

Prof. dr hab. inż. Szczepan Ludwik Dąbkowski  
adres dom. 05-090 Raszyn  
Rybie, ul. Raszynska 57

Rybie, 7 kwietnia 2013 r.

**RECENZJA**  
**rozprawy doktorskiej mgr inż. Jarosława Górskiego**  
**pt. „Analiza szeregów opadowych dla potrzeb hydrologii miejskiej na**  
**przykładzie Kielec”**

*Opracowana na podstawie uchwały Rady Wydziału  
Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki Politechniki  
Świętokrzyskiej w Kielcach z dnia 13 lutego 2013 r. (pismo  
Dziekana Wydziału ID-59/13) i umowy o dzieło zawartej w  
dniu 12.03.2013r.*

**Ogólna charakterystyka rozprawy**

Oceniana tu rozprawa została opracowana pod kierunkiem dr hab. inż. Pawła Licznara, prof. P.Wr. i jak wynika z jej treści oraz z informacji podanych przez jej Autora stanowi rodzaj poszerzenia badań Promotora. Doktorant w dużym zakresie wykorzystał Jego prace, a szczególnie programy obliczeniowe, co podkreśla w wielu miejscach swojej rozprawy.

Zasadnicza treść pracy wraz z ilustracjami i tabelami jest podzielona na sześć rozdziałów i zajmuje 120 stron. Wykaz bibliografii (poza tekstem) liczy 118 pozycji z czego 65 w języku polskim (8 stron). Większość z powoływanych w pracy pozycji literatury jest dobrze dobrana dla celów realizacji tematu i naświetlenia stanu wiedzy w zakresie omawianych zagadnień. Jednak niektóre, bez szkody dla rozprawy, można było pominąć bo tylko marginalnie wiążą się z tematem. Mam też pewne uwagi odnośnie cytowań pozycji literatury. Powołujemy się zasadniczo na czyjeś poglądy (jeśli z nimi dyskutujemy), twierdzenia, wnioski, na dane liczbowe w przypadku porównywania wyników z różnych źródeł, ale nie przytaczamy prac tylko dlatego, że ich autorzy pisali na podobny temat lub jedynie przywołali dane hasło, a tym bardziej jeśli są to informacje ogólne podawane zwykle we wstępach prac, nie służące do udowodnienia tez pracy. Nie wnosi to niczego nowego, jest zawsze podejściem wybiórczym, bo np. dlaczego wymieniono akurat te prace a nie 300 innych często bardziej treściwych? W pracach naukowych zakłada się, że autor ma podstawową wiedzę na podjęty temat, a więc nie ma potrzeby wprowadzania elementarnych informacji.

Ilustracje w postaci fotografii, rysunków i inne zostały ponumerowane w rozdziałach i w sumie, według spisu na końcu pracy, liczą 56 pozycji. Spis tabel nie został dołączony do rozprawy. Szata graficzna pracy jest na dobrym poziomie, chociaż niektóre wykresy można było zmniejszyć bez szkody dla ich czytelności.

Pewnym mankamentem pracy sprawiającym trudności przy jej studiowaniu i analizowaniu możliwości zastosowania praktycznego wyników analiz jest hermetyczność

języka wynikająca z braku przeniesienia pojęć statystyki matematycznej na grunt analizowanych zjawisk fizycznych.

### **Charakterystyka i ocena wartości naukowych tematu rozprawy**

Temat rozprawy jest ważny zarówno ze względów poznawczych jak i praktycznych. Wybór deszczu miarodajnego dla zaprojektowania urządzeń odwadniających jest ważnym etapem studiów przedprojektowych. W ostatnich latach zarysowało się nowe podejście do tego zagadnienia. Z racjonalnych przesłanek wynika bowiem, że za miarodajny deszcz należy przyjmować taki, w następstwie którego kształtuje się nie tylko określone przepisanymi technicznymi pojedyncze wezbranie miarodajne dla zwymiarowania sieci odwadniającej, ale należy przy tym wyborze brać pod uwagę pewne sekwencje opadów deszczowych, które – szczególnie w przypadku zbiornika retencyjnego - powinny uwzględniać zarówno warunki napełniania zbiornika jak też możliwość jego opróżnienia, przynajmniej w stopniu umożliwiającym bezpieczne przyjęcie kolejnej fali wezbrania. Występowanie sekwencji deszczów prowadzące do formowania się wezbrań złożonych, po których zbiornik nie zapewnia bezpiecznego odprowadzenia wód deszczowych powinno być ograniczone do częstości zalecanej w przepisach technicznych. Tak więc w tym nowym podejściu chodzi o rozważenie zespołu czynników gwarantujących określony stopień bezpieczeństwa terenu odwadnianego wyrażony prawdopodobieństwem nieprzekroczenia pewnej częstości przepelniania kanałów odwadniających lub zbiorników retencyjnych. Niezbędna jest do tego znajomość charakterystyk deszczów a przede wszystkim natężeń i ich przebiegu w czasie, a także częstości i długości okresów bezdeszczowych. Jest to zadanie współczesnej hydrologii. Autor rozprawy postawił sobie jako cel opisanie charakterystyk opadów deszczowych pod kątem zarysowanych wyżej potrzeb praktyki. Dokładniej, chodzi o rozpoznanie możliwości tworzenia/generowania syntetycznych ciągów opadów na podstawie dostępnych ciągów empirycznych. Skłania do tego podejście praktyczne, gdyż jak Autor to słusznie podkreśla mamy ograniczoną liczbę przypadków dostępnych ciągów pomiarowych. Ciągi syntetyczne powinny jednak w sposób zadowalający gwarantować podobieństwo swoich cech do ciągów rzeczywistych. Wartość poznawcza pracy to wiedza na ile możliwe jest uzyskanie takiego ciągu na podstawie ciągu empirycznego z innego miejsca lub z krótkiego okresu pomiarów.

Niezależnie jednak od rodzaju zadania projektowego potrzebna jest wiedza o charakterze, przebiegu w czasie i parametrach opadów deszczowych kształtujących wezbrania. Najlepiej jeśli dysponuje się wynikami pomiarów lokalnych. Są to jednak rzadkie przypadki i z reguły trzeba korzystać z pomiarów prowadzonych na posterunkach sieci pomiarowej IMGW. W kraju, tylko w nielicznych miastach z kanalizacją deszczową prowadzone są pomiary pluwiograficzne, w większości stosowane są deszczomierze Hellmanna do pomiaru dobowej wysokości opadu. Ograniczona liczba stacji pomiarowych wyposażonych w pluwiografy, a także inne trudności związane w warunkach krajowych z dostępem do wyników pomiarów skłaniają badaczy (nie tylko w Polsce) do poszukiwania metod statystycznych umożliwiających określenie lokalnych charakterystyk deszczów w oparciu o pomiary na pobliskich stacjach meteorologicznych lub wykorzystujące pomiary na specjalnych stacjach badawczych prowadzonych przez placówki naukowe. Można do nich zaliczyć stację opadową Politechniki Świętokrzyskiej, z której wyniki posłużyły Autorowi rozprawy do przeprowadzenia analiz. Mimo stosunkowo krótkiego jeszcze okresu obserwacji dostarczyła ona już pewnej ilości wyników umożliwiającej takie analizy i dobrze się stało, że zostały one w tej pracy wykorzystane.

Podsumowując, temat rozprawy i postawione w nim cele w zupełności spełniają wymagania jakie są stawiane przed zadaniami podejmowanymi w pracach doktorskich.

## Analiza rozprawy. Dyskusja i ocena wartości poznawczych i użytecznych badań

We wstępie, liczącym 13 stron, Autor omawia opady jako ważny czynnik hydrologii, ich opisywanie i tzw modele deszczów. Określenie to jest mało precyzyjne, a w pracy pojęcie „model” jest bardzo rozciągliwe. Autor stosuje je zarówno do złożonych modeli statystycznych opisujących różne aspekty rozkładu i cechy opadów deszczowych jak i do prostych zależności korelacyjnych jak klasyczny wzór Talbota. Zasadniczo pojęcie *model* odnosimy do teoretycznego opisu jakiegoś procesu a nie do prostych związków regresyjnych. Opisy takich modeli na str. 7, 8 i 9 mają mały związek z tematem pracy, podobnie informacje o modelu hydrodynamicznym.

Omawiając w rozdz. 2 cel i zakres pracy Autor sformułował je nieco enigmatycznie i rozdzielił w sposób mało przejrzysty. Na końcu tego rozdziału podane są trzy hipotezy badawcze. W moim odczuciu hipoteza III jest sformułowana nieprecyzyjnie bo nie wiadomo co oznacza „jakość funkcjonowania modeli kaskad mikrokanonicznych dla różnych lokalizacji i deszczomierzy...”. Nie wiadomo dlaczego w hipotezie I jest mowa o najmniejszej skali czasu 2 min, a w dalszych częściach pracy Autor analizował opady w przedziale 5 min. Czy „struktura czasowa lokalnych szeregów opadowych” to coś innego niż opis przebiegu opadów w czasie?

W rozdziale 3 został scharakteryzowany obiekt badań i region klimatyczny, w którym on się znajduje. Omawiając warunki klimatyczne Kielce, Autor nie ustrzegł się pewnych drobnych nieścisłości, które wyniknęły z braku precyzji języka opisów, a mianowicie:

- wzór (3.1) to wzór Montany a nie jak napisał Autor „...podany przez Suligowskiego (2004)”. Autor dalej traktuje ten wzór jako model i na str. 21 pisze, że można się nim posłużyć do weryfikacji dokładności pomiarów!!! Jest to błąd logiczny!!

- uwaga o bardziej wiarygodnych dla samego miasta Kielce miesięcznych sumach opadów mierzonych przez U.M. niż przez IMGW w Sukowie wynikającą z porównań prezentowanych w cytowanych pracach jest słuszna bo te różnice wynikające z mikroklimatu miasta były właśnie przyczyną przeniesienia stacji z Kielce do Sukowa. Jeśli U.M prowadzi te pomiary profesjonalnie to czy można było je wykorzystać, w pewnym zakresie, jako uzupełnienie krótkiego ciągu pomiarów własnych?

- nie potrzebne było w pracy porównywanie opadów z ciągów o różnych długościach, bo temat tego nie wymagał, a problem jest zbyt złożony by traktować go pobieżnie,

- czy wzór Montany ze współczynnikami dla Kielce określonymi przez Suligowskiego dla opadów (czy tylko deszczów?) o czasach trwania od 15 do 180 min. może być podstawą do budowy modelu opadów deszczowych wg rozkładu Eulera?

Opis opadu jako zjawiska losowego jest możliwy tylko metodami statystyki, przy użyciu narzędzi z zakresu zaawansowanej matematyki. Analizy opadu jako procesu lokalnego Autor przeprowadził m.in. metodą badań własności fraktalnych i multifraktalnych szeregów pomierzonych natężeń deszczów oraz okresów bezdeszczowych. Wykorzystał przy tym modele i programy obliczeniowe opracowane w pracach promotora.

Rozdz. 4 zawiera omówienie metodyki opracowania syntetycznych szeregów opadowych na podstawie wyników pomiarów, którymi Autor dysponował. Wykorzystał tu szeroko najważniejsze pozycje literatury obcej, w której adaptuje się ten dział statystyki matematycznej do analizowania opadów i budowy modeli statystycznych szeregów opadowych z wykorzystaniem teorii badań fraktalnych i multifraktalnych, oraz prace swojego promotora. W moim odczuciu zbędne są fragmenty bardzo szczegółowych opisów teoretycznych, a ważniejsze, przydające pracy więcej cech praktycznych, byłoby przełożenie wielu pojęć statystyki na omawiane zjawisko fizyczne. Treści str. 33-39 w rozdz. 4.1 można było pominąć lub podać w skrócie, bo Autor wykorzystał do przeprowadzenia swoich analiz gotowy program obliczeniowy. Wskazane byłoby też podać graficzne ilustracje omawianych

pojęć i ich wzajemnych związków. W pierwszej części rozdziału 4 przeanalizowane zostały własności fraktalne i multifraktalne szeregów utworzonych z wyników pomiarów opadów w Kielcach

Mając do dyspozycji krótkie, niepełne ciągi pomiarowe deszczów (po kilka miesięcy z 3 kolejnych lat) Autor podjął się zadania zbudowania lokalnego modelu opadu. Przedstawiona metodyka realizacji tego zadania jest ciekawa i obiecująca dla praktyki. Jednak trzeba pamiętać o tym, że dysponował małą próbą danych a przy tym charakteryzującą się dość niskimi wartościami opadów. Na rysunkach 5.1 do 5.3 podano sumy opadów 2 minutowych, na rys.5.5 do 5.7 – 10 minutowych, a godzinowe - na rys.5.9 do 5.11. We wszystkich przedziałach czasu opady deszczowe były dość niskie bo na przykład największe 10 minutowe miały prawdopodobieństwo raz na 2-5 lat, godzinowe - raz na ok. 1 do 2 lat za wyjątkiem jednego o prawdopodobieństwie 1%, a dla 2 minutowych częstość nie jest określona. Serie dni bezopadowych w okresie prowadzenia pomiarów były różne, a 2 najdłuższe to 29 i 43 dni. Zatem wyniki analiz przeprowadzonych na takim materiale powinny zostać jeszcze zweryfikowane. Nie w pełni przekonuje ocena jakości syntetycznych szeregów opadów (Rozdz.4.2.3) przez porównanie ich statystyk ze statystykami dla szeregów pomiarowych w przypadku gdy te ostatnie są bardzo krótkie. Czy Autor widzi jakiś inny sposób weryfikacji uzyskanych wyników lub potwierdzenia wniosków?

Wyniki badań i ich dyskusję zawiera rozdz.5. Jego treść jest zróżnicowana tematycznie. Podrozdziały 5.1 i 5.2 odnoszą się do omówienia wyników własnych pomiarów opadów w Kielcach i badania fraktalności uzyskanych szeregów opadowych, a 5.3 zawiera wyniki generowania szeregów syntetycznych wraz z ich oceną porównawczą z podobnymi szeregami z innych stacji pomiarowych.

Jeśli na rys.5.17 do 5.19 proste powinny wyrównywać fragmenty widma to można mieć wątpliwości co do ich przebiegu. Autor nie podał według jakiego kryterium wybierano lub jak wyznaczano punkt załamania? Trudno wyjaśnić czy multifraktalne przejście fazowe ma związek z charakterem lub genezą/deszczu? (str.77). Czym można tłumaczyć to, że na wszystkich trzech wykresach występuje zmiana związku przy  $f \approx 10$ ? Czy załamanie krzywej wiąże się z naturą deszczu? Gdyby tak to przyczyna różnic ujawniających się przy porównywaniu deszczów w Europie i w Nowej Zelandii wynikałaby nie ze stosowania innych deszczomierzy lecz z genezy zjawiska związanej z regionem klimatycznym. Nie jestem przekonany, że skomplikowany sposób statystycznego poszukiwania wyjaśnień bez uwzględniania genezy procesu kształtowania się deszczów jest tutaj trafny.

W pracy wielokrotnie podkreślono, że stosowane deszczomierze z korytkami wywrotnymi nie nadają się do analiz deszczów w wąskich przedziałach czasu i należy je uważać za przestarzałe. Są one jednak nadal powszechnie stosowane w sieciach pomiarowych służb meteorologicznych różnych państw. Trudno sobie na razie wyobrazić celowość (poza względami czysto poznawczymi) notowania opadu chwilowego czyli pomiaru ciągłego natężenia deszczu, a metody takiego pomiaru wykluczające pomiar objętości spadłej wody w jakiejś bardzo małej jednostce czasu też będą mieć swoje niedostatki. Omawiany deszczomierz umożliwia zmianę przedziału czasu pomiaru ( w pomiarach stosowano przedział 2 min). Gdyby analizy prowadzono dla przedziałów 2 min to i problem kwantyzacji przedstawiałby się inaczej. Autor nie podaje jakie skutki „obliczeniowe” pociągałoby za sobą przyjęcie innego czasu bazowego niż  $2^{15}$ . Czy i kiedy w praktyce mogą być przydatne wyniki studiów dla skali czasu 32768 minut tzn. 24 doby?

W praktyce inżynierskiej znajomość opadu chwilowego nie jest w obliczeniach projektowych potrzebna, a zwykle interesujące są opady w przedziałach powyżej 5 min., a w przypadku deszczów o dużych natężeniach retencja korytka wywrotnego w deszczomierzu nie powoduje znaczącego błędu pomiaru. Ponadto, ten niedostatek odnosi się do krańcowych natężeń deszczu tzn. o bardzo małej i bardzo dużej intensywności, kiedy retencja korytka

może zniekształcać wynik pomiaru. Jednakże te przypadki mają mniejsze znaczenie praktyczne (lub nie mają żadnego) bo na błąd pomiaru wysokości opadu mają niewielki wpływ, natężenia bliskie zero są dla praktyki nieistotne, a bardzo wysokie są zwykle krótkotrwałe i w obliczeniach nie uwzględniane.

Autor bardzo szczegółowo, aż nazbyt, opisuje przebieg zmian parametrów  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $a$ ,  $\sigma_1$  i  $\sigma_2$  związanych ze skalą czasową  $\lambda$ , występujących w skomplikowanym równaniu (4.20), które one opisują; nie wiemy co sobą przedstawiają oraz czy i jaki mają sens fizyczny. Tu ujawnia się pewien mankament pracy, którym jest brak spisu i objaśnień używanych symboli.

Nieciągłość szeregu opadowego czyli występowanie okresów bezdeszczowych to również zjawisko losowe, ale związane z cechami klimatu, a więc w skali globu zjawisko regionalne. W naszym klimacie, na granicy ścierania się wpływów klimatu oceanicznego i kontynentalnego zmienność tego zjawiska jest szczególnie widoczna. Stąd też dla celów gospodarki wodno-ściekowej istnieje potrzeba analizowania długości okresów bezdeszczowych. Autor, analizując to zagadnienie dla Kielec miał, jak już o tym wspomniano, do dyspozycji wyniki pomiarów z krótkiego okresu, po kilka miesięcy letnich z trzech kolejnych lat. W związku z tym nasuwa się pytanie o to, czy prawdopodobieństwo kolejności ciągów opadów określone dla tego okresu będzie reprezentatywne dla długiego okresu (np. w pracy rozpatrywano hipotetyczny okres 66500 dni czyli ponad 182 lata) oraz czy to prawdopodobieństwo można uznać za jednakowe dla ciągów odpowiadających różnym skalom czasu, rozpatrywanym w pracy? Nie oczekuje od Doktoranta odpowiedzi na to pytanie bo bez dodatkowych, obszernych i trudnych badań nie można jej udzielić.

Dystrybuanty wysokości opadu dla szeregu syntetycznego leżą wyżej niż dla szeregu empirycznego, a różnice rosną ze wzrostem opadu i są znaczne. Autor na str.109 napisał, że wnosi to „dodatkowy margines bezpieczeństwa”. Taka uwaga byłaby uzasadniona gdybyśmy byli pewni, że: (1) szeregi syntetyczny i pomiarowy są prawidłowe i (2) ten margines nie jest zbyt duży. Warto tu zwrócić uwagę na to, że w pracy badawczej obiektywizm jest warunkiem *sine qua non*, a uzyskane wyniki są jednakowo cenne zarówno w przypadku wskazania drogi którą należy iść jak i tej którą należy porzucić.

Podsumowaniem badań jest Rozdział 6. Lepiej było rozdzielić jego treść na Podsumowanie i Wnioski. Autor w pierwszej części rozdziału słusznie podkreśla, że jego badania należą do nielicznych w Polsce i mają duże walory poznawcze. W części drugiej formułuje 7 wniosków. Są one ogólnie słuszne i wynikają z przeprowadzonych w pracy analiz. Jednak mam wrażenie, że Autor zbyt optymistycznie podchodzi do merytorycznej jakości i pewności wyników uzyskanych dla Kielec w wyniku „modelowania dynamiki lokalnego procesu opadowego za pomocą rozdziału dobowych sum opadów na szeregi syntetyczne o rozdzielczości 5 minut z użyciem kaskady losowej”. Tę uwagę recenzenta potwierdza treść wniosku ostatniego.

### Uwagi szczegółowe

Język pracy jest trudny, tekst zawiera usterki gramatyczne i stylistyczne, a jego korekta niezbyt uważna. Autor dość często stosuje różnego rodzaju manieryzmy, zdania o „barokowej” strukturze, zbytnio rozwinięte i przez to zagmatwane. Nie ustrzegł się „nowatorskiego” użycia pojęć w znaczeniach, do których osobiście nie przywykłem, jak dla przykładu „sieć posterunków opadowych dedykowana hydrologii miejskiej”, niezręczności językowych jak „obserwowana przestrzeń czasu” lub „multifraktal wypełnia przestrzeń w sposób prosty” (str.85).

Inne przykłady:

- co znaczy : „...zaproponowali model B-N z dodatkowym atomem w 0,5” ? (str. 45).
- we wzorze (4.20) nie występują parametry  $m_1$  i  $m_2$ .

- „deszczomierz z Niemiec ! to nie to samo co „deszczomierz w Niemczech” a o to chodzi np. na str.111, podobne nieporozumienie odnosi się do określenia „deszczomierz górski”.

- o czym mówi zdanie na str.43: „Dla poszczególnych rozkładów empirycznych wartości BDC dokonano dopasowania rozkładów empirycznych”? Czy chodzi o opis teoretyczny rozkładów empirycznych?

Symbole powinny być w tekście wyróżnione kursywą.

Wiele pojęć używanych powszechnie w polskim języku technicznym Autor niepotrzebnie podaje w nawiasie w tłumaczeniu na angielski. Uwagi szczegółowe i zauważone usterki odnotowałem w egzemplarzu pracy, gdyż ich przytaczanie w recenzji nie jest celowe. Nie wpływają one bowiem w sposób istotny na ocenę merytoryczną rozprawy, a ich wskazanie może się Autorowi przydać kiedy będzie przygotowywał fragmenty pracy do publikacji.

- treści pracy:

- wzór (4.23) miał wg wcześniejszej informacji odnosić się do deszczomierza R25 w Warszawie, a został zastosowany do każdego z analizowanych deszczomierzy.

- nie ma jeszcze dowodu na to, że 2-3 letni ciąg obserwacji może być podstawą do generowania natężeń lub wydajności deszczów o określonym prawdopodobieństwie jak to w obliczaniu kanalizacji wymagają obecne przepisy.

### **Podsumowanie i wniosek końcowy**

Na podstawie analizy wartości naukowej i praktycznej podjętego przez Doktoranta tematu przedłożonej mi do recenzji rozprawy doktorskiej, a następnie analizy treści poszczególnych jej rozdziałów, zastosowanej metody badawczej i uzyskanych wyników stwierdzam, że praca doktorska mgr inż. Jarosława Górskiego spełnia wymagania rozprawy naukowej na stopień doktora. Doktorant prawidłowo sformułował problem i hipotezy badawcze, a następnie wykazał ich słuszność. Zastosowane do tego metody należą do grupy metod statystyki matematycznej i nauk doświadczalnych. Postawiony cel pracy został osiągnięty i Autor wykazał się przy tym potrzebną wiedzą teoretyczną i umiejętnościami praktycznego jej wykorzystania. Mimo, wymienionych w recenzji drobnych uchybień i nieścisłości uważam, że zaprezentował dobry poziom naukowy a metody badawcze i uzyskane wyniki są wartościowe i obiecujące. Postawione w niniejszej recenzji pytania i sformułowane wątpliwości nie umniejszają osiągnięć Doktoranta. Wynikają ze złożoności podjętej tematyki badań i mają na celu zwrócenie Jego uwagi na inne aspekty badań podjętego zagadnienia i z nadziei, że mogą być pożyteczne i wykorzystane na następnym etapie pogłębiania wiedzy w tym temacie.

Na tej podstawie wyrażam opinię, że rozprawa doktorska mgr inż. Jarosława Górskiego spełnia wymagania art.13 ust.1 Ustawy z 14.03.2003 o stopniach i tytułach naukowych oraz o stopniach i tytułach w zakresie sztuki i wnioskuję do Rady Wydziału Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki Politechniki Świętokrzyskiej o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

