



Prof. UPP dr hab. Bogdan H. Chojnicki

Pracownia Bioklimatologii

Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska

Wydział Inżynierii Środowiska i Gospodarki Przestrzennej

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Poznań, 13 sierpnia 2019 r.

DZIEKANAT WYDZIAŁU FIZYKI
WPŁYNĘŁO

2019 -08- 19 MBiute.

Recenzja

pracy doktorskiej pt.: „Zastosowanie dronów do profilowania aerozoli absorbujących w dolnej troposferze” wykonanej przez mgr. Michała Tomasza Chilińskiego pod kierunkiem dr. hab. Krzysztofa Markowicza i dr. hab. Bogdana Zagajewskiego.

Recenzję wykonano na prośbę prof. dr. hab. Dariusza Wasika Dziekana Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 10 czerwca 2019 roku.

Przedstawiona do recenzji praca doktorska mgr. Michała Tomasza Chilińskiego traktuje o nowoczesnych metodach pomiarowych, które służą ocenie właściwości optycznych aerozoli absorpcyjnych w atmosferze. Badania wpływu tych aerozoli na bilans cieplny atmosfery są obecnie jednym z fundamentalnych zagadnień naukowych, ponieważ są one bezpośrednio powiązane z globalnymi zmianami właściwości fizycznych atmosfery. To zagadnienie mocno absorbuje uwagę naukowców, albowiem końcowym skutkiem tych zmian jest między innymi modyfikacja funkcjonowania systemu Ziemia-atmosfera. Nawet subtelna zmiana przepływu energii przez ten system może mieć poważne konsekwencje nie tylko dla przyrody, ale także dla warunków bytowania człowieka na planecie. Pomiary parametrów optycznych aerozoli w otwartej atmosferze wykonywane są od wielu lat, a obserwacje te są realizowane za pomocą m.in. urządzeń, takich jak etalometry czy lidary. Jednak każde z tych urządzeń ma swoje ograniczenia zarówno pod względem zasięgu przestrzennego, jak i parametrów, które jest w stanie mierzyć. Obecny rozwój technologiczny objawiający się między innymi miniaturyzacją czujników sprawił, iż możliwe stały się sondowania atmosfery w oparciu o bezzałogowe statki powietrzne. Tego typu rozwiązanie jest skuteczną bazą do rozwoju metod pomiarowych, które mogą stanowić wartościowe uzupełnienie dotychczas stosowanych rozwiązań.

Praca doktorska pana Chilińskiego opisująca zastosowanie drona do profilowania atmosfery w celu pozyskania wartości współczynnika absorpcji oraz parametrów meteorologicznych doskonale wpisuje się w nurt teraźniejszych badań atmosfery. Dlatego temat podjęty w tej



pracy jest bardzo wartościowy nie tylko pod względem naukowym, ale także wskazuje na wzrost potencjału badawczego grupy zajmującej się fizyką atmosfery na UW.

Przedstawiona praca jest rozległa i wydaje się czasami zawierać nadmierną ilość informacji. Niniejsza dysertacja mogłaby być mniej obszerna a ta redukcja nie umniejszałaby jej wartości. Autor jednak zdecydował inaczej, przez co uzyskał bardzo szeroki opis metody profilowania atmosfery dronem w kontekście dotychczasowo stosowanych metod pomiarowych.

Przedstawiona do recenzji praca doktorska liczy 249 stron, w której znajdują się odniesienia do 246 pozycji literaturowych (w zdecydowanej większości są anglojęzyczne). Potwierdza to dużą orientację doktoranta w fachowej literaturze dotyczącej tematyki badań atmosfery. Tytuł pracy sformułowany jest prawidłowo i odzwierciedla treści zawarte w pracy. Pracę tę cechuje dość nietypowa struktura, a jedynymi jej elementami klasycznymi są: wstęp, metodyka badawcza, podsumowanie, spis symboli i bibliografia. Wyniki i ich dyskusja w pracy zostały przedstawione tych samych podrozdziałach, jednak praca nie straciła w ten sposób na zrozumiałości. Jej język jest miejscami bardzo potoczny, dlatego w uwagach szczegółowych (na końcu tej recenzji) umieściłem sporo sugestii poprawek oraz uwagi, które w mojej ocenie spowodują, iż język dysertacji zyska na precyzji.

W krótkim *Wstępie* doktorant bardzo dobrze uzasadnił potrzebę podjęcia tej problematyki badawczej. Wskazał na ograniczenie dotychczas stosowanych metod i dobrze nakreślił zalety techniki profilowania dronem, która może stanowić nie tylko uzupełnienie dotychczas stosowanych technik, ale również być źródłem obserwacji stanowiących nową jakość w dziedzinie obserwacji atmosferycznych.

W rozdziale pt. *Sondowanie atmosfery z wykorzystaniem platform latających* doktorant obszernie opisał rozwiązania techniczne, które stały się podstawą prezentowanej dysertacji. Mgr Chiliński wspominał także o innych typach statków powietrznych i nie jest do końca jasne, dlaczego zrezygnowano z użytkowania bezzałogowego płatowca METEO-1, albowiem opisywany przez autora długi lot mógłby być panaceum na problem zbyt krótkiego okresu pomiarowego na określonej wysokości w badanej kolumnie atmosfery. Autor w tym rozdziale zawarł także oszacowanie przepływów powietrza wokół drona. Do tego celu wykorzystał on technikę modelowania 3D (Computational Fluid Dynamics – CFD). Nawiasem mówiąc, podrozdział o modelowaniu to dobry przykład jak wysokimi umiejętnościami badawczymi dysponuje mgr Chiliński. Dzięki modelowi CFD doktorant uzyskał realistyczną odpowiedź na pytanie jakich maksymalnych wartości przepływu powietrza należy się



spodziewać pod kadłubem drona (miejsce instalacji czujników). Wartość ta została oszacowana na ok $2.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Jest to przykład sprawnego i sensownego zastosowania modelu matematycznego, który wymagałby zapewne jeszcze weryfikacji przy pomocy pomiarów. Jednak samo modelowanie tej wielkości stanowi dobrą przesłankę do potwierdzenia, iż czujniki znajdujące się pod kadłubem statku latającego nie są narażone na oddziaływanie strumieni powietrza generowanych przez wirniki.

Podrozdział *Miniaturyzacja czujników* zawiera wyczerpujący opis zainstalowanych na dronie urządzeń pomiarowych i jednocześnie wskazuje na ich zalety oraz ograniczenia. Omówienie cech etalometru AE-31 (McGee), jego zalet oraz wad, jest przykładem świadomego działania badawczego i dojrzałości, z jaką doktorant podchodzi do zagadnienia zastosowania tego czujnika w nowej konfiguracji z dronem.

W rozdziale pt. *Metodyka badawcza* autor zawarł szczegółowy opis nie tylko urządzeń stosowanych równoległe z profilowaniem aerozoli absorbujących za pomocą drona, ale także przedstawił w bardzo wyczerpujący sposób podstawy teoretyczne metodologii zastosowanej podczas pomiarów i analizy danych. W pracy przedstawiono podział zastosowanych urządzeń na klasy. Osobiście uważam, że słowo „grupa” lepiej nadaje się do opisu kilku urządzeń o wspólnych cechach funkcjonalnych (wybór odpowiedniego słowa pozostawiam autorowi). Wydzielenie klasy urządzeń służących do pomiaru in-situ wprowadza lekkie logiczne zamieszanie w całej pracy, albowiem to określenie (zwrot z łaciny tłumaczony jako „w miejscu”) jest tradycyjnie używany w języku polskim do opisu pomiarów wykonywanych w terenie. Wszystkie przedstawione w pracy pomiary są wykonywane w warunkach terenowych, więc są realizowane in-situ, dlatego podział sprzętu na klasy, w których wydzielono sprzęt o nazwie „naziemne in-situ” uważam za nie do końca sensowny. Oczywiście w dalszej części pracy podział ten jest konsekwentnie zachowany, więc po oswojeniu się z zastosowanym standardem opisu, praca jest zrozumiała. Podczas pisania ewentualnej publikacji w oparciu o przedstawione badania zalecam jednak inny system nazewnictwa sprzętu.

W tym rozdziale doktorant także bardzo obszernie opisuje aparaturę pomiarową: fotometrię, systemy lidarowe, nefelometr, ekstynktometr fotoakustyczny - PAX, etalometrię i radiosondę. Instrumenty te były stosowane równoległe z pomiarami dronem w różnych okresach badawczych opisywanych w pracy doktorskiej. Umieszczono tu także niezbędny opis podstaw teoretycznych wykonanych pomiarów. W części poświęconej oszacowaniu poprawki (moim zdaniem bardziej pasującym określeniem jest tu słowo „korekta”) dla zależności między



wartością współczynnika absorpcji (zmierzony przy pomocy esktyktometru fotoakustycznego) a współczynnikiem atenuacji (zmierzona za pomocą etalometru AE-51), autor mógłby zaproponować wytłumaczenie różnic między oszacowaniami współczynnika C, a wartościami zaprezentowanymi w literaturze.

W czwartym rozdziale pt. *Pomiary profili pionowych aerozoli absorbujących w latach 2013-2015* autor zawarł opis sondowań wykonanych przy pomocy drona, które były wykonywane równolegle z pomiarami ceilometrem CL-31, radiosondą oraz esktyktometrem fotoakustycznym PAX. Przedstawione porównanie wyników obserwacji na stacjach w Świdrze i Warszawie (tabela 4.1) nasuwa pytanie co do istotności statystycznej różnic między wartościami ekwiwalentu stężenia węgla elementarnego (eBC) oszacowanego na tych stacjach, tzn. można by w pracy umieścić wyniki analizy istotności.

Autor wykazał też, że inwersja termiczna występująca w zasięgu lotu drona wpływa na wartości zmierzone wartości eBC, co stało się podstawą do wniosku, że takie okoliczności poprawiają warunki stosowania mikroetalometru. Wyższe stężenie aerozoli absorbujących powoduje wyższą wartość stosunku sygnału do tła. Występowanie kompresji geometrycznej ceilometru potwierdza potrzebę stosowania profilowania dronem jako pomiaru uzupełniającego obserwacje wykonane urządzeniem naziemnym. Autor zauważył, na bazie informacji przedstawionej na rycinie 4.11, że poziomy zgodności między wartościami współczynnika rozpraszania zmierzonymi za pomocą PAX i Vaisala CL-31 zmieniały się w sezonie (użyto określenia: „zależność od miesiąca”). Chciałbym, aby doktorant pokusił się o wytłumaczenie powodów wystąpienia oraz wielkości tych anomalii.

Piąty rozdział został poświęcony kampanii pomiarowej na stacji SolarAOT. Podczas tych badań, obok profilowania dronem i radiosondą, wykorzystano ramanowski lidar aerozolowy bliskiego pola – NARLa. Instrument ten daje szersze możliwości badawcze, w porównaniu z ceilometrami, jednak nie jest pozbawiany typowych dla lidarów ograniczeń wynikających np. z kompresji geometrycznej. W tym rozdziale autor zaprezentował, jak skutecznie wykorzystać synergii pomiarów dronem i NARLa w celu śledzenia dynamicznych zjawisk i zmian warstw aerozolowych. Autor przedstawił tu też szeroką analizę przyczyn niepewności w wyznaczaniu współczynnika absorpcji. Wskazując na możliwość redukcji SNR (signal-noise ratio) poprzez zwiększenie wielkości przepływu przez filtr, autor mógłby wskazać na możliwe rozwiązania np. modyfikację konstrukcji etalometru AE-51. Sądzę, iż odpowiedź na to pytanie jest możliwa, albowiem lektura pracy wyraźnie wskazuje na duże umiejętności techniczne doktoranta.



W rozdziale nr 6 mgr Chiliński prezentuje zastosowanie profilowania dronem do szacowania aerozolowej absorpcyjnej grubości optycznej (AAOD) i wskazuje, iż równoczesne zastosowanie drona i lidarów pozwala na uzyskanie wartości mocno skorelowanych AAOD uzyskanych z sieci AERONET. Najlepsze wyniki daje metoda, w której wykorzystuje się profil SSA uzyskany z wykorzystaniem drona i metodę inwersji Kletta-Fernalada-Sasano (KFS) w oparciu o kanał elastyczny 532nm. Kolejny raz autor wskazał na użyteczność zaproponowanej metody profilowania dronem, do tego przedstawił rozwiązanie alternatywne dla produktu sieci AERONET. W tym rozdziale wspomniana jest także kwestia wpływu czasu przebywania drona na określonych wysokościach na przedziały ufności pomiarów (str. 169). Sądzę, że w dalszych działaniach badawczych autor mogłoby się skupić nad tym zagadnieniem. Na stronie 172. autor wspomina o zakłóceniach pomiarów przy powierzchni ziemi wynikających z unoszenia się pyłów z podłoża. Czy nie warto rozważyć utworzenia lądowiska drona na dachu samochodu, którym statek powietrzny jest transportowany na miejsca pomiarowe?

Oczywiście pojawia się też pytanie co do możliwości zastosowania drona do pułapu 3km w warstwie powietrza, w której wg autora, znajduje się średnio 65% aerozoli absorbujących odpowiedzialnych za wartość AAOD. Jaki wg doktoranta jest maksymalny pułap zastosowania drona wielowirnikowego do profilowania atmosferycznego?

W rozdziale poświęconym symulacji transferu radiacyjnego autor w bardzo szeroki sposób opisuje zastosowanie modelu libRadtran. Przedstawione na początku oszacowania wpływu obecności oraz położenia w kolumnie atmosfery aerozolu absorbującego na wielkości strumienia promieniowania rozproszonego jest bardzo dobrą bazą do dalszej prezentacji jego wpływu na oszacowane wartości wymuszenia radiacyjnego, ogrzewania radiacyjnego oraz na wartości NDVI. Na stronie 206 doktorant wspomina o trendach w różnicach strumieni promieniowania rozproszonego, których obecność stwierdził na podstawie analizy ryciny 7.11. Proszę o wyjaśnienie, co autor rozumie przez określenie trend w tym przypadku? Oszacowanie wpływu profili zawierających obliczone wartości SSA na ogrzewanie radiacyjne wskazuje na silne ogrzewające działanie aerozoli absorbujących. Ich obecność modyfikuje także oszacowane wartości wskaźnika NDVI. Autor pracy mógłby rozszerzyć analizę wpływu aerozoli absorbujących na wartości innych wskaźników spektralnych wykorzystywanych w badaniach teledetekcyjnych takich jak: Enhanced Vegetation Index (EVI) czy Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI). Zagadnieniem, które na pewno w najbliższym czasie będzie naukowo bardzo interesujące, jest oszacowanie wpływu obecności aerozoli na oszacowanie wskaźników



wyliczonych w oparciu o pomiary fluorescencji roślin. Sądzę, że dalsza analiza prezentowanych danych z tej perspektywy byłaby niezwykle wartościowa.

Podsumowanie jest trochę zbyt krótkie. W pracy o takiej nieklasycznej strukturze można by w tej części umieścić bardziej precyzyjny opis osiągnięć. Mimo to, ten rozdział wydaje się wystarczający, aby wykazać znaczenie uzyskanych wyników.

PODSUMOWANIE

Do najważniejszych osiągnięć autora przedstawionych w pracy zaliczyłbym:

1. Nowatorskie powiązanie wielowirnikowego statku powietrznego z mikroczujnikami służącymi do badań profilowych atmosfery;
2. Powiązanie profilowania dronem z pomiarami czujnikami teledetekcyjnymi, a przez to wzbogacenie wiedzy na temat badanych parametrów optycznych kolumny atmosfery;
3. Oszacowanie wpływu obecności aerozoli absorbujących zarówno na wartości wskaźnika teledetekcyjnego NDVI, jak i na zmienność gęstości strumienia promieniowania krótkofalowego w atmosferze.

W mojej ocenie przedstawiona praca doktorska charakteryzuje się wysokim poziomem merytorycznym, a cele przedstawione we wstępie zostały osiągnięte. Mgr Michał T. Chiliński wykazał się bardzo dobrą znajomością technik pomiarowych, teorii oraz praktycznego ich zastosowania, co w pełni potwierdza jego wysokie umiejętności badawcze. Szeroki opis oraz analiza uzyskanych wyników, a także ich omówienie w kontekście prac innych naukowców, stanowią przykład dobrze wykonanej pracy naukowej. Przedstawione badania profili aerozoli absorbujących nie tylko mogą być opublikowane, ale także stanowią dobrą podstawę do dalszej samodzielnej aktywności naukowej doktoranta. **Z uwagi na powyższe stwierdzam, że Pan mgr Michał Tomasz Chiliński spełnia wymogi Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. „O stopniach i tytułach naukowych oraz o stopniach i tytułach w zakresie sztuki” (Dz. U. nr 65 z 2003 r, poz. 595) z późniejszymi zmianami (Dz. U. Nr 164, poz. 1365 z 27 lipca 2005 oraz Dz. U. Nr 253, poz. 2125 z 27 lipca 2005 r, Dz. U. 2011 nr 84 poz. 455 z 21 kwietnia 2011, Dz.U. 2017 nr 0, poz. 859) i przedkładam wniosek Wysokiej Radzie Wydziału Uniwersytetu Warszawskiego o dopuszczenie Go do publicznej obrony pracy.**


Prof. UPP dr hab. Bogdan H. Chojnicki



UWAGI SZCZEGÓŁOWE

Miejsca proponowanych poprawek oraz uwagi dotyczące języka użytego w tekście zostały oznaczone wg. następującego schematu: **numer strony.numer linii** np. **66.4 – 66** strona, 4 linia licząc od góry.

- 15.10 „znajduje” -> „znajdują”
- 15.19 „rozkładem przestrzennym” -> „rozmieszczeniem w przestrzeni”(rozkład to pojęcie statystyczne lub chemiczne)
- 17.2 „wyznaczenie zmierzenie” -> wybrać jedno z dwóch słów
- 18.6-7 Przeniesć „były mierzone” na miejsce „sondowane”
- 18.12-13 Metody teledetekcyjne są w tym przypadku także metodami in-situ (patrz uwagi do rozdziału Metodyka badawcza)
- 18.15 „Podejście to” -> „Metoda ta”
- 18.17 „Ramanowski” -> „Ramanowskiego”
- 18.31 „połączenia” -> „wzajemnej weryfikacji”
- 19.8 Zamiast słowa produktów lepiej użyć „parametrów uzyskanych na bazie pomiarów teledetekcyjnych”
- 19.10 „za ‘pomocą’ instrumentów ‘znajdujących się’ na pokładach samolotów lub satelitów”
- 19.31 „możliwe” -> „możliwa”
- 23.5 „zadane” -> „określone”
- 24.5 „dobry” -> „doby”
- 24.13 „na żywo” -> „na bieżąco”
- 27.14,15,18 – spirala to figura płaska chodzi o heliksę
- 27.28 „rozkładu” -> „profilu”
- 27.29 „elipsie lub okręgu” – „heliksie cylindrycznej o przekroju elipsy lub okręgu”
- 31.27 co to jest standardowa misja ? Wyjaśnić w tekście.
- 32.5 „wielkim” -> „niewielkim”
- 32.22-24 Powtórzenie informacji umieszczonej w zdaniu powyżej.
- 33.34 „km” -> „kg”
- 34.17 „na” -> „nie”
- 36.2 „na gumowych podkładkach” „za pomocą gumowych podkładek”
- 37.3 „były montowane” -> „były one montowane”
- 37.3 O jakie pakiety chodzi?
- 37.5 „balansujący” -> „ujednolicający”
- 37.32 Co to jest „ładunek pomiarowy”?
- 37.39 „lot” -> „lotu”
- 38.19 wyjaśnić pojęcie zadawania długości w sekundach ?
- 38.37 „zdekodować transmisji” -> „zdekodować przesłanej informacji”
- 39.3 „startu” -> „startu,”



39.6 „wskazujący występujący wiatr boczny” -> „wynikający z występującego wiatru bocznego”

39.12 „przy założeniu Stabilizacja pozycji korzystająca” -> „przy założeniu, że system stabilizacji pozycji korzystający”

39.16 „wysokości” -> „wysokości, ”

41.20 „co” -> „które”

42.19 „jednej” -> „jednego”

44.3 „szybko” -> „szybki”

44.4 „Wytrenowany” – „Wyszkolony” / „Odpowiednio przygotowany”

44.12 „Powinno” -> „Powinna”

Ryc 2.7 nieczytelna skala prędkości\

46.11 Na ryc. 2.8 czarna linia nie oznacza lokalizacji czujników na platformie a prędkość powietrza na poziomie lokalizacji czujników.

46.17 „przepływy 20-50 cm” -> „przepływy w odległości 20-50cm”

47.2 „przez ruch drona” -> „przez ruch samego drona”

48.5 „stało” -> „stało się”

50.9 nie ‘aspekty pracy aparatury pomiarowej’ a ‘skutki dla funkcjonowania aparatury pomiarowej”

50.24 „na” -> „nad”

50.34 „zmiennych” – „parametrów” (zmienna to pojęcie matematyczne)

51.7 Aparatura nie jest punktem odniesienia a raczej źródłem danych służących ocenie skuteczności zastosowanych metod.

51.9 „które” – powtórzenie w zdaniu

51.10 „obróbki” -> „analizy”

51.13 „Wszystkie dane” -> „Wszystkie populacje danych,”

51.18 „klasy” -> „grupy”

53.4 „na określonych długościach fal” -> w określonych zakresach długości fal”

53.15 „ręczny” -> „ręczny,”

53.23 „pomiarów” -> „danych uzyskanych”

54.12 „pracujący” -> „w którym wykorzystano promieniowanie o długości fali 532nm”

54.30 „maksymalny poziom” -> maksymalną wysokość”

55.13 „dane” -> „sygnały”

56.30 „obszaru” -> „wysokości”

56.39 „fali” -> „fali,”

57.8 „nefelometrem” – powtórzenie w zdaniu.

57.9 „pracującym na” -> „w którym wykorzystywane są trzy długości promieniowania”

57.25 „regionów” -> „zakresów kąta ustawienia przystony”

58.24 „raportuje także” -> „pozwala także na oszacowanie”

59.12 „przechowuje do” -> „przechowuje dane z gromadzone w czasie”



- 59.13 „sekundową” -> „1-sekundową”
- 59.24 „z czego” -> „dlatego”
- 60.22-24 To zdanie jest niepotrzebne bo etalometry z natury wykonują pomiary w oparciu o filtry.
- 66.3 Opracowano „korekcje” a nie „poprawkę”
- 68.14 „na żywo zwraca” -> „transmituje na bieżąco”
- 68.12 „wydechem” -> „wylotem powietrza”
- 69.13 Co to są maksymalne nastawy przepływu? – wyjaśnić
- 69.19 „okna” -> „okna czasowego”
- 69.20 „prędkościami” -> „prędkościami pionowymi”
„przestrzennej” – „wysokościowej”/ „liniowej”
- 69.24 „niefizyczne” -> „nierealistyczne”
- 69.37; 71.14 „przestrzennej” -> „wysokościowej”/ „liniowej”
- 71.13 „z” -> „przy pomocy”
- 71.24-23 „agnostyczna” - agnostycyzm «pogląd filozoficzny negujący całkowicie lub częściowo możliwość poznania bytu» (Słownik języka polskiego, PWN)
- 72.31 Lidar nie obserwuje a służy do wykonywania pomiarów.
- 73.6 Wzór nie może niczego prezentować, jest teoretycznym opisem zależności między współczynnikiem estynkcji a wartościami sygnałów wibracyjno-rotacyjnych azotu.
- 73.29 „gdzie” -> „gdy”
- 74.16 termin „operacja słoneczna”, choć intuicyjnie zrozumiały, nie jest zdefiniowany w meteorologii i można by go zastąpić np. „słońce”
- 75.10 „a,” usunąć
- 77.27 „nieregularne odcinki” -> „odcinki o różnej długości”
- 77.28 Nie interpoluje się odcinków a wartości.
- 78.17 „do jednego profilu” – usunąć
- 86.5 Aparatura nie wskazuje wyników
- 87.6 Niskim czy wysokim stosunkiem sygnału do szumu?
- 88.1 Co w tym zdaniu znaczy słowo „wygładzony”.
- 89.20 „układu” -> „układy”
- 89.21 „ograniczonymi” -> „małymi”
- 89.35 „procent” -> „udział”
- 90.21 „ze” -> „z”
- 90.23 Co znaczy zwrot „ręczna weryfikacja”?
- 90.25 Co znaczy zwrot „skorygowana na wysokość”?
- Ryc. 3.9 widoczna jest tylko jedna zielona linia
- 91.11-13 lambda to gęstość strumienia promieniowania a nie zakres spektralny
- 92.29 „wartością” -> „zaletą”
- 93.3 Model nie pozwala na „śledzenie” a daje możliwość „symulacji”
- Ryc. 3.10 Brak wyjaśnienie znaczenia zastosowanych kształtów oraz kolorów strzałek i tła.



- 96.4. Profil nie zaczynał się od temperatury a „założono wartość temperatury 20 °C na poziomie morza”
- 96.29 brak ryciny nr 4
- 98.25 „definiujących parametry” -> „zawierających wartości parametrów”
- 105.18 „się pomiędzy” -> „się w okresie pomiędzy”
- 106.17 „emisje” – powtórzenie
- 106.30 „efekcie” -> „ramach”
- Ryc. 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.7, 4.8 „wartości” -> „wartość”
- 108.8 „przebieg” -> „przebiegu”
- 108.19 „raportowana” -> „zmierzona za pomocą”
- 108.18 „stały” -> „prosty”
- 109.17 „i” -> „a dron”
- 110.3 Profil nie może niczego wykazać. Analiza profilu pozwoliła na stwierdzenie, że...
- 110.20 „kluczową obserwacją jest fakt” -> „kluczowy jest fakt”
- 110.21 „niewidoczne” Warunki smogowe nie zostały stwierdzone w oparciu o pomiary wykonane za pomocą ceilometru.
- 115.32-33 Co znaczy stwierdzenie, że równice między stacjami zawierają się w niepewnościach wyników?
- 116.4 Jaki jest próg niepewności w tym przypadku?
- 124.6 „lidarowego” -> „lidarowego (RCS)”
- 125.16 „Lot przedstawiony” Na rycinie nie przedstawiono lotu a wartości eBC, RCS, teta temp i RH zgromadzone podczas pomiarów wykonanych dnia 8 września 2013r.
- Ryc 5.1, 5.4, 5.9 brak jednostek sygnału skorygowanego
- 139.27 „niefizycznych” -> „nierealnych”
- 139.28 „jak widać z wykresu” -> „analiza wartości przedstawionych na wykresie wskazuje na fakt, iż”
- 140.3-5 Wartości współczynnika ekstynkcji zmierzone za pomocą LB-10 były większe (XX-XX) od zmierzonych za pomocą ceilometru (XX-XX).
- 140.6 Sygnały nie znajdują się między sygnałami. Wartości zmierzonych sygnałów znajdują się w zakresie od XX do XX?
- 153.28 „Jak zostało pokazana (e)” -> „Analiza zawartości tabeli 5.3 wskazuje, że”
- 156.17 „Dla odmiany” -> usunąć
- 156.37-157.1 „następują one równolegle” fraza nielogiczna. Są realizowane równolegle lub następują po sobie.
- 157.10,11 „zależności” -> „współzależności”
- 158.25-26 Powtórzenie informacji z 156.3-4
- 161.25 „następował” - usunąć
- 162.2 „SolarAOT za” -> „SolarAOT zmierzone za”
- 163.18 „obniża” -> „zbliża”
- 166.12 „widzimy” Gdzie te wartości zostały przedstawione?
- Ryc. 6.6 Os pionowa powinna mieć opis AE-31



- 168.8 brak linii kropkowanych na wykresach
- 169.4 „EA-31.” -> „EA-31 (czerwone kropki).”
- 171.5 „znacząco kontrybuowały do” (bezpośrednie tłumaczenie z j. ang.) -> „miały znaczący udział w”
- Ryc. 6.9 Na rycinie nie przedstawiono zmian a wartości współczynnika korelacji. Brak opisu krzyżyków
- 173.12 „okręgów” -> „czarnych kółek”
- 173.16 „biegnącej” -> „ruchomej”
- 176.12 „dalszym” -> „dalekim”
- 177.14 „wskazać” -> „wskazać”
- 178.23 Brak nawiasów kwadratowych w tabeli
- 182.10 „dylacji” dylacja [łac. dilatio ‘odkładanie’, ‘zwłoka’], w dawnym prawie procesowym odroczenie rozprawy sądowej z uzasadnionych powodów (w Polsce zw. odkładem). Słownik języka polskiego, PWN
- 183.37 „metrologiczne” -> „meteorologiczne”
- 188.11 „do atmosfery” -> „do symulowanej atmosfery”
- 191.23 „rozkładu” -> „położenia”
- 192.24,25 „kontrybucje” -> „udział”
- 193.18 „absorbującą na” -> „absorbującą znajdującą się na”
„atmosfery” -> „troposfery”
- 194.14-15 „spadek” -> „wzrost”; „0.99” -> „0.81”; „0.81” -> „0.99”
- 204.33 „potencjalny rozkład pionowy” -> „potencjalne położenie atmosfery”
- 206.2 „różnye” -> „różne”
- 207.6 „zestawu” -> „zbioru”
- 207.8 Cemu wartość alfa ustalono na poziomie 0.01 a nie na 0.05?
- 209.16 „godziny” -> „czasu” lub „momentu”
- 211.1 „grzania” -> „ogrzewania”
- 212.17 „Zbliżone średnie błędy” -> „Zbliżone średnie wartości błędów”
- 215.21 „położenie” -> „położenia”
- 215.33 „inletu” -> „czerpni”
- 215.34 „rozmiary na” -> „rozmiary są na”
- 216.5 „w” -> „W”