści i formy autoreferatu. Z reguły każdy Habilitant stara się, by treści zawarte w autoreferacie oraz forma ich przekazu jednoznacznie mówiły wszystkim, a zwłaszcza recenzentom i całej Komisji Habilitacyjnej, że ten stopień naukowy należy mu się ponad wszelką wątpliwość. Tu mamy do czynienia z sytuacją zgoła odmienną. Wiele aspektów działalności naukowej jest opisanych dość zdawkowo. Pojawia się cała masa błędów stylistycznych i „literówek”. By nie być gołosłownym, podam jedynie kilka przykładów. Na str. 3 w ostatnim akapicie jest dość niefortunne sformułowanie dotyczące sond kosmicznych zmierzających do komety Halley’a „mogło zbadać”, które brzmi, jakby mogło, ale nie zbadało. Korzystniej byłoby napisać „miało okazję zbadać” lub po prostu „zbadało”. Na str. 4 w drugim akapicie Autor pisze o wzroście efektywności rozpraszania, a przecież głównie chodzi tu o wzrost całkowitej powierzchni rozpraszającej. Pojęcie „efektywność” kojarzy się z mechanizmem, a tu jest on ciągle ten sam. Na tej samej stronie napisano, że 2I/Borisov wskazuje na istnienie komet w układach pozasłonecznych. To raczej twardy dowód. Wskazówki są znane od lat, że wspomnę chociażby układ β Pic. Dla jądra sferycznego grawitacja nie ma składowej równoległej do powierzchni. W pierwszym akapicie na str. 6 Autor mówi o emisji materii z wnętrza komety, ale chyba nie chodzi mu o wnętrze jądra. Emisja następuje z powierzchni jądra lub jego warstw przypowierzchniowych. W akapicie 1 na str. 7 pojawia się potworek „w coma” zamiast „w komie”. Na tej samej stronie w akapicie 2 jest „kliku” zamiast „kilku”. Pojawiające się na str. 11 w akapicie 2 niefortunne sformułowanie „Analizując opracowany model ... jednoznacznie wynika” należałoby zamienić np. na „z analizy modelu jednoznacznie wynika”. Tam też kolejne „potworki”: „w comie” oraz „czas życia w śpiączce”. Ta „śpiączka” pojawia się też w kolejnym akapicie i do niej jeszcze wrócę. Na str. 12 w akapicie 1 pisząc „wskaźnik”, Autor miał raczej na myśli „wykładnik”. W następnym akapicie na tej stronie pojawia się sformułowanie, nie waham się użyć tego określenia, rodem z kabaretu „w okresie wysokiej aktywności komety w śpiączce”. Jakim sposobem

można być jednocześnie aktywnym i w śpiączce? Co prawda „wyrwałem” ten fragment ze zdania, przez co efekt jest bardziej dobitny, ale i w całości robi on, co najmniej, dziwne wrażenie. Nasuwa się tu podejrzenie, że Habilitant napisał angielską wersję autoreferatu, natomiast automatycznemu tłumaczowi zlecił przetłumaczenie tego tekstu na język polski, nie sprawdzając dostatecznie wyniku. Niestety nawet jeśli był to tłumacz oparty na sztucznej inteligencji, to jednak była to tylko sztuczna inteligencja i wyraz „coma” przetłumaczył on na bardziej popularne niż „koma” określenie „śpiączka”.

Podsumowanie

Uważam, że przedstawione przez Pana Dr Marcina Wesołowskiego osiągnięcie naukowe będące podstawą wszczęcia postępowaniu habilitacyjnego – monotematyczny cykl publikacji **„Termodynamiczna emisja materii kometarnej, a migracja cząstek lodowo-pyłowych po powierzchni jądra komety”** jest bardzo ważnym wkładem w rozwój badań nad małymi ciałami Układu Słonecznego oraz spełnia ustawowe i zwyczajowe wymogi stawiane osiągnięciu habilitacyjnemu, zarówno pod względem merytorycznym, jak i formalnym. Biorąc dodatkowo pod uwagę istotny dorobek naukowy Habilitanta, prowadzoną przez niego działalność dydaktyczną, organizacyjną i popularyzatorską, można stwierdzić, że jego ubieganie się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie astronomii jest uzasadnione. Jednak lekki niesmak po lekturze autoreferatu pozostaje. Wnoszę zatem o dopuszczenie Pana Dr. Marcina Wesołowskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Wojciech Wawrzak