

Dr inż. Magdalena Rogalska
Katedra Inżynierii Procesów Budowlanych
Wydział Budownictwa i Architektury
Politechnika Lubelska

AUTOREFERAT

1. Działalność naukowo-badawcza

Zestawienie mojego dorobku publikacyjnego przedstawia się następująco:

Po doktoracie

Monografie -2

Publikacje w czasopismach zagranicznych z tzw. listy filadelfijskiej – 3

Podręczniki i skrypty -1

Publikacje w pozostałych czasopismach zagranicznych – 3

Publikacje w czasopismach krajowych – 33

Rozdziały w monografii, książce naukowej – 7

Referaty opublikowane w materiałach konferencyjnych zagranicznych i międzynarodowych – 9

Publikacje w materiałach konferencyjnych krajowych - 19

Publicystyka (publikacje o charakterze naukowym w prasie) – 17

Wywiady, opinie zamieszczone w prasie – 5

Opinie sądowe i prokuratorskie - 21

Prace nie przeznaczone do druku, zastrzeżone (badania dla przemysłu) - 165

Tab.1. Zestawienie publikacji w wybranych bazach publikacji naukowych

Nazwa bazy danych/ wyszukiwarki	Liczba publikacji ujętych w bazie	Sumaryczna liczba cytowań	h-index
Web of Science	3	14	2
Scopus	3	28	2
Google Scholar	21	67	6

Zgodnie z miejscem zatrudnienia, moje zainteresowania naukowo-badawcze koncentrują się głównie wokół problematyki technologii, organizacji i zarządzania w budownictwie.

Mój dorobek publikacyjny tworzą prace, które można podzielić na 3 grupy tematyczne stanowiące obszary mojej dotychczasowej działalności naukowo-badawczej. Moje podejście i spojrzenie na problem naukowy z racji wykształcenia jest wieloaspektowe i interdyscyplinarne. Ukończyłam studia magisterskie na kierunku budownictwo, specjalności konstrukcje budowlane, studia podyplomowe z zakresu statystyki na UE Kraków, Mam uprawnienia audytora wiodącego ds. jakości BSI (British Standard Institute), zarządcy nieruchomości (AR Kraków).

Obszary naukowo-badawcze

I. Materiały budowlane i technologie budowy

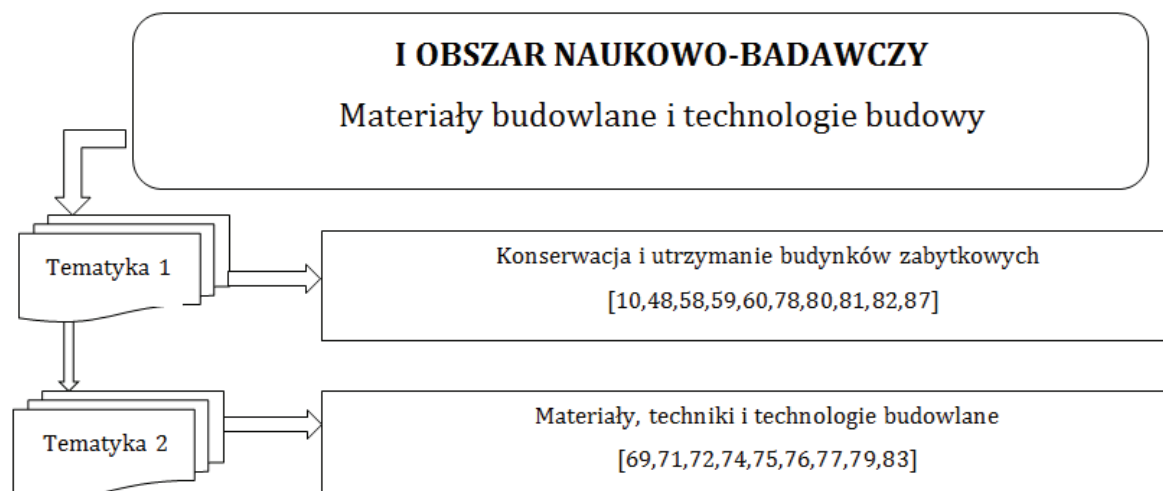
- II. Zarządzanie przedsięwzięciem budowlanym
- III. Harmonogramowanie procesów budowlanych z zastosowaniem metod sztucznej inteligencji

Stosowane metody:

- 1) Sprzężeń czasowych
- 2) Teorii ograniczeń
- 3) Algorytmów genetycznych
- 4) Hybrydowych algorytmów ewolucyjnych
- 5) Algorytmu Tabu Search
- 6) Logik rozmytych
- 7) Analiza statystyczna i prognostyczna (regresji wielorakiej, wieloimiennej regresji adaptacyjnej z użyciem funkcji sklepanych, uogólnionych modeli addytywnych, sztucznych sieci neuronowych, wektorów nośnych i autoregresji zintegrowanej)
- 8) Sieci neuronowe
- 9) Badania ankietowe i wywiady
- 10) Badania operacyjne, metody optymalizacji.

Ad I. Materiały budowlane i technologie budowy

W zakresie materiałów i technologii budowlanych wykonywane były badania, które można podzielić na dwie tematyki, a otrzymane wyniki zastały przedstawione w artykułach i referatach (rys.1), numeracja publikacji zgodna z załączoną Bibliografią.



Rys.1. I Obszar naukowo-badawczy

Moje zainteresowanie tematyką, obejmującą materiały budowlane i technologie budowy, rozpoczęło się już na studiach. W trakcie studiów zaangażowałam się w pracę w Kole Naukowym Konserwacji Zabytków, którego byłam przewodniczącą przez 2 lata, a potem opiekunem już jako pracownik PL. Celem koła naukowego oprócz samokształcenia było praktyczne wykonywanie renowacji i prac zabezpieczających w obiektach zabytkowych w Polsce (Zamek w Janowcu) i we Francji (Zamek w St. Victor la Coste) przez koła naukowe z Polski, Francji, krajów skandynawskich i Stanów Zjednoczonych. Zaprawy wapienne w XVI wiecznych zamkach różniły się znacznie większą trwałością od zapraw stosowanych przez nas. Wtedy powstał pomysł na badania naukowe dotyczące składu starych zapraw wapiennych i zaprojektowaniu składu nowych zapraw o właściwościach analogicznych do historycznych.

W 1988 r. obroniłam pracę magisterską (została oceniona jako jedna z najlepszych z mojego rocznika) i rozpoczęłam pracę w Katedrze Technologii i Organizacji Budownictwa Wydziału Inżynierii Budowlanej i Sanitarnej Politechniki Lubelskiej. Dało mi to możliwość realizacji pracy doktorskiej dotyczącej historycznych zapraw. Kierownikiem Katedry był doc. dr inż. Włodzimierz Zarębski, który jednocześnie Prowadził Spółdzielnię Pracy Ekspertyz i Wdrożeń Budowlanych "BUDOEKSPERT" przy Politechnice Lubelskiej. Dzięki możliwości wykonywania pracy zawodowej zdobywałam doświadczenie w zakresie wykonywania ekspertyz współpracując z doc. dr inż. Włodzimierzem Zarębskim, prof. dr hab. inż. Mieczysławem Królem, dr inż. Janem Jargieło. Praca nad projektem systemu pustaków wióro-betonowych zakończyła się uzyskaniem wzoru użytkowego na ścienny element budowlany: Kategoria, numer i data zgłoszenia: *UZY:(21)87586,(22)13-06-1989* ; Kategoria i numer ochrony: *UZY: (11) 51042, klasyfikacja (51) MKP symbole E04C1/00 i E 04B2/14* . Cały czas prowadziłam pracę nad doktoratem, moim promotorem był prof. dr hab. Lucjan Pawłowski z Politechniki Lubelskiej. 1992 roku pracę doktorską „Modyfikacja zapraw wapiennych domieszkami keratynowymi z odpadów garbarskich” obroniłam na Politechnice Wrocławskiej. Jednym z elementów pracy doktorskiej było opracowanie składu preparatu na bazie odpadów garbarskich, będącym dodatkiem do zapraw wapiennych oraz opóźniaczem wiązania gipsu. Prowadziłam z przedsiębiorstwem OPOL RAPP wdrożenia przemysłowe. W tym celu opatentowano skład mojego preparatu (B1(11)176414 (41)96 02 05 6(51) C04 11/00 C04B 18/18 (21)304528 (22)940803 (72) Stasiak-Smarż Magdalena (73) Przedsiębiorstwo Budowlane z udziałem zagranicznym „OPOL-RAPP” Spółka z o.o., Opole (PL) (54) Środek opóźniający wiązanie gipsu i sposób wytwarzania tego środka Nr 5/1999 WIADOMOŚCI URZĘDU PATENTOWEGO). Na dalsze badania dotyczące zapraw uzyskałam 2 granty KBN „Wpływ korozji azotanowej, chlorkowej i węglanowej na parametry zapraw cementowo-wapiennych i cementowych,, 1996-1997, 1998-1999, których byłam kierownikiem. Prace prezentowane były na specjalnej sesji grantowej na Konferencji Krynickiej. W związku ze zmianami legislacyjnymi dotyczącymi laboratoriów badawczych uczestniczyłam w szkoleniach dotyczących zarządzania laboratorium i w 1996 roku uzyskałam tytuł audytora systemu budowy i utrzymania Systemu Zapewnienia Jakości w laboratorium przez Polskie Centrum Badań i Certyfikacji oraz audytora wiodącego systemu ISO przez British Standard Institute. Uzyskana wiedza i uprawnienia umożliwiły mi prowadzenie szkoleń wewnętrznych dla pracowników laboratorium, które miały na celu przygotowanie ich do procesu akredytacji laboratorium WIBiS. W 1997 roku założyłam wraz z moją współpracowniczką inż. Krystyną Poboc Biuro Ekspertyz Budowlanych KAMARO S.C. Pracowałam tam w charakterze prezesa, project managera oraz kierownika prac i głównego wykonawcy do 2008 roku. Po 2008 roku moją pracę ekspertyzową kontynuowałam w Laboratorium Budownictwa Politechniki Lubelskiej. Wykonałam jako kierownik prac 186 ekspertyz (1÷186) dla sądów,

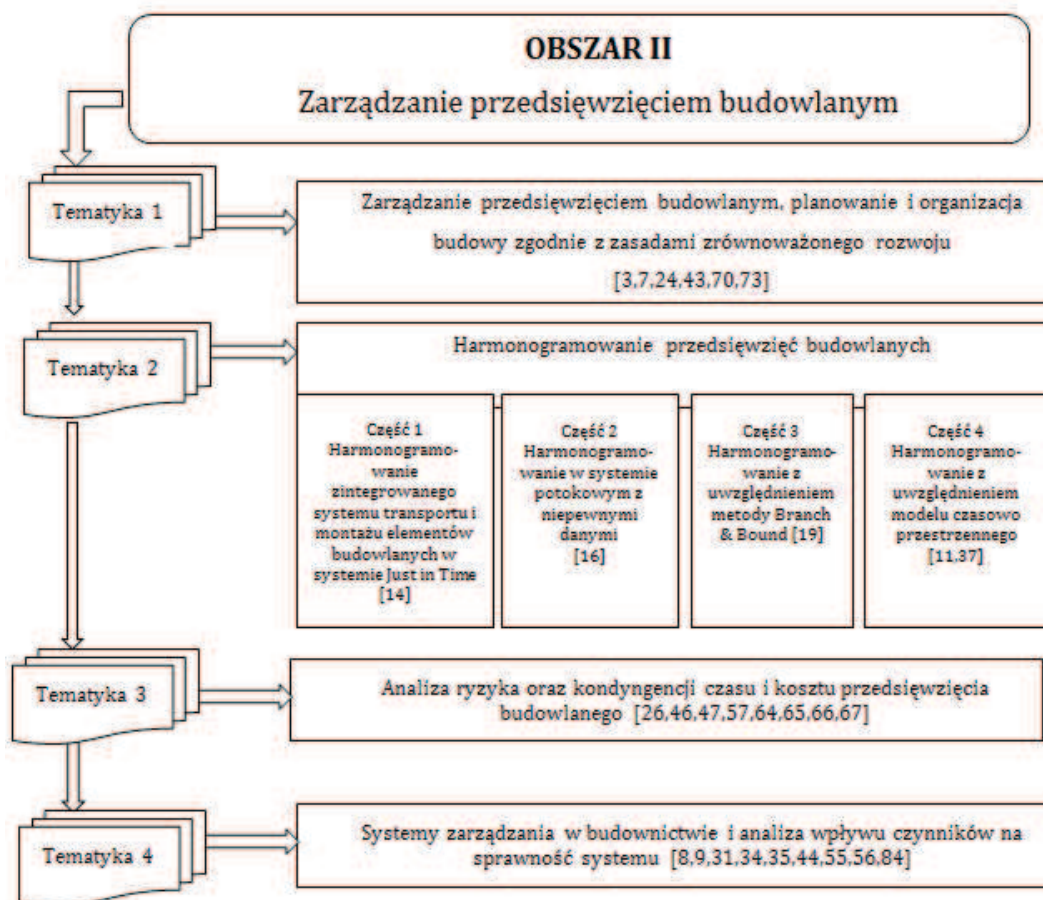
prokuratury, policji, przedsiębiorstw budowlanych, zarządców budynków, producentów materiałów i innych. Szczególnie pasjonujące były prace dotyczące projektowania remontów, łącznie z doбором technologii wykonania i materiałami budowlanymi takich obiektów jak: baseny pływackie Zakładów Azotowych w Puławach, iskrowniki w Daewoo Motor Polska, chłodnie kominowe w Elektrowni Konin-Pątnów- Adamów, komin Cukrowni Krasnystaw S.A., osadnik przemysłowy Prefabet –Lubartów, zabytkowa kamienica przy ul. Grodzkiej 28, konstrukcja żelbetowa kotła warzelnegow Browarach Warka i inne.

W wyniku prowadzonych prac i badań powstało wiele publikacji dotyczących konserwacji zabytków , remontów [10,48,58,59,60,78,80,81,82,87] oraz materiałów i technologii budowlanych [69,71,72,74,75,76,77,79,83].

Ad II. Zarządzanie przedsięwzięciem budowlanym, planowanie i organizacja budowy

W 2001 roku nastąpiła reorganizacja Wydziału Inżynierii Budowlanej i Sanitarnej, powstał Instytut Budownictwa kierowany przez dr hab. inż. Tadeusza Ciężaka; zatrudniono mnie wówczas w Zakładzie Inżynierii Procesów Budowlanych kierowanym przez prof. dr hab. inż. Annę Sobotkę. Była to bardzo duża zmiana w moim życiu zawodowym.

Moje zainteresowania skoncentrowały się na zarządzaniu przedsięwzięciem budowlanym, a w szczególności na zagadnieniach przedstawionych na rys. 2.



Rys.2. II Obszar naukowo-badawczy

Pierwsza tematyka badawcza obszaru 2 dotyczy problematyki zastosowania zasad zrównoważonego rozwoju (sustainable development) w budownictwie na etapie budowy obiektów budowlanych i ich eksploatacji (w tym renowacji obiektów) .

Prace w tym zakresie wykonywałam uczestnicząc w realizacji tematu RPBP I.11, D.1.2 - „Naukowe podstawy ochrony i konserwacji zabytków” - byłam współautorem referatu na konferencję Wrocław - Szklarska Poręba 1990r., prezentującego wyniki badań dotyczące technologicznych i organizacyjnych aspektów procesów rewaloryzacji obiektów. W 1997 r. nawiązałyśmy z prof. Sobotką współpracę z prof. D.P. Wyatt z Uniwersytetu w Brighton School of Environment, prowadzącego zaawansowane prace związane z wdrażeniem zasad zrównoważonego rozwoju w budownictwie. Rozważania obejmujące zarządzanie cyklem życia obiektu budowlanego w aspekcie zachowania zasad sustainable development wykonywane w zespole D.P. Wyatt, M. Rogalska, A. Sobotka opublikowano w [3]. Efektem tej współpracy było także podpisanie umowy bilateralnej w ramach programu Erasmus – Socrates z Uniwersytetem w Brighton i wymiana naukowa oraz dydaktyczna z innymi pracownikami Uniwersytetu (m.in. Kassim Gidado, Noel Painting, Bernard Potter, David Rutter). Badania dotyczące badań zrównoważonego rozwoju na etapie budowy i eksploatacji obiektów kontynuowałam w publikacjach [7,24,43,70,73].

Kolejną problematyką, którą się zajmuję jest harmonogramowanie budowy z wykorzystaniem metody sprzężeń czasowych. Nawiązałam współpracę z ośrodkami specjalizującymi się w tych zagadnieniach , a szczególnie z prof. dr hab. inż. Zdzisławem Hejduckim z Politechniki Wrocławskiej. W wyniku naszej 12 letniej współpracy naukowej powstało 50 publikacji (monografii, rozdziałów w monografiach krajowych i zagranicznych, artykułów naukowych). Nasza współpracę rozpoczęliśmy od realizacji *tematyki 2* dotyczącej harmonogramowania przedsięwzięć budowlanych. Prace dotyczyły: harmonogramowania zintegrowanego systemu transportu i montażu elementów budowlanych w systemie Just in Time [14], harmonogramowania w systemie potokowym z niepewnymi danymi [16], harmonogramowania z uwzględnieniem metody Branch & Bound [19] oraz harmonogramowania z uwzględnieniem modelu czasowo przestrzennego [11,37]. Publikacje te powstały przy współudziale prof. Wojciecha Bożejki (Politechnika Wrocławska, Katedra Automatyki, Mechatroniki i Systemów Sterowania Wydziału Elektroniki), prof. Mieczysława Wodeckiego (Uniwersytet Wrocławski, Wydział Matematyki i Informatyki) , dr inż. Pawła Rajby (Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego), dr inż. Mariusza Uchrońskiego (Politechnika Wrocławska Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych) , mgr inż. Łukasza Łodożyńskiego (Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego), dr inż. Siergieja Bolotina, , dr inż. Andreja Jegorowa (St Petersburgski Uniwersytet Architektoniczno Budowlany) i dr inż. Aldyn Dadar (Uniwersytet Technologiczny w Tule).

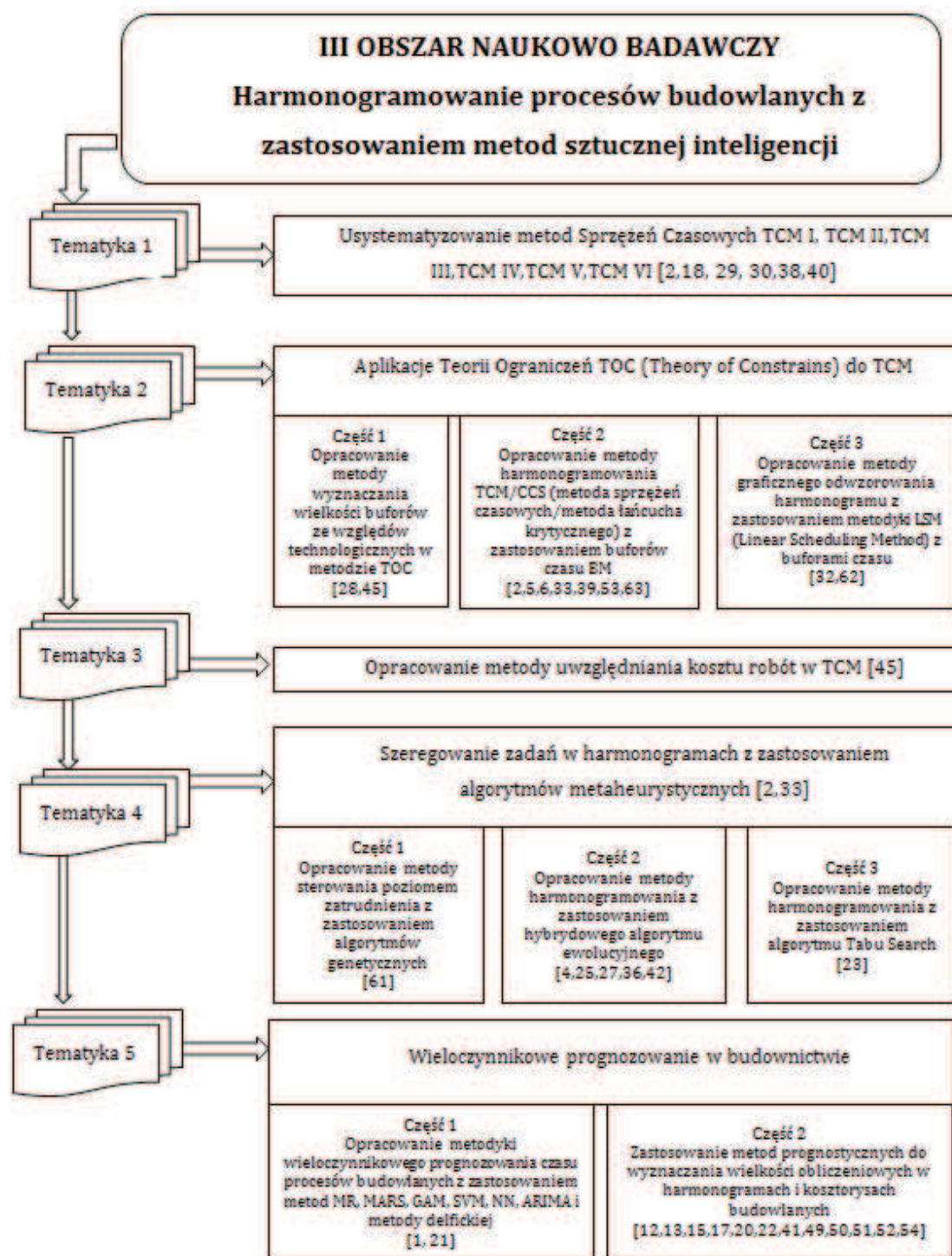
Tematyka 3 dotyczyła analizy ryzyka w aspekcie wyznaczania kondyngencji czasu i kosztu realizacji przedsięwzięcia budowlanego. Duże zainteresowanie wzbudził artykuł dotyczący metod wyznaczania czasu trwania procesów budowlanych z uwzględnieniem pogodowych czynników ryzyka [26] (Rogalska, Czarnigowska, Hejducki, Nahorny) opublikowany w Przeglądzie Budowlanym 1/2006 i powtórnie w Inżynierze Budownictwa. Praca dotycząca kondyngencji czasu i kosztu budowy [45] (Rogalska, Hejducki) prezentowana była międzynarodowej konferencji w St.Petersburgu 2005, pozycje [46,47] (Rogalska)

o algorytmizacji kwantyfikacji ryzyka i jego redukcji na międzynarodowych konferencjach w Wilnie (2003) i w Koszycach (2002). Ryzyko zawodu inżyniera w [57]. Inne prace dotyczące ryzyka to [64,65,66,67].

Tematyka 4 to zagadnienia dotyczące analizy systemów zarządzania w budownictwie i analiza czynników wpływu na sprawność systemów [84,44]. Przy współpracy z prof. Andrejem Jegorowem i prof. Z. Hejduckim powstały artykuły [8,9], opublikowane w rosyjskich czasopismach naukowych, dotyczące analizy czynników decydujących o efektywności przedsięwzięcia budowlanego. System zarządzania drogowym przedsięwzięciem budowlanym z wykorzystaniem Arc View GIS opisano w [34], inne prace dotyczące projektów drogowych to [35, 55,56].

Ad 3. Harmonogramowanie procesów budowlanych z zastosowaniem metod sztucznej inteligencji

Celem prowadzonych badań w III Obszarze prac naukowych jest optymalizacja harmonogramowania przedsięwzięć budowlanych z uwzględnieniem narzędzi sztucznej inteligencji. Metoda sprzężeń czasowych TCM umożliwia wykonywanie harmonogramów z uwzględnieniem ograniczeń technologicznych i organizacyjnych: TCM I- ciągłość pracy brygad, TCM II – ciągłość pracy na działkach roboczych, TCM III – minimalizacja czasu realizacji przedsięwzięcia, TCM IV, V, VI – ciągłość procesów budowlanych z zastosowaniem sprzężeń diagonalnych, odwrotnych diagonalnych, frontów robót i środków realizacji. Metoda TCM oparta jest o zapis algorytmiczny, co daje możliwość automatyzacji obliczeń i wprowadzanie wielu ograniczeń. Tradycyjne metody harmonogramowania nie uwzględniają możliwości automatycznego szeregowania zadań. Szeregowanie zadań odbywa się tam metodą intuicyjną w oparciu o wiedzę inżynierską. Prace badawcze dotyczą modelowania przedsięwzięć budowlanych z uwzględnieniem narzędzi sztucznej inteligencji jako optymalizacyjnego aparatu obliczeniowego. Zagadnienia badawcze obejmują: doskonalenie metod sprzężeń czasowych z użyciem algorytmów metaheurystycznych, optymalizację zależności czasowo-kosztowych z zastosowaniem metod sztucznej inteligencji (algorytmów ewolucyjnych, Tabu Search i in.), harmonogramowanie przedsięwzięć budowlanych z rozmytymi czasami wykonania zadań, planowanie przedsięwzięć budowlanych z zależnościami typu czas/koszt/zasoby z użyciem algorytmów genetycznych i hybrydowego algorytmu ewolucyjnego. Metody Sprzężeń Czasowych (Time Couplings Method) opracowane i rozwijane były przez profesorów Afanasjewa, Mrozowicza, Hejduckiego i innych. Są to szczególne metody o charakterze potokowym. Podjęto kontynuację rozwoju tych metod. Na rysunku 3 przedstawiono zagadnienia dotyczące harmonogramowania procesów budowlanych z zastosowaniem metod sztucznej inteligencji.



Rys.3. III Obszar naukowo-badawczy

Realizując *Tematykę 1* usystematyzowano metody TCM I do VI. W opracowanych publikacjach [2,18,29,30,38,40] wyjaśniono w sposób prosty możliwości zastosowań poszczególnych sześciu Metod Sprzężeń Czasowych. Bardzo skomplikowane dotychczasowe oznaczenia uniemożliwiały szeroki odbiór prac naukowych związanych z TCM. Opisane zostały metody z uwzględnieniem nazewnictwa i oznaczeń stosowanych w literaturze międzynarodowej. Przedstawiono założenia priorytetowe w poszczególnych metodach oraz dla celów

porównawczych, przy wykorzystaniu tej samej bazy danych, opracowano harmonogramy dla każdej z metod. Wprowadzono oznaczenia w cyklogramach zbieżne z literaturą światową. Umożliwiło to prezentowanie wyników badań w czasopiśmie zagranicznych. Największym osiągnięciem tego etapu było opublikowanie monografii [2] pt. „*Time coupling methods : construction scheduling and time/cost optimization*” w języku angielskim we współautorstwie z Z. Hejduckim.

Efektom realizacji *Tematyki 1* było : usystematyzowanie metod TCM, wprowadzenie międzynarodowych oznaczeń i wskazanie kierunków dalszego rozwoju TCM.

Tematyka 2 to wprowadzenie do Metody Sprzężeń Czasowych TCM założeń Teorii Ograniczeń TOC (ang. Theory of Constraints) Goldratta, wyniki badań zaprezentowano w publikacjach [2,5,6,33,39,53,63]. W TOC wprowadza się do harmonogramu bufor projektowy PB oraz bufor zasilający FB, stanowiące zabezpieczenie wykonawcy i project managera przed opóźnieniem terminu wykonania prac. Z założenia wielkość buforów czasu stanowi 25% wartości przynależnej ścieżki krytycznej. W pracach [28,45] analizowano wpływ doboru ścieżki krytycznej, a tym samym układu buforów zasilających i projektowego, na całkowity czas realizacji przedsięwzięcia. Przeprowadzona analiza oraz wykonane obliczenia wykazują, że skrócenie czasu trwania poszczególnych procesów o 25%, nie powoduje skrócenia całkowitego czasu trwania przedsięwzięcia o tą samą wartość. Czas trwania przedsięwzięcia zależy od wyboru składowych łańcucha krytycznego. Analizując modele graficzne – cyklogramy budowane wg. metodyki LSM (ang. Linear Scheduling Model) [32,62] można zauważyć, że przyjęcie łańcucha krytycznego jak najbardziej zbliżonego do prawej krawędzi wykresu, powoduje skrócenie czasu trwania przedsięwzięcia o największą wartość. W cyklogramach istnieje ponadto konieczność traktowania buforów zasilających FB jako osobnych procesów, ze względu na warunek zachowania ciągłości pracy brygad roboczych i uniknięcia strat finansowych związanych z niepotrzebnymi przestojami. Wprowadzono metodę obliczeń wielkości buforów czasu, innych niż proponowana wartość przez Goldratta (25%). Nowe proponowane rozwiązanie uwzględnia poziom ryzyka realizacji danego procesu oraz ograniczenia technologiczne wynikające z techniki wykonania, możliwości przyspieszenia realizacji, konieczności zachowania obowiązujących przerw technologicznych. Elementy nowości naukowej *Tematyki 2* to:

- wprowadzenie Teorii Ograniczeń TOC do metody TCM,
- określenie sposobu sporządzania cyklogramów LSM (ang. Linear Scheduling Method) w metodzie TOC/TCM, wprowadzenie międzynarodowych oznaczeń,
- opracowanie metodyki obliczeń TOC/TCM przy założeniach Goldrata oraz z uwzględnieniem czynników ryzyka i technologicznych czynników wpływu (zmiana wartości buforów zasilających i projektowego),
- przeprowadzenie analizy doboru ścieżki krytycznej spośród możliwych łańcuchów krytycznych w aspekcie minimalizacji czasu wykonania przedsięwzięcia.

W *Tematyce 3* do metody TCM wprowadzono drugie kryterium optymalizacji, oprócz dotychczasowego kryterium czasu zastosowano również koszt [45]. Zaproponowano metodologię obliczania kontyngencji czasu i kosztu w metodzie TOC/TCM podczas planowania i realizacji przedsięwzięć budowlanych. Opracowana metoda zakłada trzy poziomy tworzenia harmonogramów. Poziom pierwszy jest harmonogramem wyjściowym, utworzonym w sposób tradycyjny. Harmonogram poziomu drugiego uwzględnia estymację ryzyka

związanego z czasem i kosztem wykonania. Zakłada się, że ryzyko obliczane może być przy wykorzystaniu wszystkich dostępnych metod takich jak: metoda Delficka, zbiorów rozmytych, automatycznych sieci neuronowych, metodą Monte Carlo (Risk 4,0), metoda MOCRA itp. W wyniku przeprowadzonej analizy ustala się wartość ryzyka dla poszczególnych procesów i tworzy się drugi harmonogram, zwykle o dłuższym czasie realizacji, uwzględniający ryzyko czasu i kosztu wykonania. Poziom trzeci zakłada redukcję ryzyka poprzez wprowadzenie czynników niwelujących takich jak: ubezpieczenia, zmiany w systemie logistycznym, w zaangażowaniu zasobów, organizacji pracy itp. oraz wprowadzenie buforów zasilających i projektowego, adekwatnych do możliwości skrócenia prac. W wyniku przeprowadzonych zmian (indywidualnie dla każdego procesu) tworzy się trzeci harmonogram, zmodyfikowany poprzez redukcję wpływu czynników ryzyka oraz buforów czasu. Ponownie oblicza się kontyngencję czasu i kosztu przedsięwzięcia (dodatkowy czas i zasoby finansowe, pozostawione jako zabezpieczenie wykonania zadania). Harmonogramy poszczególnych poziomów są prezentowane w następujący sposób: poziom 1 dla inwestora, poziom 2 dla wykonawcy, poziom 3 dla project managera.

Elementy nowości naukowej *Tematyki 3* to:

- opracowanie koncepcji wprowadzenia dwóch kryteriów optymalizacji czasu i kosztu do metody TCM,
- opracowanie metodologii 3 poziomowego harmonogramowania z uwzględnieniem czynników ryzyka oraz ich redukcji poprzez zmiany technologiczne i organizacyjne i wprowadzenie metody TOC/TCM,
- podanie zależności funkcyjnej wielkości buforów od wartości wariancji czasu trwania procesu (wartość wariancji ustalona z analizy ryzyka).

W *Tematyce 4* do metody TCM wprowadzono trzecie kryterium optymalizacji - zasoby. Opracowano metodologię zastosowania algorytmów metaheurystycznych do szeregowania zadań w TCM, z uwzględnieniem czasu, kosztu i wykorzystania zasobów [2,33]. Przyjęto założenie, że harmonogram jest odpowiednikiem chromosomu. Poprzez mutację, krzyżowanie i selekcję powstają nowe zmodyfikowane harmonogramy. Wprowadzono ograniczenia, które zapewniają logiczną konstrukcję szacowanego harmonogramu oraz prawidłowe odkodowanie chromosomów. Ograniczenia twarde, które nie mogą być nigdy pominięte, dotyczą kolejności wykonywania procesów. Ograniczenia miękkie mogą być wprowadzane w sposób swobodny, w zależności od zadania obliczeniowego. Uwzględniane są one w funkcji celu. Na przykład ustanowiono funkcję celu tak by uzyskać równomierny poziom zatrudnienia pracowników budowlanych. Do obliczeń wykorzystywano algorytmy genetyczne, hybrydowe algorytmy ewolucyjne oraz algorytm Tabu Search.

W *części 1 Tematyki 4* do obliczeń stosowano tradycyjne algorytmy ewolucyjne ze względu na ich wysoką przydatność w odnajdywaniu obszaru, w którym znajduje się optimum (w wyniku obliczeń uzyskuje się wartość przybliżoną tzw. rozwiązanie suboptymalne) [61].

W *części 2 Tematyki 4* do obliczeń stosowano hybrydowe algorytmy ewolucyjne (algorytmy memetyczne) [4,25,27,36,42]. Działanie algorytmu rozpoczyna się od utworzenia populacji początkowej (może być utworzona losowo). Za suboptymalne rozwiązanie przyjmuje się najlepszy element populacji początkowej. Nowa populacja generowana jest w następujący sposób: wyznacza się zbiór minimów lokalnych, ustala się elementy występujące na tych samych pozycjach w minimach lokalnych tworząc zbiór elementów i pozycji ustalonych. Każda permutacja nowej populacji ma ustalone elementy na ustalonych pozycjach. Na pozostałe

(wolne) pozycje są losowo wyznaczane nowe elementy. Algorytm kończy działanie po wygenerowaniu z góry ustalonej liczby generacji (zwykle przyjmowano liczbę generacji od 10 000 do 100 000). Obliczenia uznawano za prawidłowe gdy po zwiększeniu liczby generacji np. o 1000 nie uzyskiwano lepszego wyniku. W artykułach przedstawiono wyniki eksperymentów numerycznych dotyczących zastosowania hybrydowego algorytmu ewolucyjnego do harmonogramowania przedsięwzięcia budowlanego. Uwzględniono przypadek optymalnego planowania przebiegu robót budowlanych z przyjęciem kryterium miary równomierności zapotrzebowania na zasoby (poziomu zatrudnienia pracowników). Przyjęto ponadto ograniczenia związane z zastosowaniem metodyki łańcucha krytycznego (CSS/BM). Do obliczeń optymalizacyjnych zastosowano klasyczny algorytm genetyczny oraz zmodyfikowany hybrydowy algorytm ewolucyjny.

Zastosowanie procedury Tabu Search TS stanowi *część 3 Tematyki 4* [23]. Wykorzystywana była do otrzymywania rozwiązań optymalnych lub niewiele różniących się od niego. Podstawową ideą algorytmu jest przeszukiwanie przestrzeni, stworzonej ze wszystkich możliwych rozwiązań, za pomocą sekwencji ruchów. W sekwencji ruchów istnieją ruchy niedozwolone, ruchy tabu. Algorytm unika oscylacji wokół optimum lokalnego dzięki przechowywaniu informacji o sprawdzonych już rozwiązaniach w postaci listy tabu (TL). Do obliczeń przyjęto liczby rozmyte wygenerowane z czasu średniego w ten sposób, że jako minimum przyjęto czas krótszy o 0,166 od czasu średniego, a jako maksimum czas dłuższy o 0,333 od średniego. Celem obliczeń nie było ustalanie wartości liczb rozmytych czasu trwania procesów, lecz sprawdzenie możliwości stosowania algorytmu Tabu search do poszukiwania rozwiązania optymalnego (minimalnego czasu przedsięwzięcia budowlanego). Otrzymane wyniki porównywano z obliczeniami wykonanymi metodą Tabu search – z zastosowaniem danych deterministycznych. Jako miarę poprawności obliczeń stosowano średnie błędy względne algorytmów [%]. Średnie błędy względne wynosiły odpowiednio dla TS deterministycznego 18,4% a dla TS rozmytego 7,5%. Zatem, można przypuszczać, że gdy kolejność zadań jest wyznaczona przez algorytm z rozmytymi parametrami znacznie mniej zmienia się wartość funkcji celu przy zaburzeniu czasów wykonania zadań.

Elementy nowości naukowej *Tematyki 4* to:

- opracowanie metody harmonogramowania z zastosowaniem *algorytmu Tabu Search*,
- rozmycie danych deterministycznych, zgodnie z przyjętą regułą, celem uzyskania wyniku o mniejszym błędzie względnym.

W *Tematyce 5 część 1* postawiono jako cel opracowanie metodyki wieloczynnikowego prognozowania czasu procesów budowlanych z zastosowaniem metod prognostycznych, tak aby czasy realizacji procesów budowlanych, które stanowią kanwę harmonogramowania (we wszystkich metodach harmonogramowania), uzależnione były od czynników organizacyjnych, technicznych i technologicznych, a nie jedynie odczytane z Katalogów Nakładów Rzeczowych lub policzone jako średnie wartości prowadzonych prac, bądź wyznaczone w sposób heurystyczny. Niezależnie od sposobu szeregowania zadań, uwzględnienie rzeczywistych czasów realizacji zadań i procesów roboczych wyznaczonych metodą prognostyczną zmienia w sposób istotny czas i koszt przedsięwzięcia budowlanego.

W mojej monografii [1] „Wieloczynnikowe prognozowanie czasu procesów budowlanych” przedstawiono metodykę prognozowania czasów procesów budowlanych z uwzględnieniem czynników mających wpływ na ich

realizację. Celem pracy było wykazanie, że czas wykonania danego procesu budowlanego zależy jest od wielu czynników wpływu technicznych, technologicznych i organizacyjnych i powinien być prognozowany w określonych warunkach realizacyjnych. Nowością naukową jest opracowana metodyka wyznaczenia czasu trwania procesów budowlanych z uwzględnieniem czynników (kubaturowych, organizacyjnych, technicznych, zasobowych, liczbowych, lingwistycznych) wpływających na czas realizacji zdania.

Przedstawiona metodyka prognozowania czasu realizacji procesów budowlanych umożliwia sporządzenie harmonogramów uwzględniających warunki rzeczywiste a nie uśrednione. Jest to nowe podejście do wyznaczania czasów procesów budowlanych. Opracowana metodyka bazuje na analizie obliczeniowej metod prognostycznych: regresji wielorakiej, wieloimiennej regresji adaptacyjnej z użyciem funkcji sklepanych, uogólnionych modeli addytywnych, sztucznych sieci neuronowych, wektorów nośnych i autoregresji zintegrowanej. W wyniku obliczeń różnymi metodami otrzymuje się wiele modeli prognostycznych, z których wybiera się do stosowania model charakteryzujący się najmniejszym błędem prognostycznym. Istnieje możliwość wprowadzania do obliczeń bardzo dużej liczby czynników mających wpływ na czas realizacji procesu w określonych warunkach. Mogą to być wartości liczbowe lub lingwistyczne. Zaproponowana metoda jest uniwersalna, istnieje możliwość zastosowania jej w odniesieniu do wszystkich procesów budowlanych: robót liniowych, kubaturowych, procesów prostych i złożonych. Zakres pracy obejmuje definiowanie problemu prognostycznego, zasady przygotowywania danych do obliczeń, metodologię obliczeniową, obliczenia prognostyczne z analizą i oceną porównawczą uzyskanych modeli z wykorzystaniem średniego absolutnego błędu procentowego oraz autokorelacji i autokorelacji częściowej szeregu resztowego.

Praca zawiera nowe ujęcie problemu wyznaczania czasu procesów budowlanych w warunkach rzeczywistych. Na podstawie badań stwierdzono, że czasy wykonania procesu budowlanego w szczegółowych uwarunkowaniach rzeczywistych różnią się w sposób znaczny od czasów uśrednionych zawartych w bazie normatywnej. Proponowana metoda umożliwia obliczenie czasu trwania procesów z uwzględnieniem czynników wpływających na czas realizacji.

Celem szeroko zakrojonych dalszych prac jest opracowanie wzorów regresyjnych wyznaczających czasy procesów budowlanych z uwzględnieniem czynników wpływu i alternatywne zastąpienie nimi bazy normatywnej w odniesieniu do pojedynczych przedsiębiorstw.

Proponowana metodyka obliczeniowa bazuje na obliczeniach statystycznych. Prognozuje się czas procesu budowlanego bazując na pomiarach i danych zebranych w warunkach rzeczywistych. Na tej podstawie wyznacza się równanie regresji lub sieć neuronową, dzięki którym można obliczyć czas trwania procesu realizowanego w nowych warunkach, uwzględniając w obliczeniach czynniki wpływu występujące w równaniu regresji. Przeprowadzając obliczenia prognostyczne otrzymuje się równanie regresji w postaci wzoru regresyjnego lub sieci neuronowej. Znając lub przewidując warunki panujące na nowej budowie można obliczyć czas procesu i zastosować go w harmonogramie budowy.

Metodyka składa się z kolejnych etapów obejmujących:

- identyfikację problemu (wybór procesu budowlanego),
- sformułowanie problemu (zdefiniowanie, zebranie i analiza danych),
- dobór metod obliczeniowych z analizą możliwości zastosowania,
- obliczenie wielu modeli regresyjnych z zastosowaniem wybranych metod,
- weryfikację wyników (wybór najlepszego modelu regresyjnego na podstawie analizy błędów).

Metodyka jest pracochłonna, wymaga stosowania programów komputerowych do obliczeń statystycznych np. STATISTICA firmy StatSoft. Późniejsze stosowanie równania regresji do obliczania czasu procesu z uwzględnieniem czynników wpływu jest niezwykle proste. Jest to nowa metoda dotychczas nie stosowana.

Monografia [1] „Wieloczynnikowe prognozowanie czasu procesów budowlanych” dotyczy badań nad szacowaniem czasu realizacji procesów budowlanych. Praca swoją problematyką wpisuje się w nurt zagadnień prezentowanych w aktualnej literaturze krajowej i światowej, uwzględnia szczególną specyfikę budownictwa, tj. niepewność danych niezbędnych w harmonogramowaniu przedsięwzięć budowlanych. Monografia stanowiąca spójną, logiczną całość, wyznacza obszar nowych rozwiązań z zastosowaniem opracowanej metodyki obliczeniowej uwzględniającej wieloczynnikowe modele w prognozowaniu czasu procesów budowlanych. Metodyka uwzględnia realizacyjne uwarunkowania techniczne, technologiczne i organizacyjne prowadzenia robót budowlanych.

Praca ta stanowi rezultat moich wieloletnich badań, obserwacji i doświadczeń z praktyki budowlanej oraz z wielu prac naukowych. Można stwierdzić, że czasy wykonania procesów budowlanych w rzeczywistych warunkach realizacyjnych różnią się znacznie od uśrednionych czasów trwania robót, zawartych w bazie normatywnej. Obserwuje się w praktyce budowlanej częste zjawisko nieterminowych realizacji obiektów, wynikających między innymi z przyjęcia do harmonogramowania danych normatywnych niezgodnych z aktualnymi warunkami rzeczywistymi.

W celu uaktualnienia i urealnienia podstaw określania czasów trwania procesów budowlanych, realizowanych w określonych warunkach wykonawczych, opracowano metodykę wyznaczenia czasu, wykorzystując nowe podejście polegające na zastosowaniu analizy metod i modeli statystycznych – prognostycznych.

Nowością naukową jest opracowana metodyka wyznaczenia czasu trwania procesów budowlanych z uwzględnieniem czynników (kubaturowych, organizacyjnych, technicznych, zasobowych, liczbowych, lingwistycznych) wpływających na czas realizacji zdania.

Opracowana metodyka poszerza obszar wiedzy i możliwości obliczeniowe w praktyce budowlanej. Istnieje możliwość wprowadzania do obliczeń dużej liczby czynników mających wpływ na czas realizacji procesu w określonych warunkach. Mogą to być wartości liczbowe lub lingwistyczne. Zaproponowana metoda jest uniwersalna i można stosować ją do harmonogramowania procesów budowlanych, np.: robót liniowych, kubaturowych, procesów prostych i złożonych. Szczególnym obszarem zastosowania Metody Prognostyczno-Regresyjnej jest możliwość opracowania wzorów regresyjnych i sieci zależności wyznaczających czasy procesów budowlanych z uwzględnieniem czynników wpływu i wykorzystanie ich w harmonogramowaniu złożonych przedsięwzięć budowlanych np.: kompleksów obiektów przemysłowych, infrastruktury transportowej itp.

Tematyka 5 część 2 to zastosowanie metod prognostycznych do wyznaczania wielkości obliczeniowych w harmonogramach i kosztorysach budowlanych. Testowanie poprawności i jasności metody opisanej w [1] przeprowadzono poprzez wykonanie 30 prac magisterskich oraz opublikowanych artykułach [12,13,15,17,20,22,41,49,50,51,52,54]. Artykuły dotyczyły nie tylko analizy czasu i kosztu procesów budowlanych lecz również innych aspektów budownictwa takich jak: wycena mieszkań, doboru maszyn budowlanych w aspekcie minimalizacji emisji CO₂, prognozowania produkcji budowlano montażowej, analizy porównawczej norm zbrojenia konstrukcji żelbetowych, prognozowania czasu awarii koparek.

Kolejnym, przyszłym etapem mojej pracy naukowej będzie zastosowanie opracowanej przeze mnie metodyki wieloczynnikowego prognozowania do kwantyfikacji ryzyk operacyjnych przedsięwzięć budowlanych takich jak : ryzyko wystąpienia warunków atmosferycznych uniemożliwiających pracę, absencja pracowników, awarie maszyn i urządzeń, opóźnienia logistyczne i inne.

Na etapie recenzji jest kolejna monografia „Harmonogramowanie procesów budowlanych z zastosowaniem sprzężeń czasowych ” (Hejducki, Rogalska) dotycząca opracowanych algorytmów obliczeniowych TCM/CCS/TOC/BM z wykorzystaniem programu EXCEL (z zastosowaniem algorytmów genetycznych).

Wyniki badań we wszystkich obszarach były prezentowane zarówno na konferencjach międzynarodowych jak i krajowych.

2. Działalność naukowa, organizacyjna, dydaktyczna i zawodowa

A. Udział w projektach badawczych

1) Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach -

- Udział w projekcie badawczym w ramach 7 programu UE, Trans-Ind, *New Industrialised Construction Process NMP-2008-3.4-2*, wykonawca – ACCIONA – Mostostal Warszawa: „Koncepcja modelowego zintegrowanego systemu transportu i montażu kompozytowych elementów obiektu mostowego”, 2010-2011,
- Udział w projekcie badawczym RPBP I.11, D.1.2 - „Naukowe podstawy ochrony i konserwacji zabytków” 1989-1990,
- Kierowane projektem badawczym KBN „Wpływ korozji azotanowej, chlorkowej i węglanowej na parametry zapraw cementowo-wapiennych i cementowych „ 1998-1999”.

2) Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych

- „*Kompleksowa Termomodernizacja Campusu Politechniki Lubelskiej*” oraz modernizacja bazy lokalowo-sprzętowej Katedry Elektroniki na potrzeby „*Centrum Badawczo-Edukacyjnego Technologii Internetowych*” finansowanych z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego – pełniona funkcja ekspert budowlany 2004-2006.

- „*Nauczyciel w przedsiębiorstwie*” realizowany jest przez Lubelską Agencję Ochrony Środowiska Spółka Akcyjna, w partnerstwie z Euro Inwest Centrum Doradztwa Finansowego w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki - III Wysoka jakość systemu oświaty – pełniona funkcja wykładowca ekspert 2011.

- „*Ekobudownictwo*”

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego, *CZŁOWIEK - NAJLEPSZA INWESTYCJA, Kapitał ludzki –narodowa strategia spójności-* pełniona funkcja trener 2013 (780 godzin wykładowych).

3) Udział w konsorcjach i sieciach badawczych

- Politechnika Wrocławska-Uniwersytet Wrocławski- Politechnika Lubelska
- Politechnika Wrocławska- Politechnika Lubelska- Sankt Petersburski Uniwersytet Architektoniczno Budowlany
- Politechnika Lubelska- Uniwersytet Brighton
- Politechnika Lubelska- Czech Technical University in Prague

4) Staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich

- Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering , doc.Ing. Vaclav Beran, DrSc – współpraca naukowa – tematyka “zrównoważony rozwój budownictwa”; prowadzenie wykładów i ćwiczeń w języku angielskim (7 godzin tygodniowo) przez jeden semestr w 2006 roku
- University of Brighton, Wielka Brytania , prof. David Wyatt – współpraca naukowa – praktyka zrównoważonego rozwoju, prowadzenie wykładów w języku angielskim 2 x 2 tygodnie 1999 i 2000 roku,
- Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, prof. A. Jegorov – współpraca naukowa 2005-2016;

B. Działalność organizacyjna

5) Udział w komitetach organizacyjnych konferencji:

- Sekretarz Konferencji Naukowej Zarządzanie Przedsiębiorstwem i Przedsięwzięciem Budowlanym Lublin-Kazimierz Dolny, kwiecień 2003
- Sekretarz Konferencji Naukowej Drewniana architektura wernakularna – problemy ochrony i zagospodarowania – Lublin 27-29 maja 2014r.

6) Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism

- „Budownictwo i Architektura” Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa i Architektury pomysłodawca i założyciel, redaktor naczelny 2007-2008

7) Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych

- Sekretarz Komisji Nauki PZiTb Lublin
- Prezes Rady Bezpieczeństwa Budownictwa Lublin

8) Udział w zespołach eksperckich i konkursowych

- Międzynarodowe Targi Lubelskie Budownictwa – członek, a potem przewodnicząca komisji konkursowej 2005-2010 corocznie

9) Recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych recenzent :

- Automation In Construction
- Journal of Civil Engineering and Management

C. Działalność dydaktyczna

10) osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki lub sztuki

- Moja praca dydaktyczna obejmowała prowadzenie wykładów, ćwiczeń, ćwiczeń projektowych i laboratoriów z następujących przedmiotów:
 - materiały budowlane,
 - współczesne materiały budowlane,
 - budownictwo ogólne,
 - budownictwo energooszczędne,
 - technologia robót wykończeniowych,
 - technologia robót budowlanych,
 - zarządzanie przedsięwzięciem inwestycyjno- budowlanym,
 - zarządzanie w budownictwie,
 - kosztorysowanie w budownictwie,
 - aprobaty i certyfikacja w budownictwie,
 - remonty w budownictwie,
 - użytkowanie budynków,
 - proseminaria i seminaaria dyplomowe.
- Prowadzenie prac inżynierskich i magisterskich : łącznie 167 prac,
- Recenzowanie prac inżynierskich i magisterskich: 60,
- Prowadzenie studenckiego koła naukowego Konserwacji Zabytków (4 lata),
- Nauczanie studentów sposobów prezentacji tematyki naukowej,
- Prowadzenie seminarium z wykorzystaniem programu STATISTICA ,
- Prowadzenie zajęć wyjazdowych np. PERI, biogazownie, budowa autostrad, stadionów itp. około 8-10 rocznie,
- Pełnomocnik Dziekana WIBiS PL ds. praktyk studenckich,
- Pełnomocnik Dziekana WIBiS PL ds. kontaktu z przedsiębiorstwami,

11) Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego, z podaniem tytułów rozpraw doktorskich

Pomoc w zakresie badań statystycznych „Analiza skuteczności przepon wykonywanych metodami iniekcji chemicznej w murach z opoki wapnistej” autorstwa dr inż. Macieja Trochonowicza, promotor dr hab. inż. Bogusław Szmygin, prof.pl, 2011, Lublin, Politechnika Lubelska

12) Prowadzenie wykładów i szkoleń dla Izby Inżynierskiej i PZITB

- cykl wykładów „Wprowadzanie do obrotu wyrobów budowlanych i znakowanie ich znakiem CE po 1 lipca 2013 r. zgodnie z Rozporządzeniem nr 305/2011 (CPR)” 2014 (Lublin, Puławy, Zamość, Chełm, Biała Podlaska)
- cykl wykładów „ Posadzki przemysłowe – uwarunkowania techniczne, błędy projektowe i wykonawcze” 2015 (Lublin, Puławy, Zamość, Chełm, Biała Podlaska).

13) Nagrody za działalność odpowiednio naukową lub artystyczną

- Nagroda Rektora Politechniki Lubelskiej za osiągnięcia w działalności naukowej w roku akademickim 1993/1994
- Nagroda Rektora Politechniki Lubelskiej za osiągnięcia w działalności naukowej w roku akademickim 2011/2012

D. Praca zawodowa

14) Wykonywanie badań i opracowań naukowych

- w charakterze biegłego sądowego – 21 spraw [5.1-5.21]
- w charakterze eksperta 165 prac [5.22-5.186]

Szczegółowy spis niepublikowanych 186 prac znajduje się w wykazie publikacji.

15) Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych, a w przypadku badań stosowanych we współpracy z przedsiębiorcami

- Remont chłodni kominowych w Elektrowni Konin – firma Dietrich-Lisiak, 1994
- Remont zbiorników solanki w Elektrowni Konin – BUDREM Ostrów Wielkopolski, 1994
- Remont elewacji maszynowni i kotłowni w Elektrowni Konin - BUDREM Ostrów Wielkopolski, 1994
- Remont zbiorników rozdrabniania makulatury Mielec – ONDULINE 1999

M. Rogalska