dr hab. Łukasz Kowalik
Instytut Informatyki,
Wydział Matematyki, Informatyki i Mechaniki
Uniwersytet Warszawski

Warszawa, 22.02.2016

Ocena osiągnięć dr. Jakuba Kozika ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

1 Wstęp

W ramach swojego dorobku naukowego dr Jakub Kozik wyróżnił poniższy cykl publikacji jako osiągnięcie naukowe p.t. „Lokalne losowe algorytmy kolorowania grafów i hipergrafów" (w dalszej części recenzji nazywane krótko osiągnięciem):

[A1] Jarosław Grytczuk, Jakub Kozik, Piotr Micek, New approach to nonrepetitive sequences, Random Structures and Algorithms 42, issue 2 (2013), pp. 214–225.

[A2] Vida Dujmović, Gwenaël Joret, Jakub Kozik, David R. Wood, Nonrepetitive Colouring via Entropy Compression, Combinatorica, In Press, Published online: 24 June 2015.

[A3] Jakub Kozik, Piotr Micek, Nonrepetitive choice number of trees, SIAM J. Discrete Math. 27-1 (2013), pp. 436-446.

[B1] Danila D. Cherkashin, Jakub Kozik, A note on random greedy coloring of uniform hypergraphs, Random Structures and Algorithms 47, issue 3 (2015), pp. 407-413.

[B2] Jakub Kozik, Multipass greedy coloring of simple uniform hypergraphs, Random Structures and Algorithms, In Press, Published online: 6 October 2015.

[B3] Jakub Kozik, Dmitry Shabanov, Improved algorithms for colorings of simple hypergraphs and applications, Journal of Combinatorial Theory, Series B, In Press, Published online: 19 September 2015.

Ponadto, dr Kozik jest autorem 11 innych prac naukowych. W dalszej części recenzji odniosę się osobno do osiągnięcia (obszerniej) i pozostałego dorobku (krócej).

2 Ocena cyklu publikacji p.t. „Lokalne losowe algorytmy kolorowania grafów i hipergrafów"

Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia są bardzo spójne tematycznie. Wszystkie dotyczą problemów kolorowania grafów lub hipergrafów. Podzielone są one na dwie podgrupy. Pierwsza z nich dotyczy kolorowania bezpowtórzeniowego; celem prac z tej grupy były nowe ograniczenia na liczbę kolorów wystarczających do pokolorowania wybranych klas grafów. Druga część dotyczy kolorowania jednorodnych hipergrafów prostych, a jej celem było rozszerzenie wcześniej znanych warunków wystarczających na istnienie kolorowania (z reguły warunki te są górnymi ograniczeniami na liczbę krawędzi). Klamrą spinającą obie te grupy wyników jest metodologia budowania dowodów, która polega na opracowaniu algorytmu randomizowanego, który konstruuje kolorowanie i udowodnieniu, że z dodatnim prawdopodobieństwem algorytm zakończy działanie z sukcesem. W dalszej części omówię szczegółowo wspomniane grupy publikacji.

2.1 Kolorowanie bezpowtórzeniowe

Prace [A1], [A2] i [A3] dotyczą kolorowania bezpowtórzeniowego grafów. W ogólności chodzi o to, aby wierzchołki danego grafu pokolorować możliwie najmniejszą liczbą kolorów tak, aby dla dowolnej ścieżki w grafie ciąg kolorów wierzchołków tej ścieżki nie zawierał powtórzeń, tzn. dwóch kolejnych identycznych ciągów kolorów. Problematyka ta wywodzi się od Thuego, który udowodnił, że istnieją dowolnie długie słowa nad alfabetem trzyliterowym nie zawierające powtórzeń. (Wynik ten można przełożyć na „język grafów" w sposób następujący: 3 kolory wystarczą do kolorowania każdego grafu będącego sumą rozłącznych ścieżek.)

Praca [A1] dotyczy różnych wariantów kolorowania bezpowtórzeniowego ścieżek (ciągów). Pierwszy z nich to kolorowanie listowe: każdy wierzchołek ścieżki ma daną listę (zbiór) k kolorów. Celem jest znalezienie kolorowania bezpowtórzeniowego, w którym kolor każdego wierzchołka pochodzi z jego listy. Uogólnianie problemów kolorowania na ich problemy listowe jest powszechną praktyką w teorii grafów (koncepcję tę wprowadzili niezależnie Vizing w 1976 oraz Erdős, Rubin i Taylor w 1980r.). W 2011 r. Grytczuk i in. pokazali, że jeśli $k \geq 4$, to opisane kolorowanie zawsze istnieje. W pracy [A1] autorzy uzyskali nowy, niezwykle prosty dowód powyższego twierdzenia. Pomysł polega na przeniesieniu na grunt kolorowań bezpowtórzeniowych techniki opracowanej w 2008r przez Mosera (i następnie udoskonalonej przez Mosera i Tardosa), na potrzeby konstruktywnego dowodu Lematu Lokalnego Lovasza (LLL). Jest on o tyle naturalny, że wcześniejsze wyniki uzyskiwane były właśnie z pomocą LLL. W pracy [A1] autorzy proponują bardzo elegancki algorytm konstruowania kolorowania. Algorytm ten koloruje ścieżkę od lewej do prawej w sposób losowy, a gdy w ciągu kolorów utworzy się powtórzenie ww, odkolorowujemy ostatnie $|w|$ wierzchołków i algorytm kontynuuje swoje działanie. Kluczowe jest wykazanie, że dla dowolnie długiej ścieżki algorytm ten z dodatnim prawdopodobieństwem zakończy swoje działanie. W tym celu autorzy stosują za Moserem i Tardosem metodę zwaną czasem „kompresją entropii". Metoda ta sprowadza pytanie o prawdopodobieństwo do zagadnień czysto kombinatorycznych. Wystarczy bowiem pokazać, że dla dostatecznie dużej liczby kroków M, w przestrzeni probabilistycznej wyborów podejmowanych przez algorytm, zdarzeń elementarnych odpowiadających niepowodzeniu jest mniej niż wszystkich zdarzeń. W 2009r. Moser zaproponował alternatywny sposób reprezentowania elementów wspomnianej przestrzeni probabilistycznej zwany *logiem*. Log zawiera obiekt skonstruowany po M krokach i pozornie niekompletną informację o wyborach podejmowanych przez algorytm. Sztuka polega na dobraniu odpowiedniej definicji loga, udowodnieniu ze istnieje bijekcja między logami a zdarzeniami elementarnymi, oraz oszacowaniu liczby logów odpowiadających nieudanym uruchomieniom algorytmu. Autorzy pracy [A1] skonstruowali bardzo eleganckie, choć nieoczywiste, pojęcie loga na potrzeby kolorowania bezpowtórzeniowego. Wówczas interesująca nas liczba logów odpowiadających nieudanym uruchomieniom algorytmu wyraża się łatwo za pomocą liczb Catalana. Zachęceni tym sukcesem, autorzy rozważają w dalszej kolejności rozgrywane kolorowanie: dwaj gracze (Ann i Ben) konstruują słowo, na zmianę dopisując litery. Celem jest pokazanie, że istnieje strategia Ann, która pozwala na unikanie powtórzeń długości większej niż 1, niezależnie od tego co robi Ben. Wcześniej, Pegden z użyciem LLL pokazał, że tak jest, gdy gracze mają do dyspozycji co najmniej 37 kolorów. W pracy [A1] autorom udało się zmniejszyć tę liczbę do 6. W tym przypadku dowód jest znacznie bardziej wymagający technicznie: bardziej skomplikowane logi wymagają przy zliczaniu użycia narzędzi kombinatoryki analitycznej.

Praca [A1] rozczarowuje w tym sensie, że pomimo użycia nowej, ciekawej techniki, osiągnięte nowe wyniki dotyczą pobocznych wariantów kolorowania bezpowtórzeniowego. Niedostatek ten rekompensują prace [A2], i [A3] w których techniki z pracy [A1] zostają przeniesione na listowe kolorowanie grafów o maksymalnym stopniu Δ. Alon, Grytczuk, Hałuszczak i Riordan pokazali, że listy długości $c\Delta^2$ zawsze pozwalają na zbudowanie takiego kolorowania, gdzie $c \leq 2e^{16}$. Problem przyciągnął następnie uwagę wielu badaczy (Grytczuk, Harandt i Jendrol, Szegedy), którzy uzyskiwali coraz lepsze oszacowania na stałą c. W pracy [A2] udało się uzyskać $c = 1 + o(1)$, co jest imponującym wynikiem (choć nie jest znana pasująca dolna granica). Ponownie, kluczowe było odpowiednie dobranie definicji loga i użycie zaawansowanych metod kombinatorycznych przy zliczaniu. Z kolei głównym wynikiem pracy [A3] jest twierdzenie głoszące, że jeśli ograniczymy nasze rozważania do drzew, to wystarczą listy długości $\Omega(n^{1+\epsilon})$, dla dowolnego $\epsilon > 0$.

Podsumowując, w pracach [A1]-[A3] autorzy wykazali się dogłębnym zrozumieniem najnowszych osiągnięć w dziedzinie analizy algorytmów randomizowanych i pokazali, że osiągnięcia te są bardziej uniwersalne niż mogło to się początkowo wydawać, prezentując przy tym imponujący wartsztat kombinatoryczny.

2.2 Kolorowanie hipergrafów

Hipergraf n-jednorodny (lub krócej n-hipergraf) to dowolna para zbiorów $H = (V, E)$ gdzie $E \subseteq \binom{V}{n}$. Elementy V nazywamy wierzchołkami a elementy E krawędziami. Mówimy, że H jest r-kolorowalny, gdy istnieje kolorowanie $c : V \to \{1, \ldots, k\}$ takie, że żadna krawędź nie jest monochromatyczna (tzn. zawiera dwa wierzchołki różnych kolorów). Erdős postawił naturalne pytanie: jaka jest minimalna liczba $m(n)$, że istnieje n-hipergraf o $m(n)$ krawędziach, który nie jest 2-kolorowalny? (Równoważnie, można pytać o maksymalną liczbę krawędzi która gwarantuje że graf da się 2-pokolorować.) Analogicznie definiujemy $m(n, r)$ dla r kolorów. Erdős pokazał, że $2^{n-1} \leq m(n) = O(n^2 2^n)$. Dolne ograniczenie było następnie poprawiane, aż do $m(n) = \Omega((n/\log n)^{1/2} 2^n)$ uzyskanego przez Radhakrishnana i Srinivasana w 2000r. W 2009r. Pluhár zaproponował nowy, niezwykle elegancki algorytm 2-kolorowania hipergrafów: koloruj wierzchołki w losowej kolejności; kolejny wierzchołek pokoloruj na niebiesko, chyba że utworzyłoby to monochromatyczną krawędź. Następnie Pluhár potrzebował tylko kilka linijek aby udowodnić, że jeśli $m(n) = \Omega((n/\log n)^{1/4} 2^n)$, to jego algorytm z dodatnim prawdopodobieństwem zwróci poprawne kolorowanie. Jedynym mankamentem tego pięknego rezultatu jest nieoptymalne szacowanie na $m(n)$. W pracy [B1] habilitant uwalnia nas od tego mankamentu, pokazując analizę algorytmu Pluhára, która daje szacowanie Radhakrishnana i Srinivasana. Przy tym analiza ta pozostaje elementarna i krótka (choć nie tak krótka jak u Pluhára). Główny pomysł polega na uzyskaniu losowej permutacji przez wylosowanie dla każdego wierzchołka punktu w przedziale $[0, 1]$. Następnie, w analizie przedział ten jest dzielony na trzy segmenty, a interesujące nas zdarzenia możemy wyrażać w terminach należenia losowych punktów do odpowiednich segmentów. Ta sama technika zastosowana przez Kozika w pracy [B1] dla dowolnej liczby r kolorów dała oszacowanie $m(n, r) = \Omega((n/\log n)^{(r-1)/r} r^n)$, lepsze niż najlepsze wcześniej znane szacowania pochodzące od Kostochki i Shabanova. Wynik ten autor uogólnia w duchu twierdzenia Brooksa, podając takie samo oszacowanie dolne na minimalna liczbę $D(n, r)$, taką że istnieje n-hipergraf o maksymalnym stopniu $D(n, r)$, który nie jest r-kolorowalny.

W pracach [B2] i [B3] autor zajmuje się podobnymi jak powyższe zagadnieniami dla hipergrafów prostych (dowolne dwie krawędzie mają przecięcie mocy co najwyżej 1); liczby $m(n)$, $m(n, r)$ i $D(n, r)$ oznaczamy wówczas przez $m^*(n)$, $m^*(n, r)$ i $D^*(n, r)$. Problem zainicjowali Erdős i Lovász dowodząc, że $m^*(n) = \Omega(4^n n^{-3})$ i $m^*(n) = O(4^n n^4)$. Podwykładniczy czynnik w dolnej granicy był następnie kilkukrotnie poprawiany. Oznaczmy $D^*(n) = D^*(n, 2)$. Szabó uzyskał $D^*(n) = \Omega(2^n n^{-\epsilon(n)})$ dla pewnej (nieznanej) funkcji $\epsilon(n) = o(1)$, a Shabanov pokazał, że $\epsilon(n) = O(\sqrt{\log\log n/\log n})$. Następnie Kostochka zaobserwował, że dolne ograniczenie na $D^*(n)$ implikuje dolne ograniczenie na $m^*(n)$, mianowicie $m^*(n) = \Omega(4^n n^{-2\epsilon(n)})$. W pracy [B2] habilitant udowodnił, że $D^*(n) = \Omega(2^n(\ln n)^{-1})$, co implikuje $m^*(n) = \Omega(4^n(\ln n)^{-2})$. Wyniki te w elegancki sposób uogólniają się do $r \geq 2$ kolorów i grafów b-prostych (dowolne dwie krawędzie mają przecięcie mocy co najwyżej b). Ponadto udało się podobnymi technikami poprawić dolne oszacowanie na liczby van der Waerdena $W(n, r)$, tzn. minimalną liczbę j taką, że zbiór liczb od 1 do j można pokolorować r kolorami aby co najmniej jeden kolor zawierał ciąg arytmetyczny długości n (problem ten można wyrazić w języku r-kolorowania odpowiedniego hipergrafu). Dolna granica z pracy [B2] przedstawia się następująco: $W(n, r) = \Omega(r^n/\ln n)$. Kluczem do powyższych wyników była technika opracowana w pracy [B1]. Tym razem jednak konieczne było opracowanie własnego algorytmu kolorowania. Ponownie jednak użyteczne okazuje się podzielenie przedziału $[0, 1]$ na segmenty (tym razem 4), a algorytm (niestety istotnie bardziej skomplikowany niż w [B1]) explicite używa tych segmentów. W pracy [B3] autorzy zajmowali sie dolnymi ograniczeniami $\Delta^*(n, r)$, liczbę zdefiniowaną analogicznie do $D^*(n, r)$, chodzi jednak o stopień krawędziowy a nie wierzchołkowy hipergrafu. Te badania dały w rezultacie jeszcze lepsze oszacowanie na liczby van der Waerdena, mianowicie $W(n, r) = \Omega(r^{n-1})$. Pod względem technicznym, [B3] rozwija pomysły z [B1] i [B2].

Podsumowując, w pracach [B1]-[B3] autor proponuje nowe algorytmy kolorowania hipergrafów i przede wszystkim nową technikę analizy tych algorytmów. W rezultacie udało się poprawić szereg wcześniejszych rezultatów uznanych badaczy.

2.3 Uwagi bibliometryczne

Odniosę się teraz do wskaźników bibliometrycznych publikacji wchodzących w skład osiągnięcia. Wszystkie prace zostały opublikowane w bardzo dobrych międzynarodowych czasopismach. W szczególności są wśród nich uważane za prestiżowe Combinatorica, J. Comb. Th.

B, oraz SIAM J. Discr. Math. Publikacja w każdym z nich to gwarancja światowej klasy wyników naukowych. Prace wchodzące w skład osiągnięcia były cytowane 73 razy (wg Google Scholar). W mojej ocenie jest to znakomity wynik, biorąc pod uwagę, że były one publikowane w ciągu ostatnich trzech lat. Zarówno ranga czasopism jak i liczba cytowań z nawiązką spełniają wymagania zwyczajowe w postępowaniach habilitacyjnych.

2.4 Uwagi o samodzielności

Na podstawie oświadczeń współautorów można stwierdzić, że dr Kozik odegrał wiodącą rolę we wszystkich wynikach wchodzących w skład osiągnięcia. Choć tylko jedna z nich nie jest współautorska, na podstawie oświadczeń autorów [A2] można stwierdzić, że wkład Kozika mógłby złożyć się na osobną, dobrej jakości pracę. Podobnie, pracę [B1] można traktować jako samodzielną (drugi autor uzyskał niezależnie ten sam wynik).

2.5 Uwagi o aspektach informatycznych

Pewnym zaskoczeniem było dla mnie, że autor wnioskuje o tytuł w dyscyplinie „informatyka". Wyniki sformułowane w pracach wchodzących w skład osiągnięcia leżą na pograniczu informatyki teoretycznej i matematyki dyskretnej, zdecydowanie bliżej im jednak do matematyki. Potwierdza to fakt, że opublikowano je w czasopismach matematycznych. Nie były one również prezentowane na konferencjach informatycznych głównego nurtu. Z drugiej strony, wszystkie wyniki wchodzące w skład osiągnięcia uzyskano za pomocą analizy algorytmów. W tym sensie, na osiągnięcie można patrzeć jako na przykład zastosowania informatyki w matematyce. Co więcej, w swoim autoreferacie habilitant wskazuje kilka informatycznych aspektów swoich prac. Mianowicie, kolorowanie hipergrafów można równoważnie sformułować jako wartościowanie formuł w problemie spełnialności NAE-SAT (interesującym informatyków). Ponadto, habilitant w autoreferacie twierdzi, że w wielu przypadkach możliwe jest ograniczenie liniowe oczekiwanego czasu działania użytych algorytmów (co daje efektywny algorytm konstrukcji). Wypada wyrazić żal, że ten aspekt nie był dyskutowany w artykułach autora.

3 Ocena pozostałego dorobku

Oprócz prac wchodzących w skład osiągnięcia, dr Kozik ma w swoim dorobku jeszcze 11 artykułów. Wszystkie opublikowano w dobrej jakości międzynarodowych czasopismach lub sprawozdaniach z międzynarodowych konferencji, choć w porównaniu z głównymi rezultatami wchodzącymi w skład osiągnięcia są to wyniki nieco mniej imponujące (z wyjątkiem pracy [C9], choć habilitant wskazuje na swój ograniczony wkład w jej wyniki). Prace są zróżnicowane tematycznie, co świadczy o wszechstronności zainteresowań autora. Mamy wśród nich pięć prac z logiki informatycznej, trzy z algorytmów on-line, dwie z geometrii dyskretnej i jedną pracę o ciągach bezpowtórzeniowych (a więc w tematyce prac [A1-A3] z osiągnięcia). Poniżej napiszę kilka słów o trzech z tych prac, z mojego punktu widzenia najbardziej interesujących.

W pracy [C7] *Lower bounds for on-line graph colorings* autorzy rozważają model on-line problemu kolorowania grafu. W modelu tym wierzchołki są ujawniane jeden po drugim, dla każdego kolejnego wierzchołka poznajemy krawędzie łączące go z wcześniej ujawnionymi wierzchołkami. Po ujawnieniu wierzchołka należy przypisać mu kolor, różny od kolorów sąsiadów. Celem jest użycie jak najmniejszej liczby kolorów. Jest to naturalny problem, zainicjowany przez Lovásza, Saksa i Trottera, którzy pokazali algorytm używający nie więcej niż $2\log_2 n$ kolorów, gdzie n jest liczbą wierzchołków. W 2013r. Bianchi i in. próbowali odpowiedzieć na pytanie czy zadanie to jest łatwiejsze w grafach dwudzielnych. Niestety uzyskali tylko częściowy wynik, dowodząc, że dla takich grafów każdy algorytm używa co najmniej $\lfloor 1.13\log_2 n - 0.5\rfloor$ kolorów. Autorzy pracy [C7] w zasadzie całkowicie rozwiązali problem, uzyskując odpowiedź negatywną na pytanie Bianchi i in.: każdy algorytm używa co najmniej $2\log_2 n - 10$ kolorów w grafach dwudzielnych. Uważam to za wartościowy i naturalny wynik.

W pracy [C8] habilitant badał bardzo naturalne uogólnienie klasycznego problemu wyboru sekretarki. W uogólnieniu tym sekretarki są uporządkowane jedynie częściowo, a celem jest wybranie dowolnej sekretarki będącej elementem maksymalnym w tym częściowym porządku. Preater w 1999 roku przedstawił strategię, która gwarantuje stałe prawdopodobieństwo sukcesu. Następnie w 2008 r. Georigiou i in. poprawili tę stałą do $1/4$. Otwarte pozostawało pytanie, czy stała ta jest optymalna. Praca [C8] pokazuje, że nie. Problem ostatecznie zamknęli Freij i Wästlund poprawiając stałą do $1/e$ (która jest optymalna nawet dla porządku liniowego). Praca [C8] pokazuje dużą biegłość autora w rachunku prawdopodobieństwa i analizie algorytmów randomizowanych.

Praca [C9] dotyczy geometrii dyskretnej. Dla dowolnego zbioru odcinków na płaszczyźnie możemy zbudować graf, którego wierzchołkami są odcinki, a dwa wierzchołki są połączone krawędzią, gdy odpowiednie odcinki się przecinają. Rodzina wszystkich grafów które możemy uzyskać w ten sposób to grafy przecięć odcinków. Rozważając obiekty inne niż odcinki, dostajemy kolejne klasy grafów. Badanie własności klas grafów przecięć to duża i aktywnie badana dziedzina. W 1970 roku Erdős postawił pytanie czy dowolny graf G przecięć odcinków jest kolorowalny za pomocą co najwyżej $f(\omega(G))$ kolorów, gdzie f jest pewną funkcją a $\omega(G)$ rozmiarem największej kliki w G. Gdyby hipoteza ta była prawdą, grafy przecięć odcinków nie zawierające trójkąta (cyklu długości 3) byłyby kolorowalne stałą liczbą kolorów. Habilitant wszedł w skład zespołu, który pokazał że tak nie jest, konstruując rodzinę takich grafów zawierającą grafy o dowolnie dużej liczbie chromatycznej. Był to problem otwarty przez ponad 40 lat, powstały liczne prace na temat różnych jego wariantów (a nawet hipotezy o prawdziwości różnych uogólnień). Praca [C9] ukazała się w prestiżowym J. Comb. Th Ser. B.

Prace [C1-C9] mają w sumie ponad 100 cytowań wg Google Scholar. Podsumowując, w mojej ocenie pozostały dorobek naukowy habilitanta, zarówno pod względem ilościowym jak i jakościowym, spełnia wymagania w postępowaniach habilitacyjnych.

Habilitant regularnie aktywnie uczestniczy w konferencjach międzynarodowych. W kontekście ubiegania się o tytuł w dyscyplinie „informatyka" brakuje mi wśród nich konferencji informatycznych głównego nurtu (STOC, FOCS, SODA, ICALP, STACS, ESA, MFCS, etc.) Na wyróżnienie zasługuje udział w komitecie programowej konferencji AofA'16. Habilitant może się pochwalić czterema wyjazdami badawczymi, w tym dwoma dłuższymi (Versailles, Francja; Jinhua, Chiny), co jest zadowalającym wynikiem. Nieco rozczarowuje z kolei aktywność recenzencka habilitanta: w sumie wymienia on 8 wykonanych recenzji, co daje mniej niż 1 recenzję na każdy rok po doktoracie.

Niestety z materiałów złożonych przez habilitanta nie dowiadujemy się zbyt wiele o jego dorobku dydaktycznym, oprócz tego, że w 2013r. otrzymał on wyróżnienie prorektora UJ za wysoką jakość pracy dydaktycznej.

Dr Kozik ma również sukcesy w zdobywaniu grantów (SONATA 2011-2014). Wypromował 9 prac licencjackich, 3 magisterskie a obecnie jest promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim. Te fakty sugerują, że habilitant ma zadatki na dobrego promotora prac doktorskich.

4 Podsumowanie

Uważam, że prace wchodzące w skład osiągnięcia stanowią pomyślną realizację spójnego i przemyślanego programu badawczego. Podejmują naturalne pytania, stawiane i badane przez czołowych naukowców (Erdős, Lovasz, Kostochka, Szegedy) i stosują zaawansowane narzędzia analizy algorytmów randomizowanych i kombinatoryki. Część z nich może stać się klasykami w swojej dziedzinie. Uzyskane wyniki świadczą o wyróżniającym się warsztacie matematycznym autora. W mojej ocenie osiągnięcie spełnia wymagania zwyczajowe i ustawowe w postępowaniach habilitacyjnych. Pozostałe osiągnięcia naukowe świadczą o szerokich zainteresowaniach habilitanta i zarówno pod względem ilościowym jak i jakościowym są zadowalające. Również osiągnięcia organizacyjne, dydaktyczne i aktywność międzynarodowa spełniają wymagania w postępowaniach habilitacyjnych. Sądzę, że dorobek habilitanta bliższy jest matematyce niż informatyce i byłoby bardziej naturalne, aby wniosek dotyczył tytułu w dyscyplinie „matematyka". Być może w ramach komisji habilitacyjnej powinna odbyć się dyskusja w tej sprawie. Z drugiej strony, w mojej ocenie aspekty informatyczne w tym dorobku są jednak wystarczające, żeby nadać tytuł w dyscyplinie „informatyka".

5 Konkluzja

Podsumowując, po szczegółowym przeanalizowaniu przedłożonych materiałów stwierdzam, że dorobek dr. Jakuba Kozika stanowi znaczny wkład w matematykę dyskretną i analizę algorytmów randomizowanych. Jestem przekonany, że dorobek ten **spełnia** z nawiązką zwyczajowe i ustawowe wymagania stawiane w postępowaniach habilitacyjnych. W związku z tym **popieram** wniosek dr. Jakuba Kozika o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk matematycznych w dyscyplinie informatyka. Biorąc pod uwagę jakość osiągniętych wyników i prestiż czasopism w jakich je opublikowano, wnioskuję o wyróżnienie rozprawy.

tl Kowalik