

AUTOREFERAT

I. DANE OSOBOWE

Mariusz Meszka



II. WYKSZTAŁCENIE I UZYSKANE STOPNIE NAUKOWE

Studia wyższe na kierunku informatyka

w latach 1989-1994

Uniwersytet Jagielloński, Wydział Matematyki i Fizyki, Instytut Informatyki

praca magisterska: *Generacja trzecich części prawie pełnych digrafów*

promotor: prof. dr hab. Zdzisław Skupień

dyplom z wyróżnieniem

Stopień doktora nauk matematycznych w zakresie informatyki

uzyskany w roku 1999

Uniwersytet Jagielloński, Wydział Matematyki i Fizyki

rozprawa doktorska: *Dekompozycje krawędziowe struktur kombinatorycznych i zagadnienia pokrewne*

promotor: prof. dr hab. Zdzisław Skupień

III. HISTORIA ZATRUDNIENIA

1993-1994	(10 miesięcy)	staż asystencki Instytut Informatyki Uniwersytet Jagielloński
1994-2000		asystent Wydział Matematyki Stosowanej (do 1997 Instytut Matematyki) Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
2001	(12 miesięcy)	staż podoktorski McMaster University, Hamilton, Kanada
od 2000		adiunkt Wydział Matematyki Stosowanej Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica

IV. OSIĄGNIĘCIE NAUKOWE

o którym mowa w art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.) stanowi jednotematyczny cykl siedmiu publikacji pt. „Strukturalne własności systemów trójek oraz konfiguracji pokrewnych”, opublikowanych w latach 2009-2011.:

1. [A15] C.C. Lindner, M. Meszka, A. Rosa, *Almost resolvable cycle systems—an analogue of Hanani triple systems*, J. Combin. Des. 17 (2009) 404-410.
2. [A16] C.C. Lindner, M. Meszka, C. Pettis, *The inside outside intersection problem for hexagon triple systems*, Math. Slovaca 59 (2009) 137-154.
3. [A17] M. Meszka, A. Rosa, I. Ziolo, *Steiner almost self-complementary graphs and halving nearly Steiner Triple Systems*, Discrete Math. 309 (2009) 5650-5654.
4. [B13] M. Meszka, A. Rosa, *Decomposing complete 3-uniform hypergraph into Hamiltonian cycles*, Australas. J. Combin. 45 (2009) 291-302.
5. [A18] C.C. Lindner, M. Meszka, A. Rosa, *On (K_4, K_4-e) -designs*, Ars Combin. 93 (2009) 333-340.
6. [B17] E.J. Billington, D.G. Hoffman, C.C. Lindner, M. Meszka, *Almost resolvable minimum coverings of complete graphs with 4-cycles*, Australas. J. Combin. 50 (2011) 73-85.
7. [A19] E.J. Billington, C.C. Lindner, M. Meszka, *Twofold 2-perfect bowtie systems with an extra property*, Aequationes Math. 82 (2011) 143-153.

A. CELE NAUKOWE ORAZ NAJWAŻNIEJSZE WYNIKI

Pierwsza publikacja dotyczy istnienia niemal rozkładalnych systemów cykli. Chronologicznie pierwsze uzyskane wyniki związane są z systemami 3-cykli; rozkładalne systemy 3-cykli to systemy trójek Kirkmana, a niemal rozkładalne systemy 3-cykli to systemy trójek Hananiego. Istnienie tych systemów zostało udowodnione odpowiednio w roku 1971 (po ponad 120 latach od postawienia problemu) oraz w roku 1993. Ponadto w roku 1989 rozstrzygnięty został problem istnienia systemów 4-cykli oraz rozkładalnych systemów 4-cykli. Efektem wcześniejszych badań, które prowadziłem, są wyniki dotyczące istnienia niemal rozkładalnych systemów 4-cykli, zamieszczone w publikacji [B10]. Kluczowym celem dalszych badań w tym zakresie było uogólnienie wcześniejszych rezultatów na przypadek dowolnej długości cykli. Uzyskane wyniki, zamieszczone w omawianej publikacji, stanowią rozstrzygnięcie problemu istnienia niemal rozkładalnych systemów k -cykli dla $k = 6, 10, 14$. Ponadto znaleziona została ogólna metoda konstrukcji rekurencyjnej dla systemów cykli o parzystej długości.

Drugi artykuł dotyczy ogólnego problemu przecięć dla systemów trójek. Istnienie pary systemów trójek Steinera, mających zadaną liczbę trójek wspólnych, zostało kompletnie rozstrzygnięte w roku 1978. Tematem podjętych badań było rozwiązanie problemu przecięć dla heksagonalnych systemów trójek, czyli takich systemów trójek, w których istnieje podział bloków na trójkąty; każdy trójkąt zawiera trzy bloki o parami niepustych przecięciach. W każdym trójkącie punkty będące przecięciami bloków tworzą trójkę wewnętrzną, pozostałe punkty trójkę zewnętrzną. Podjęte zagadnienie dotyczyło charakteryzacji systemów heksagonalnych pod kątem możliwej liczby wspólnych trójek wewnętrznych oraz możliwej liczby wspólnych trójek zewnętrznych. Uzyskany wynik główny określa spektrum dopuszczalnych wartości liczb trójek wspólnych (wewnętrznych i zewnętrznych) oraz dostarcza wszystkie wymagane konstrukcje. W ten sposób problem przecięć dla heksagonalnych systemów

trójek został kompletnie rozstrzygnięty zarówno w przypadku ustalonej liczby wewnętrznych trójek, jak i dla ustalonej liczby trójek zewnętrznych.

Trzecia publikacja związana jest z zagadnieniem podziału struktur kombinatorycznych na dwie samodopełniające części. Istnienie oraz własności samodopełniających struktur grafowych były wcześniej intensywnie badane. W roku 1992 udowodnione zostało istnienie systemów trójek Steinera podzielnych na połowy. Omawiana publikacja zawiera wyniki badań dotyczących przypadku, gdy numeryczny warunek podzielności rozmiaru systemu trójek Steinera na połowy nie jest spełniony. Wówczas naturalne staje się rozważenie podzielności niemal systemów trójek Steinera na dwie samodopełniające części. Uzyskane wyniki dostarczają kompletnego rozwiązania problemu istnienia takich podziałów, wraz ze szczegółowym zbadaniem własności permutacji dopełniających.

Czwarty artykuł dotyczy problemu istnienia dekompozycji pełnych 3-jednolitych hipergrafów na cykle Hamiltona w oparciu o definicję cyklu Hamiltona wprowadzoną przez Katonę i Kiersteada. Hipergrafy te stanowią specjalny przypadek systemów trójek o niepowtarzających się blokach i maksymalnym indeksie. Podjęte zagadnienie stanowi naturalne uogólnienie analogicznego problemu dekompozycji grafów pełnych na cykle Hamiltona. W wyniku prowadzonych badań potwierdzona została ogólna hipoteza dla wszystkich rzędów pełnych 3-jednolitych hipergrafów do 32 włącznie. Poprzez analogię do słynnej hipotezy Alspacha, dotyczącej dekompozycji grafów pełnych na cykle o ustalonych długościach, rozważane było również pytanie o istnienie dekompozycji 3-jednolitych hipergrafów pełnych na cykle innych długości. Wykazanie nieistnienia żądanych dekompozycji w wielu przypadkach dla rzędu 7 i 8 dostarcza interesujący bodziec do dalszych badań. W przypadku rzędów, dla których numeryczny warunek podzielności nie jest spełniony, rozważane były dekompozycje pełnych hipergrafów 3-jednolitych z usuniętą klasą rozkładu trójek. Badane były również uogólnienia problemu na przypadek dekompozycji 4-jednolitych hipergrafów pełnych oraz jednolitych hipergrafów pełnych o wyższym indeksie (multihipergrafów).

Tematem piątego artykułu są (K_4, K_4-e) -konfiguracje, równoważne dekompozycjom grafu pełnego na części, z których każda jest albo kliką rzędu cztery, albo cyklem o czterech wierzchołkach z dodaną przekątną. Problem istnienia K_4 -konfiguracji, czyli systemów $S(2,4,v)$, oraz (K_4-e) -konfiguracji został ostatecznie rozstrzygnięty w 1977 roku. Prowadzone przeze mnie badania dotyczyły istnienia (K_4, K_4-e) -konfiguracji w przypadku rzędów, dla których nie mogą istnieć konfiguracje o jednolitym typie bloków. Liczne metody konstrukcyjne zostały wykorzystane do wykazania istnienia (K_4, K_4-e) -konfiguracji dla wszystkich rzędów. Ponadto wskazane zostało spektrum rzędów, dla których istnieją (K_4, K_4-e) -konfiguracje z dokładnie jednym blokiem K_4 . Wynik ten został wykorzystany do poprawienia znanego dotychczas oszacowania górnego na rząd (K_4, K_4-e) -konfiguracji, w której można zanurzyć częściowy system $S(2,4,v)$.

W szóstej publikacji zostało ponownie podjęte zagadnienie niemal rozkładalnych systemów k -cykli. Po rozstrzygnięciu problemu dotyczącego istnienia niemal rozkładalnych systemów 4-cykli, jednym z celów dalszych badań stało się skonstruowanie struktur możliwie jak najbliższych takim systemom w przypadku rzędów, dla których, ze względu na warunki numeryczne, niemal rozkładalne systemy 4-cykli istnieć nie mogą. W ten sposób jedną z dwóch potencjalnych rodzin poszukiwanych struktur stanowią minimalne pokrycia grafów pełnych za pomocą niemal klas rozkładu złożonych z 4-cykli. Wyniki przedstawione w omawianej publikacji dostarczają kompletnego rozstrzygnięcia problemu istnienia żądanych pokryć. Rezultat ten, w dopełnieniu z wcześniej znaną charakterystyką maksymalnych upakowań, stanowi ostateczne rozwiązanie omawianego zagadnienia.

Artykuł siódmy dotyczy podwojonych systemów much, w których spełniona jest własność 2-doskonałości. Systemy much są specjalną rodziną systemów trójek; mucha to para trójek o niepustym przecięciu. Własność 2-doskonałości oznacza konieczność połączenia każdych dwóch różnych punktów za pomocą dokładnie dwóch ścieżek długości 2, indukowanych przez muchy. Problem istnienia systemów much, w których spełniona jest ponadto własność 2-doskonałości, został rozwiązany w roku 1994. Celem podjętych badań było rozstrzygnięcie pytania o istnienie podwojonych systemów much spełniających własność 2-doskonałości przy dodatkowym warunku rozróżniającym ścieżki realizujące 2-doskonałość; warunek ten stanowi o istotnej trudności uogólnienia pierwotnego problemu. Wyniki uzyskane w ramach podjętych badań stanowią kompletne rozstrzygnięcie problemu istnienia tych systemów. Określone zostało spektrum rzędów oraz wskazane zostały niezbędne metody konstrukcji. Ponadto, w przypadku rzędów, dla których żądane systemy nie istnieją, wykazane zostało istnienie maksymalnych upakowań much w podwojonych grafach pełnych, przy spełnionej własności 2-doskonałości i dodatkowym warunku rozróżniającym ścieżki. Wynik ten stanowi uzupełnienie stanu wiedzy odnośnie systemów, w których bloki są drogami zamkniętymi o ustalonej długości.

B. ODNIESIENIE DO OSIĄGNIĘCIA

Wymieniony jednotematyczny cykl publikacji dotyczy zagadnienia badania strukturalnych własności systemów trójek oraz konfiguracji kombinatorycznych związanych z systemami trójek. Wyniki zamieszczone w tych pracach stanowią najważniejsze osiągnięcie naukowe, będące efektem głównego nurtu badań prowadzonych przeze mnie od roku 2007. Współautorami tych badań są (w kolejności alfabetycznej): prof. Elizabeth Billington (z Uniwersytetu w Queensland w Australii), prof. Dean Hoffman, prof. Charles Lindner (oba z Uniwersytetu w Auburn w USA), dr Carl Pettis (z Uniwersytetu Stanu Alabama w USA), prof. Alexander Rosa (z Uniwersytetu McMaster w Kanadzie) oraz dr Irmina Ziolo (z AGH).

Należy podkreślić, iż mój wkład do wspólnych prac w tym cyklu polegał na pełnym uczestniczeniu w każdym etapie prowadzonych badań. W dużej mierze udział mój związany był z potrzebą opracowania różnorodnych metod konstrukcyjnych i technik dowodowych oraz późniejszego ich zastosowania w celu znalezienia struktur kombinatorycznych, które albo stanowiły ostateczne rozwiązanie, albo dostarczały niezbędnych narzędzi, wykorzystywanych w dalszych konstrukcjach.

O wartości naukowej zamieszczonych wyników świadczy fakt, iż większość z omawianych publikacji zawiera kompletne rozstrzygnięcia podjętych problemów naukowych, znanych wcześniej jako problemy otwarte. Z kolei podejmując badania związane z nową problematyką, zainicjowane zostały dalsze interesujące zagadnienia kombinatoryczne. Otrzymane rezultaty oraz sformułowane problemy stanowią inspirację oraz motywację do dalszych badań w zakresie podejmowania analogicznych tematów dla innych klas struktur kombinatorycznych. W ten sposób wymiernym efektem wykonanych badań, poza istotną wartością naukową otrzymanych wyników, jest aspekt popularyzatorski oraz stymulujący rozwój tematyki związanej z podziałami struktur kombinatorycznych.

V. PRZEBIEG PRACY NAUKOWEJ

A. PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA

W roku 1989, po ukończeniu Liceum Ogólnokształcącego w Leżajsku, rozpocząłem studia na kierunku informatyka na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie. Będąc na trzecim roku studiów,

podczas zajęć z matematyki dyskretnej, moje szczególne zainteresowanie zagadnieniami kombinatorycznymi zostało zauważone przez prof. dr hab. Zdzisława Skupienia. Krótkie dyskusje zaowocowały propozycją uczestniczenia w badaniach związanych z problemem podziału krawędzi w pełnych grafach i digrafach na trzy parami izomorficzne części. Zagadnienie to stało się tematem mojej pracy magisterskiej pt. „Generacja trzecich części prawie pełnych digrafów”, przygotowanej pod kierunkiem Z. Skupienia, a której obrona odbyła się 17 czerwca 1994 r. W ramach tej pracy stworzony został pakiet programów komputerowych, który posłużył jako narzędzie do znalezienia dekompozycji, niezbędnych do udowodnienia ogólnych twierdzeń, opublikowanych później w artykułach [A1, A3].

Będąc studentem piątego roku studiów odbyłem staż asystencki w Instytucie Informatyki UJ. Bezpośrednio po ukończeniu studiów, od 1 października 1994 r. rozpocząłem pracę na stanowisku asystenta w Akademii Górniczo-Hutniczej w Instytucie Matematyki (przekształconym w roku 1997 w Wydział Matematyki Stosowanej). Moim opiekunem naukowym został Z. Skupień. Badania prowadzone w latach 1994-1998 dotyczyły czterech zagadnień.

a. Samoodwracalne części prawie pełnych digrafów.

Tematyka ta stanowiła rozwinięcie zagadnienia podjętego przeze mnie w roku 1992. Jeden z najbardziej znanych wówczas wyników w tym zakresie dotyczył istnienia dekompozycji pełnych digrafów na ustaloną liczbę części, o ile tylko numeryczny warunek podzielności rozmiaru digrafu pełnego jest spełniony. Głównym rezultatem moich badań, wspólnie z Z. Skupieniem, było udowodnienie istnienia dekompozycji digrafów prawie pełnych (otrzymanych z digrafów pełnych przez usunięcie lub dodanie minimalnej liczby łuków w przypadku, gdy liczba części nie jest dzielnikiem rozmiaru digrafu pełnego) na określonej liczbie części parami izomorficznych. Ponadto zbadane zostały dodatkowe własności części dekompozycji: samoodwracalność, brak przeciwnie skierowanych łuków, spójność. Wyniki zostały opublikowane w artykułach [A1, A3, A10, B14].

b. Samodopełniające faktory pełnych grafów trzydzielných.

Zagadnienie to dotyczy ogólnej tematyki dekompozycji struktur grafowych na faktory o zadanej średnicy, intensywnie badanej przez wielu matematyków już w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku. Poprzez analogię pojawia się naturalne pytanie o odpowiednie wyniki dla innych struktur kombinatorycznych. Prowadzone badania oraz rezultaty otrzymane we współpracy z prof. Daliborem Frončkiem (wówczas z Wyższej Szkoły Górniczej – Uniwersytetu Technicznego w Ostrawie, obecnie z Uniwersytetu Stanu Minnesota w Duluth, USA) dotyczyły istnienia konfiguracji transwersalnych o blokach rozmiaru trzy, które są podzielne na dwa samodopełniające faktory o ustalonej średnicy. Wyniki stanowiące pełną klasyfikację dopuszczalnych średnic oraz dostarczające konstrukcji żądanych konfiguracji transwersalnych zostały opublikowane w pracy [A6].

c. Silny indeks chromatyczny dla multigrafów.

Terminologia kolorowania krawędzi jest naturalnym językiem dla szczególnych zagadnień dekompozycji. Nawiązanie współpracy naukowej z prof. Peterem Horákiem (wówczas z Uniwersytetu w Kuwejcie, obecnie z Uniwersytetu w Tacomie, USA) oraz dr. Pavlem Gvozdjakim (z Uniwersytetu Simona Frazera w Kanadzie) zaowocowało wspólnymi badaniami takiego kolorowania krawędziowego multigrafów, w którym każda klasa kolorowa jest indukowanym skojarzeniem. Słynna hipoteza dotycząca oszacowania górnego na silny indeks chromatyczny potwierdzona była wówczas jedynie dla grafów o stopniu maksymalnym trzy. Z tego powodu próby znalezienia dokładnych wartości silnego indeksu chromatycznego zostały rozpoczęte od stosunkowo prostych klas multigrafów. Wśród

otrzymanych wyników znajdują się twierdzenia określające dokładną wartość silnego indeksu chromatycznego dla multigrafów drzewowych oraz oszacowania dla multigrafów cyklicznych. Wyniki zamieszczone zostały w dwóch publikacjach [A4, A5].

d. Dekompozycje multigrafów na części rozmiaru dwa.

Jeden z podstawowych, często podejmowanych problemów naukowych w teorii dekompozycji dotyczy istnienia dekompozycji dowolnej struktury grafowej na krawędziowo rozłączne kopie ustalonej podstruktury. Celem badań podjętych w ramach tego zagadnienia było uogólnienie znanych do tej pory charakterystyk (głównie dla grafów) na przypadek dekompozycji multigrafów na części rozmiaru dwa. Uzyskane warunki wystarczające na istnienie takich dekompozycji są efektem współpracy z prof. Jaroslavem Ivančo (z Uniwersytetu Šafárika w Koszycach). Zostały one zamieszczone w dwóch artykułach [A2, B1].

Rozprawa doktorska pt. „Dekompozycje krawędziowe struktur kombinatorycznych i zagadnienia pokrewne”, której zawartość stanowiły wyniki dotyczące zagadnień 1-3, została obroniona w dniu 21.10.1999 r. na Wydziale Matematyki i Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego.

B. PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA

Podstawowym nurtem prowadzonych przeze mnie badań pozostały zagadnienia dotyczące podziałów struktur kombinatorycznych (grafów, digrafów oraz innych konfiguracji). Wśród nich wyróżnić należy następujące tematy szczegółowe.

a. 1-faktoryzacje grafów i digrafów pełnych.

Cztery miesiące po uzyskaniu stopnia doktora otrzymałem stypendium Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej dla młodych naukowców. W ramach projektu związanego z przyznanym stypendium rozpoczęte zostały moje badania dotyczące 1-faktoryzacji digrafów pełnych na 1-faktory o licznych dodatkowych własnościach. Dobór warunków pod kątem zastosowań praktycznych zainicjował gruntowne badania związane z modelowaniem harmonogramów turniejów sportowych. Efektem kilkuletniej współpracy z D. Frončkiem w zakresie tej tematyki są w szczególności wyniki zamieszczone w pracy [C1].

W roku 2001 (przez okres 12 miesięcy) odbywałem staż doktorski w Uniwersytecie McMaster w Kanadzie. W tym okresie rozpoczęła się moja owocna współpraca naukowa z A. Rosą. Jedno z pierwszych, wspólnie podjętych zagadnień dotyczyło badania własności 1-faktoryzacji grafów pełnych, przede wszystkim w kontekście znanej hipotezy o doskonałych 1-faktoryzacjach. Istotnym elementem moich badań było przygotowanie programu komputerowego do generowania i analizowania jednolitych 1-faktoryzacji. Za jego pomocą została wnikliwie zbadana klasa doskonałych 1-faktoryzacji grafu pełnego rzędu 16. W szczególności wygenerowane zostały wszystkie doskonałe 1-faktoryzacje grafu K_{16} o nietrywialnej grupie automorfizmów. Zostały też gruntownie zbadane jednolite 1-faktoryzacje grafów pełnych rzędu co najwyżej 16. Otrzymane wyniki zostały zamieszczone w artykule [B2].

Kontynuując w późniejszych latach badania własności 1-faktoryzacji grafów regularnych (przede wszystkim grafów pełnych), zająłem się analizowaniem długości cykli indukowanych przez pary 1-faktorów. Szczegółowo zbadłem zagadnienie istnienia 1-faktoryzacji grafów pełnych pod kątem struktury grafów indukowanych przez pary 1-faktorów. Kluczowym warunkiem, jako przeciwieństwo do

własności jednolitości, było wykluczenie występowania w takim grafie składowej będącej cyklem o ustalonej długości. Dzięki wykorzystaniu i opracowaniu różnorodnych metod konstrukcyjnych uzyskany został główny wynik rozstrzygający (z jednym możliwym wyjątkiem) problem istnienia 1-faktoryzacji grafu pełnego z zabronioną długością cykli. Ponadto skonstruowana została nieskończona klasa 1-faktoryzacji grafu pełnego, spełniających zadane ograniczenie dolne na długości zabronionych cykli. Otrzymane wyniki zostały opublikowane w pracy [A14].

b. Strukturalne własności systemów trójek i konfiguracji pokrewnych.

Zasadniczą klasę zagadnień, których badanie rozpocząłem podczas stażu podoktorskiego w Uniwersytecie McMaster w 2001 roku, były własności konfiguracji kombinatorycznych. Tematyka ta stanowi naturalne uogólnienie podejmowanych przeze mnie wcześniej zagadnień podziałowych dla struktur grafowych.

Pierwszy z tematów szczegółowych dotyczył zanurzania systemów trójek Steinera w systemach $S(2,4,v)$. Główny wynik mówi o istnieniu takiego zanurzenia dla dowolnego systemu trójek Steinera, dostarczając jednocześnie ograniczenie na rząd systemu $S(2,4,v)$ oraz metodę konstrukcji żadanego zanurzenia. Uzyskane wyniki zostały opublikowane w pracy [A8], stając się później inspiracją do badań prowadzonych przez wielu innych matematyków; publikacja ta jest cytowana w 15 innych artykułach.

W roku 2003, wspólnie z A. Rosą i C. Lindnerem, zająłem się problemem Lo Faro, dotyczącym rozmiarów zbiorów blokujących dla systemów Steinera $S(2,4,v)$. Tematyka ta łączy się z ogólnym zagadnieniem zanurzania systemów. W publikacji [B6] zamieszczona jest konstrukcja nieskończonej klasy systemów $S(2,4,v)$ zawierających zbiory blokujące nieparzystych rozmiarów, co tym samym stanowi pozytywne rozstrzygnięcie pytania postawionego przez Lo Faro.

W roku 2004 spędziłem 6 tygodni w Uniwersytecie McMaster. W tym czasie nawiązałem współpracę z prof. Romanem Nedelą (z Uniwersytetu Belu w Bańskiej Bystrzycy). Zajmując się, wraz z A. Rosą, związkiem kolorowania grafów cyrkulantnych z kolorowaniem bloków w systemach trójek Steinera, podjąłem badania zmierzające do poprawienia znanego ograniczenia górnego na indeks chromatyczny dla tych systemów. W wyniku prowadzonych badań udowodnione zostało wzmocnione ograniczenie górne na indeks chromatyczny dla cyklicznych systemów trójek Steinera. Ponadto, dzięki sprawdzeniu pokolorowania ponad 11 tysięcy cyklicznych systemów trójek Steinera rzędu do 43 włącznie, potwierdzona została ogólna hipoteza dotycząca indeksu chromatycznego dla systemów trójek Steinera. Wyniki te zostały opublikowane w artykule [A11]. Efektem kontynuacji badań w kolejnych latach jest udowodnione twierdzenie o dokładnej wartości liczby chromatycznej dla grafów cyrkulantnych stopnia 5, zamieszczone w pracy [A13].

W roku 2005, wspólnie z A. Rosą, badałem systemy trójek Kirkmana pod kątem ich klasyfikacji względem cyklicznej grupy automorfizmów. Szczegółowo zbadany został problem istnienia systemów Kirkmana rzędu v posiadających automorfizm będący cyklem długości v . Uzyskane wyniki dotyczą zarówno istnienia, jak i nieistnienia cyklicznych systemów trójek Kirkmana ustalonych rzędów. W szczególności sformułowana została ogólna hipoteza dotycząca spektrum rzędów, dla których istnieją cykliczne systemy trójek Kirkmana. W ramach prowadzonych badań hipoteza ta została potwierdzona dla wszystkich rzędów do 201 włącznie. Wyniki zostały zamieszczone w artykule [B11].

W roku 2005 dołączyłem do zespołu matematyków (w skład którego wchodził: prof. Chris Rodger z Uniwersytetu w Auburn, prof. Italo Dejter z Uniwersytetu w Puerto Rico oraz C. Lindner),

zajmującego się badaniem istnienia oraz własności systemów k -cykli. Pierwsza z moich publikacji [B10] dotyczących tego szerokiego zagadnienia zawiera konstrukcyjny dowód istnienia niemal rozkładalnych systemów 4-cykli. Główny wynik określa spektrum rzędów takich systemów z wyjątkiem dwóch przypadków, uzupełnionych później w artykule [B17].

Szereg innych zagadnień szczegółowych dotyczących badania własności strukturalnych systemów trójek oraz konfiguracji pokrewnych zostało przeze mnie podjętych w kolejnych latach. Stanowią one osiągnięcie naukowe omówione w poprzednim rozdziale.

c. Dekompozycje grafów pełnych na specjalne części.

W badaniach dotyczących podziałów struktur grafowych często pojawia się pytanie o istnienie dekompozycji na części o specjalnych własnościach. Interesujące zagadnienie, wcześniej intensywnie badane przez innych naukowców, związane jest z dekompozycjami grafów pełnych na kopie grafów Moore'a. Znane są jedynie dwa grafy Moore'a, niebędące ani grafami pełnymi ani też cyklami o nieparzystej długości. Pierwszym z nich jest graf Petersena. Praca [B3] zawiera krótki kombinatoryczny dowód, że nie istnieje dekompozycja grafu pełnego na trzy kopie grafu Petersena, a upakowanie dwóch kopii jest jednoznaczne z dokładnością do izomorfizmu. Dowód ten został przygotowany wspólnie z prof. Erikiem Mendelsohmem (z Uniwersytetu w Toronto) oraz A. Rosą w roku 2001.

Kolejnym przykładem grafu Moore'a jest graf Hoffmana-Singletona (graf regularny stopnia 7 o średnicy 2 i rzędzie 50). Wynik, otrzymany we współpracy z dr Janą Šiagiową (ze Słowackiego Uniwersytetu Technicznego w Bratysławie), zamieszczony w artykule [A7], przedstawia konstrukcję upakowania pięciu kopii grafu Hoffmana-Singletona w grafie pełnym rzędu 50.

W roku 2006, wspólnie z D. Frončkiem, zająłem się problemem faktoryzacji grafu pełnego na parami izomorficzne faktory, z których każdy składa się z wierzchołkowo rozłącznych kopii specjalnego grafu K_6-C_4 . Zagadnienie to zostało zainspirowane pewną modyfikacją słynnego problemu Oberwolfach. W oparciu o metodę mieszanego etykietowania, skonstruowana została nieskończona klasa grafów dekomponowanych na części żądanego typu, zamieszczona w pracy [B7].

W roku 2008 spędziłem 4 tygodnie w Uniwersytecie McMaster. Poza kontynuowaniem wcześniejszych projektów, zająłem się też zagadnieniem rozstrzygnięcia problemu Oberwolfach dla grafów małych rzędów. Dotychczas problem ten był rozstrzygnięty jedynie dla rzędów co najwyżej 17. Wspólnie z A. Rosą oraz we współpracy z prof. Antoinem Dezą, prof. Frany'ą Frankiem oraz studentem Williamem Hua (wszyscy z Uniwersytetu McMaster), w oparciu o różnorodne metody konstrukcyjne przeanalizowanych zostało ponad dziesięć tysięcy możliwych układów cykli w celu wygenerowania w każdym z tych przypadków rozwiązania problemu. W ten sposób uzyskane zostało potwierdzenie ogólnej hipotezy dla wszystkich rzędów do 40 włącznie, opublikowane w artykule [B15].

d. Własności grafów silnie regularnych.

Grafy silnie regularne, mające ścisły związek z innymi konfiguracjami kombinatorycznymi, stanowią klasę obiektów będących przedmiotem licznych badań. Podczas pobytu w Uniwersytecie McMaster w 2001 r. nawiązałem współpracę z prof. Mikhailem Klinem (z Uniwersytetu Ben-Gurion w Izraelu). Podjęte przez nas zagadnienie, wspólnie z A. Rosą oraz dr. Svenem Reichardem (z Uniwersytetu Daleware w USA), dotyczyło ogólnego problemu charakteryzacji grafów silnie regularnych. W ramach prowadzonych wspólnie badań skupiłem się na dotychczas niesklasyfikowanej rodzinie grafów silnie regularnych spełniających warunek 4-wierzchołkowy i niemających rangi trzy.

Przygotowane przeze mnie programy komputerowe umożliwiły pełną klasyfikację tej rodziny grafów silnie regularnych. Obszerna praca [B5] zawiera szczegółową analizę własności kombinatorycznych tych grafów, w szczególności omówienie związku z systemami trójek Steinera.

e. Dekompozycje multigrafów na części małych rzędów.

W roku 2002 zająłem się ponownie tematyką dekompozycji multigrafów na parami izomorficzne części. Kolejnym krokiem w badaniach tego zagadnienia były części rozmiaru trzy. Wspólnie z prof. dr hab. Zbigniewem Loncem (z Politechniki Warszawskiej) oraz Z. Skupieniem znalazłem warunki konieczne i wystarczające na istnienie dekompozycji multigrafów w przypadku, gdy część jest skojarzeniem rozmiaru trzy. Wynik ten został opublikowany w artykule [A9].

Dobrze znana jest trudność obliczeniowa (NP-zupełność) zagadnienia dekompozycji grafów na parami izomorficzne części w przypadku, gdy jedna ze spójnych składowych części jest grafem rozmiaru co najmniej trzy. Dzięki nawiązaniu współpracy z prof. Janem Kratochvilem (z Uniwersytetu Karola w Pradze), wspólnie z Z. Loncem oraz Z. Skupieniem, scharakteryzowałem złożoność obliczeniową problemu dekompozycji multigrafów na części będące multiścieżką rzędu trzy. Wynik ten został opublikowany w pracy [B4].

f. Dekompozycje pełnych multidigrafów na ścieżki skierowane.

W ramach dalszej współpracy z Z. Skupieniem kontynuowałem badania związane z tematyką dekompozycji pełnych multidigrafów na ścieżki skierowane. Pierwszy z wyników dotyczących tego zagadnienia został zamieszczony już w mojej rozprawie doktorskiej, służąc jako częściowe narzędzie do skonstruowania t -tych części dekompozycji prawie pełnych digrafów. Problematyka ta stanowi naturalne przeniesienie intensywnie badanego wcześniej problemu dekompozycji grafu pełnego na ścieżki o ustalonych długościach. Postawiona przez nas ogólna hipoteza mówi, że dla każdego ciągu długości ścieżek, które sumują się do rozmiaru multidigrafu pełnego, istnieje dekompozycja tego multidigrafu na ścieżki skierowane o zadanych długościach, z jedynie dwoma wyjątkami dla digrafów pełnych rzędu 3 i 5. W ramach gruntownych badań dotyczących tej ogólnej hipotezy, zostało udowodnione twierdzenie o istnieniu żądanych dekompozycji na ścieżki niehamiltonowskie, opublikowane w artykule [A10]. Ponadto rozstrzygnięty został przypadek, gdy liczba ścieżek hamiltonowskich oraz liczba ścieżek długości równej $n - 2$ spełniają zadane ograniczenia; dowód istnienia żądanych dekompozycji jest zamieszczony w publikacji [B8].

g. Dekompozycje turniejów tranzytywnych na części małych rozmiarów.

W ramach współpracy naukowej w Zakładzie Matematyki Dyskretnej (na Wydziale Matematyki Stosowanej AGH) uczestniczyłem w pracach zespołu, w skład którego wchodził: prof. dr hab. Mariusz Woźniak, dr Rafał Kalinowski, mgr Agnieszka Görlich oraz mgr Monika Piłśniak. Wspólnie podjęte zagadnienie dotyczyło dekompozycji turniejów tranzytywnych na parami izomorficzne części. Problem ten ma ścisły związek z ogólnym pytaniem o możliwość otrzymania dekompozycji turnieju tranzytywnego na podstawie istniejącej dekompozycji grafu pełnego poprzez wprowadzenie orientacji krawędzi. Zagadnienie to było dotychczas rozstrzygnięte jedynie w przypadku dwóch samodopelniających części. Uzyskany wynik stanowi negatywne rozstrzygnięcie problemu. W ramach przeprowadzonych badań została ponadto dokonana pełna klasyfikacja części rozmiaru co najwyżej cztery, dla których istnieje dekompozycja turnieju tranzytywnego. Wyniki te są opublikowane w artykułach [A12, B9].

h. Faktoryzacje grafów pełnych na drzewa.

W roku 2004 D. Fronček przedstawił hipotezę mówiącą, że dla każdej faktoryzacji grafu pełnego na parami izomorficzne kopie drzewa, wierzchołki w tym drzewie mogą zostać rozdzielone na dwa równoliczne zbiory o takiej samej sumie stopni. Konstruując nieskończoną klasę kontrprzykładów wykazałem nieprawdziwość tej hipotezy; dowód został zamieszczony w artykule [B12].

W późniejszym okresie, w ramach kontynuacji badań prowadzonych wspólnie z D. Frončkem, zająłem się ponownie ogólnym problemem faktoryzacji grafów pełnych na drzewa. Analizując szczegółowe zagadnienie istnienia faktoryzacji grafów pełnych na podwójne miotły (drzewa mające postać dwóch gwiazd, których środki są połączone ścieżką), wykazane zostało istnienie faktoryzacji dla szerokiej klasy mioteł. Wynik został zamieszczony w publikacji [B16].

W kwietniu 2007 roku wystąpiłem do Rady Wydziału Matematyki i Informatyki Uniwersytetu Jagiellońskiego z wnioskiem o wszczęcie przewodu habilitacyjnego w dyscyplinie informatyka. Przedstawioną rozprawę habilitacyjną pt. „Algorytmiczne aspekty w zagadnieniach dekompozycji struktur kombinatorycznych” stanowił jednotematyczny cykl publikacji, złożony z artykułów: A7, A8, A10, A11, B2, B6, B8. Przewód został wszczęty w dniu 27 września 2007 r. Na posiedzeniu w dniu 28 maja 2009 r. Rada Wydziału Matematyki i Informatyki UJ podjęła uchwałę o niepoduszczeniu mnie do kolokwium habilitacyjnego. Nie otrzymałem uzasadnienia tej uchwały. W opinii recenzentów tematyka rozprawy nie odpowiadała zakwalifikowaniu jej do dyscypliny informatyka.

C. OBECNIE PROWADZONE BADANIA ORAZ PLANY NAUKOWE NA NAJBLIŻSZE LATA

Zarówno główny nurt badań prowadzonych przeze mnie w ciągu ostatnich dwóch lat, jak i problemy naukowe, którymi zamierzam zająć się w najbliższym okresie, są ściśle związane z tematyką podziałów struktur kombinatorycznych. Wyniki już uzyskane zostały zamieszczone w przesłanych do opublikowania sześciu manuskryptach [D1-D6]. Dotyczą one następujących zagadnień szczegółowych.

- a. Specjalne własności systemów 6-cykli [D1].
- b. Dekompozycje pełnych multidigrafów na ścieżki skierowane [D2].
- c. Metamorfozy systemów trójek [D3, D6].
- d. Faktoryzacje grafów pełnych na drzewa [D4].
- e. Kolorowanie krawędziowe o minimalnej liczbie palet [D5].

Badania prowadzone obecnie oraz plany na okres najbliższych dwóch lat dotyczą tematyki projektu badawczego Narodowego Centrum Nauki nr 2011/01/B/ST1/04056, którego jestem kierownikiem i jedynym wykonawcą, a którego realizacja zostanie rozpoczęta w grudniu 2011 r. W tym zakresie przeprowadzone zostaną badania szczegółowe dotyczące strukturalnych własności systemów trójek.

VI. PODSUMOWANIE

Tematyka badań naukowych w zakresie podziałów struktur kombinatorycznych stanowi moje podstawowe zainteresowanie naukowe. Zagadnienia te znajdują się jednocześnie w obszarze głównych nurtów badań w wielu znaczących ośrodkach naukowych na świecie. Dynamiczny rozwój badań naukowych dotyczących struktur kombinatorycznych w drugiej połowie XX wieku z jednej strony znacząco rozwinął tę dziedzinę, dostarczając szeroki wachlarz nowych wyników i oryginalnych metod,

z drugiej strony zaś ukazał tysiące problemów otwartych, z których zdecydowana większość pozostaje nadal nierozwiązana. Obecnie problematyka dotycząca badania istnienia oraz własności konfiguracji kombinatorycznych jest jedną z najważniejszych we współczesnej matematyce dyskretnej; o skali badań prowadzonych w tym zakresie na świecie świadczyć może kilka tysięcy publikacji o tej tematyce.

Należy zaznaczyć, iż zagadnienia dotyczące konfiguracji kombinatorycznych stanowiły dotychczas obiekt znikomego zainteresowania polskich naukowców. Podejmując badania związane z konfiguracjami kombinatorycznymi staram się przyczynić do popularyzowania tych zagadnień w polskim środowisku naukowym.

Sz szczególnie cenna jest dla mnie owocna współpraca z A. Rosą oraz C. Lindnerem, niekwestionowanymi autorytetami w dziedzinie konfiguracji kombinatorycznych. Wymiernym efektem tej współpracy jest 13 opublikowanych artykułów wspólnie z A. Rosą oraz 7 publikacji z C. Lindnerem. Jej kontynuację stanowią dalsze badania; w szczególności kolejne 3 artykuły naszego autorstwa zostały przedłożone do opublikowania.

Reasumując dane przedstawione szczegółowo w załącznikach, jestem obecnie autorem lub współautorem 37 artykułów naukowych, spośród których 19 zostało opublikowanych w czasopiśmie znajdujących się w bazie JCR, dalszych 17 w innych czasopiśmie (wszystkie indeksowane w bazie Mathematical Reviews), a jeden artykuł stanowi część opracowania zbiorowego (wyd. Springer). Ponadto 6 manuskryptów zostało przedłożonych do opublikowania.

Na podstawie bazy Web of Science (dane z „cited reference search”) prace te cytowane były łącznie 29 razy (5 spośród tych cytowań to cytowania w innych moich publikacjach). Uzupełniając zestawienie cytowań o dane z innych baz (AMS MathSciNet, Google Scholar, Scopus), całkowita liczba cytowań wynosi 76 (w tym 19 to cytowania własne). Ponadto mój osobisty udział w pracach innych autorów był cytowany 8 razy.

Uzyskane wyniki prezentowane były na międzynarodowych konferencjach naukowych. Przedstawiłem 25 referatów oraz wygłosiłem 2 wykłady na zaproszenie organizatorów. Ponadto zaprezentowałem 4 referaty podczas seminariów naukowych za granicą.

Poza rocznym stażem podoktorskim w Uniwersytecie McMaster w Kanadzie (w roku 2001), odbyłem 9 zagranicznych krótkoterminowych staży naukowych.

W zakresie recenzowania publikacji przygotowałem 39 recenzji dla czasopiśmie z bazy JCR, 26 recenzji dla innych czasopiśmie oraz 8 streszczeń przeglądowych dla Mathematical Reviews i Zentralblatt Math. Ponadto byłem recenzentem w dwóch zagranicznych przewodach doktorskich.

Jestem obecnie redaktorem sekcji „Matematyka dyskretna” w czasopiśmie *Opuscula Mathematica*. Ponadto byłem redaktorem gościnnym jednego tomu oraz współredaktorem dwóch innych tomów czasopiśmie *Discrete Mathematics*.

W ramach działalności organizacyjnej przewodniczyłem komitetom organizacyjnym czterech międzynarodowych konferencji naukowych, a ponadto byłem współorganizatorem ośmiu innych konferencji.

Kraków, 30.11.2011 r.

